

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



U.O. GEOLOGIA

PROGETTO PRELIMINARE L.O. N.443/01

NUOVA LINEA TORINO LIONE
TRATTA NAZIONALE

STUDIO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA

SCALA:



COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA / DISCIPLINA	PROGR.	REV.
D040	00	R	69	RG	GE0001	001	A



Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato/Data
A	Emissione definitiva	G. BENEDETTI <i>GB</i>	Giugno 2010	S. POLIMENI <i>SP</i>	Giugno 2010	M. DELLA VEDOVA <i>MV</i>	Giugno 2010	ITALFERR S.p.A. F. FRANCESCO MARCHESI Dott. Geologo Franco Marchesi Pres. U.O. GEOLOGIA Ordine Geologi Lazio n. 179 ES

File: D040 00 R 69 RG GE0001 002 A.doc



Questo progetto è cofinanziato dalla Comunità Europea

ITALFERR S.p.A.
U.O. OPERE CIVILI
 Dott. Ing. LUIGI EVANGELISTA
 Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma
 n° A23169

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO	NUOVA LINEA TORINO LIONE TRATTA NAZIONALE Studio geologico, geomorfologico ed idrogeologico					
	Relazione geologica, geomorfologica ed idrogeologica	PROGETTO D040	LOTTO 00	CODIFICA R 69 RG	DOCUMENTO GE0001 001	REV A

SOMMARIO

1	PREMESSA	6
2	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	7
3	TRACCIATO DI PROGETTO	8
4	DATASET	9
5	GEOLOGIA	10
5.1	EVOLUZIONE GENERALE DELL'AREA	10
5.1.1	<i>Terziario - Eocene e Miocene</i>	10
5.1.2	<i>Terziario - Miocene (Messiniano)</i>	10
5.1.3	<i>Terziario - Pliocene</i>	11
5.1.4	<i>Quaternario – Pleistocene</i>	11
5.2	EVOLUZIONE TETTONICA GENERALE	12
5.3	EVOLUZIONE METAMORFICA ALPINA	14
5.3.1	<i>Evento Eoalpino (Cretaceo – Paleocene)</i>	15
5.3.2	<i>Evento Mesoalpino (Eocene – Oligocene inferiore)</i>	16
5.3.3	<i>Magmatismo Periadriatico (Oligocene)</i>	16
5.3.4	<i>Evento Nealpino (Miocene – attuale)</i>	17
5.4	CENNI SULLA NEOTETTONICA	18
5.5	ASSETTO LITOLOGICO-STRATIGRAFICO GENERALE.....	18
5.5.1	<i>Substrato pre pliocenico</i>	19
5.5.2	<i>Argille di Lugagnano</i>	21
5.5.3	<i>Astiano</i>	21
5.5.4	<i>Successione Villafranchiana</i>	22
5.5.5	<i>Interglaciale Gunz-Mindel</i>	24
5.5.6	<i>Depositi morenici</i>	25
5.5.7	<i>Depositi fluvio glaciali</i>	28
5.5.8	<i>Loess</i>	29
5.5.9	<i>Depositi olocenici</i>	29
5.6	LITOLOGIA E STRATIGRAFIA LUNGO IL TRACCIATO DI PROGETTO	30
5.7	SCHEMA STRATIGRAFICO SEMPLIFICATO	37
5.8	I PROFILI GEOLOGICO TECNICI ALLA SCALA 20.000/1.000 E 10.000/500.....	39
6	IDROGEOLOGIA	41
6.1	PREMESSA	41
6.1.1	<i>Settore nord-occidentale delle formazioni lapidee di sbocco vallivo</i>	41
6.1.2	<i>Settore centro-meridionale della collina morenica</i>	42
6.1.3	<i>Settore nord-orientale della pianura di Torino</i>	42
6.1.4	<i>Dataset dati idrogeologici utilizzato per le ricostruzioni</i>	43
6.1.5	<i>Caratterizzazione idrogeologica dei terreni sulla base delle informazioni bibliografiche</i>	44
6.1.6	<i>Aree di ricarica degli acquiferi</i>	45
6.2	PERMEABILITÀ DELLE FORMAZIONI INTERCETTATE DAL TRACCIATO DI PROGETTO	46
6.2.1	<i>Le permeabilità nel profilo, nelle sezioni e nella carta idrogeologica</i>	52
6.3	RICOSTRUZIONE DELLA SUPERFICIE A CURVE ISOFREATICHE	55
6.4	CARTA DELLA BASE DELL'ACQUIFERO SUPERFICIALE	60
7	SISMICITÀ	67

	NUOVA LINEA TORINO LIONE TRATTA NAZIONALE Studio geologico, geomorfologico ed idrogeologico					
	Relazione geologica, geomorfologica ed idrogeologica	PROGETTO D040	LOTTO 00	CODIFICA R 69 RG	DOCUMENTO GE0001 001	REV A

7.1	INQUADRAMENTO REGIONALE	67
7.2	INQUADRAMENTO NORMATIVO	67
7.3	INQUADRAMENTO DELL'AREA DEL TRACCIATO DI PROGETTO	69
7.4	SISMICITÀ E MAGNITUDO STORICA	71
7.5	VALUTAZIONE DELL'AZIONE SISMICA DI RIFERIMENTO	80
8	ROCCE POTENZIALMENTE CONTENENTI MINERALI FIBROSI.....	82
8.1	LITOLOGIA DEI MACROCLASTI.....	84
8.2	RILIEVI SUI MASSI ERRATICI.....	85
8.3	NORMATIVE SULLE ATTIVITÀ ESTRATTIVE.....	89
8.3.1	<i>Categoria A - Aggregati</i>	<i>89</i>
8.3.2	<i>Categoria B – Pietre ornamentali</i>	<i>90</i>
8.3.3	<i>Categoria C – Materiale per uso industriale</i>	<i>92</i>
9	PROBLEMI E CRITICITÀ CONNESSE ALLA REALIZZAZIONE DELLE OPERE.....	96
9.1	PRINCIPALI OPERE LUNGO IL TRACCIATO DI PROGETTO	96
9.2	CONDIZIONI E CRITICITÀ GEOLOGICHE, GEOMORFOLOGICHE E IDROGEOLOGICHE E POSSIBILI SOLUZIONI TECNICHE	97
9.2.1	<i>Tratta km 0+000/0+1100 – Galleria artificiale S.Ambrogio.....</i>	<i>97</i>
9.2.2	<i>Tratta km 1+100/9+563 – Galleria naturale di linea S.Antonio – Cameroni Buttiglieria.....</i>	<i>98</i>
9.2.3	<i>Rilevato di Stazione di Avigliana.....</i>	<i>100</i>
9.2.4	<i>Tratta km 8+000/15+600 - Gallerie naturali di interconnessione Avigliana-Rivoli/Galleria naturale di linea S.Antonio.....</i>	<i>101</i>
9.2.5	<i>Tratta km 15+600/18+500 – Galleria Artificiale Rivoli-Rivalta</i>	<i>102</i>
9.2.6	<i>Tratta km 18+500/20+825 – Galleria artificiale, rilevato, viadotto Duna, tratto all'aperto innesto Orbassano.</i>	<i>102</i>
9.2.7	<i>Tratta km 20+825/25+277 – Rilevato di Stazione di Orbassano.....</i>	<i>103</i>
9.2.8	<i>Tratta km 25+277/27+682 – Galleria artificiale Orbassano Est.....</i>	<i>103</i>
9.2.9	<i>Tratta km 27+682/43+030 – Galleria naturale Corso Marche – Settimo.....</i>	<i>103</i>
9.2.10	<i>Tratta km 43+030/43+640 – Galleria artificiale Settimo</i>	<i>105</i>
9.2.11	<i>Tratta km 43+640/45+720 – Rilevato Settimo.....</i>	<i>106</i>
10	BIBLIOGRAFIA	107

ELENCO DELLE TABELLE

TABELLA 1. DATASET	9
TABELLA 2. DATASET IDROGEOLOGICO	43
TABELLA 3 - ELENCO DELLE PROVE UTILIZZATE PER DEFINIRE IL COEFFICIENTE DI PERMEABILITÀ DELLE UNITÀ LITOTECNICHE INTERCETTATE DAL TRACCIATO DI PROGETTO.....	49
TABELLA 4. VALORI MEDI DI PERMEABILITÀ PER LE UNITÀ LITOTECNICHE	51
TABELLA 5 - PERMEABILITÀ DELLE UNITÀ CARG PRESENTI NELL'AREA DI STUDIO (ATTRIBUZIONE BASATA SULLA DESCRIZIONE LITOLOGICA DELLE UNITÀ ALLOSTRATIGRAFICHE).	54
TABELLA 6. CORRISPONDENZA TRA LE UNITÀ IDROGEOLOGICHE, LE UNITÀ CARG E LE UNITÀ LITOTECNICHE	54
TABELLA 7 - ELENCO DEI PUNTI UTILIZZATI PER LA REALIZZAZIONE DELLA SUPERFICIE A CURVE ISOFREATICHE.....	59
TABELLA 8 - PRINCIPALI CRITERI UTILIZZATI PER LA DEFINIZIONE DELLA BASE DELL'ACQUIFERO SUPERFICIALE (DA REGIONE PIEMONTE 2009b).....	61
TABELLA 9 - INTERPRETAZIONE DELLA BASE DELL'ACQUIFERO SUPERFICIALE NELLA ZONA DELLA COLLINA MORENICA.....	64
TABELLA 10 - ELENCO DELLE PROVE UTILIZZATE PER LA RICOSTRUZIONE DELLA BASE DELL'ACQUIFERO SUPERFICIALE	66
TABELLA 11. CLASSIFICAZIONE SISMICA DEI COMUNI INTERESSATI DAL TRACCIATO DI PROGETTO	69
TABELLA 12. STORIA SISMICA DEL COMUNE DI SANT'AMBROGIO DI TORINO [45.098, 7.362]	72
TABELLA 13. STORIA SISMICA DEL COMUNE DI AVIGLIANA [45.079, 7.397].....	73
TABELLA 14. STORIA SISMICA DEL COMUNE DI ROSTA [45.069, 7.466]	73
TABELLA 15. STORIA SISMICA DEL COMUNE DI RIVOLI [45.070, 7.520].....	74
TABELLA 16. STORIA SISMICA DEL COMUNE DI RIVALTA DI TORINO [45.032, 7.524]	75
TABELLA 17. STORIA SISMICA DEL COMUNE DI ORBASSANO [45.006, 7.537].....	75

	NUOVA LINEA TORINO LIONE TRATTA NAZIONALE Studio geologico, geomorfologico ed idrogeologico					
	Relazione geologica, geomorfologica ed idrogeologica	PROGETTO D040	LOTTO 00	CODIFICA R 69 RG	DOCUMENTO GE0001 001	REV A

TABELLA 18. STORIA SISMICA DEL COMUNE DI TORINO [45.070, 7.674].....	77
TABELLA 19. STORIA SISMICA DEL COMUNE DI GRUGLIASCO [45.063, 7.578].....	78
TABELLA 20. STORIA SISMICA DEL COMUNE DI VENARIA [45.131, 7.631]	79
TABELLA 21. STORIA SISMICA DEL COMUNE DI SETTIMO TORINESE [45.138, 7.771]	79
TABELLA 22. VALUTAZIONE DELLE PERCENTUALI IN PESO DI PIETRE VERDI IN 4 M DI MATERIALE MORENICO –FLUVIOGLACIALE ESTRATTO DALLE CAROTE DEL SONDAGGIO G12.	85
TABELLA 23. ANALISI SU CAMPIONI DI ROCCIA PRELEVATI DA MASSI ERRATICI E DA AFFIORRAMENTO	88
TABELLA 24. PRINCIPALI TRATTE D’OPERA LUNGO IL TRACCIATO DI PROGETTO.....	97

ELENCO DELLE FIGURE

FIGURA 1. PALEO GEOGRAFIA CLASSICA DELLA TETIDE ALPINO- OCCIDENTALE, COMPLETATA CON L’ETÀ E LA DISTRIBUZIONE DEL METAMORFISMO DI SUBDUZIONE DELLE UNITÀ DELLA CATENA (SB: SCISTI BLU, E: ECLOGITICO). SLA: SERIE DEI LAGHI, IV: IVREA-VERBANO; CA: CANAVESE; LEMBI AUSTRALPINI SETTENTRIONALI (MMP: MONT MARY-PILLONET, DB: DENT BLANCHE); SB/BR: GRAN S. BERNARDO; MR: M. ROSA-GRAN PARADISO; SL: SESIA-LANZO	12
FIGURA 2. SCHEMA TETTONICO DELLE ALPI OCCIDENTALI.....	14
FIGURA 3. FASE INIZIALE DI SUBDUZIONE DELLA PLACCA EUROPEA AL DI SOTTO DEL MARGINE CONTINENTALE AFRICANO.	15
FIGURA 4. POSSIBILE RELAZIONE GEOMETRICA TRA IL FRONTE COMPRESSIONALE DEL MONFERRATO E LE ALPI OCCIDENTALI DURANTE L’EVENTO NEOALPINO (HUNZIKER & MARTINOTTI, 1984).....	18
FIGURA 5 - SCHEMA SEMPLIFICATO DELL’ORGANIZZAZIONE INTERNA DI UN SISTEMA PROGRADAZIONALE. NELLA PORZIONE PROSSIMALE DEL PROFILO DEPOSIZIONALE, CARATTERIZZATA DA BASSI GRADIENTI, SI SVILUPPANO DEPOSITI CONTINENTALI DI PIANA ALLUVIONALE. NELLA PORZIONE INTERMEDIA SI TROVANO I DEPOSITI MARINI DI TRANSIZIONE E DI FRONTE DELTIZIO E NELLA PORZIONE DISTALE I DEPOSITI MARINI PROFONDI (FIGURA TRATTA DA REGIONE PIEMONTE 2009)	21
FIGURA 6 - AREA TIPO DI AFFIORAMENTO DELLE SABBIE IN FACIES ASTIANA (DA FERRERO, 1971).....	22
FIGURA 7 - QUADRO STRATIGRAFICO-DEPOSIZIONALE DEL BACINO DI SAVIGLIANO ED ALESSANDRIA (DA REGIONE PIEMONTE, 2009).....	23
FIGURA 8 - INTERGLACIALE GUNZ-MINDEL (INDICATO CON PALLINI VERDI) NELLA SEZIONE DI PETRUCCI (1971).....	25
FIGURA 9. IMMAGINE DEL MODELLO 3D DELL’ANFITEATRO MORENICO DI RIVOLI AVIGLIANA OSSERVATO DA SUD-EST (MOSTRA SENTINELLE DI PIETRA, MUSEO REGIONALE DI SCIENZE NATURALI, TORINO)	25
FIGURA 10 – IMMAGINE DEL PLASTICO DELL’ANFITEATRO MORENICO DI RIVOLI AVIGLIANA OSSERVATO DA EST VERSO OVEST (MOSTRA SENTINELLE DI PIETRA, MUSEO REGIONALE DI SCIENZE NATURALI, TORINO). LA LINEA NERA INDICA L’ANDAMENTO INDICATIVO DEL TRACCIATO DI PROGETTO.	26
FIGURA 11 - SEZIONE LITOSTRATIGRAFICA SCHEMATICA. 1) SEDIMENTI ALLUVIONALI DEL QUATERNARIO; 2) SEQUENZE DEL VILLAFRANCHIANO; 3) DEPOSITI DEL PLIOCENE IN FACIES ASTIANA E ARGILLE AZZURRE; 4) DEPOSITI MARINI PRE PLIOCENICI; 5) BASAMENTO COSTITUITO DA ROCCE CRISTALLINE (FIGURA TRATTA DA REGIONE PIEMONTE, 2005).....	38
FIGURA 12 - ANDAMENTO DELLA SUPERFICIE DI APPOGGIO BASALE DELLA COPERTURA QUATERNARIA E NATURA DEL SUBSTRATO PRE QUATERNARIO SEPOLTO (DA TAV. 5 DI ARPA PIEMONTE 2009)	39
FIGURA 13 – A SINISTRA: DISTRIBUZIONE DELLE AREE DI RICARICA DIRETTA ED INDIRETTA DEGLI ACQUIFERI PROFONDI. A DESTRA: DISTRIBUZIONE DEI GRADI DI POTENZIALITÀ DI RICARICA (DA REGIONE PIEMONTE, 2009).....	46
FIGURA 14 - VALORI DI PERMEABILITÀ, ESPRESSI IN METRI/SEC, DESUNTI DALLE PROVE LEFRANC ESEGUITE NELL’AREA DI STUDIO.....	50
FIGURA 15 - CARTA DELLA BASE DELL’ACQUIFERO SUPERFICIALE (ISOLINEE IN M SLM)	62
FIGURA 16 - RICOSTRUZIONI DELLA BASE DELL’ACQUIFERO SUPERFICIALE LUNGO IL PROFILO TOPOGRAFICO DEL TRACCIATO DI PROGETTO.	62
FIGURA 17. DISTRIBUZIONE DELLA SISMICITÀ STRUMENTALE E STORICA NEL SETTORE INTERNO DELLE ALPI COZIE. GLI EPICENTRI STRUMENTALI SONO RAPPRESENTATI DAI CERCHI VUOTI MENTRE I TERREMOTI STORICI SONO RAPPRESENTATI COME QUADRATI CROCIATI NERI. IL RIQUADRO NERO INDICA L’ESTENSIONE DEL FOGLIO TORINO OVEST. DM: UNITÀ DORA-MAIRA; ZP: ZONA PIEMONTESE; LA: COMPLESSO ULTRABASICO DI LANZO.	70
FIGURA 18. GRAFICO DELLA STORIA SISMICA DEL COMUNE DI SANT’AMBROGIO DI TORINO [45.098, 7.362]	72
FIGURA 19. GRAFICO DELLA STORIA SISMICA DEL COMUNE DI AVIGLIANA [45.079, 7.397].....	73
FIGURA 20. GRAFICO DELLA STORIA SISMICA DEL COMUNE DI ROSTA [45.069, 7.466]	74
FIGURA 21. GRAFICO DELLA STORIA SISMICA DEL COMUNE DI RIVOLI [45.070, 7.520].....	74
FIGURA 22. GRAFICO DELLA STORIA SISMICA DEL COMUNE DI RIVALTA DI TORINO [45.032, 7.524]	75
FIGURA 23. GRAFICO DELLA STORIA SISMICA DEL COMUNE DI ORBASSANO [45.006, 7.537].....	76
FIGURA 24. GRAFICO DELLA STORIA SISMICA DEL COMUNE DI TORINO [45.070, 7.674].....	78
FIGURA 25. GRAFICO DELLA STORIA SISMICA DEL COMUNE DI GRUGLIASCO [45.063, 7.578]	78
FIGURA 26. GRAFICO DELLA STORIA SISMICA DEL COMUNE DI VENARIA [45.131, 7.631]	79

	NUOVA LINEA TORINO LIONE TRATTA NAZIONALE Studio geologico, geomorfologico ed idrogeologico					
	Relazione geologica, geomorfologica ed idrogeologica	PROGETTO D040	LOTTO 00	CODIFICA R 69 RG	DOCUMENTO GE0001 001	REV A

FIGURA 27. GRAFICO DELLA STORIA SISMICA DEL COMUNE DI SETTIMO TORINESE [45.138, 7.771]..... 80
 FIGURA 28. FOTO DELLE ATTIVITÀ DI SETACCIATURA..... 84

ALLEGATI

- Allegato 1. Stratigrafie pozzi e sondaggi (doc. D040 00 R 69 DZ GE0001 003 A)
 Allegato 2. Misure piezometriche (doc. D040 00 R 69 DZ GE0001 004 A)

ELENCO ELABORATI

CODIFICA														TITOLO							
D	0	4	0	0	0	R	6	9	P	3	G	E	0	0	0	5	0	0	1	A	Planimetria ubicazione indagini scala 1:25.000 tav. 1/1
D	0	4	0	0	0	R	6	9	G	4	G	E	0	0	0	1	0	0	1	A	Carta geologica - geomorfologica scala 1:10.000 tav. 1/3
D	0	4	0	0	0	R	6	9	G	4	G	E	0	0	0	1	0	0	2	A	Carta geologica - geomorfologica scala 1:10.000 tav. 2/3
D	0	4	0	0	0	R	6	9	G	4	G	E	0	0	0	1	0	0	3	A	Carta geologica - geomorfologica scala 1:10.000 tav. 3/3
D	0	4	0	0	0	R	6	9	G	3	G	E	0	0	0	1	0	0	1	A	Carta geologica - geomorfologica bibliografica scala 1:25.000 tav. 1/1
D	0	4	0	0	0	R	6	9	G	4	G	E	0	0	0	2	0	0	1	A	Carta idrogeologica scala 1:10.000 tav. 1/3
D	0	4	0	0	0	R	6	9	G	4	G	E	0	0	0	2	0	0	2	A	Carta idrogeologica scala 1:10.000 tav. 2/3
D	0	4	0	0	0	R	6	9	G	4	G	E	0	0	0	2	0	0	3	A	Carta idrogeologica scala 1:10.000 tav. 3/3
D	0	4	0	0	0	R	6	9	F	Z	G	E	0	0	0	1	0	0	1	A	Profilo geologico tecnico scala 1:20.000/1000 tav. 1/1
D	0	4	0	0	0	R	6	9	F	4	G	E	0	0	0	1	0	0	1	A	Profilo geologico tecnico scala 1:10.000/500 tav. 1/4
D	0	4	0	0	0	R	6	9	F	4	G	E	0	0	0	1	0	0	2	A	Profilo geologico tecnico scala 1:10.000/500 tav. 2/4
D	0	4	0	0	0	R	6	9	F	4	G	E	0	0	0	1	0	0	3	A	Profilo geologico tecnico scala 1:10.000/500 tav. 3/4
D	0	4	0	0	0	R	6	9	F	4	G	E	0	0	0	1	0	0	4	A	Profilo geologico tecnico scala 1:10.000/500 tav. 4/4
D	0	4	0	0	0	R	6	9	F	Z	G	E	0	0	0	2	0	0	1	A	Profilo idrogeologico scala 1:20.000/1000 tav. 1/1
D	0	4	0	0	0	R	6	9	F	4	G	E	0	0	0	2	0	0	1	A	Profilo idrogeologico scala 1:10.000/500 tav. 1/4
D	0	4	0	0	0	R	6	9	F	4	G	E	0	0	0	2	0	0	2	A	Profilo idrogeologico scala 1:10.000/500 tav. 2/4
D	0	4	0	0	0	R	6	9	F	4	G	E	0	0	0	2	0	0	3	A	Profilo idrogeologico scala 1:10.000/500 tav. 3/4
D	0	4	0	0	0	R	6	9	F	4	G	E	0	0	0	2	0	0	4	A	Profilo idrogeologico scala 1:10.000/500 tav. 4/4
D	0	4	0	0	0	R	6	9	W	5	G	E	0	0	0	1	0	0	1	A	Sezioni geologiche trasversali al tracciato scala 1:5.000/500
D	0	4	0	0	0	R	6	9	W	5	G	E	0	0	0	2	0	0	1	A	Sezioni idrogeologiche trasversali al tracciato scala 1:5.000/500
D	0	4	0	0	0	R	6	9	R	G	G	E	0	0	0	5	0	0	1	A	Rapporto delle attività di campagna (rilevamento geomeccanico, stop geologici, rilievo pozzi e sorgenti, rilievo massi erratici)

	NUOVA LINEA TORINO LIONE TRATTA NAZIONALE Studio geologico, geomorfologico ed idrogeologico					
Relazione geologica, geomorfologica ed idrogeologica	PROGETTO D040	LOTTO 00	CODIFICA R 69 RG	DOCUMENTO GE0001 001	REV A	FOGLIO 6 di 110

1 Premessa

Il presente studio è stato redatto con lo scopo di fornire il quadro preliminare dei caratteri geologici, litologici, stratigrafici, geomorfologici ed idrogeologici di un'area ad ovest di Torino a supporto delle future scelte progettuali per il collegamento della Linea ferroviaria AV Torino – Lione, tratta nazionale lungo il tracciato di progetto.

In questo studio sono stati sviluppati i seguenti punti:

- ✓ inquadramento geologico, geomorfologico ed idrogeologico generale dell'area;
- ✓ individuazione delle unità stratigrafiche e litotecniche;
- ✓ interpretazione ed elaborazione delle indagini geognostiche disponibili al fine della ricostruzione dei profili in asse al tracciato di progetto;
- ✓ elaborazioni 3D per la base del quaternario, la base dell'acquifero superficiale e il tetto della superficie freatica;
- ✓ redazione di una cartografia geologico - geomorfologica ed idrogeologica di riferimento;
- ✓ valutazione delle problematiche relative ai massi erratici ed a rocce potenzialmente contenenti minerali fibrosi.

	NUOVA LINEA TORINO LIONE TRATTA NAZIONALE Studio geologico, geomorfologico ed idrogeologico					
Relazione geologica, geomorfologica ed idrogeologica	PROGETTO D040	LOTTO 00	CODIFICA R 69 RG	DOCUMENTO GE0001 001	REV A	FOGLIO 7 di 110

2 Inquadramento geografico

L'area in studio ha una superficie di circa 500 km² ed è collocata fra la parte terminale della val di Susa ad ovest, l'anfiteatro morenico di Rivoli-Avigliana nella sua porzione centrale e la pianura torinese centro-occidentale ad est.

Il limite dell'areale indagato è rappresentato ad ovest dal termine della tratta internazionale, sito poco più a monte dell'imbocco della val di Susa fra le località Condove e Chiusa di S. Michele, a sud dall'allineamento Giaveno-Sangano-Orbassano, ad est dall'area urbana torinese (fiume Po) mentre a nord passa per l'area urbana di Settimo Torinese, Borgaro, Druento e S. Gillio, proseguendo lungo i rilievi verso Rubiana.

Nel settore occidentale la val di Susa ha una larghezza di circa 1 km, con superficie sub-pianeggiante e quote che passano dai 370 ai 355 m s.l.m. (gradiente medio pari a circa il 3%), ed è attraversata dal fiume Dora Riparia che scorre verso Torino con andamento meandriforme. Nel settore orientale allo sbocco vallivo nella pianura alluvionale si amplia in larghezza fino a circa 2 km, conservando una topografia pianeggiante ed un medesimo gradiente di pendenza fino ad Alpignano, con quote che vanno dai 355m ai 315m circa. La porzione di territorio più a sud è un'area collinare con una topografia complessa, che alterna rilievi allungati a piccole vallate, con quote comprese fra i 640m slm del Monte Cuneo (ovest di Reano) ed i 300m slm verso Grugliasco. I limiti del settore collinare e quello della pianura Torinese sono definiti dal perimetro dell'area urbana di Grugliasco e Rivalta di Torino.

	NUOVA LINEA TORINO LIONE TRATTA NAZIONALE Studio geologico, geomorfologico ed idrogeologico					
Relazione geologica, geomorfologica ed idrogeologica	PROGETTO D040	LOTTO 00	CODIFICA R 69 RG	DOCUMENTO GE0001 001	REV A	FOGLIO 8 di 110

3 Tracciato di progetto

Il tracciato di progetto congiunge la tratta internazionale presso S. Ambrogio di Torino con l'allacciamento alla linea AV To-Mi presso Settimo Torinese.

A partire dal limite con la tratta internazionale fino allo sbocco della val di Susa corre in galleria ai piedi del versante destro e aggira l'abitato di S. Ambrogio di Torino nel lato Nord-Est. Il tracciato è continuo sino a Nord-Est dell'abitato di Rosta e devia il percorso verso sud-est, passando in galleria naturale l'anfiteatro morenico di Rivoli - Avigliana. Subito dopo la S.P. Villarbasse-Rivoli inizia un tratto in galleria artificiale di circa 3km che termina a ovest di Rivalta di Torino. A sud di Orbassano, riemerge nella piana alluvionale del T. Sangone e devia ancora proseguendo in linea retta verso nord-est (attraversamento dello scalo merci ferroviario – impianto di Orbassano), parte in rilevato e parte in galleria artificiale. Il percorso ritorna in galleria artificiale all'intersezione con la linea storica per circa 2 km e devia verso nord, tornando in galleria naturale poco più avanti dell'intersezione con via della Pronda, attraversando in sotterraneo il centro urbano periferico di Torino e riemergendo in superficie a nord-ovest di Settimo Torinese, in prossimità del raccordo con la linea AV To-Mi.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO	NUOVA LINEA TORINO LIONE TRATTA NAZIONALE Studio geologico, geomorfologico ed idrogeologico					
	Relazione geologica, geomorfologica ed idrogeologica	PROGETTO D040	LOTTO 00	CODIFICA R 69 RG	DOCUMENTO GE0001 001	REV A

4 Dataset

Il dataset utilizzato è composto da circa 950 stratigrafie principalmente di sondaggi stratigrafici e pozzi, reperite presso i seguenti Enti:

- Università di Torino, Dipartimento di Scienza della Terra;
- ARPA Piemonte;
- Regione Piemonte, Direzione Ambiente;
- SMAT Società Metropolitana Acque Torino;
- S.F. Giochi Olimpici Invernali Torino 2006 tramite Regione Piemonte, Direzione Trasporti, Infrastrutture, Mobilità e Logistica;
- Politecnico di Torino.

Sono anche state acquisite le stratigrafie dei 18 sondaggi meccanici a carotaggio continuo eseguiti per la presente fase di progettazione (Campagna geognostica Italferr, 2010).

ENTE	Tipologia	Quantità
ITALFERR	Sondaggi stratigrafici	18
ARPA Piemonte	Sondaggi stratigrafici	472
ARPA Piemonte	Pozzi per acqua	41
ARPA Piemonte	Prove penetrometriche	46
ARPA Piemonte	Pozzetti esplorativi	7
SMAT	Pozzi per acqua	219
SMAT	Sorgenti	49
Politecnico di Torino	Pozzi per acqua	47
Politecnico di Torino	Sondaggi stratigrafici	28
UNITO Dip. Sc. della Terra Tesi di Laurea Di Nicolussi	Pozzi per acqua	25
UNITO Dip. Sc. della Terra Tesi di Laurea Di Nicolussi	Sondaggi stratigrafici	4
Regione Piemonte Direzione Ambiente	Pozzi per acqua	48
Regione Piemonte Direzione Ambiente	Sorgenti	16
S.F. Giochi Olimpici Invernali Torino 2006	Sondaggi stratigrafici	26

Tabella 1. Dataset

	NUOVA LINEA TORINO LIONE TRATTA NAZIONALE Studio geologico, geomorfologico ed idrogeologico					
	Relazione geologica, geomorfologica ed idrogeologica	PROGETTO D040	LOTTO 00	CODIFICA R 69 RG	DOCUMENTO GE0001 001	REV A

5 Geologia

5.1 Evoluzione generale dell'area

La storia geologica dell'area di progetto è intimamente connessa all'evoluzione orogenetica alpina e ancora di più alle vicissitudini climatiche recenti ed attuali che hanno coinvolto il settore prealpino. Di seguito vengono schematizzate le principali fasi che hanno caratterizzato la geologia dell'area di progetto.

5.1.1 Terziario – Eocene e Miocene

La catena alpina nacque dal quel complesso sistema di fenomeni di compressione e di corrugamento legati allo spostamento delle zolle crostali dei continenti europeo ed africano. Le Alpi si sono sviluppate durante due fasi di più vigorosi eventi compressivi: la prima nell'Eocene Medio- Superiore, detta "fase ligure", la seconda nel Miocene Superiore, detta "fase toscana". L'Oligocene fu un periodo di relativa calma orogenetica, durante il quale alcune porzioni della catena alpina subirono un lento sprofondamento.

Nell'Oligocene Medio, la zona occupata oggi dalla pianura padana era ricoperta da un ampio golfo detto "Bacino Terziario Piemontese", dove si distinguono una zona costiera sud occidentale e aree di mare poco profondo e aperto verso nord. La porzione emersa delle Alpi era sottoposta agli agenti erosivi continentali ed i corsi d'acqua portavano a valle sedimenti grossolani.

5.1.2 Terziario – Miocene (Messiniano)

Il continuo movimento della zolla crostale africana contro quella europea causò, alla fine del Miocene, la nascita di catene montuose nel Sud della Spagna e nel Nord dell'Africa, che provocarono il completo isolamento del Mediterraneo, che fu così separato dagli oceani. Ne derivò la crisi di salinità del Mediterraneo che vedeva la deposizione di strati di sedimenti di origine chimica, le rocce evaporitiche, tra cui gessi e salgemma. L'evaporazione delle acque marine provocò l'emersione di una parte della pianura padana e la nascita di una fascia di lagune lungo la riva meridionale del Golfo Padano.

	NUOVA LINEA TORINO LIONE TRATTA NAZIONALE Studio geologico, geomorfologico ed idrogeologico					
	Relazione geologica, geomorfologica ed idrogeologica	PROGETTO D040	LOTTO 00	CODIFICA R 69 RG	DOCUMENTO GE0001 001	REV A

5.1.3 Terziario – Pliocene

All'inizio del Pliocene, circa cinque milioni di anni fa, i continui movimenti tra Africa ed Europa provocarono nuovamente la separazione tra il Marocco e la Cordigliera Betica, con la conseguente apertura dello Stretto di Gibilterra. L'acqua dell'Atlantico tornò a colmare la conca del Mediterraneo, riportando condizioni marine con deposizione di materiali argillosi di ambiente marino profondo.

Nel Pliocene medio si passa alla deposizione di materiali sabbiosi e/o ciottolosi, che comprendono una straordinaria concentrazione di conchiglie fossili, testimoni di una sedimentazione in ambiente costiero ad una profondità relativamente bassa e sotto l'influsso di forti energie idrodinamiche. È a questa fase che si deve la deposizione dei depositi in facies villafranchiana. Si tratta di un complesso di sedimenti attribuibili al passaggio Pliocene superiore - Pleistocene inferiore, costituito da depositi di ambiente fluvio-lacustre e palustre a cui ci si riferisce comunemente in letteratura geologica con il termine cronostratigrafico di "Villafranchiano".

Ulteriori mutamenti paleogeografici caratterizzano il periodo del Pliocene, infatti, alla fine dell'era Terziaria, nuove spinte compressive verso nord causarono il lento sollevamento dell'intero territorio e il definitivo ritiro del mare con la formazione un'estesa pianura caratterizzata da una deposizione di tipo continentale.

5.1.4 Quaternario – Pleistocene

Con il Pleistocene l'area viene interessata da episodi glaciali, convenzionalmente raggruppati nelle tre fasi Mindel, Riss e Wurm, che diedero luogo alla deposizione di una vasta coltre di sedimenti glaciali nelle aree pedemontane e alluvionali ("fluvioglaciali") nella media e bassa pianura.

Con l'inizio del Pleistocene medio, vi fu l'acme del fenomeno glaciale nell'area alpina, con la deposizione di spesse successioni riferibili ai complessi dei depositi fluvio-glaciali. Tali successioni vennero successivamente erose nelle fasi interglaciali con la conseguente formazione di un sistema di terrazzi che occupano la porzione più alta della pianura ai piedi degli anfiteatri morenici e della media pianura.

	NUOVA LINEA TORINO LIONE TRATTA NAZIONALE Studio geologico, geomorfologico ed idrogeologico					
	Relazione geologica, geomorfologica ed idrogeologica	PROGETTO D040	LOTTO 00	CODIFICA R 69 RG	DOCUMENTO GE0001 001	REV A

5.2 Evoluzione tettonica generale

L'evoluzione tettonica della catena alpina si è articolata in più tappe, la prima delle quali vede, alla fine dell'Orogenesi Ercinica, uno zoccolo cristallino unitario che si estende dal Sudalpino al continente europeo, sul quale poggiano, in discordanza, i prodotti del sollevamento e dell'erosione della catena Ercinica (depositi continentali e sequenze vulcano-detritiche).

Le condizioni geodinamiche agenti su tale zoccolo sono a carattere distensivo, con processi di assottigliamento litosferico e risalita di astenosfera calda (Permiano).

Il rifting vero e proprio è datato al Lias ed ha come conseguenza più importante l'apertura dell'Oceano Ligure-Piemontese, la cui causa sembra essere legata all'apertura e all'espansione dell'Atlantico centrale. Il bacino Ligure-Piemontese così formato si divide in due parti con caratteristiche distinte.

Nel settore interno del bacino si depositano, su di un substrato oceanico, sedimenti argilloso-arenacei ed abbondanti radiolariti. In quello esterno, a substrato sialico assottigliato, prevale una sequenza calcescistosa sovrapposta al Lias non ofiolitifero e al Trias basale.

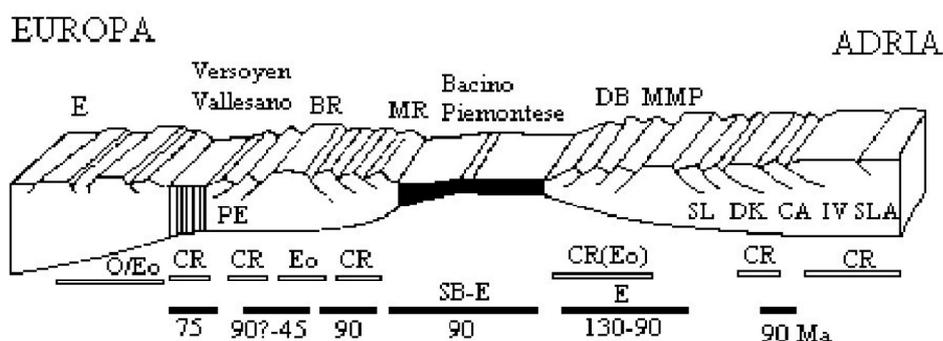


Figura 1. *Paleogeografia classica della Tetide alpino-occidentale, completata con l'età e la distribuzione del metamorfismo di subduzione delle unità della catena (SB: scisti blu, E: eclogitico). SLA: Serie dei Laghi, IV: Ivrea-Verbanò; CA: Canavese; lembi Austroalpini settentrionali (MMP: Mont Mary-Pillonet, DB: Dent Blanche); SB/BR: Gran S. Bernardo; MR: M. Rosa-Gran Paradiso; SL: Sesia-Lanzo*

Tra la fine del Giurassico e l'inizio del Cretaceo le placche sono interessate da nuove condizioni geodinamiche di tipo compressivo: si sviluppa una rottura litosferica tra l'oceano Ligure-Piemontese ed il margine passivo adriatico che causa la subduzione e la consumazione del primo (ora associato alla placca europea), sotto il secondo.

	NUOVA LINEA TORINO LIONE TRATTA NAZIONALE Studio geologico, geomorfologico ed idrogeologico					
	Relazione geologica, geomorfologica ed idrogeologica	PROGETTO D040	LOTTO 00	CODIFICA R 69 RG	DOCUMENTO GE0001 001	REV A

Le Alpi sono ora caratterizzate da una struttura crostale a doppia vergenza; si può distinguere una catena europa-vergente, o catena alpina in senso stretto, e una africa-vergente, nota anche come Alpi Meridionali o Sudalpino.

Dall'interno verso l'esterno si distinguono (Figura 2):

- Dominio Sudalpino
- Dominio Austroalpino
- Dominio Pennidico
- Dominio Elvetico-Delfinese

All'esterno di questi sistemi e all'interno del complesso di falde di scollamento del Giura franco-svizzero è inoltre localizzato il prisma di sedimenti di avanfossa oligocenici-miocenici che costituiscono il bacino della molassa.

Il contatto tra il Sudalpino e la catena a vergenza europea è di tipo tettonico ed è rappresentato dal lineamento Periadriatico, un sistema neogenico di fratture sub-verticali a dominante carattere trascorrente, comprendente da ovest verso est, la linea del Canavese, del Tonale (Insubrica), della Pusteria, della Gailal e della Karawanken.

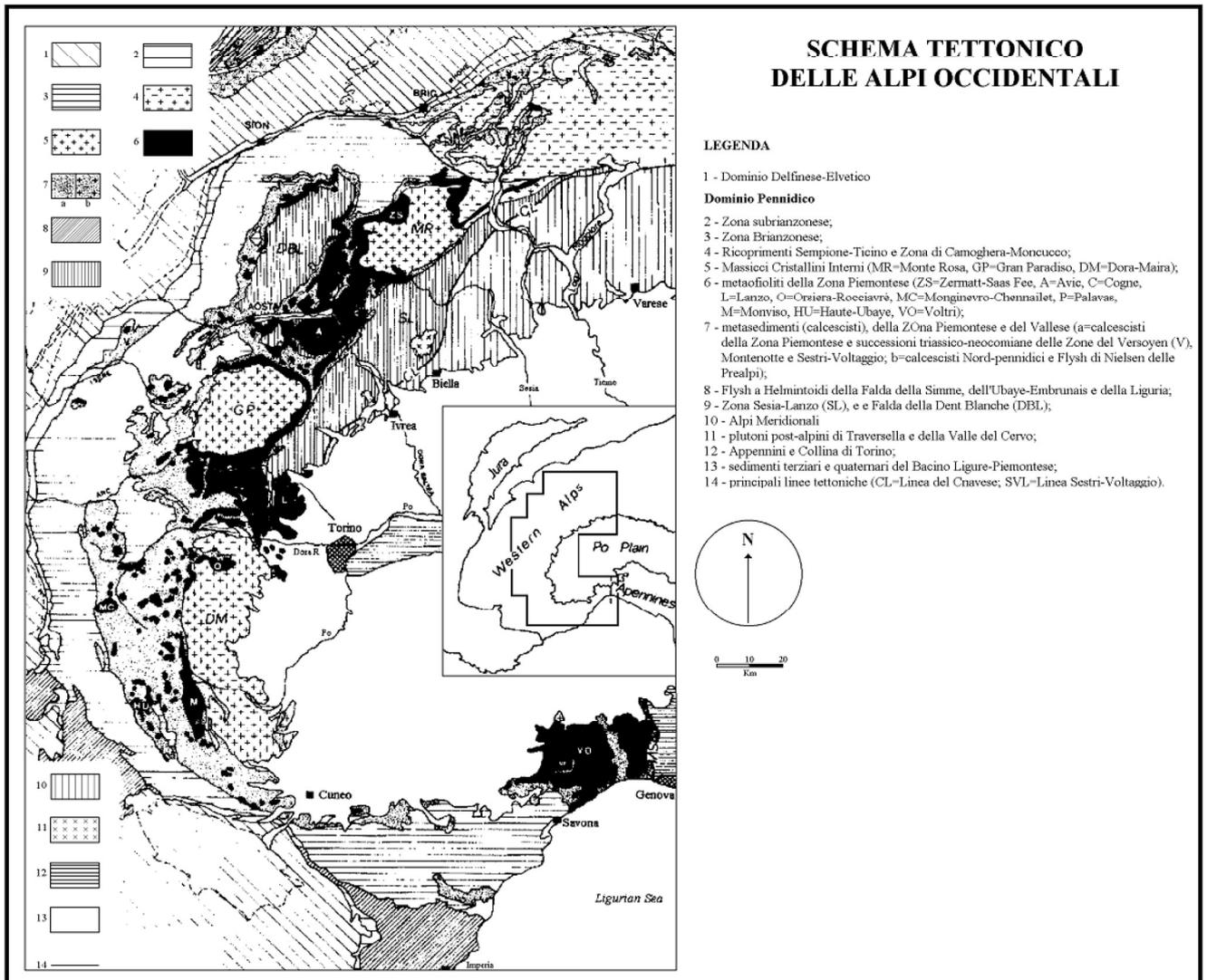


Figura 2. Schema tettonico delle Alpi Occidentali

5.3 Evoluzione metamorfica alpina

L'evoluzione metamorfica del settore alpino occidentale è identificabile in tre fasi metamorfiche principali:

- fase eoalpina;
- fase mesoalpina;
- fase neoalpina.

Tra queste ultime è stata inoltre riconosciuta una fase di stasi caratterizzata da una fase magmatica denominata appunto magmatismo olocenico .

Di seguito verranno illustrate brevemente le varie fasi evolutive precedentemente elencate.

	NUOVA LINEA TORINO LIONE TRATTA NAZIONALE Studio geologico, geomorfologico ed idrogeologico					
	Relazione geologica, geomorfologica ed idrogeologica	PROGETTO D040	LOTTO 00	CODIFICA R 69 RG	DOCUMENTO GE0001 001	REV A

5.3.1 Evento Eoalpino (Cretaceo – Paleocene)

La prima parte della storia alpina si concentra nei Domini Austroalpino, Pennidico, e Ligure-Piemontese. Dei molteplici processi ad esso ascritti, i principali sono senza dubbio la formazione di falde di basamento e copertura a vergenza europea e la genesi di tutte le unità. Ad esse si associano strutture minori antitetiche nelle zone interne, al limite Austroalpino/Sudalpino (Doglioni & Bosellini, 1987). Mentre la catena cretacea si sviluppa sul margine attivo della placca superiore, nella fossa oceanica e nei bacini di avan-arco si depositano estese sequenze di flysh cretaceo-paleocenici (Figura 3).

Nei livelli più profondi l'evento eoalpino è caratterizzato dallo sviluppo di un metamorfismo di alta pressione e bassa temperatura (eclogitico in facies scisti blu), diffuso nella maggior parte delle ofioliti alpine e delle unità Pennidiche ed Austroalpine occidentali.

Questo particolare metamorfismo è l'espressione di un'anomalia termica negativa prodotta dalla subduzione di litosfera oceanica, questo processo impedisce il riscaldamento della zona di subduzione e del prisma orogenetico deprimendo le isoterme e mantenendo un regime di temperatura relativamente bassa anche a notevoli profondità.

Questa situazione persiste per circa 80 Ma sino all'esaurimento del processo di subduzione.

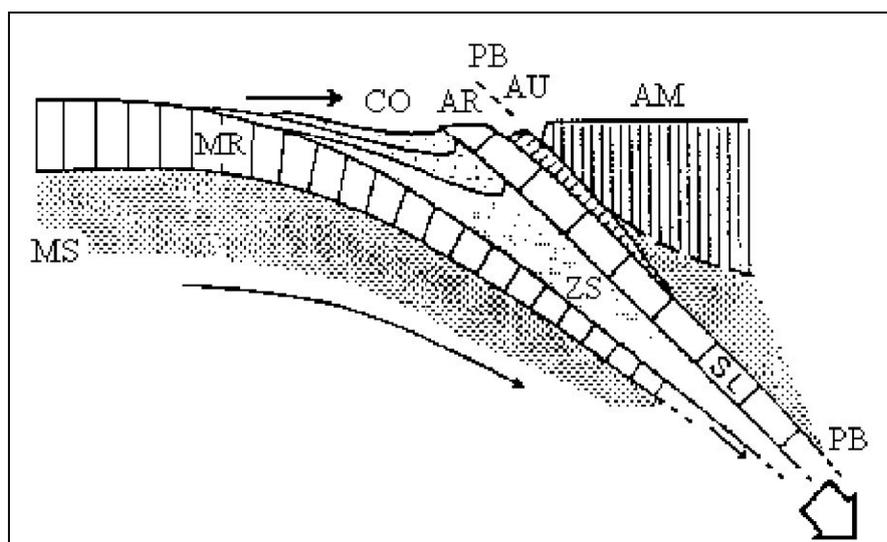


Figura 3. Fase iniziale di subduzione della placca europea al di sotto del margine continentale africano.

	NUOVA LINEA TORINO LIONE TRATTA NAZIONALE Studio geologico, geomorfologico ed idrogeologico					
	Relazione geologica, geomorfologica ed idrogeologica	PROGETTO D040	LOTTO 00	CODIFICA R 69 RG	DOCUMENTO GE0001 001	REV A

5.3.2 Evento Mesoalpino (Eocene – Oligocene inferiore)

La subduzione litosferica precedentemente descritta ha come ulteriore effetto la traslazione del continente europeo verso la fronte della microplacca adriatica sino a provocare la loro collisione. L'anomalia termica negativa ne risulta ridotta e progressivamente annullata; l'instaurarsi di gradienti di alta temperatura favorisce lo sviluppo del metamorfismo regionale mesoalpino (Eocene-Oligocene inf.), e di nuove deformazioni duttili.

Le associazioni metamorfiche hanno grado variabile dall'anchizona (coperture Elvetiche ed altre zone esterne), alla facies in scisti verdi (Valle d'Aosta, ecc...), ed anfibolica (Ossola-Ticino), talora al limite dell'anatessi, definendo delle isograde che tagliano in discordanza la pila delle falde e della catena cretacea.

La collisione continentale ha come effetto primario l'ispessimento e l'espansione sul piano orizzontale della catena, aggregando alla pila delle falde eoapline porzioni sempre più estese del margine passivo della placca europea.

Si producono deformazioni duttili nei settori più caldi e metamorfici della pila delle falde, le prime grandi rotture nell'avampaese europeo ed il distacco delle coperture sedimentarie dal basamento in scorrimento al di sotto della porzione frontale della catena, con formazione di sottili falde di scollamento.

5.3.3 Magmatismo Periadriatico (Oligocene)

In seguito alla perturbazione termica mesoalpina si crea un ciclo eruttivo indicato da tempo con il termine di magmatismo Periadriatico.

Il magmatismo Periadriatico è un evento di breve durata (5 Ma circa), che si manifesta durante le fasi avanzate della collisione continentale; il suo nome ha significato geografico e deriva dal fatto che i corpi magmatici sono insediati nella sovrastruttura della catena lungo una fascia larga qualche decina di chilometri che segue il lineamento Periadriatico; nonostante l'omonimia i due processi sono diacroni.

Il magmatismo ha un'età oligocenica di 33-29 Ma, contemporaneo con l'inizio della sedimentazione della molassa oligocenica nella Pianura Padana.

Il magmatismo periadriatico è rappresentato dai plutoni di Traversella, Biella (Valle del Cervo), Bregaglia, Adamello, Vedrette di Ries e Pohorje di composizione granodioritico-tonalitica, sienitico-monzonitica e gabbrica, da numerosi corpi minori, da innumerevoli filoni di porfiriti

	NUOVA LINEA TORINO LIONE TRATTA NAZIONALE Studio geologico, geomorfologico ed idrogeologico					
	Relazione geologica, geomorfologica ed idrogeologica	PROGETTO D040	LOTTO 00	CODIFICA R 69 RG	DOCUMENTO GE0001 001	REV A

(daciti, andesiti e andesiti basaltiche), e rari lamprofiri e da coperture vulcaniche preservate localmente lungo la linea del Canavese e all'estremità orientale della catena.

Poiché i corpi intrusivi tagliano in discordanza la pila delle falde a vergenza europea, le suture ofiolitiche e le isoterme del metamorfismo mesoalpino, si può concludere che il magmatismo periadriatico rientra in una fase tardiva del ciclo collisionale.

5.3.4 Evento Neoalpino (Miocene – attuale)

La fase Neoalpina è successiva al magmatismo oligocenico e determina in modo definitivo la struttura a doppia vergenza. La catena alpina s.s. continua a propagarsi verso l'avampaese europeo con formazione di nuove rotture litosferiche e di sistemi di falde sempre più esterne e recenti.

Il bacino della molassa è traslato in blocco e la sua parte interna è inserita sotto il sistema Elvetico in progressiva deformazione, a cui si associa, nella zona del Giura, lo scollamento delle serie mesozoiche di copertura e la formazione di una catena a falde pellicolari.

Le deformazioni Neoalpine sono prevalentemente fragili anche nel basamento della zona assiale alpina, in generale sollevamento, pur non mancando pieghe a grande lunghezza d'onda. Sul versante interno ha pieno sviluppo il sistema sud vergente delle Alpi Meridionali, svincolato dalla catena a vergenza europea con l'attivazione del lineamento periadriatico.

La fase Neoalpina nelle Alpi Occidentali è sincrona e probabilmente una conseguenza meccanica della rotazione antioraria del Massiccio Sardo-Corso e della formazione della catena appenninica che ha portato alla struttura arcuata delle Alpi Occidentali.

	NUOVA LINEA TORINO LIONE TRATTA NAZIONALE Studio geologico, geomorfologico ed idrogeologico					
	Relazione geologica, geomorfologica ed idrogeologica	PROGETTO D040	LOTTO 00	CODIFICA R 69 RG	DOCUMENTO GE0001 001	REV A

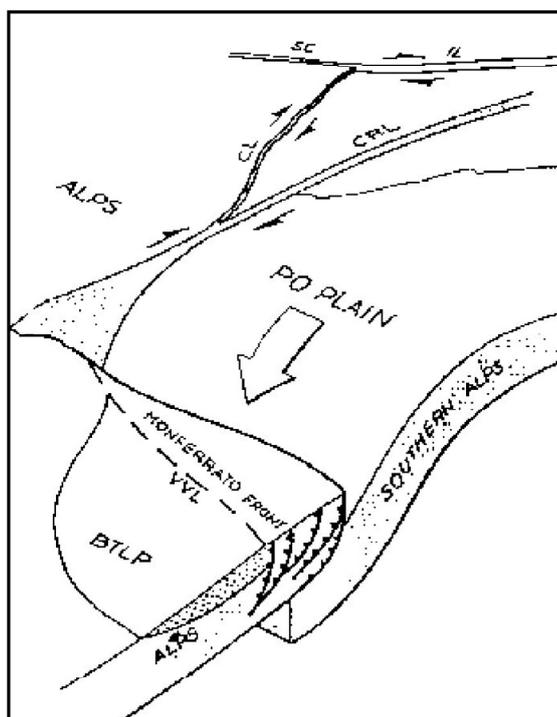


Figura 4. *Possibile relazione geometrica tra il fronte compressionale del Monferrato e le Alpi Occidentali durante l'evento neoalpino (Hunziker & Martinotti, 1984)*

5.4 Cenni sulla neotettonica

Durante l'ultima glaciazione, il ghiacciaio proveniente da ovest non ha avuto una espansione simile alle precedenti, interessando nuovamente l'intera area dell'anfiteatro fra Rivoli e Avigliana. Il ghiacciaio di fatto ha subito una deviazione verso sud e si è spinto fino all'altezza di Trana. Tale deviazione, che non si è registrata nelle precedenti fasi glaciali, è stata provocata dallo sbarramento naturale dovuto al rilievo morfologico che si estende verso sud a partire dal versante in sinistra Dora fra i centri urbani di Condove e Villar Dora e che determina anche la deviazione verso sud-est della Dora. Si tratterebbe di uno sperone roccioso in fase di sollevamento a seguito di processi di neo-tettonica. Sebbene i dati derivati dall'elaborazione dei PS (e scaricabili sul sito web dell'ARPA Piemonte) non forniscano un quadro chiaramente interpretabile, è un settore dell'area di progetto entro cui approfondire le ricerche per verificare la natura, l'attività e l'entità di tale sollevamento.

5.5 Assetto litologico-stratigrafico generale

La ricostruzione dell'assetto litologico-stratigrafico dell'area di studio è stata condotta attraverso due successive fasi di approfondimento.

	NUOVA LINEA TORINO LIONE TRATTA NAZIONALE Studio geologico, geomorfologico ed idrogeologico					
	Relazione geologica, geomorfologica ed idrogeologica	PROGETTO D040	LOTTO 00	CODIFICA R 69 RG	DOCUMENTO GE0001 001	REV A

Una prima fase di lavoro ha compreso la raccolta delle fonti bibliografiche, seguita da alcune verifiche puntuali in campo, con la redazione di una serie di elaborati di natura prevalentemente bibliografica (alla scala 1:25.000) utili all'inquadrimento delle condizioni geologico-strutturali ed all'analisi di possibili corridoi di tracciato alternativi mirata alla scelta del tracciato di progetto. In questa prima fase è stata adottata una classificazione litologico stratigrafica di tipo formazionale (vedi documento D040 00 R 69 G3 GE0001 001 A Carta geologica - geomorfologica bibliografica scala 1:25.000).

Successivamente è stato condotto uno studio di maggiore dettaglio, alla scala 1:10.000, esteso su una fascia di territorio sufficientemente ampia a cavallo del tracciato di progetto individuato, comprensivo di un rilevamento geologico, geomorfologico, geostrutturale e idrogeologico in campo.

Nella seconda fase di studio si è fatto riferimento a quanto proposto nella cartografia CARG, che suddivide i depositi pliocenici, pleistocenici e quaternari secondo il concetto della allostratigrafia individuando sintemi e relativi sub sintemi (vedi successivo paragrafo "5.6 Litologia e stratigrafia lungo il tracciato di progetto").

A partire dal Pleistocene l'area di studio viene interessata da episodi glaciali, convenzionalmente raggruppati nelle tre fasi Mindel, Riss e Wurm, che diedero luogo alla deposizione di una vasta coltre di sedimenti glaciali nelle aree pedemontane e alluvionali ("fluvioglaciali") nella media e bassa pianura.

L'area in esame può essere suddivisa generalmente in tre elementi morfografici, che corrispondono a tre domini geologicamente distinti:

- il substrato metamorfico pre-pliocenico costituito da rocce di crosta continentale (Unità Dora-Maira), da rocce di crosta oceanica (Unità bassa Valle di Susa - Valli di Lanzo - Monte Orsiera) e da rocce di mantello (Complesso Ultrabásico di Lanzo);
- i depositi glaciali dell'Anfiteatro di Rivoli-Avigliana;
- i depositi pliocenico-quaternari della pianura torinese.

5.5.1 Substrato pre pliocenico

Le unità di basamento affioranti nell'area di progetto appartengono al Dominio Pennidico, un insieme di falde che comprende alcune unità originate dalla consunzione del bacino oceanico mesozoico ligure-piemontese (Zona Piemontese o Zona dei Calcescisti con Pietre Verdi *Auct.*).

	NUOVA LINEA TORINO LIONE TRATTA NAZIONALE Studio geologico, geomorfologico ed idrogeologico					
	Relazione geologica, geomorfologica ed idrogeologica	PROGETTO D040	LOTTO 00	CODIFICA R 69 RG	DOCUMENTO GE0001 001	REV A

Unità bassa Valle di Susa - Valli di Lanzo - Monte Orsiera

Questa unità tettonometamorfica affiora in modo esteso lungo il versante sinistro e versante destro della bassa Valle di Susa e nel settore meridionale (versante destro della bassa Val Sangone).

Si tratta di un'unità composita, costituita da ofioliti e paraderivati, al cui interno si distinguono alcuni litotipi principali (serpentiniti, metagabbri, prasiniti e calcescisti s.l.) e diverse facies subordinate, in funzione delle variazioni composizionali primarie e dei diversi gradi di trasformazione metamorfica e tessiturale. Al margine perialpino di questa unità affiora un complesso litologico costituito prevalentemente da rocce di mantello che non hanno registrato in modo pervasivo gli effetti della tettonica e del metamorfismo alpini. Al fine di evitare una troppo grande proliferazione di unità, ed in assenza di dati strutturali e petrologici probanti una significativa differenza di evoluzione tettonica e metamorfica rispetto alle unità ofiolitiche adiacenti, si è scelto di considerare queste rocce come un Complesso all'interno dell'Unità bassa Valle di Susa - Valli di Lanzo - Monte Orsiera, in ragione della sua importanza come "fossile" della storia mantellica.

Complesso Ultrabásico di Lanzo - Peridotiti a plagioclasio

Affiora estesamente a nord dell'area di progetto, da Rubiana fino a Caselletto. È costituito principalmente da peridotiti a plagioclasio, che sostituiscono precedenti peridotiti a spinello, talvolta tagliate da filoni gabbrici e talora da piccoli filoni basaltici a grana molto fine (Monte Lera, Moncuni) che mostrano contatti netti e freddi con le rocce incassanti. Presentano una debole foliazione e localmente si presentano intensamente e vistosamente alterate, con la formazione di un sabbione giallo-rossastro in cui sono ancora visibili relitti di individui di pirosseni.

Nelle peridotiti a plagioclasio sono frequentemente intrusi filoni di gabbri di potenza variabile da decimetrica a metrica che si presentano sia come filoncelli ad andamento non rettilineo e contatti gradualmente e sfumati verso le peridotiti incassanti, sia come filoni rettilinei con contatti netti e discordanti con la foliazione delle peridotiti.

	NUOVA LINEA TORINO LIONE TRATTA NAZIONALE Studio geologico, geomorfologico ed idrogeologico					
	Relazione geologica, geomorfologica ed idrogeologica	PROGETTO D040	LOTTO 00	CODIFICA R 69 RG	DOCUMENTO GE0001 001	REV A

5.5.2 Argille di Lugagnano

Le Argille di Lugagnano corrispondono ai depositi pliocenici in facies Piacenziana. Da un punto di vista litologico tale complesso è costituito da sedimenti di ambiente marino caratterizzati sempre da granulometria fine. Si tratta di argille e silts grigio-azzurrognoli, marne argillose e marne sabbiose con abbondanti fossili marini (gasteropodi) e con microfauna (foraminiferi bentonici); verso l'alto si hanno intercalazioni di sabbie giallastre. L'ambiente di sedimentazione è in genere abbastanza profondo e a bassa energia (Regione Piemonte, 2005).

Le Argille di Lugagnano costituiscono la base di un prisma sedimentario con geometria progradazionale connesso con la migrazione verso il largo di sistemi deposizionali di margine di bacino e deltizi. Facendo riferimento alla Figura 5, le argille di Lugagnano corrisponderebbero alle argille azzurre, cioè i depositi marini profondi. Le sabbie in facies astiana e i depositi Villafranchiani rappresenterebbero invece i termini geometricamente centrali e superiori del prisma.

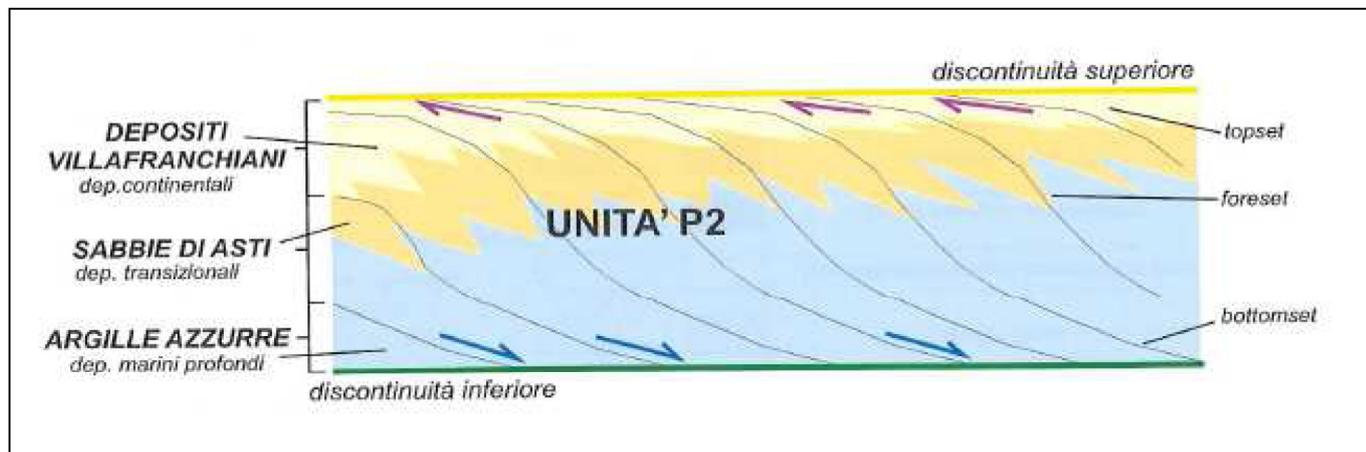
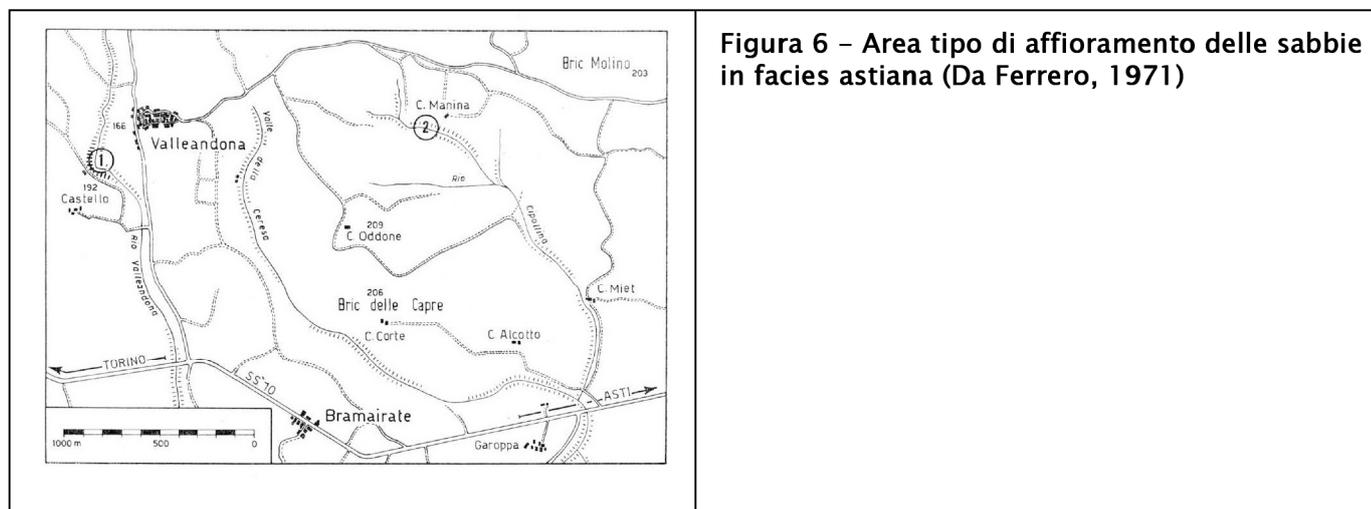


Figura 5 – Schema semplificato dell'organizzazione interna di un sistema progradazionale. Nella porzione prossimale del profilo deposizionale, caratterizzata da bassi gradienti, si sviluppano depositi continentali di piana alluvionale. Nella porzione intermedia si ritrovano i depositi marini di transizione e di fronte deltizio e nella porzione distale i depositi marini profondi (Figura tratta da Regione Piemonte 2009)

5.5.3 Astiano

Le sabbie in facies astiana (Ferrero, 1971) sono costituite generalmente da silt e soprattutto da sabbie fini, incoerenti ed uniformi. Talvolta si osservano lenti e sottili strati ghiaiosi oppure banchi di arenaria cementata che devono la loro compattezza al carbonato di calcio proveniente dagli abbondanti fossili che essi contengono.

	NUOVA LINEA TORINO LIONE TRATTA NAZIONALE Studio geologico, geomorfologico ed idrogeologico					
	Relazione geologica, geomorfologica ed idrogeologica	PROGETTO D040	LOTTO 00	CODIFICA R 69 RG	DOCUMENTO GE0001 001	REV A



Nell'area tipo (Figura 6), ubicata in località Castello (Valleandona), le sabbie astiane appoggiano con giacitura concordante sulle argille in facies piacentiana e sono direttamente ricoperte da terreno vegetale.

Il passaggio al sottostante complesso delle Argille di Lugagnano è sempre graduale e sfumato e tra le formazioni dei due complessi si possono in realtà osservare anche passaggi laterali in eteropia di facies. Laddove la sequenza deposizionale è continua, anche verso l'alto il passaggio è transizionale alle sabbie e sabbie e ghiaie a stratificazione incrociata del Villafranchiano inferiore (Regione Piemonte, 2005).

Localmente, in prossimità di Torino, le sabbie in facies astiana costituiscono la superficie di appoggio basale della copertura quaternaria.

5.5.4 Successione Villafranchiana

I sedimenti della successione Villafranchiana, che in Arpa Piemonte (2009) è stata rinominata "Unità di La Cassa", non affiorano nell'area in esame ma risultano coperti dai depositi glaciali e fluvioglaciali quaternari.

Questi sedimenti costituiscono una successione rappresentata da due termini sovrapposti, separati da una discontinuità erosiva, indicati rispettivamente come Complesso Inferiore e Complesso Superiore in Forno et alii (2007) e a loro volta formati da un insieme di corpi a geometria lenticolare.

 GRUPPO FERROVIE DELLO STATO	NUOVA LINEA TORINO LIONE TRATTA NAZIONALE Studio geologico, geomorfologico ed idrogeologico					
	Relazione geologica, geomorfologica ed idrogeologica	PROGETTO D040	LOTTO 00	CODIFICA R 69 RG	DOCUMENTO GE0001 001	REV A

In Regione Piemonte (2009) questi complessi vengono indicati (Figura 7) come Sistema Q1 (Villafranchiano superiore) e Sistema P3 (Villafranchiano inferiore).

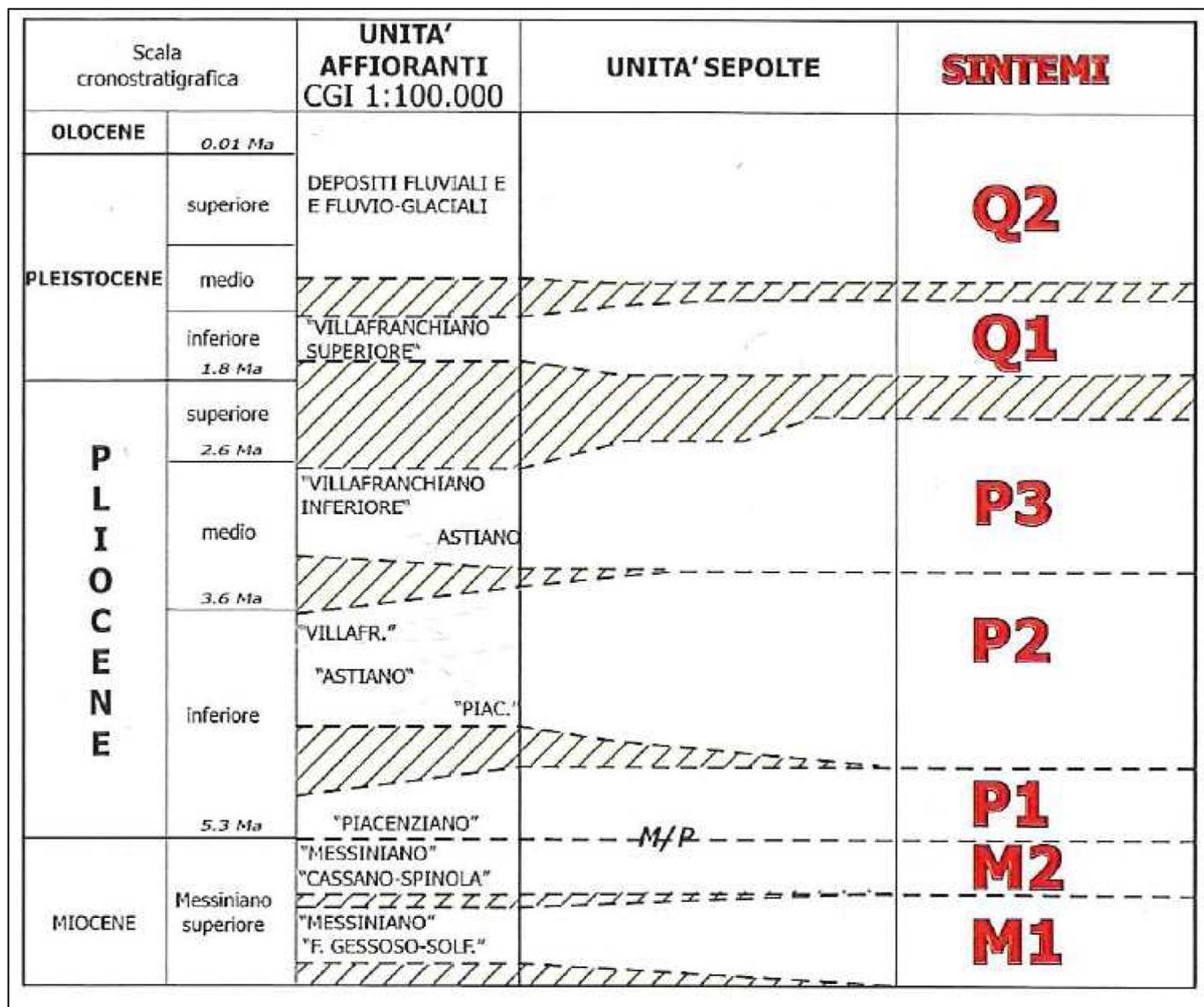


Figura 7 – Quadro stratigrafico–deposizionale del Bacino di Savigliano ed Alessandria (da Regione Piemonte, 2009)

Il Complesso Inferiore è costituito da siltiti e sabbie di colore grigio, con stratificazione piano-parallela, caratterizzati da un sensibile addensamento e da una evidente deformazione, con subordinati corpi lenticolari ghiaiosi. Questi sedimenti contengono localmente abbondanti resti vegetali fossili, rappresentati essenzialmente da foglie, fruttificazioni, rami, tronchi e apparati radicali.

Il Complesso Superiore è invece costituito in netta prevalenza da ghiaie minute caratterizzate da un minore grado di addensamento, con intercalazioni di sabbie siltose e silt di colore grigio-

	NUOVA LINEA TORINO LIONE TRATTA NAZIONALE Studio geologico, geomorfologico ed idrogeologico					
	Relazione geologica, geomorfologica ed idrogeologica	PROGETTO D040	LOTTO 00	CODIFICA R 69 RG	DOCUMENTO GE0001 001	REV A

giallastro a stratificazione piano-parallela. I depositi di questa unità sono geneticamente connessi inizialmente alla presenza di una pianura deltizia, con uno sviluppo altimetrico molto prossimo al livello marino e con morfologia molto debolmente inclinata, tipica del tratto terminale di un corso d'acqua in prossimità della foce: in particolare i sedimenti siltosi sono connessi alla presenza di estese aree allagate in cui decantavano i sedimenti più fini, inglobando spesso resti vegetali; i sedimenti ghiaiosi sono invece connessi al riempimento dei canali fluviali in cui era articolato il corso d'acqua principale. Successivamente si è invece impostata una pianura alluvionale in cui sono prevalsi gli apporti ghiaiosi di canale fluviale. (Arpa Piemonte, 2009).

Il Complesso Inferiore può essere riferito al Pliocene medio e dubitativamente il complesso superiore può essere attribuito al Pleistocene inferiore.

Petrucci (1970) suddivide il Villafranchiano in una facies calda, più antica, e una facies fresco-fredda, più recente. La facies calda viene attribuita al Pliocene superiore mentre la facies fredda al pleistocene più antico. In alcune aree la deposizione dei sedimenti in facies villafranchiana prosegue fino a tutto l'interglaciale Gunz-Mindel. In queste zone la transizione fra Villafranchiano fresco e interglaciale Gunz_Mindel avviene per passaggio laterale di facies.

I sedimenti del Villafranchiano costituiscono la maggior parte della superficie di appoggio degli accumuli morenici e fluviograciali che attualmente ricoprono l'area oggetto dello studio.

5.5.5 Interglaciale Gunz-Mindel

I termini più antichi della serie quaternaria presenti nell'area sono costituiti dal conglomerato fluviale poligenico ad elementi minuti dell'Interglaciale Gunz-Mindel (Figura 8). L'Interglaciale Gunz-Mindel presenta una stratificazione lenticolare, talora con intercalazioni sabbiose, sabbioso ghiaiose, raramente argillose e risulta fortemente cementato. Questi depositi conglomeratici, che raggiungono uno spessore fino a 60 metri, formano due estese conoidi sepolte, della Dora e del Sangone, e giungono in prossimità del Po. (Petrucci, 1970)

Questa facies fluviale è sovrapposta ai depositi fluviolacustri del Villafranchiano fresco, che nella regione del Piemonte viene in parte a corrispondere al Gunz.

L'Interglaciale Ginz-Mindel stratigraficamente si trova compreso fra il Villafranchiano Fresco e il Mindel e quindi cronologicamente può essere correlato con il "Ceppo Lombardo".

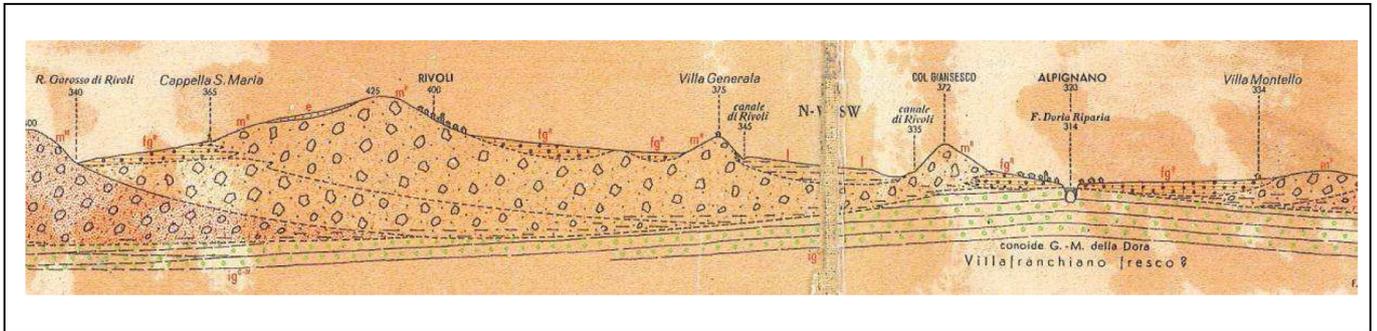


Figura 8 – Interglaciale Gunz–Mindel (indicato con pallini verdi) nella sezione di Petrucci (1971).

5.5.6 Depositi morenici

I depositi morenici presenti nell’anfiteatro di Rivoli-Avigliana sono stati distinti da Petrucci (1970) sulla base dell’età. In particolare sono state individuate tre distinte cerchie moreniche: la più esterna corrisponde alla fase glaciale del Mindel, quella intermedia alla fase glaciale del Riss e quella più interna al Wurm.



Figura 9. Immagine del modello 3D dell’anfiteatro morenico di Rivoli Avigliana osservato da sud–est (mostra Sentinelle di Pietra, Museo Regionale di Scienze Naturali, Torino)

	NUOVA LINEA TORINO LIONE TRATTA NAZIONALE Studio geologico, geomorfologico ed idrogeologico					
	Relazione geologica, geomorfologica ed idrogeologica	PROGETTO D040	LOTTO 00	CODIFICA R 69 RG	DOCUMENTO GE0001 001	REV A

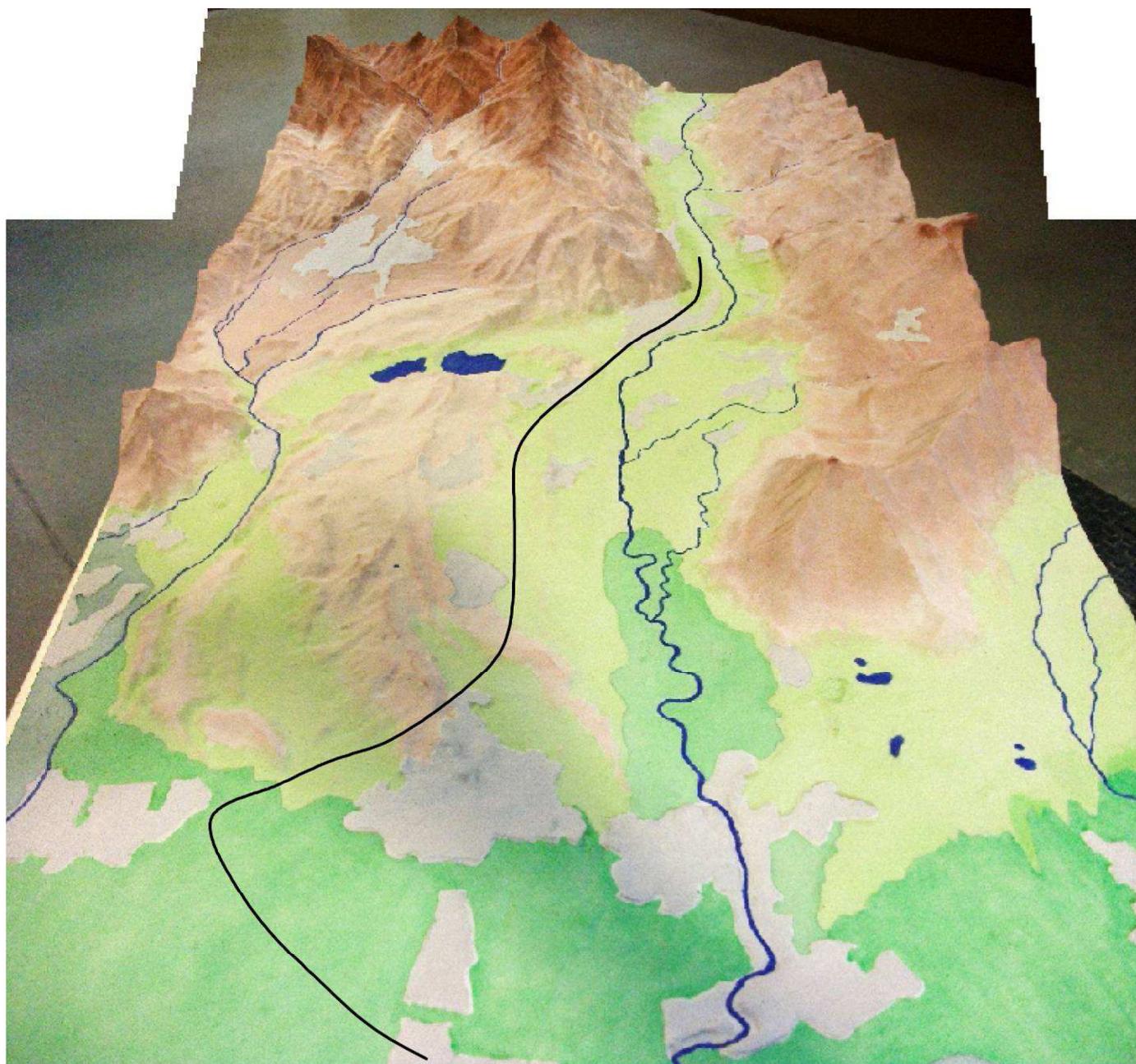


Figura 10 – Immagine del plastico dell’anfiteatro morenico di Rivoli Avigliana osservato da est verso ovest (mostra Sentinelle di Pietra, Museo Regionale di Scienze Naturali, Torino). La linea nera indica l’andamento indicativo del tracciato di progetto.

In generale si tratta di depositi fortemente eterogenei, mediamente grossolani (ghiaia, ciottoli, blocchi e trovanti anche di dimensioni metriche, frammisti a sabbia limosa), con frazione fine concentrata in livelli sottili o dispersa come matrice, anche abbondante, all’interno del deposito. Passano verso l’alto a paleosuoli argillificati di colorazione rosso intensa o giallo-rossastra (a seconda dell’età), talora anche molto potenti, ma spesso erosi o troncati a causa della

	NUOVA LINEA TORINO LIONE TRATTA NAZIONALE Studio geologico, geomorfologico ed idrogeologico					
	Relazione geologica, geomorfologica ed idrogeologica	PROGETTO D040	LOTTO 00	CODIFICA R 69 RG	DOCUMENTO GE0001 001	REV A

morfologia rilevata. La copertura loessica mostra potenza molto variabile (da pochi cm ad alcuni m) (Regione Piemonte, 2005).

Sulla base delle caratteristiche morfologiche e pedologiche è stato possibile (Petrucci 1970) individuare dei caratteri distintivi per i depositi delle tre fasi glaciali.

Depositi glaciali del Mindel

Il morenico del Mindel è testimoniato dalla cerchia più esterna di depositi morenici e si presenta spesso ricoperto da un consistente spessore paleosuolo. I rilievi morenici mindeliani, per via della lunga esposizione agli agenti meteorici, presentano una morfologia addolcita e questo fatto ha favorito la formazione di un potente spessore di paleosuolo argilloso di colore rosso intenso intensamente ferrettizzato.

Depositi glaciali del Riss

I depositi morenici del Riss costituiscono la maggior parte dell'anfiteatro di Rivoli-Avigliana e sono usualmente ricoperti da lembi più o meno estesi di paleosuolo riss-wurmiano di colore rosso bruno. Frequentemente il paleosuolo è sormontato da depositi più grossolani, che vengono interpretati come depositi colluviali depositi in un clima molto freddo (Mancini, 1969). Analogamente a quanto segnalato da Venzo (1965) per la zona dell'anfiteatro del Garda, i paleosuoli si trovano di frequente colluviati ed accumulati in corrispondenza delle rotture di pendenza o sul fondo degli scaricatori glaciali. In questo caso i depositi morenici restano denudati dal paleosuolo e assumono un aspetto fresco, con blocchi, ghiaie e sabbie in affioramento, assumendo quindi l'aspetto dei corpi di accumulo wurmiani. In questi casi l'attribuzione al Riss viene eseguita basandosi sul paleosuolo accumulato alla base del versante.

Depositi glaciali del Wurm

Delle tre glaciazioni presenti nella zona di studio, quella del Wurm è la più ridotta e arretrata. Le cerchie moreniche si presentano fresche, ossia in superficie si nota la tipica litologia morenica inalterata con scarsa copertura a suolo bruno.

	NUOVA LINEA TORINO LIONE TRATTA NAZIONALE Studio geologico, geomorfologico ed idrogeologico					
	Relazione geologica, geomorfologica ed idrogeologica	PROGETTO D040	LOTTO 00	CODIFICA R 69 RG	DOCUMENTO GE0001 001	REV A

5.5.7 Depositi fluvio glaciali

Depositi fluvio glaciali del Mindel

Il fluvioglaciale del Mindel è rappresentato da depositi ghiaioso sabbiosi e sabbioso limosi e costituisce un sistema terrazzato a ferretto, con caratteristiche pedologiche analoghe a quelle riscontrate per i depositi morenici mindeliani. Questi terrazzi, di colore rossastro, sono sospesi sugli attuali corsi d'acqua del Sangone e della Dora con scarpate dai 7 ai 30 metri e generalmente la conservazione dei paleosuoli è molto buona.

Depositi fluvio glaciali del Riss

Dal punto di vista litologico i depositi fluvio glaciali del Riss sono costituiti da depositi ghiaioso-sabbiosi con lenti sabbioso-argillose, con paleosuoli di colore rosso-arancio, giallo-rossicci e giallo-ocracei, di spessore in genere non superiore a 3 m.

Alcuni livelli ghiaioso-sabbiosi risultano fortemente cementati (per precipitazione di carbonato di calcio), ma questi livelli cementati non sono tuttavia continui, né verticalmente né orizzontalmente, in quanto il grado di cementazione è variabile da punto a punto. I livelli cementati costituiscono setti di spessore anche decametrico, e sono stati segnalati in particolare nel sottosuolo di Torino (tra Dora Riparia e Sangone), e nella parte alta del conoide del T. Maira, tra Dronero, Busca e Caraglio (pianura cuneese sudoccidentale). Per quanto riguarda la geomorfologia, i depositi di questo complesso costituiscono un esteso sistema di terrazzi, raccordantisi con le cerchie moreniche rissiane (ove presenti), sospesi talora di alcune decine di metri sui depositi olocenici e würmiani (Regione Piemonte, 2005).

Depositi fluvio glaciali del Wurm

In considerazione del ridotto sviluppo del morenico Wurm, anche il fluvioglaciale Wurm risulta molto esiguo come aree di affioramento, se confrontato con il fluvioglaciale del Mindel e del Riss. Inoltre la minore estensione sembra essere dovuta anche a fenomeni di sovralluvionamento, verificatisi nell'Olocene, e proseguiti fino ai giorni nostri. Per questa ragione i depositi alluvionali olocenici antichi e i depositi fluvioglaciali del Wurm risultano difficilmente separabili in quanto sovente sfumano gli uni negli altri.

Per quello che riguarda l'area di studio si può osservare che nella valle del Sangone non ci sono affioramenti di fluvioglaciale Wurm, mentre nella valle della Dora sono comunque molto esigui. Nella Dora è presente un terrazzamento fluvioglaciale wurmiano sospeso con scarpate

	NUOVA LINEA TORINO LIONE TRATTA NAZIONALE Studio geologico, geomorfologico ed idrogeologico					
	Relazione geologica, geomorfologica ed idrogeologica	PROGETTO D040	LOTTO 00	CODIFICA R 69 RG	DOCUMENTO GE0001 001	REV A

di 5-6 metri sulle alluvioni oloceniche, abbastanza ristretto ma complessivamente continuo fino al Po (Petrucci, 1970).

5.5.8 Loess

Nella regione piemontese i depositi fluvioglaciali terrazzati pleistocenici e i depositi morenici sono ricoperti da una coltre di depositi eolici che si estende con continuità su tutto l'areale. La potenza è variabile da pochi decimetri fino a diversi metri e talvolta si osservano strutture sedimentarie, come ad esempio dune e barcane, tipiche di questo tipo di accumuli. In generale la copertura eolica è stata deposta in tre fasi distinte, rispettivamente del Mindel, del Riss e del Wurm. In particolare sembra che la deposizione sia stata massima nelle fasi cataglaciali. Si osserva infatti che, su un corrispondente morenico o fluvioglaciale, il loess immediatamente sovrastante ha subito la pedogenesi che si è spinta entro lo stesso substrato con un unico processo di formazione di suolo. I depositi di loess quindi devono essersi depositi nelle fasi cataglaciali in quanto sono stati soggetti alla pedogenesi dell'interglaciale immediatamente successivo (Petrucci, 1970).

5.5.9 Depositi olocenici

A questo complesso appartengono le formazioni più recenti e superficiali, prevalentemente costituite da alluvioni recenti ed attuali, medio-recenti ed antiche (tutte ascrivibili all'Olocene).

I depositi alluvionali sono costituiti da sedimenti fluviali ghiaiosi a prevalente supporto di clasti, da depositi ghiaioso-sabbiosi con tessitura a supporto di matrice e da depositi sabbioso-siltosi con locali intercalazioni ghiaiose. I clasti sono costituiti da ciottoli eterometrici di dimensioni comprese tra 5-20 cm fino ad un massimo di 2 m, caratterizzati da un elevato grado di arrotondamento.

Occorre qui enunciare un'altra singolarità che caratterizza i terreni olocenici di origine glaciale, che ha importanti risvolti sul piano tecnico: la presenza costante all'interno dei depositi dei cosiddetti *massi erratici*. Si tratta di ammassi rocciosi veri e propri, con volumi variabili da qualche decina di m³ fino a centinaia (in qualche caso migliaia) di m³, rinvenuti sia in superficie, sia in profondità e con una distribuzione spaziale variabile. Da un punto di vista litologico, si tratta di metabasiti, meagabbri, serpentiniti, prasiniti e peridotiti. Per maggiori dettagli si rimanda al capitolo 5.

	NUOVA LINEA TORINO LIONE TRATTA NAZIONALE Studio geologico, geomorfologico ed idrogeologico					
	Relazione geologica, geomorfologica ed idrogeologica	PROGETTO D040	LOTTO 00	CODIFICA R 69 RG	DOCUMENTO GE0001 001	REV A

Questi depositi alluvionali non presentano alterazione oppure mostrano un debole strato di alterazione grigio-bruno (Regione Piemonte 2005). Nella nuova cartografia (ARPA Piemonte 2009), questi depositi rientrano in gran parte nel Subsistema di Ghiaia Grande. La superficie di appoggio basale, talvolta visibile in affioramento ma più spesso tracciabile unicamente sulla base dei dati di sottosuolo, è di natura erosiva e risulta modellata sulle unità fluviali più antiche, sui depositi villafranchiani sui depositi marini pliocenici (Argille Azzurre in corrispondenza del tratto torinese del F. Dora Riparia) o direttamente sul substrato metamorfico. In base ai dati di sottosuolo lo spessore massimo di questa unità è compreso tra alcuni metri ed un massimo di circa 25-30 m.

Petrucci (1970) suddivide i depositi olocenici in Alluvioni antiche, Alluvioni medio-recenti, Conoidi e depositi argillosi neri.

Le alluvioni antiche formano il terrazzamento olocenico più elevato lungo i maggiori corsi d'acqua e talora i depositi fluvioglaciali wurmiani sfumano insensibilmente nelle alluvioni antiche. Visto che i suoli che ricoprono i due tipi di depositi sono molto simili, in mancanza di salti morfologici netti non è possibile individuare con certezza il passaggio fra fluvioglaciale e alluvionale olocenico.

Le alluvioni medio recenti formano l'esteso basso terrazzo lungo gli alvei degli attuali corsi d'acqua e si differenziano dalle alluvioni attuali in quanto le ultime formano il letto abituale del corso d'acqua mentre le prime vengono allagate solamente in occasione di piene eccezionali. All'olocene appartengono anche i conoidi detritici e di ruscellamento e i depositi argillosi e torbosi.

I conoidi sono diffusi nella zona di contatto fra il substrato cristallino e i depositi sedimentari pre olocenici. In corrispondenza della rottura di pendenza alla base del versante si possono formare conoidi detritici accumulati per progressiva caduta di materiale e conoidi di deiezione dovuti al ruscellamento dell'acqua in un contesto morfologico caratterizzato da forti pendenze.

I depositi argillosi neri sono tipici di aree dei laghi di Avigliana, in fase di lento riempimento con sedimenti palustri e torbosi.

5.6 Litologia e stratigrafia lungo il tracciato di progetto

Nella fase di approfondimento dello studio geologico, condotta lungo il tracciato di progetto alla scala 1:10.000, si è fatto riferimento alla classificazione litologico-stratigrafica adottata nell'ambito della cartografia CARG (in particolare nei fogli 155 e 156 in scala 1:50.000), che

	NUOVA LINEA TORINO LIONE TRATTA NAZIONALE Studio geologico, geomorfologico ed idrogeologico					
	Relazione geologica, geomorfologica ed idrogeologica	PROGETTO D040	LOTTO 00	CODIFICA R 69 RG	DOCUMENTO GE0001 001	REV A

suddivide i depositi pliocenici, pleistocenici e quaternari secondo il concetto della allostratigrafia individuando sintemi e relativi sub sintemi (vedi la Carta geologica-geomorfologica alla scala 1:10.000 allegata alla presente relazione, documenti D040 00 R 69 G4 GE0001 001 A D040 00 R 69 G4 GE0001 002 A e D040 00 R 69 G4 GE0001 003 A).

In particolare nell'area attraversata dal tracciato si riscontrano le seguenti formazioni e sintemi descritti dalla più recente alla più antica:

SUCCESSIONE PLIOCENICA QUATERNARIA, UNITA NON DISTINTE IN BASE AL BACINO DI PERTINENZA

UID: unità ubiquitarie in formazione; Depositi colluviali e detritico-colluviali sviluppati essenzialmente a spese di substrato particolarmente degradabile (UID /b2). Depositi con tessitura aperta e parzialmente aperta, con clasti e blocchi angolosi e scarsa matrice sabbioso-siltosa e sabbioso-ghiaiosa (depositi detritici) (UID /a3).. Depositi caotici costituiti da clasti e blocchi eterometrici con matrice siltoso-sabbiosa; ammassi rocciosi costituiti da porzioni di substrato rilasciato e disarticolato anche di cospicue dimensioni (depositi di frana) (UID /a1). Depositi siltosi con sporadiche intercalazioni sabbiose, sabbioso-siltose e torbose (depositi lacustri, palustri e di torbiera) (UID /e). Accumuli di origine antropica (UID /h). PLEISTOCENE MEDIO - ATTUALE

UIN: unità ubiquitarie completamente formate; Silt omogenei privi di stratificazione, mediamente addensati e di colore bruno giallastro (10YR), potenti fino a 4-5 m e distribuiti sulla sommità delle superfici terrazzate (loess eolico) (UIN /d). Depositi costituiti da clasti e blocchi angolosi di peridotiti e peridotiti serpentizzate con tessitura aperta, passanti in profondità a depositi a supporto di matrice costituiti da sabbie siltoso-argillose con clasti e blocchi angolosi ed eterometrici (depositi detritici) (UIN /a3). PLEISTOCENE MEDIO - OLOCENE

Sintema di Palazzolo

CSN3: subsintemi di Ghiaia Grande; Ghiaie sabbiose a supporto di clasti e sabbie ghiaiose a supporto di matrice con intercalazioni sabbiose, passanti verso l'alto a sabbie siltose inalterate o debolmente alterate (2,5Y-10YR) di spessore metrico, costituenti i principali fondovalle, terrazzi sospesi fino a 10 m sugli alvei attuali e i conoidi alluvionali attuali; depositi siltosi e sabbioso-siltosi privi di stratificazione e non alterati, di spessore metrico, contenenti alla base lenti

	NUOVA LINEA TORINO LIONE TRATTA NAZIONALE Studio geologico, geomorfologico ed idrogeologico					
	Relazione geologica, geomorfologica ed idrogeologica	PROGETTO D040	LOTTO 00	CODIFICA R 69 RG	DOCUMENTO GE0001 001	REV A

ghiaiose di ridotta estensione, costituenti i fondovalle dei corsi d'acqua tributari (depositi fluvio-torrentizi) (CSN /3b). Silt sabbiosi e sabbie siltose poco o per nulla alterati (2,5Y-10YR) con intercalazioni torbose (depositi lacustri, palustri e di torbiera) (CSN /3e). OLOCENE - ATTUALE

CSN2: subsistema di Crescentino; Depositi costituiti da diamicton con clasti subangolosi immersi in una matrice siltoso-sabbiosa poco alterata (2,5Y-10YR) (depositi glaciali di ablazione) (CSN /2C5). Depositi costituiti da ghiaie con abbondante matrice sabbiosa e da sabbie siltose con intercalazioni ghiaiose, poco alterati (2,5Y-10YR) e localmente coperti da coltri di sabbie a stratificazione incrociata; nei pressi di Borgaro T.se sono presenti lenti ricche in sostanza organica e tronchi fluitati; costituiscono terrazzi sospesi di 10-15 m sugli attuali fondovalle. Depositi privi di stratificazione costituiti da silt e silt sabbiosi con intercalazioni ghiaiose, debolmente alterati (7,5-10YR), localizzati lungo i fondovalle dei corsi d'acqua tributari. Depositi ghiaioso-ciottolosi a supporto di clasti con matrice sabbioso-siltosa e frequente presenza di blocchi, costituenti i conoidi di fondovalle (depositi fluvio-torrentizi) (CSN /2b). Sabbie siltose stratificate e deformate con intercalazioni ghiaiose (depositi lacustri) (CSN /2e). PLEISTOCENE SUP. – OLOCENE

MES: unità di Almese; Depositi debolmente stratificati costituiti da clasti e blocchi eterometrici con matrice sabbioso-siltoso-argillosa presente in proporzioni variabili; localmente sono presenti livelli sabbiosi di spessore decimetrico con stratificazione piano-parallela o incrociata e corpi, talvolta lenticolari, costituiti da depositi siltoso-argillosi massivi. I clasti, da subangolosi ad arrotondati, sono costituiti da peridotiti e peridotiti serpentizzate. I depositi, generalmente molto alterati (2,5YR-10R) e ben cementati, sono attraversati da reticoli di vene carbonatiche (depositi torrentizi, di debris flow e colluviali) (MES/b). PLIOCENE MEDIO (?) - PLEISTOCENE MEDIO

SUCCESIONE PLIOCENICA QUATERNARIA, UNITÀ DISTINTE IN BASE AL BACINO DI PERTINENZA

Bacino del F. Stura di Lanzo

RGM2: subsistema di Leini; Ghiaie sabbiose grossolane con tessitura a supporto di matrice e con clasti eterometrici costituiti prevalentemente da serpentiniti, gneiss e quarziti; verso l'alto è

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO	NUOVA LINEA TORINO LIONE TRATTA NAZIONALE Studio geologico, geomorfologico ed idrogeologico					
	Relazione geologica, geomorfologica ed idrogeologica	PROGETTO D040	LOTTO 00	CODIFICA R 69 RG	DOCUMENTO GE0001 001	REV A

presente una copertura con spessore di 0,5-1,5 m costituita da silt sabbiosi debolmente alterati (10YR) (depositi fluviali) (RGM/2b). PLEISTOCENE SUP.

RGM1: subsistema di Venaria Reale; Ghiaie a pezzatura relativamente omogenea con scarsa matrice sabbiosa grossolana, mediamente alterate (7,5YR). I clasti sono costituiti prevalentemente da serpentiniti, peridotiti e gneiss (depositi fluviali) (RGM/1b). Parte inferiore del PLEISTOCENE SUP.

Bacino del F. Dora Riparia

AML2: subsistema di Tru della Prà; Sabbie siltose stratificate e deformate, molto debolmente alterate (2,5Y-10YR) (depositi lacustri) (AML/2e). Ghiaie sabbiose a supporto di clasti o di matrice (depositi fluvioglaciali) (AML/2b). Diamicton con clasti subangolosi immersi in una matrice siltoso-sabbiosa addensata e debolmente alterata (depositi glaciali di fondo) (AML/2c4). Parte superiore del PLEISTOCENE SUP.

AML1: subsistema di Torre Buttiglieria; Ghiaie con matrice sabbioso-siltosa contenenti blocchi di diametro inferiore a un metro (depositi fluvioglaciali) (AML/1b). Sabbie siltose e silt sabbiosi stratificati e deformati con intercalazioni torbose (depositi lacustri, palustri e di torbiera) (AML/1e). Diamicton con clasti angolosi e subangolosi e blocchi di dimensioni inferiori a 2 m immersi in una matrice siltoso-argillosa e siltoso-sabbiosa addensata (depositi glaciali di fondo). I depositi sono complessivamente debolmente alterati (10YR) (AML/1c4). Parte superiore del PLEISTOCENE SUP.

AFR2: subsistema si Col Giansesco; Sabbie ghiaiose e ghiaie sabbiose con clasti eterometrici di quarziti, serpentiniti, gneiss e subordinatamente di prasiniti, calcescisti e marmi grigi (depositi fluvioglaciali) (AFR/2b). Sottile copertura di silt sabbiosi e loess l.s. e locali accumuli di sabbie grossolane (depositi eolici) (AFR/2d). Sabbie siltose e silt sabbiosi stratificati con intercalazioni ghiaiose e torbose (depositi lacustri, palustri e di torbiera) (AFR/2e). Morenico scheletrico sparso (AFR/2c3). Diamicton con clasti e blocchi angolosi e subangolosi, sfaccettati, levigati e striati, immersi in una matrice siltoso-sabbiosa addensata (depositi glaciali di fondo) (AFR/2c4). Diamicton con clasti angolosi e subangolosi e blocchi di dimensioni metriche

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO	NUOVA LINEA TORINO LIONE TRATTA NAZIONALE Studio geologico, geomorfologico ed idrogeologico					
	Relazione geologica, geomorfologica ed idrogeologica	PROGETTO D040	LOTTO 00	CODIFICA R 69 RG	DOCUMENTO GE0001 001	REV A

immersi in una matrice siltoso-sabbiosa (depositi glaciali di ablazione) (AFR/2c5). I depositi sono complessivamente debolmente alterati (10-7,5YR). Parte superiore del PLEISTOCENE SUP.

AFR1: subsistema di Cresta Grande; Sabbie ghiaiose e ghiaie sabbiose grossolane con matrice siltoso-sabbiosa e con copertura di silt sabbiosi e loess l.s. con spessore di 0,5-2 m (depositi fluvioglaciali) (AFR/1b). Silt sabbiosi con locali intercalazioni torbose (depositi lacustri, palustri e di torbiera) (AFR/1e). Depositi glaciali indifferenziati (AFR/1c1). Morenico scheletrico sparso (AFR/1c3).. Diamicton con clasti e blocchi angolosi e subangolosi, sfaccettati, levigati e striati, immersi in una matrice siltoso-sabbiosa e siltoso-argillosa addensata (depositi glaciali di fondo) (AFR/1c4). Diamicton con clasti angolosi e subangolosi e blocchi di dimensioni superiori a un metro (depositi glaciali di ablazione) (AFR/1c5)). Con esclusione dei soli sedimenti lacustri, i depositi sono complessivamente debolmente alterati (10-7,5YR). Parte inferiore del PLEISTOCENE SUP.

BEN: subsistema di Bennale; Diamicton con clasti da subangolosi a subarrotondati, striati e sfaccettati, immersi in una matrice siltoso-sabbiosa addensata e piuttosto alterata (2,5YR) e con blocchi di dimensioni comprese tra 1 e 2 m costituiti da gneiss occhiadini, quarziti e subordinatamente da serpentiniti, micascisti e prasiniti (depositi glaciali indifferenziati) (BEN/c1).
 PLEISTOCENE MEDIO

BEN2: subsistema di Cascina Vica; Sabbie ghiaiose e ghiaie sabbiose eterometriche con clasti subarrotondati immersi in una matrice sabbioso-siltosa; i clasti sono costituiti da gneiss, micascisti, quarziti, prasiniti, anfiboliti, eclogiti e gabbri (depositi fluvioglaciali) (BEN/2b). Depositi glaciali indifferenziati (BEN/2c1). Diamicton con clasti da subarrotondati a subangolosi, sfaccettati e striati, e blocchi di dimensioni superiori a 2 m immersi in una matrice siltoso-sabbiosa addensata (depositi glaciali di fondo) (BEN/2c4). Diamicton con clasti angolosi e subangolosi e blocchi eterometrici (depositi glaciali di ablazione) (BEN/2c5). Depositi lacustri. I depositi sono complessivamente da mediamente a molto alterati (5YR-10R) (BEN/2e). Parte superiore del PLEISTOCENE MEDIO.

BEN1: subsistema di Truc Monsagnasco; Ghiaie a supporto di matrice, localmente cementate, con clasti subarrotondati immersi in sabbie siltose (depositi fluvioglaciali) (BEN/1b).

	NUOVA LINEA TORINO LIONE TRATTA NAZIONALE Studio geologico, geomorfologico ed idrogeologico					
	Relazione geologica, geomorfologica ed idrogeologica	PROGETTO D040	LOTTO 00	CODIFICA R 69 RG	DOCUMENTO GE0001 001	REV A

Depositi glaciali indifferenziati (BEN/1c1). Diamicton con clasti eterometrici da subarrotondati a subangolosi, sfaccettati e striati, e blocchi di dimensioni superiori a 2 m, immersi in una matrice siltoso-sabbiosa addensata (depositi glaciali di fondo) (BEN/1c4). Diamicton con clasti angolosi e subangolosi e blocchi eterometrici (depositi glaciali di ablazione) (BEN/1c5). Silt argillosi e silt sabbiosi stratificati (depositi lacustri) (BEN/1e). I depositi sono complessivamente da mediamente a molto alterati (5-2,5YR). Parte inferiore del PLEISTOCENE MEDIO

Bacino del T. Sangone

APO: sintema di Ponte Pietra; Ghiaie sabbiose a supporto di matrice passanti verso l'alto a sabbie siltose debolmente alterate (7,5-10YR) con clasti costituiti da gneiss, metagabbri, micascisti e rare serpentiniti (depositi fluviali) (APO/b). PLEISTOCENE SUP. - OLOCENE

AFS: sintema del Sangone; Ghiaie eterometriche con struttura a supporto di clasti costituiti da gneiss occhiadini, metagraniti porfirici, metagabbri, gneiss minuti e subordinatamente da micascisti e serpentiniti (depositi fluviali) (AFS/b). PLEISTOCENE SUP.

SUBSTRATO PRE-PLIOCENICO

UNITA' OCEANICHE

OCS: Calcescisti da filladici a marmorei con sporadiche intercalazioni di marmi micacei, a cui si associano masse metrico-decametriche di metabasiti, metagabbri e serpentiniti (OCS); Intercalazioni di gneiss albitici con porfiroclasti relitti di K-feldspato (loc. Ferro-Martinasso) (OCS/k); Principali livelli e masse di quarzo-micascisti e quarziti micacee (OCS/q); Principali livelli e masse di micascisti di aspetto filladico, a cloritoide \pm granato (OCS/f). GIURASSICO INF.? - CRETACICO MEDIO?

OMB: Prasiniti debolmente foliate con porfiroblasti di albite ocellare; prasiniti e anfiboliti listate a pistacite e glaucofane (Torre del Colle); metabasalti con tessiture magmatiche preservate ("pillows lava") (loc. Sala) (OMB). Principali masse di eclogiti parzialmente riequilibrata in facies scisti verdi (OMB/p). GIURASSICO SUP.?

	NUOVA LINEA TORINO LIONE TRATTA NAZIONALE Studio geologico, geomorfologico ed idrogeologico					
	Relazione geologica, geomorfologica ed idrogeologica	PROGETTO D040	LOTTO 00	CODIFICA R 69 RG	DOCUMENTO GE0001 001	REV A

OMG: Metagabbri (Fe-gabbri e Mg-gabbri) e flasergabbri con fabric magmatico variamente preservato (OMG). GIURASSICO INF.? - GIURASSICO SUP.?

OSS: Serpentiniti e serpentinoscisti antigoritici ai margini delle principali masse peridotitiche, talora preservanti relitti mineralogici dell'originaria associazione magmatica (OSS). Principali livelli di rodingiti e metagabbri rodingitici (OSS/r).

Unità bassa valle di Susa – valli di Lanzo – Monte Orsiera

Complesso ultrabásico di Lanzo

PHT: Serpentiniti e serpentinoscisti antigoritici ai margini delle principali masse peridotitiche, talora preservanti relitti mineralogici dell'originaria associazione magmatica (OSS). Principali livelli di rodingiti e metagabbri rodingitici (OSS/r).

Duniti a spinello in corpi isolati o con andamento filoniano all'interno delle peridotiti (DUT). Peridotiti impregnate a plagioclasio ben preservate con tessitura da granulare isotropa a foliata-tettonica e con grana variabile e rare peridotiti (Iherzoliti ed harzburgiti) a spinello con tessitura generalmente granulare e grana variabile, talora interessate da fenomeni di alterazione idrotermale con mineralizzazioni ad opale e magnesite (PHT). Peridotiti con minerali primari talora serpentinnizzati (PHT/s). Peridotiti con relitti mineralogici (pirosseni e/o spinelli) o strutturali dell'originaria associazione di mantello (PHT/r). Gabbri pegmatitici in vene e filoni che variano da Mg-gabbri a termini più differenziati (PHT/g). Basalti a grana fine in filoni (Moncuni e M. Lera) (PHT/b).

SUBSTRATO PRE-PLIOCENICO

UNITA' DI MARGINE CONTINETALE

Unità Dora-Maira, coperture carbonati che indifferenziate

IMC: Marmi listati o massicci di colore giallastro a prevalente calcite, spesso brecciati tettonicamente (Tortorello, Molino) (IMC).

Unità Dora-Maira, basamento pre-triassico

	NUOVA LINEA TORINO LIONE TRATTA NAZIONALE Studio geologico, geomorfologico ed idrogeologico					
	Relazione geologica, geomorfologica ed idrogeologica	PROGETTO D040	LOTTO 00	CODIFICA R 69 RG	DOCUMENTO GE0001 001	REV A

DLG: Gneiss tipo “Pietra di Luserna”; Gneiss leucocratico-fengitici, gneiss occhiadini e micro-occhiadini, gneiss tabulari e leucogneiss a tormalina, con fabric magmatico variamente preservato (DLG). Livelli da decimetrici a metrici di "micascisti argentei" derivanti dalla trasformazione dei granitoidi lungo zone di taglio duttile (DLG/z). Principali masse di gneiss granitoidi (DLG/k). PERMIANO INF.?

DMS: complesso polimetamorfo; Gneiss leucocratico-fengitici, gneiss occhiadini e micro-occhiadini, gneiss tabulari e leucogneiss a tormalina, con fabric magmatico variamente preservato (DLG). Livelli da decimetrici a metrici di "micascisti argentei" derivanti dalla trasformazione dei granitoidi lungo zone di taglio duttile (DLG/z). Principali masse di gneiss granitoidi (DLG/k). PERMIANO INF.?

5.7 Schema stratigrafico semplificato

Lo schema stratigrafico generale dell’area è rappresentato in modo semplificato nella Figura 11. I depositi più superficiali sono rappresentati dalle alluvioni quaternarie, dalle morene e dal fluvioglaciale, tutti indicati in figura con il colore blu.

La base di questi corpi sedimentari è in massima parte costituita dal Villafranchiano (colore verde). Fa eccezione una ristretta area in prossimità della città di Torino dove la base del quaternario è rappresentata dalle sabbie in facies asitana e dalle argille azzurre (Argille di Lugagnano), indicate in figura con il colore giallo.

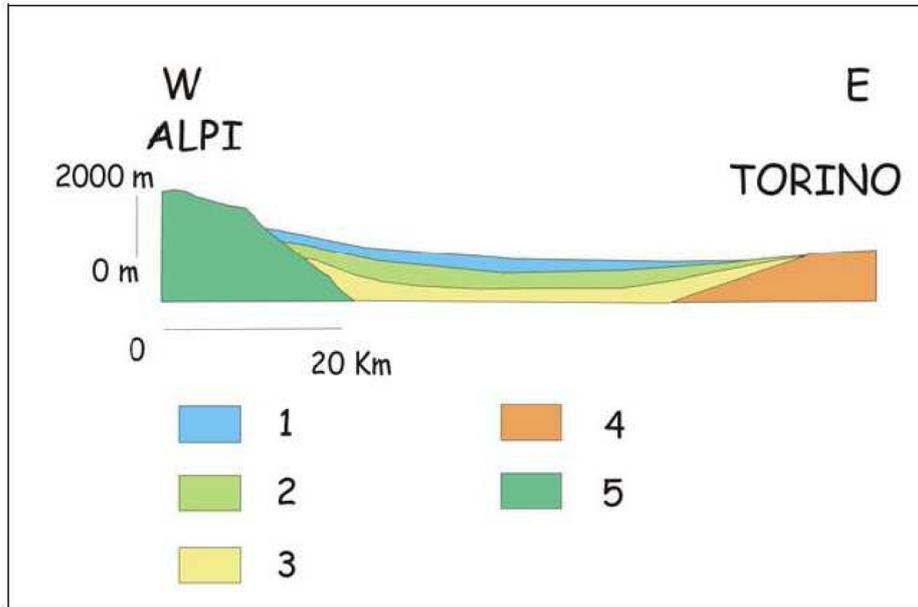


Figura 11 – Sezione litostratigrafica schematica. 1) Sedimenti alluvionali del quaternario; 2) sequenze del Villafranchiano; 3) depositi del Pliocene in facies astiana e argille azzurre; 4) depositi marini pre pliocenici; 5) basamento costituito da rocce cristalline (Figura tratta da Regione Piemonte, 2005).

La Figura 12, tratta da di Arpa Piemonte (2009), evidenzia chiaramente questo aspetto: la figura conferma che nella zona di studio la base del quaternario è quasi ovunque costituita dal Villafranchiano.

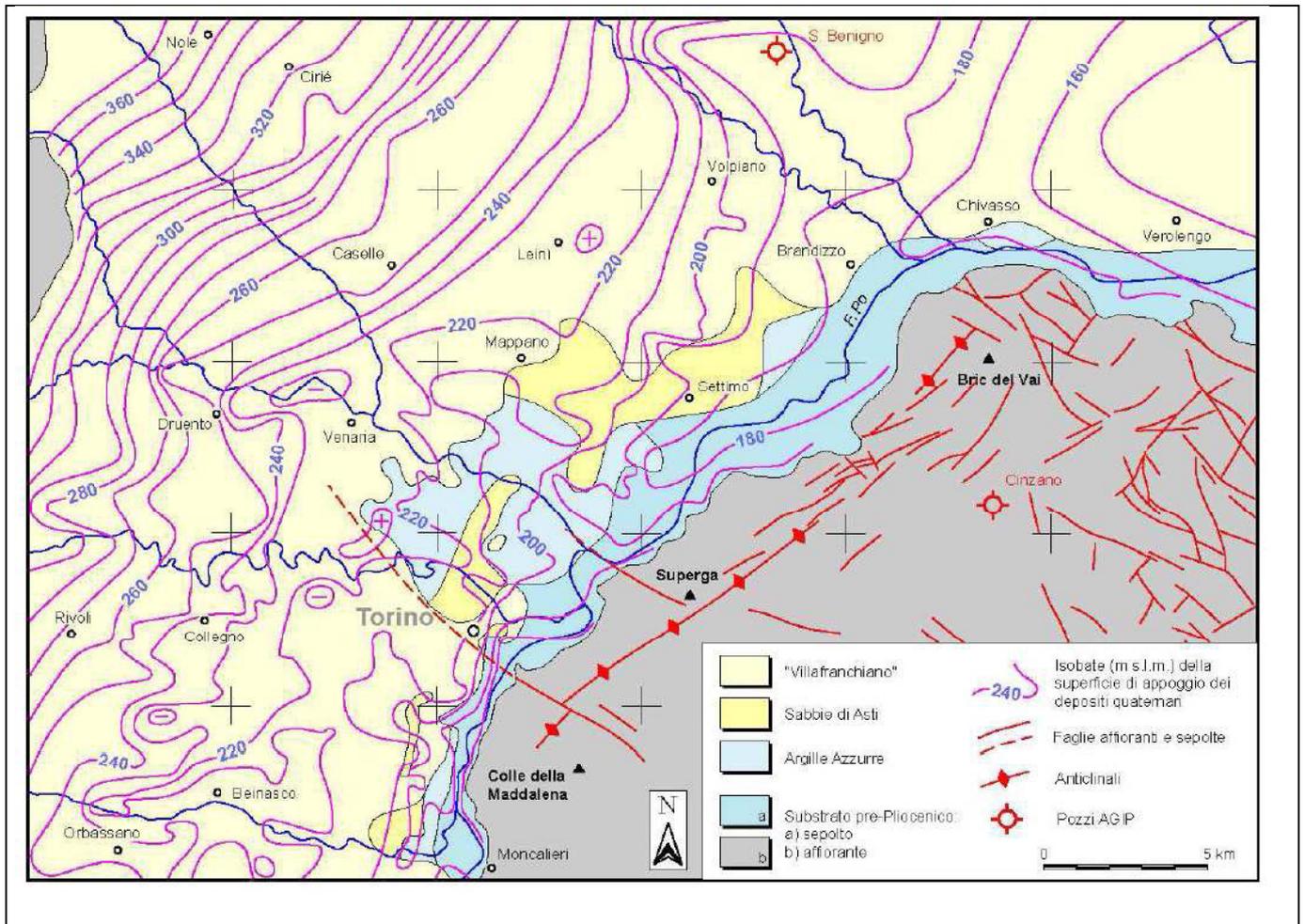


Figura 12 – Andamento della superficie di appoggio basale della copertura quaternaria e natura del substrato pre quaternario sepolto (da tav. 5 di Arpa Piemonte 2009)

Il Villafranchiano a sua volta poggia sul Pliocene in facies astiana. All'estremità Ovest dell'area il sistema è limitato dal basamento costituito da rocce cristalline.

5.8 I profili geologico tecnici alla scala 20.000/1.000 e 10.000/500

Le unità geologiche sopra descritte sono state distinte nei profili geologico tecnici nelle seguenti unità litotecniche:

Unità Fi (Fluviale incoerente)

Depositi fluviali prevalentemente ghiaioso sabbiosi costituenti i principali fondovalle sulle aste principali e sui corsi d'acqua tributari (depositi fluvio-torrentizi). Unità litotecnica prevalentemente incoerente (corrispondente in carta geologica alle unità: UIDh, CSN3b, CSN2b, RGM1b, AFR2b, BEN2b).

 GRUPPO FERROVIE DELLO STATO	NUOVA LINEA TORINO LIONE TRATTA NAZIONALE Studio geologico, geomorfologico ed idrogeologico					
	Relazione geologica, geomorfologica ed idrogeologica	PROGETTO D040	LOTTO 00	CODIFICA R 69 RG	DOCUMENTO GE0001 001	REV A

Unità Fc (Fluviale coesivo)

Depositi fluviali prevalentemente siltosi e siltoso-sabbiosi costituenti i principali fondovalle sulle aste principali e sui corsi d'acqua tributari. Unità litotecnica prevalentemente coesiva.

Unità FG (Fluvio Glaciale)

Depositi fluvio glaciali costituiti da sabbie ghiaiose e ghiaie sabbiose con clasti e blocchi eterometrici di quarziti, serpentiniti, gneiss, prasiniti. Unità litotecnica prevalentemente incoerente (corrispondente in carta geologica alle unità: UIDh, CSN3b, CSN2b, RGM1b, AFR2b, AFR2d, BEN2b).

Unità Mi (Morenico indifferenziato incoerente)

Depositi glaciali indifferenziati costituiti da clasti e blocchi angolosi e subangolosi, sfaccettati, levigati e striati, immersi in una matrice siltoso-sabbiosa addensata. Localmente si rinvengono orizzonti cementati, veri e propri conglomerati e massi di dimensioni da submetriche a plurimetriche di serpentiniti, prasiniti e subordinatamente anfiboliti e metagabbri. All'interno si rinvengono intercalazioni di depositi lacustri costituiti da silt argillosi e silt sabbiosi fittamente stratificati. Unità litotecnica prevalentemente incoerente (corrispondente in carta geologica alle unità: UINd, CSN2b, AML2e, AML1c4, AML1e, AFR2b, AFR2c5, AFR2e, AFR1c1, BEN2b, BEN2c2, BEN1b, BEN2c4).

Unità Mc (Morenico coesivo)

Depositi lacustri di spessore metrico costituiti da silt argillosi e silt sabbiosi fittamente stratificati. Unità litotecnica prevalentemente coesiva (corrispondente in carta geologica all'unità: CSN2b).

Unità Vc (Villafranchiano coesivo)

Alternanza di argille limose e sabbie: "Villafranchiano". Unità litotecnica prevalentemente coesiva.

Unità Vi (Villafranchiano incoerente)

Alternanza di sabbie a argille limose: "Villafranchiano". Unità litotecnica prevalentemente incoerente.

Unità Ai (Astiano incoerente)

Sabbie fossilifere marine: "Astiano". Unità litotecnica prevalentemente incoerente.

Unità Ac (Astiano coesivo)

Sabbie fossilifere marine: "Astiano". Unità litotecnica prevalentemente coesiva.

Unità L (argille di Lugagnano)

Argille grigio azzurre di Lugagnano. Unità litotecnica prevalentemente coesiva.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO	NUOVA LINEA TORINO LIONE TRATTA NAZIONALE Studio geologico, geomorfologico ed idrogeologico					
	Relazione geologica, geomorfologica ed idrogeologica	PROGETTO D040	LOTTO 00	CODIFICA R 69 RG	DOCUMENTO GE0001 001	REV A

6 Idrogeologia

6.1 Premessa

L'assetto idrogeologico dell'area attraversata dal tracciato in progetto è fortemente connesso alle condizioni geologico-strutturali, con un andamento della circolazione idrica profonda delle acque sotterranee distinto in tre diversi settori: il settore nord-occidentale delle formazioni lapidee di sbocco vallivo, il settore centro-meridionale della collina morenica, il settore nord-orientale della pianura di Torino.

6.1.1 Settore nord-occidentale delle formazioni lapidee di sbocco vallivo

Il margine occidentale dell'area in esame è rappresentato dai rilievi montuosi costituiti dalle formazioni lapidee che affiorano allo sbocco della Valle di Susa (Unità Dora-Maira, Unità della Bassa Valle di Susa – Valli di Lanzo – Monte Orsiera, Complesso Ultrabasicco di Lanzo).

La permeabilità di queste formazioni è generalmente bassa ed aumenta con il grado di fratturazione per cui la circolazione idrica sotterranea, generalmente modesta, si incrementa in corrispondenza delle principali zone di dislocazione tettonica dove le portate intercettate, nel caso di scavo di una galleria in ammassi lapidei fortemente fratturati e detensionati quali quelli presenti in queste zone, potrebbero passare repentinamente da pochi litri al secondo a diverse decine di litri al secondo.

Il comportamento prevalente delle formazioni lapidee presenti in questo settore, rispetto alla circolazione idrica sotterranea, risulta pertanto diversificato in virtù dell'assetto strutturale:

- nelle tratte poco interessate dalla tettonica, è riconducibile a quello di un acquicludo o di un acquitard;

- nelle tratte zone maggiormente fratturate e/o nelle zone di faglia, il comportamento è quello di un acquifero, con presenza di falde acquifere anche in pressione.

Più a nord, lungo la valle, sono presenti formazioni sciolte rappresentate in massima parte da depositi alluvionali attuali e recenti della Dora Riparia, generalmente costituiti da sedimenti di natura grossolana (sabbie e ghiaie) ben classati e selezionati dalla elevata energia di trasporto del corso d'acqua, ai quali può essere assegnato un grado di permeabilità di ammasso medio-alto ed un comportamento prevalente, rispetto alla circolazione idrica, di acquifero.

	NUOVA LINEA TORINO LIONE TRATTA NAZIONALE Studio geologico, geomorfologico ed idrogeologico					
	Relazione geologica, geomorfologica ed idrogeologica	PROGETTO D040	LOTTO 00	CODIFICA R 69 RG	DOCUMENTO GE0001 001	REV A

6.1.2 Settore centro–meridionale della collina morenica

Il settore centro meridionale, in corrispondenza della zona collinare, è interessato da depositi fluvio-glaciali e glaciali dell'Anfiteatro Morenico di Rivoli-Avigliana, costituiti da terreni in massima parte sciolti, di natura prevalentemente sabbiosa e ghiaiosa, dotati di un grado di cementazione variabile, alternati a livelli e strati litoidi di conglomerati; le caratteristiche di permeabilità di questi depositi dipendono dalla granulometria e dal grado di cementazione.

I depositi fluvioglaciali sono il prodotto dell'azione di corsi d'acqua, generati dallo scioglimento dei ghiacciai nelle fasi interglaciali, dotati di capacità di trasporto, legata alla portata, variabile con le condizioni climatiche; sono pertanto formati da livelli permeabili a granulometria grossolana (sabbie e ghiaie) immersi in una matrice fine o alternati a livelli fini poco permeabili (limi e argille).

I depositi morenici derivano dal trasporto e deposito dei ghiacciai e sono costituiti generalmente da uno scheletro ad elementi grossolani (sabbie e ghiaie) disperso in una matrice fine (limo argillosa), ricco di ciottoli e trovanti lapidei inclusi, indice di un trasporto non selettivo operato dal ghiacciaio; si tratta di sedimenti a volte cementati, per la deposizione di legante carbonatico ad opera delle acque di circolazione profonde, che hanno dato origine in taluni casi a livelli e strati lapidei (conglomerati); presentano pertanto un grado di permeabilità variabile, da medio-basso a medio-alto, che riflette in massima parte le proprietà della matrice fine; a livello locale la permeabilità può risultare molto elevata in particolare in corrispondenza dei livelli maggiormente grossolani (ghiaie in matrice sabbiosa) e/o dei livelli lapidei (conglomerati), questi ultimi permeabili per porosità e dissoluzione del cemento carbonatico.

Sotto questi depositi si trova un substrato plio-pleistocenico marino (formazione del Villafranchiano) costituito da sabbie più o meno fini, con livelli e strati limo-argillosi, che hanno un grado di permeabilità medio-basso ed un comportamento prevalente, rispetto alla circolazione idrica, di acquitard.

6.1.3 Settore nord–orientale della pianura di Torino

In questo settore affiorano i depositi pliocenico-quadernari della pianura torinese costituiti da un primo strato superficiale di depositi fluvioglaciali e/o alluvioni sopra un substrato plio-pleistocenico e pliocenico di origine marina (Villafranchiano e Astiano).

Lo strato superficiale formato da depositi fluvio-glaciali e/o alluvioni presenta caratteristiche simili a quelle già descritte nei settori precedenti per le stesse formazioni, con un incremento

	NUOVA LINEA TORINO LIONE TRATTA NAZIONALE Studio geologico, geomorfologico ed idrogeologico					
	Relazione geologica, geomorfologica ed idrogeologica	PROGETTO D040	LOTTO 00	CODIFICA R 69 RG	DOCUMENTO GE0001 001	REV A

della permeabilità nei depositi fluvioglaciali, che assumono un carattere prevalente di acquifero, rispetto alla circolazione idrica sotterranea, analogo a quello delle alluvioni.

Il substrato profondo di origine marina mantiene un comportamento analogo a quello visto nei settori precedenti, assimilabile a quello di un acquitard, sia per i depositi sabbiosi medio-grossolani e/o medio-fini, con livelli e strati limo-argillosi, del Villafranchiano che per i depositi sabbiosi fossiliferi medio-fini con livelli limosi e siltosi, dell'Astiano.

6.1.4 Dataset dati idrogeologici utilizzato per le ricostruzioni

Le ricostruzioni idrogeologiche presentate nella cartografia allegata sono state effettuate basandosi su un ampio dataset di informazioni reperite in parte dagli enti operanti sul territorio, in parte da bibliografia scientifica specializzata e in parte direttamente in sito mediante sopralluoghi e indagini geognostiche.

I dati reperiti dagli enti sono rappresentati prevalentemente da stratigrafie di sondaggi, rilievi dei livelli di falda e determinazioni del coefficiente di permeabilità da prove Lefranc.

Nel corso dei sopralluoghi in campagna sono state invece eseguite misure del livello piezometrico in pozzi e piezometri e sono stati effettuati una serie di stop geologici nel corso dei quali è stato possibile constatare visivamente sul campo le caratteristiche litologiche delle formazioni. Inoltre sono state esaminate visivamente le carote dei sondaggi eseguiti per la presente fase progettuale (campagna geognostica Italferr - 2010), al fine di individuare le caratteristiche idrogeologiche delle formazioni intercettate e di cogliere i passaggi fra le varie unità.

La seguente Tabella 2 riporta una sintesi delle prove esaminate e dei referti utilizzati per la produzione degli elaborati idrogeologici.

Tipo di prova o di elaborato	Numero di prove
Sondaggi eseguiti (campagna geognostica Italferr - 2010)	18
Prove di permeabilità in foro (campagna geognostica Italferr - 2010)	43
Stratigrafie utilizzate per la ricostruzione della base dell'acquifero superficiale	395
Rilievi di falda utilizzati per la ricostruzione della carta delle isofreatiche	571
Prove di permeabilità utilizzate per la definizione delle classi di permeabilità delle formazioni	105

Tabella 2. Dataset idrogeologico

	NUOVA LINEA TORINO LIONE TRATTA NAZIONALE Studio geologico, geomorfologico ed idrogeologico					
	Relazione geologica, geomorfologica ed idrogeologica	PROGETTO D040	LOTTO 00	CODIFICA R 69 RG	DOCUMENTO GE0001 001	REV A

6.1.5 Caratterizzazione idrogeologica dei terreni sulla base delle informazioni bibliografiche

Il termine più antico della successione interessata dal tracciato di progetto è rappresentato dalle **Argille di Lugagnano**. Queste argille, che corrispondono ai depositi in facies Piacenziana, costituiscono un orizzonte impermeabile localizzato alla base degli acquiferi contenuti nei depositi Villafranchiani sovrastanti. Contrariamente al Villafranchiano, che ospita falde in pressione anche di notevole produttività, le Argille di Lugagnano non ospitano acquiferi significativi: i livelli più grossolani contenuti all'interno delle argille possono ospitare acquiferi in pressione, ma si tratta comunque sempre di acquiferi molto modesti. Nel complesso quindi la formazione può essere considerata impermeabile.

Le **Sabbie dell'Astiano** sono sede di falde anche utilizzate a fine acquedottistico. I livelli sabbiosi hanno permeabilità da discreta a buona, soprattutto se caratterizzati da maggiore omogeneità granulometrica; dove aumenta la percentuale di limi o limi-argillosi (soprattutto al passaggio con la facies Piacenziana) la permeabilità si riduce anche di molto. La permeabilità si riduce anche in corrispondenza dei livelli più addensanti e/o cementati.

La **Successione Villafranchiana** è costituita da una alternanza di livelli sabbioso ghiaiosi e di livelli limoso argillosi e per questa ragione dal punto di vista idrogeologico il Villafranchiano è sede di un sistema acquifero multifalda. Dal momento che esistono continue interdigitazioni fra i livelli grossolani e i livelli fini, le varie falde di questo sistema presentano a loro volta diversi gradi di separazione o di connessione. La produttività degli orizzonti più grossolani più permeabili è condizionata dalla granulometria, dallo spessore, dalla frequenza e dalla continuità laterale (Regione Piemonte, 2005).

Le sequenze sedimentarie del Villafranchiano sono le più sfruttate a fine idrogeologico e alimentano numerosi pozzi perforati a scopo idropotabile. Gli orizzonti più grossolani sono infatti sede di falde con elevata produttività e caratterizzati da acque di buona qualità.

I **depositi morenici**, eterogenei e con elevata presenza di materiale fine limoso argilloso, hanno una permeabilità variabile. Il comportamento di questi materiali, rispetto alla circolazione idrica, risulta pertanto diversificato e può essere schematizzato come segue:

- per la frazione granulare più grossolana costituita da ghiaie in matrice sabbiosa, il comportamento prevalente è quello di un acquifero;
- per la frazione granulare media costituita da sabbie medio fini debolmente limose, il comportamento prevalente è quello di un acquiclude;

	NUOVA LINEA TORINO LIONE TRATTA NAZIONALE Studio geologico, geomorfologico ed idrogeologico					
	Relazione geologica, geomorfologica ed idrogeologica	PROGETTO D040	LOTTO 00	CODIFICA R 69 RG	DOCUMENTO GE0001 001	REV A

- per i livelli litoidi costituiti da conglomerato poligenico il loro comportamento prevalente è quello di un acquifero.

Complessivamente comunque questi depositi possono essere considerati scarsamente permeabili.

I **depositi fluvio glaciali** ospitano una falda freatica con soggiacenza in diminuzione spostandosi da Ovest verso Est. Il flusso della falda è governato dal livello di base regionale, costituito dal Po. Nella sequenza fluvio-glaciale sono stati incontrati dei livelli di conglomerati cementati che, da un punto di vista idrogeologico, costituiscono dei livelli impermeabili o comunque a permeabilità molto scarsa. I conglomerati sono stati intercettati in numerose perforazioni in tutto il settore della Dora Riparia posto all'esterno dell'anfiteatro morenico fino alla città di Torino. Questi livelli sono contraddistinti da una discontinuità laterale e da una disomogeneità di cementazione. Gli orizzonti conglomeratici più continui e potenti possono costituire localmente un livello impermeabile all'infiltrazione idrica e dunque fungere da superficie di appoggio per falde sospese o da parziale tamponamento superiore per falde in pressione. Nella città di Torino questi livelli si incontrano usualmente a profondità comprese fra 20 e 40 metri e spesso si localizzano al di sopra del livello piezometrico medio della falda. Spostandosi verso ovest questi livelli impermeabili, discontinui in senso verticale, si ritrovano su spessori via via più elevati che, complessivamente, possono raggiungere i 50 metri.

I **depositi olocenici** sono prevalentemente costituiti dalle alluvioni antiche e recenti che bordano la Dora Riparia e il Sangone, hanno una elevata permeabilità e ospitano una ricca falda idrica a superficie libera, in diretto collegamento con la rete idrografica. Possiedono una scarsa protezione naturale nei confronti di apporti inquinanti.

6.1.6 Aree di ricarica degli acquiferi

Lo studio condotto dalla Regione Piemonte nel 2009 ha permesso di ricostruire a livello regionale le aree di ricarica degli acquiferi profondi. In questo studio per le aree di ricarica degli acquiferi profondi sono state realizzate due differenti cartografie. La prima (lato sinistro della Figura 13) mostra la differenziazione fra le aree di ricarica diretta, ossia in affioramento, e le aree di ricarica indiretta, ossia attraverso corpi acquiferi sovrastanti. La seconda cartografia (lato destro della Figura 13) individua la potenzialità di ricarica, suddividendola in alta, media e bassa.

 GRUPPO FERROVIE DELLO STATO	NUOVA LINEA TORINO LIONE TRATTA NAZIONALE Studio geologico, geomorfologico ed idrogeologico					
	Relazione geologica, geomorfologica ed idrogeologica	PROGETTO D040	LOTTO 00	CODIFICA R 69 RG	DOCUMENTO GE0001 001	REV A

Ad ovest di Torino, in corrispondenza degli affioramenti del fluvioglaciale, si individua un'area di ricarica di tipo indiretto con potenzialità media.

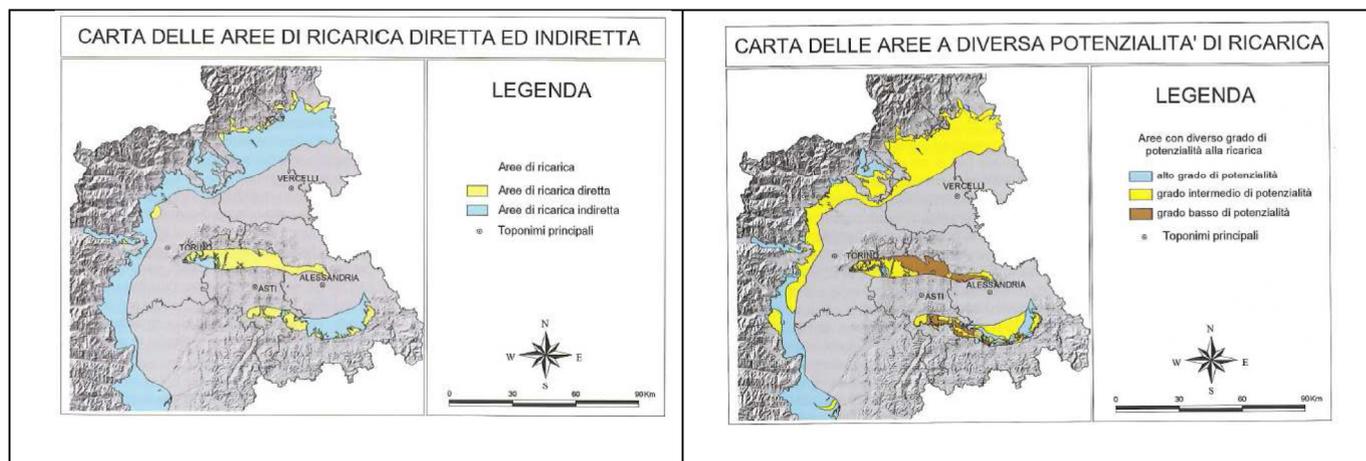


Figura 13 – A sinistra: distribuzione delle aree di ricarica diretta ed indiretta degli acquiferi profondi. A destra: distribuzione dei gradi di potenzialità di ricarica (da Regione Piemonte, 2009)

6.2 Permeabilità delle formazioni intercettate dal tracciato di progetto

L'attribuzione del coefficiente di permeabilità alle formazioni intercettate lungo il tracciato è stata effettuata basandosi su una serie di prove Lefranc eseguite all'interno di fori di sondaggio. I dati sono stati estratti in parte dal database di ARPA Piemonte e in parte derivano dalla campagna di indagini geognostiche condotta da Italferr nel 2010. Complessivamente sono state esaminate 105 prove, elencate in dettaglio in Tabella 3.

Nella tabella la prima colonna identifica se la prova è stata estratta dal database di Arpa Piemonte (ARPA) o se deriva da un sondaggio Italferr (IF), la seconda colonna identifica la sigla del sondaggio, la terza la quota in metri sul livello del mare del punto medio dell'intervallo in cui è stata eseguita la prova Lefranc, la quarta colonna indica il valore di permeabilità in metri/sec e la quinta colonna indica l'unità litotecnica di riferimento per la prova.

Ente	Sigla	punto_medio_slm	K (m/sec)	formazione
IF	G12	366.5	2.90E-05	Morenico indifferenziato
IF	G12	346.5	2.55E-06	Morenico indifferenziato
IF	G12	331.5	3.64E-06	Morenico indifferenziato
IF	G17	263.0	1.20E-05	Depositi fluvio glaciali sciolti
IF	G17	251.3	1.80E-07	Depositi fluvio glaciali sciolti

Ente	Sigla	punto_medio_slm	K (m/sec)	formazione
IF	G18	266.0	1.47E-05	Depositi fluvio glaciali sciolti
IF	G18	253.6	9.30E-07	Depositi fluvio glaciali cementati
IF	G19	267.5	4.02E-05	Depositi fluvio glaciali sciolti
IF	G19	256.0	5.09E-06	Depositi fluvio glaciali sciolti
IF	G20	266.5	2.50E-05	Depositi fluvio glaciali sciolti
IF	G20	254.6	1.45E-05	Depositi fluvio glaciali sciolti
IF	G21	263.0	9.96E-06	Depositi fluvio glaciali sciolti
IF	G21	250.0	3.37E-06	Depositi fluvio glaciali sciolti
IF	G60	232.5	2.25E-05	Depositi fluvio glaciali sciolti
IF	G61	223.5	2.76E-05	Depositi fluvio glaciali sciolti
IF	G61	211.5	2.26E-06	Astiano incoerente
IF	G63	217.5	3.64E-05	Depositi fluvio glaciali sciolti
IF	G63	206.5	1.82E-07	Astiano incoerente
IF	G46	222.5	6.05E-05	Depositi fluviali incoerenti
IF	G46	209.5	5.34E-07	Villafranchiano coesivo
IF	G36	225.5	9.48E-05	Depositi fluviali incoerenti
IF	G36	212.5	2.05E-05	Villafranchiano incoerente
IF	G62	211.5	1.91E-04	Depositi fluviali incoerenti
IF	G62	198.5	2.12E-07	Astiano incoerente
IF	G22	251.0	3.10E-05	Depositi fluvio glaciali sciolti
IF	G22	245.5	2.02E-05	Depositi fluvio glaciali sciolti
IF	G22	239.5	1.78E-05	Depositi fluvio glaciali sciolti
IF	G22	231.0	5.86E-06	Depositi fluvio glaciali sciolti
IF	G55	334.8	2.07E-05	Morenico indifferenziato
IF	G55	315.3	5.95E-07	Morenico indifferenziato
IF	G55	307.3	1.10E-07	Morenico Mc
IF	G55	297.3	8.86E-06	Morenico indifferenziato
IF	G55	285.8	5.57E-07	Villafranchiano incoerente
IF	G52	289.3	5.96E-06	Depositi fluvio glaciali sciolti
IF	G52	281.3	3.95E-06	Depositi fluvio glaciali sciolti
IF	G52	264.5	1.04E-05	Depositi fluvio glaciali cementati
IF	G52	258.5	3.49E-06	Depositi fluvio glaciali cementati

Ente	Sigla	punto_medio_slm	K (m/sec)	formazione
IF	G33	241.8	1.21E-05	Depositi fluvio glaciali sciolti
IF	G33	229.8	6.10E-06	Villafranchiano incoerente
IF	G32	247.3	1.07E-05	Depositi fluvio glaciali sciolti
IF	G32	235.3	6.87E-06	Depositi fluvio glaciali sciolti
IF	G31	247.8	1.25E-05	Depositi fluvio glaciali sciolti
IF	G31	232.8	1.30E-06	Depositi fluvio glaciali sciolti
Arpa	104967	205.5	5.51E-06	Astiano incoerente
Arpa	104967	195.0	1.40E-05	Astiano incoerente
Arpa	104968	208.5	6.09E-05	Depositi fluvio glaciali sciolti
Arpa	104968	184.4	1.63E-05	Astiano incoerente
Arpa	104966	220.5	5.51E-05	Depositi fluvio glaciali sciolti
Arpa	104969	220.5	4.08E-05	Depositi fluviali incoerenti
Arpa	104969	208.5	3.27E-06	Villafranchiano incoerente
Arpa	104970	235.0	4.63E-05	Depositi fluviali incoerenti
Arpa	104970	216.0	1.25E-05	Villafranchiano incoerente
Arpa	104973	221.4	3.96E-05	Depositi fluvio glaciali sciolti
Arpa	104973	215.5	2.05E-05	Depositi fluvio glaciali sciolti
Arpa	104973	206.5	6.94E-06	Astiano incoerente
Arpa	104977	216.5	4.13E-05	Depositi fluvio glaciali sciolti
Arpa	104977	213.5	6.68E-08	Villafranchiano coesivo
Arpa	104977	200.0	1.15E-06	Astiano incoerente
Arpa	104978	223.5	8.58E-06	Depositi fluviali incoerenti
Arpa	104978	214.5	1.36E-07	Villafranchiano incoerente
Arpa	104978	202.5	6.36E-06	Villafranchiano incoerente
Arpa	104981	219.5	2.15E-05	Depositi fluvio glaciali sciolti
Arpa	104981	216.5	1.26E-05	Depositi fluvio glaciali sciolti
Arpa	104981	210.5	7.80E-08	Villafranchiano coesivo
Arpa	104971	250.5	2.05E-05	Depositi fluvio glaciali sciolti
Arpa	104971	234.0	5.94E-06	Depositi fluvio glaciali sciolti
Arpa	104972	254.8	3.22E-05	Depositi fluvio glaciali sciolti
Arpa	104972	248.5	2.36E-05	Depositi fluvio glaciali sciolti
Arpa	104980	260.5	1.86E-05	Depositi fluvio glaciali sciolti
Arpa	104980	247.0	8.83E-06	Depositi fluvio glaciali sciolti

 GRUPPO FERROVIE DELLO STATO	NUOVA LINEA TORINO LIONE TRATTA NAZIONALE Studio geologico, geomorfologico ed idrogeologico					
	Relazione geologica, geomorfologica ed idrogeologica	PROGETTO D040	LOTTO 00	CODIFICA R 69 RG	DOCUMENTO GE0001 001	REV A

Ente	Sigla	punto_medio_slm	K (m/sec)	formazione
Arpa	106193	268.5	5.16E-05	Depositi fluvio glaciali sciolti
Arpa	106194	268.5	6.56E-05	Depositi fluvio glaciali sciolti
Arpa	106190	267.5	1.14E-04	Depositi fluvio glaciali sciolti
Arpa	103123	444.0	1.10E-04	Morenico indifferenziato
Arpa	103123	432.0	6.78E-05	Morenico indifferenziato
Arpa	103123	410.0	1.06E-04	Morenico indifferenziato
Arpa	103123	407.0	4.70E-07	Morenico indifferenziato
Arpa	103123	396.0	1.20E-04	Morenico indifferenziato
Arpa	103123	390.5	1.13E-04	Morenico indifferenziato
Arpa	103123	382.0	1.24E-04	Morenico indifferenziato
Arpa	103124	469.5	4.13E-05	Morenico indifferenziato
Arpa	103124	448.5	4.13E-05	Morenico indifferenziato
Arpa	103124	415.5	3.08E-05	Morenico indifferenziato
Arpa	103124	387.0	2.20E-06	Morenico indifferenziato
Arpa	103125	423.5	3.58E-05	Morenico indifferenziato
Arpa	103125	401.0	7.18E-05	Villafranchiano coesivo
Arpa	106379	377.0	3.09E-04	Depositi fluviali incoerenti
Arpa	106379	375.0	1.02E-04	Depositi fluviali incoerenti
Arpa	102905	238.5	2.10E-05	Depositi fluviali incoerenti
Arpa	102907	237.0	2.80E-05	Depositi fluviali incoerenti
Arpa	102916	240.0	2.36E-07	Depositi fluviali incoerenti
Arpa	102917	240.0	6.30E-05	Depositi fluviali incoerenti
Arpa	102923	239.5	3.11E-06	Depositi fluviali incoerenti
Arpa	102928	203.5	3.54E-08	Lugagnano
Arpa	102928	195.5	6.95E-08	Lugagnano
Arpa	102929	205.5	8.93E-05	Villafranchiano coesivo
Arpa	102929	205.0	2.36E-06	Villafranchiano coesivo
Arpa	102929	197.5	2.39E-06	Villafranchiano incoerente
Arpa	102930	210.5	3.99E-07	Villafranchiano coesivo
Arpa	102930	208.5	2.67E-07	Villafranchiano coesivo
Arpa	102930	206.0	1.54E-07	Villafranchiano coesivo
Arpa	102931	210.5	3.03E-06	Villafranchiano coesivo
Arpa	104901	354.0	9.31E-07	Depositi palustri
Arpa	104901	351.0	1.06E-06	Depositi palustri
Arpa	104901	348.0	5.53E-07	Depositi palustri

Tabella 3 – Elenco delle prove utilizzate per definire il coefficiente di permeabilità delle unità litotecniche intercettate dal tracciato di progetto

La sintesi di questi dati è riportata in Figura 14. In figura i pallini blu indicano l'insieme delle prove elencate nella tabella precedente distinte per unità litotecnica. Con cerchio nero sono indicate le prove che, discostandosi eccessivamente dai valori medi dell'unità, sono state ritenute non significative. Il pallino rosso indica invece il valore medio di permeabilità ottenuto

 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO	NUOVA LINEA TORINO LIONE TRATTA NAZIONALE Studio geologico, geomorfologico ed idrogeologico					
	Relazione geologica, geomorfologica ed idrogeologica	PROGETTO D040	LOTTO 00	CODIFICA R 69 RG	DOCUMENTO GE0001 001	REV A

eseguendo la media aritmetica dei valori di permeabilità di ogni singola unità, con esclusione di quelli cerchiati in nero.

Valori di permeabilità, in metri/sec, dedotti dalle prove eseguite nei sondaggi (dati estratti dalle stratigrafie Italferr e dal database di ARPA Piemonte)

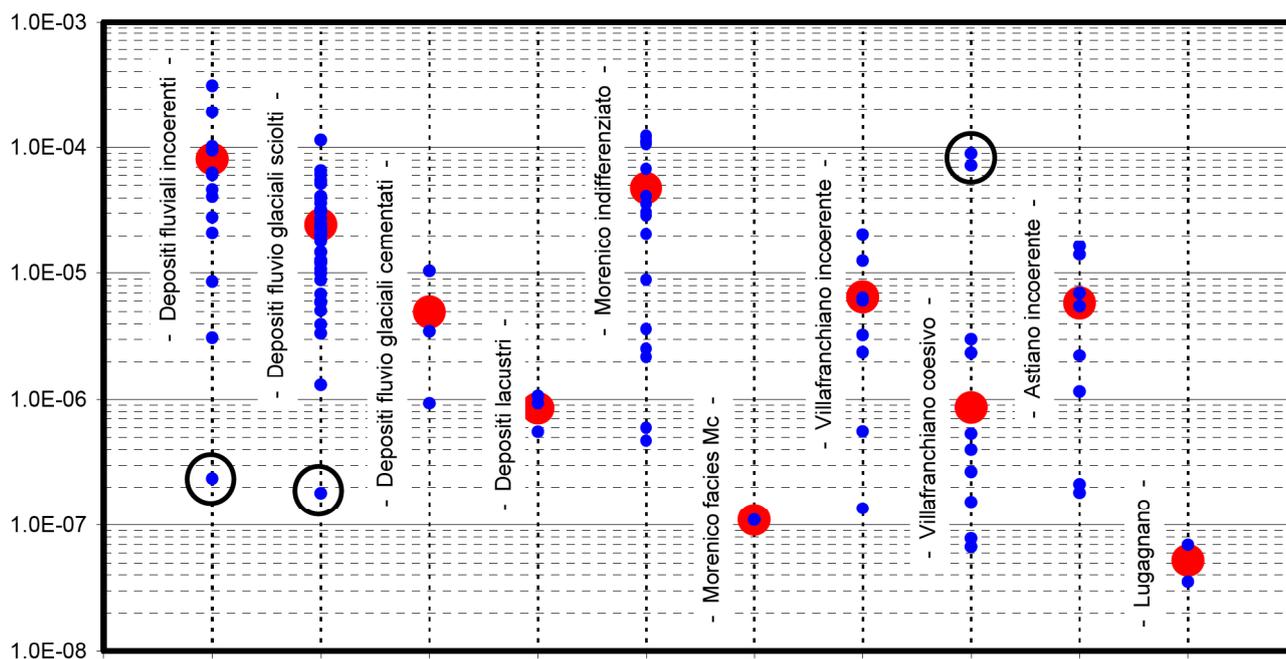


Figura 14 – Valori di permeabilità, espressi in metri/sec, desunti dalle prove Lefranc eseguite nell'area di studio.

	NUOVA LINEA TORINO LIONE TRATTA NAZIONALE Studio geologico, geomorfologico ed idrogeologico					
	Relazione geologica, geomorfologica ed idrogeologica	PROGETTO D040	LOTTO 00	CODIFICA R 69 RG	DOCUMENTO GE0001 001	REV A

In particolare per le diverse unità litotecniche sono stati ricavati i seguenti valori medi di permeabilità:

Unità geologica di riferimento	K (m/sec)
Depositi fluviali incoerenti	8.1E-05
Depositi fluvio glaciali sciolti	2.5E-05
Depositi fluvio glaciali cementati	4.9E-06
Depositi lacustri	8.5E-07
Morenico indifferenziato	4.8E-05
Morenico in facies Mc	1.1E-07
Villafranchiano incoerente	6.5E-06
Villafranchiano coesivo	8.6E-07
Astiano incoerente	5.8E-06
Argille di Lugagnano	5.2E-08

Tabella 4. Valori medi di permeabilità per le unità litotecniche

Esaminando i risultati ottenuti si possono fare alcune considerazioni.

Le prove eseguite nei depositi fluvio glaciali cementati hanno fornito un valore medio di permeabilità di $5 \cdot 10^{-6}$ m/sec, che risulta piuttosto elevato rispetto a quanto osservato in campagna e all'esame delle carote di sondaggio, dove questi orizzonti appaiono sempre fortemente cementati e di conseguenza poco permeabili.

Questo risultato a prima vista anomalo è probabilmente da collegare alla presenza di porzioni localmente fratturate o a minor grado di cementazione; tendo anche conto del numero limitato di prove dalle quali è stato ricavato il valore medio della permeabilità, si ritiene che questo risultato non sia rappresentativo del comportamento alla scala dell'ammasso, desumibile dalle altre osservazioni, e la permeabilità dei depositi fluvio glaciali cementati sia certamente inferiore.

Anche le prove eseguite nei depositi morenici indifferenziati hanno fornito un valore della permeabilità non coerente rispetto alle caratteristiche granulometriche di questi materiali ed a quanto riportato in bibliografia. Il valore medio della permeabilità, prossimo a $5 \cdot 10^{-5}$ metri/sec e simile a quello dei depositi fluvio glaciali sciolti e dei depositi fluviali incoerenti, è risultato molto elevato se si considera l'abbondante presenza nella matrice di materiale fine, tanto che i depositi morenici vengono generalmente classificati come scarsamente permeabili.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO	NUOVA LINEA TORINO LIONE TRATTA NAZIONALE Studio geologico, geomorfologico ed idrogeologico					
	Relazione geologica, geomorfologica ed idrogeologica	PROGETTO D040	LOTTO 00	CODIFICA R 69 RG	DOCUMENTO GE0001 001	REV A

Il dato sul valore medio deriva però da una media di 18 prove per cui, non esistendo elementi oggettivi per confutarne l'attendibilità, si può ritenere significativo per classificare questa unità litotecnica.

Le frazioni incoerenti del Villafranchiano e dell'Astiano hanno entrambe fornito un valore medio della permeabilità di circa $6 \cdot 10^{-6}$ m/sec, tipico di una sabbia fine debolmente limosa. Le osservazioni eseguite sulle carote di sondaggio mostrano che la frazione fine presente nelle sabbie del Villafranchiano e soprattutto dell'Astiano può essere anche molto modesta fino ad arrivare per l'Astiano a sabbie quasi pulite. In questi casi la permeabilità potrebbe risultare superiore rispetto a quella media calcolata.

Il Villafranchiano coesivo è risultato avere una permeabilità media di quasi $1 \cdot 10^{-6}$ m/sec, valore piuttosto elevato visto il tipo di materiale. Occorre però considerare che gli intervalli classificati come coesivi sono spesso costituiti da fitte alternanze di livelli francamente coesivi e livelli sabbioso limosi o limoso argillosi e pertanto le prove possono risentire di questa variabilità litologica. Il valore ottenuto quindi può essere ritenuto valido come valore medio dell'unità litotecnica classificata come Villafranchiano coesivo, mentre i veri orizzonti coesivi hanno probabilmente una permeabilità inferiore.

Le prove eseguite in corrispondenza delle Argille di Lugagnano hanno fornito un valore di permeabilità di $5 \cdot 10^{-8}$ m/sec. Il valore, tipico di un limo o di una argilla limosa, è coerente con quanto desunto dalle stratigrafie di pozzo e dalle informazioni bibliografiche.

6.2.1 Le permeabilità nel profilo, nelle sezioni e nella carta idrogeologica

Basandosi sull'insieme delle prove, nel profilo e nelle sezioni idrogeologiche sono state individuate tre unità idrogeologiche a permeabilità decrescente:

- Unità 1 - permeabilità alta: $k > 1 \cdot 10^{-5}$ m/sec - permeabilità primaria per porosità nei terreni sciolti, secondaria per fratturazione e dissoluzione della cementazione carbonatica nei livelli e strati lapidei (conglomerati). Nell'Unità 1 ricadono i depositi fluviali prevalentemente ghiaiosi (Fi), il fluvio glaciale sciolto (FG) e il morenico indifferenziato (Mi).
- Unità 2 – permeabilità media: $1 \cdot 10^{-6} < k \leq 1 \cdot 10^{-5}$ m/sec - permeabilità primaria per porosità. Nell'Unità 2 ricadono i depositi Villafranchiani incoerenti (Vi) e le sabbie astiane incoerenti (Ai).

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO	NUOVA LINEA TORINO LIONE TRATTA NAZIONALE Studio geologico, geomorfologico ed idrogeologico					
	Relazione geologica, geomorfologica ed idrogeologica	PROGETTO D040	LOTTO 00	CODIFICA R 69 RG	DOCUMENTO GE0001 001	REV A

- Unità 3 – permeabilità bassa: $k \leq 1 \cdot 10^{-6}$ m/sec - permeabilità primaria per porosità. Nell'Unità 3 ricadono i depositi glaciali in facies Mc, il Villafranchiano coesivo (Vc) e la Argille di Lugagnano (L). In corrispondenza del fluviale coesivo (Fc) e dell'Astiano coesivo (Ac) non sono state eseguite prove di permeabilità ma, per via delle caratteristiche litologiche, si è comunque ritenuto di inserire queste unità litotecniche all'interno dell'Unità C. All'Unità C appartengono anche i livelli cementati del fluvio glaciale. Questi livelli, rilevati in alcuni sondaggi, non sono stati riportati in sezione per via del fatto che i dati a disposizione erano insufficienti per eseguire delle correlazioni affidabili.

Si segnala infine che un elemento apparentemente anomalo, che non concorda con quanto riportato in bibliografia, è la permeabilità del morenico indifferenziato, che risulta addirittura superiore rispetto a quella del Villafranchiano incoerente e dell'Astiano.

La carta idrogeologica è stata elaborata attribuendo un grado di permeabilità corrispondente a quello delle unità idrogeologiche individuate (Unità 1 – permeabilità alta, Unità 2 – permeabilità media, Unità 3 – permeabilità bassa) a ciascuna delle unità allostratigrafiche definite dalla cartografia CARG, sulla base della descrizione litologica e, laddove disponibili, dei risultati delle prove di permeabilità eseguite in foro di sondaggio.

Inoltre agli accumuli di origine antropica (unità UIDh) è stato assegnato un grado di permeabilità non definibile mentre tutte le unità del substrato pre-pliocenico sono state definite come permeabili per fratturazione.

La Tabella 5 riporta le permeabilità attribuite alle diverse Unità allostratigrafiche CARG.

Sigla		Permeabilità
UID	b2	Media
UID	a3	Alta
UID	a1	Alta
UID	e	Bassa
UID	h	Non definibile
UIN	d	Media
UIN	a3	Alta
CSN	3b	Alta
CSN	3e	Bassa
CSN	2c5	Media
CSN	2b	Alta
CSN	2e	Bassa
MES	b	Media
UMA	e	Bassa

Sigla		Permeabilità
LSS	e	Media
RGM	2b	Alta
RGM	1b	Alta
LMA	b	Alta
FNO	b	Alta
AML	2e	Bassa
AML	2b	Alta
AML	2c4	Media
AML	1b	Media
AML	1e	Bassa
AML	1c4	Media
AFR	2b	Alta
AFR	2d	Media
AFR	2e	Bassa

	NUOVA LINEA TORINO LIONE TRATTA NAZIONALE Studio geologico, geomorfologico ed idrogeologico					
	Relazione geologica, geomorfologica ed idrogeologica	PROGETTO D040	LOTTO 00	CODIFICA R 69 RG	DOCUMENTO GE0001 001	REV A

Sigla		Permeabilità
AFR	2c3	Media
AFR	2c4	Media
AFR	2c5	Media
AFR	1b	Media
AFR	1e	Bassa
AFR	1c1	Media
AFR	1c3	Media
AFR	1c4	Media
AFR	1c5	Alta
BEN	c1	Media
BEN	2b	Media
BEN	2c1	Media
BEN	2c4	Media
BEN	2c5	Alta
BEN	2e	Bassa
BEN	1b	Media
BEN	2c1	Media
BEN	1c4	Media
BEN	1c5	Alta
BEN	1e	Bassa
GLI	b	Media
APO	b	Alta

Sigla		Permeabilità
ASF	b	Alta
AFO	b	Media
OCS		Permeabile per fratturazione
OMB		Permeabile per fratturazione
OMG		Permeabile per fratturazione
OSS		Permeabile per fratturazione
DUT		Permeabile per fratturazione
PHT		Permeabile per fratturazione
IMC		Permeabile per fratturazione
DLG		Permeabile per fratturazione
DGM		Permeabile per fratturazione
DGO		Permeabile per fratturazione
DMG		Permeabile per fratturazione
DMS		Permeabile per fratturazione

Tabella 5 – Permeabilità delle unità CARG presenti nell'area di studio (attribuzione basata sulla descrizione litologica delle unità allostratigrafiche).

La corrispondenza tra le unità idrogeologiche, le unità CARG della carta geologica e le unità litotecniche del profilo geologico è riportata nella seguente tabella.

Tabella 6. Corrispondenza tra le unità idrogeologiche, le unità CARG e le unità litotecniche

Unità idrogeologica	Unità CARG carta geologica	Unità litotecniche profilo geologico
1: permeabilità alta	CSN3b, CSN2b, RGM1b, AFR2b, BEN2b, AFR2d, BEN2c5	Fi, FG, Mi ⁽¹⁾
2: permeabilità media	UINd, AML1c4, AFR2c5,	Vi, Ai,
3: permeabilità bassa	AML2e, AML1e, AFR2e, AFR1c1, BEN1b, BEN2c4	Vc, Ac, Mc, Fc, L
4: permeabilità per fratturazione	OMB, OSS	OMB, OSS
5: permeabilità indefinita	UIDh ⁽²⁾	

(1) L'unità litotecnica Mi può localmente avere permeabilità media e/o bassa laddove è costituita da depositi fini di origine lacustre, palustre, di torbiera, o glaciale indifferenziati.

(2) L'unità geologica CARG UIDh (Accumuli di origine antropica) non è stata distinta in profilo.

	NUOVA LINEA TORINO LIONE TRATTA NAZIONALE Studio geologico, geomorfologico ed idrogeologico					
	Relazione geologica, geomorfologica ed idrogeologica	PROGETTO D040	LOTTO 00	CODIFICA R 69 RG	DOCUMENTO GE0001 001	REV A

6.3 Ricostruzione della superficie a curve isofreatiche

Nell'ambito dello studio idrogeologico è stata eseguita la ricostruzione di una superficie a curve isofreatiche, riportata nella carta idrogeologica allegata alla presente relazione, rappresentativa della piezometrica presente nell'area interessata dal tracciato di progetto. Per eseguire questa elaborazione sono stati utilizzati i dati forniti dal Politecnico di Torino, dall'Arpa Piemonte, dalla Regione Piemonte, dalla tesi di laurea di Nicolussi (UNITO, 1992) e da SMAT. Complessivamente la ricostruzione è stata eseguita interpolando 571 punti, riportati nella Tabella 7.

La prima colonna della tabella indica il codice del punto, la seconda la quota della falda in metri sul livello del mare e la terza l'ente da cui è stato reperito il dato. L'equivalenza sigla ente è illustrata nel seguente elenco:

- Polito → Dato fornito dal Politecnico di Torino
- Laghi → Punto sul bordo del lago piccolo (Lp) o del lago grande di Avigliana (Lg). In corrispondenza di questi punti si suppone che la quota falda coincida con la quota piano campagna
- San., Po, Dora → Punto lungo l'alveo del torrente Sangone, del fiume Po o del torrente Dora Riparia. In corrispondenza di questi punti si suppone che la quota falda coincida con la quota piano campagna
- Po → Punto lungo l'alveo del fiume Po in cui si suppone che la quota falda coincida con la quota piano campagna
- Dora → Punto lungo l'alveo del torrente Dora Riparia in cui si suppone che la quota falda coincida con la quota piano campagna
- Arpa → Dato reperito dal database di Arpa Piemonte
- DA → Dato fornito da Direzione Ambiente
- Nic → Dato estratto dalla tesi di laurea di Nicolussi (1992)
- IF → Dato ottenuto da prove condotte da Italferr
- Smat → Dato fornito da Smat
- Rilev. → Dato misurato sul campo nel corso dei rilievi condotti nell'ambito del presente studio.

Codice	Quota	Ente
3	223	Polito

Codice	Quota	Ente
6	234	Polito

Codice	Quota	Ente
8	234	Polito

Codice	Quota	Ente
14	222	Polito

Codice	Quota	Ente
1576	292	arpa
1577	292	arpa
1578	292	arpa
1579	293	arpa
1586	286	arpa
1595	286	arpa
1596	283	arpa
1597	283	arpa
1598	284	arpa
1599	285	arpa
1600	286	arpa
1601	285	arpa
1602	284	arpa
1603	284	arpa
1604	285	arpa
1605	285	arpa
1607	238	arpa
1610	238	arpa
1613	238	arpa
1617	237	arpa
1621	237	arpa
1623	242	arpa
1625	241	arpa
1626	242	arpa
1627	241	arpa
1628	241	arpa
1629	242	arpa
1630	242	arpa
1631	247	arpa
1632	254	arpa
1633	281	arpa
1633	281	arpa
1634	257	arpa
1635	247	arpa
1635	247	arpa
1636	251	arpa
1638	245	arpa
1639	246	arpa
1640	247	arpa
1702	235	arpa
1703	235	arpa
1704	235	arpa
1978	215	arpa
1979	217	arpa
2066	317	arpa
2067	317	arpa
2084	216	arpa
2085	214	arpa
100149	344	arpa
100150	343	arpa
100157	247	arpa

Codice	Quota	Ente
100158	247	arpa
101109	222	arpa
101110	223	arpa
101111	223	arpa
101112	223	arpa
101113	224	arpa
101151	287	arpa
101152	290	arpa
101153	287	arpa
102072	235	arpa
102073	235	arpa
102807	224	arpa
102808	224	arpa
102809	217	arpa
102810	220	arpa
102811	220	arpa
102812	220	arpa
102813	220	arpa
102814	217	arpa
102856	222	arpa
102872	225	arpa
102873	225	arpa
102878	224	arpa
102879	236	arpa
102880	236	arpa
102881	235	arpa
102882	235	arpa
102883	236	arpa
102884	236	arpa
102924	236	arpa
102925	225	arpa
102926	223	arpa
102927	226	arpa
102928	224	arpa
102929	223	arpa
102930	223	arpa
102931	225	arpa
102932	226	arpa
102933	224	arpa
102934	224	arpa
102935	224	arpa
102936	221	arpa
102937	226	arpa
102938	226	arpa
102939	226	arpa
102940	227	arpa
102941	226	arpa
102942	226	arpa
102943	225	arpa
102944	226	arpa
102949	226	arpa

Codice	Quota	Ente
102950	221	arpa
102951	222	arpa
102952	219	arpa
102953	228	arpa
102957	222	arpa
102958	238	arpa
102959	226	arpa
102960	220	arpa
102961	217	arpa
102962	226	arpa
102963	225	arpa
102964	226	arpa
102965	226	arpa
102966	230	arpa
102967	226	arpa
102975	228	arpa
103041	217	arpa
103043	228	arpa
103044	226	arpa
103045	223	arpa
103046	223	arpa
103047	222	arpa
103048	222	arpa
103049	226	arpa
103050	222	arpa
103051	222	arpa
103123	396	arpa
103126	391	arpa
103127	445	arpa
103128	457	arpa
103129	469	arpa
103131	416	arpa
103135	352	arpa
103138	333	arpa
103139	357	arpa
103140	388	arpa
103141	385	arpa
103143	335	arpa
103144	333	arpa
104061	222	arpa
104062	221	arpa
104063	221	arpa
104064	222	arpa
104065	221	arpa
104402	378	arpa
104403	378	arpa
104404	378	arpa
104405	376	arpa
104406	376	arpa
104775	215	arpa
104776	213	arpa

Codice	Quota	Ente
104779	213	arpa
104780	214	arpa
104783	212	arpa
104793	212	arpa
104796	213	arpa
104801	211	arpa
104844	235	arpa
104844	235	arpa
104883	216	arpa
104884	218	arpa
104885	222	arpa
104886	215	arpa
104887	218	arpa
104888	221	arpa
104889	367	arpa
104891	367	arpa
104894	370	arpa
104966	223	arpa
104967	220	arpa
104968	211	arpa
104969	228	arpa
104970	235	arpa
104970	235	arpa
104971	240	arpa
104972	242	arpa
104973	223	arpa
104977	227	arpa
104978	229	arpa
104980	249	arpa
104981	232	arpa
104981	232	arpa
104998	318	arpa
104999	318	arpa
105000	318	arpa
105001	319	arpa
105008	319	arpa
105056	249	arpa
105057	249	arpa
105058	251	arpa
105059	254	arpa
105060	256	arpa
105062	246	arpa
105064	252	arpa
105065	260	arpa
105179	230	arpa
105218	236	arpa
105220	232	arpa
105221	229	arpa
105223	237	arpa
105225	244	arpa
105226	244	arpa

Codice	Quota	Ente
105227	244	arpa
105295	217	arpa
105297	221	arpa
105298	218	arpa
105299	217	arpa
105301	217	arpa
105323	344	arpa
105323	344	arpa
105324	348	arpa
105325	348	arpa
105329	331	arpa
105369	343	arpa
106187	249	arpa
106193	248	arpa
106194	248	arpa
106310	329	arpa
106311	329	arpa
106322	233	arpa
106323	238	arpa
106324	228	arpa
106325	226	arpa
106326	234	arpa
106330	234	arpa
106331	234	arpa
106332	236	arpa
106334	238	arpa
106335	236	arpa
106336	236	arpa
106338	229	arpa
106349	235	arpa
106352	231	arpa
106352	231	arpa
106353	239	arpa
106379	376	arpa
106380	372	arpa
106381	379	arpa
106382	379	arpa
106470	247	arpa
106805	356	arpa
106814	445	arpa
106815	394	arpa
106815	394	arpa
106820	353	arpa
107224	378	arpa
107225	378	arpa
107419	248	arpa
7	336	Nic.
8	294	Nic.
9	244	Nic.
10	261	Nic.
11	280	Nic.

Codice	Quota	Ente
12	264	Nic.
14	251	Nic.
16	285	Nic.
17	274	Nic.
21	273	Nic.
31	305	Nic.
32	333	Nic.
33	256	Nic.
34	267	Nic.
35	232	Nic.
36	297	Nic.
38	296	Nic.
39	293	Nic.
42	254	Nic.
45	250	Nic.
46	252	Nic.
47	292	Nic.
48	321	Nic.
49	322	Nic.
50	321	Nic.
51	320	Nic.
3094040	233	DA
02		
3094030	237	DA
02		
3094030	236	DA
01		
3259010	321	DA
01		
G12	392	if
G17	247	if
G21	241	if
G22	234	if
G31	243	if
G32	241	if
G33	237	if
G36	229	if
G46	224	if
G52	253	if
G55	317	if
G60	237	if
G62	219	if
G63	219	if
1292AP0	242	smat
33		
1028AP0	254	smat
06		
1292AP0	249	smat
12		
1292AP0	246	smat
14		
1292AP0	238	smat
26		
1292AP0	235	smat
37		

Codice	Quota	Ente
1292AP0	212	smat
04		
1292AP0	235	smat
40		
1292AP0	235	smat
08		
1292AP0	241	smat
10		
1292AP0	227	smat
38		
1292AP0	242	smat
19		
1272AP0	220	smat
13		
1272AP0	226	smat
06		
1272AP0	225	smat
10		
1028AP0	235	smat
34		
1028AP0	233	smat
29		
1028AP0	231	smat
25		
1028AP0	229	smat
23		
1028AP0	232	smat
27		
1028AP0	229	smat
37		
1028AP0	235	smat
11		
1028AP0	230	smat
14		
1028AP0	233	smat
17		
1028AP0	234	smat
21		
1028AP0	229	smat
08		
1272AP0	244	smat
04		
1099AP0	259	smat
02		
1099AP0	256	smat
06		
1099AP0	248	smat
07		
1099AP0	240	smat
10		
1099AP0	258	smat
08		
1099AP0	258	smat
09		
1099AP0	275	smat
03		
1099AP0	257	smat
05		
1116AP0	302	smat
01		
1116AP0	249	smat
03		
1272AP0	245	smat
17		

Codice	Quota	Ente
1292AP0	255	smat
02		
1292AP0	255	smat
30		
1292AP0	237	smat
31		
1292AP0	237	smat
35		
1292AP0	248	smat
22		
1292AP0	249	smat
06		
1292AP0	227	smat
24		
1292AP0	242	smat
28		
1292AP0	233	smat
42		
1214AP0	252	smat
08		
1214AP0	256	smat
09		
1214AP0	247	smat
06		
1214AP0	251	smat
01		
1214AP0	251	smat
11		
1214AP0	251	smat
10		
1214AP0	257	smat
12		
1214AP0	258	smat
13		
1214AP0	257	smat
14		
1214AP0	254	smat
02		
1214AP0	255	smat
03		
1214AP0	250	smat
05		
1214AP0	252	smat
18		
1099AP0	247	smat
04		
1116AP0	297	smat
02		
1243AP0	267	smat
04		
1243AP0	249	smat
02		
1120AP0	245	smat
01		
1120AP0	247	smat
07		
1272AP0	245	smat
18		
1211AP0	512	smat
04		
H2	358	Rilev.

	NUOVA LINEA TORINO LIONE TRATTA NAZIONALE Studio geologico, geomorfologico ed idrogeologico					
	Relazione geologica, geomorfologica ed idrogeologica	PROGETTO D040	LOTTO 00	CODIFICA R 69 RG	DOCUMENTO GE0001 001	REV A

Tabella 7 – Elenco dei punti utilizzati per la realizzazione della superficie a curve isofreatiche.

Nonostante la cospicua mole di informazioni disponibili, la ricostruzione della falda ha un forte limite dovuto dall'estrema disomogeneità dei dati utilizzati. In particolare le date di rilevamento sono estremamente variabili e coprono un intervallo temporale di decine di anni. Sono stati così elaborati in un unico modello dati rilevati negli anni '60 e dati rilevati nel 2010, e questa operazione inevitabilmente introduce errori nella ricostruzione. Un'ulteriore disomogeneità riguarda la stagione dell'anno in corrispondenza della quale è stato rilevato il dato, variabile da punto a punto. Un ulteriore elemento dubbio è dovuto all'incerta attribuzione del singolo dato ad uno specifico corpo acquifero. In molti casi infatti non è stato possibile definire quale acquifero sia stato intercetto o se sia stato intercettato più di un acquifero.

Pur con questi limiti la ricostruzione della piezometrica nell'area interessata dagli affioramenti del fluvioglaciale risulta fundamentalmente concordante con quanto riportato da Regione Piemonte 2005 e pertanto in prima approssimazione si può supporre che la ricostruzione effettuata sia nella sostanza accettabile.

Nella zona dell'anfiteatro morenico, al contrario, le incertezze sono molto superiori. In questa zona infatti gli unici dati disponibili si hanno lungo i corsi d'acqua della Dora e del Sangone, mentre in corrispondenza della collina morenica i dati sono estremamente scarsi.

La ricostruzione, eseguita con i pochi dati disponibili, evidenzia una risalita della falda in corrispondenza della porzione centrale dell'anfiteatro morenico.

Nell'area sono stati eseguiti alcuni sondaggi della campagna Italferr (G12, G55), che hanno consentito di ricostruire con maggiore precisione la sequenza stratigrafica nella collina morenica e acquisire informazioni molto utili sulle quote dei livelli piezometrici.

La ricostruzione ottenuta, pur con il livello di approssimazione che la caratterizza dovuto all'eterogeneità dei dati di input, rappresenta uno strumento essenziale per le prime valutazioni dell'andamento dei flussi e dei carichi idraulici lungo il tracciato, che potrà essere aggiornato ed approfondito nelle successive fasi progettuali.

	NUOVA LINEA TORINO LIONE TRATTA NAZIONALE Studio geologico, geomorfologico ed idrogeologico					
	Relazione geologica, geomorfologica ed idrogeologica	PROGETTO D040	LOTTO 00	CODIFICA R 69 RG	DOCUMENTO GE0001 001	REV A

6.4 Carta della base dell'acquifero superficiale

Nell'area interessata dallo studio è possibile individuare un acquifero superficiale, con sede principalmente nei depositi fluviali recenti e nei depositi fluvio glaciali, e un acquifero profondo, con sede principalmente nei depositi Villafranchiani e Astiani.

Per una corretta gestione delle acque è importante definire un limite fra la falda superficiale e la falda profonda, che essendo più protetta, è più idonea allo sfruttamento a fine idropotabile.

In particolare la Regione Piemonte definisce come falda freatica, superficiale o libera la falda più vicina alla superficie del suolo, alimentata direttamente dalle acque di infiltrazione superficiali ed in diretta connessione con il reticolo idrografico.

Per poter operativamente definire un limite è stato condotto dalla Regione Piemonte uno studio che ha permesso di produrre una carta della base dell'acquifero superficiale e pertanto, da un punto di vista operativo, si definisce acquifero superficiale l'acquifero che ha sede nella porzione al di sopra del limite individuato in questa carta.

Vengono invece definite come falde profonde le falde poste al di sotto di questo limite. In linea generale si tratta di falde confinate, semiconfinate oppure ospitate nelle porzioni inferiori dell'acquifero indifferenziato, caratterizzate da una bassa velocità di deflusso, da elevati tempi di ricambio e da una differente qualità idrochimica rispetto a quelle ospitate nelle porzioni più superficiali delle medesime unità.

Visto che il limite fra acquifero superficiale e acquifero profondo non è sempre definibile in modo univoco, sono state definite una serie di linee guida sintetizzate nella Tabella 8 e riportate in dettaglio nella pubblicazione citata.

Situazione geologico idrogeologica	Criterio di posizionamento
Il limite inferiore del sistema degli acquiferi superficiali coincide con il limite tra un complesso litostratigrafico superiore permeabile, costituito da depositi grossolani, e un complesso litostratigrafico sottostante, costituito da alternanze di livelli permeabili ed impermeabili.	Il limite è posto al tetto di un livello di depositi fini impermeabili con estensione laterale significativa (in genere superiore ai 2 chilometri) e spessore maggiore di 5 metri.
Il limite inferiore del sistema degli acquiferi superficiali coincide con il limite tra un complesso superiore grossolano permeabile e un complesso sottostante costituito da alternanze di livelli permeabili ed impermeabili.	Il limite, in questo caso, non è netto come nel caso precedente, ma è rappresentato da un'alternanza di sottili livelli (massimo 2 metri) permeabili e impermeabili, sul totale dei quali quelli impermeabili rappresentino almeno il 25-50%
Il limite inferiore del sistema degli acquiferi superficiali coincide con il limite tra un complesso superiore grossolano permeabile e un complesso sottostante costituito da alternanze di livelli	Il limite, in questo caso, è posto al tetto del primo livello fine impermeabile che segna l'inizio di un'alternanza significativa

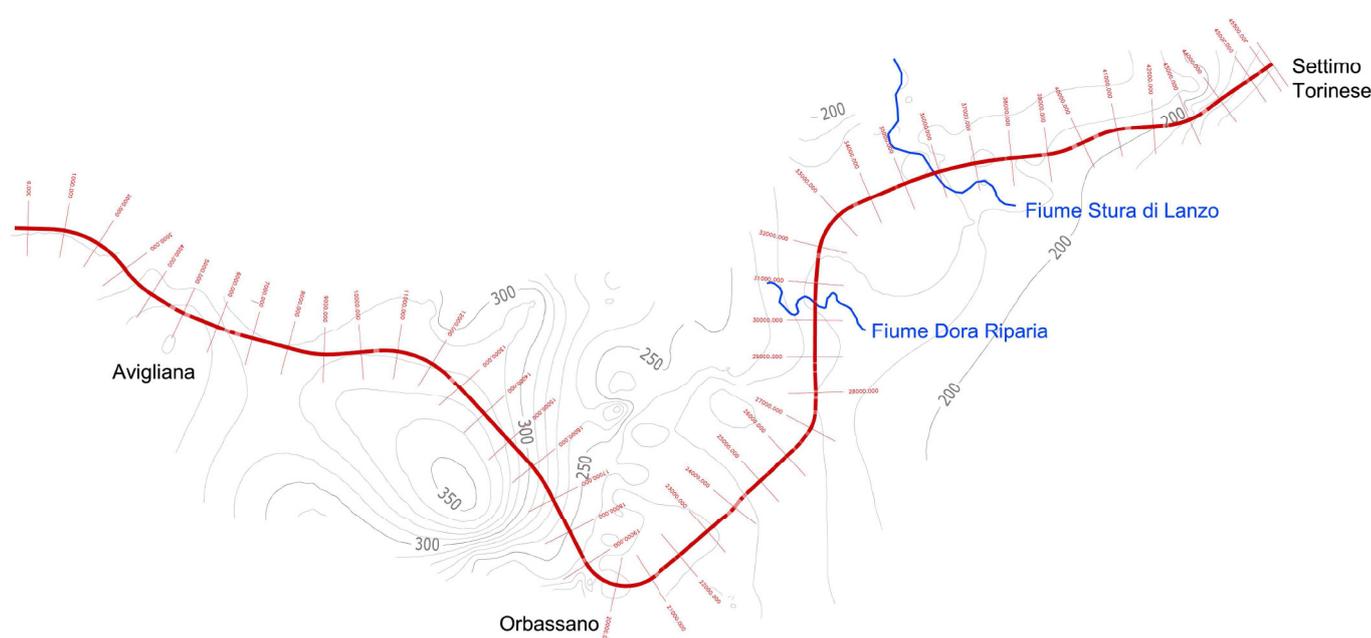
 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO	NUOVA LINEA TORINO LIONE TRATTA NAZIONALE Studio geologico, geomorfologico ed idrogeologico					
	Relazione geologica, geomorfologica ed idrogeologica	PROGETTO D040	LOTTO 00	CODIFICA R 69 RG	DOCUMENTO GE0001 001	REV A

permeabili ed impermeabili. Si ha una situazione di "acquifero indifferenziabile" o "indifferenziato" dal punto di vista litostratigrafico quando mancano livelli impermeabili, per cui si individua un unico complesso grossolano molto potente.	In questo caso il limite è stato posto considerando 50 metri di spessore della zona satura a partire dalla superficie piezometrica media, poiché i dati di letteratura confermati da recenti studi eseguiti indicano che oltre questa profondità le acque appartengono ad un sistema di flusso profondo, anche se non esiste una evidente separazione litologica
--	--

Tabella 8 – Principali criteri utilizzati per la definizione della base dell'acquifero superficiale (da Regione Piemonte 2009b)

Sulla base delle stratigrafie dei 395 sondaggi riportati nella Tabella 10, utilizzando i medesimi criteri dalla Regione Piemonte è stata tentata una ricostruzione della base dell'acquifero superficiale. Nella tabella che riporta la fonte dei dati sono indicati tre campi. Il primo indica la sigla del sondaggio, il secondo la quota base acquifero espressa in metri sul livello del mare e l'ultima casella riporta la fonte del dato. Quando la quota base acquifero è preceduta dal segno di minore significa che la base del sondaggio non ha raggiunto la base dell'acquifero superficiale. In questo caso è stato semplicemente indicato che la quota base acquifero era posizionata ad una quota inferiore rispetto al fondo foro del sondaggio.

Utilizzando queste informazioni è stata realizzata la carta della base dell'acquifero superficiale riportata in Figura 15.



 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO	NUOVA LINEA TORINO LIONE TRATTA NAZIONALE Studio geologico, geomorfologico ed idrogeologico					
	Relazione geologica, geomorfologica ed idrogeologica	PROGETTO D040	LOTTO 00	CODIFICA R 69 RG	DOCUMENTO GE0001 001	REV A

Figura 15 – Carta della base dell'acquifero superficiale (isolinee in m slm)

Il risultato generalmente concorda con quanto riportato da Regione Piemonte 2009b, come dimostra la seguente Figura 16.

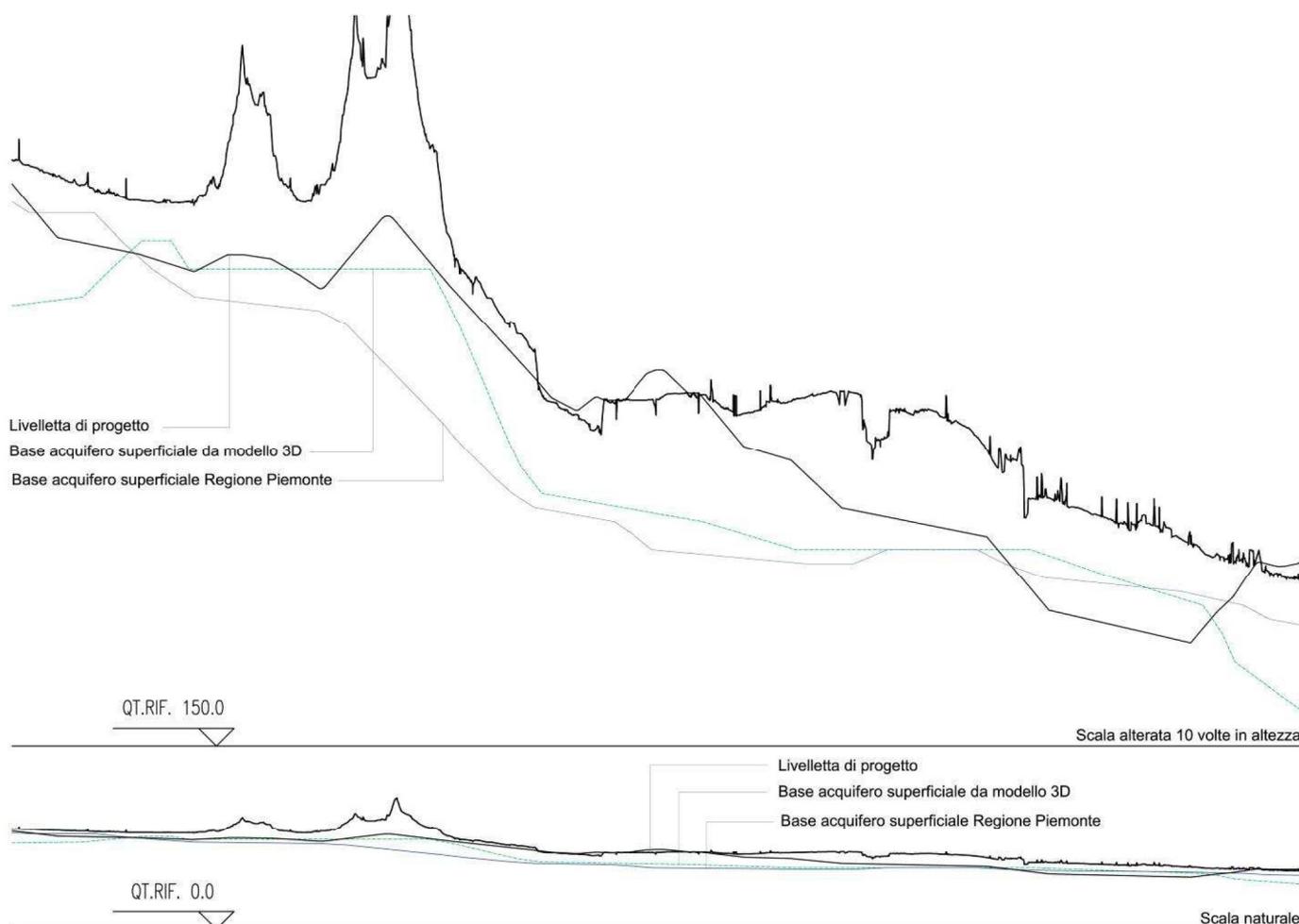


Figura 16 – Ricostruzioni della base dell'acquifero superficiale lungo il profilo topografico del tracciato di progetto.

La Figura 16 mostra il profilo topografico del tracciato di progetto sul quale sono state montate le due interpretazioni del limite di separazione fra acquifero profondo e acquifero superficiale. Nella zona di pianura le due linee risultano praticamente coincidenti.

In queste interpretazioni l'elemento più significativo è il ripido innalzamento della superficie di base dell'acquifero superficiale nella zona sottostante la collina morenica. Questo effetto, ben visibile in Figura 15 nel tratto immediatamente ad ovest di Orbassano, è stato evidenziato dai sondaggi G12 (Italferr), 32 (Nicolussi) e 760 (Politecnico di Torino) che ricadono nella zona

	NUOVA LINEA TORINO LIONE TRATTA NAZIONALE Studio geologico, geomorfologico ed idrogeologico					
Relazione geologica, geomorfologica ed idrogeologica	PROGETTO D040	LOTTO 00	CODIFICA R 69 RG	DOCUMENTO GE0001 001	REV A	FOGLIO 63 di 110

della collina morenica e dei sondaggi 49, 50 e 51 (Nicolussi) che ricadono poco all'esterno del limite dei depositi morenici (Tabella 9).

 GRUPPO FERROVIE DELLO STATO	NUOVA LINEA TORINO LIONE TRATTA NAZIONALE Studio geologico, geomorfologico ed idrogeologico					
	Relazione geologica, geomorfologica ed idrogeologica	PROGETTO D040	LOTTO 00	CODIFICA R 69 RG	DOCUMENTO GE0001 001	REV A

Sondaggio	Quota boccafoto	Profondità base acq. Sup	QBA	Note
49 (Nic)	325	14	311	Fra 14 e 23 metri la stratigrafia riporta un livello coesivo prevalentemente limoso. Il limite è stato posto al tetto di questo livello.
50 (Nic)	324	29	295	La stratigrafia, mal leggibile, riporta da 5 a 22 metri limi prevalenti e da 22 a 29 metri sabbie e ghiaie prevalenti. Fra 29 e 35 metri compare un secondo livello coesivo e il limite è stato posto al tetto di questo livello.
51 (Nic)	323	12	311	La stratigrafia riporta da 12 a 22.5 metri limi sabbiosi grigi e da 22.5 a 30 m argilla grigia. Il limite è stato posto a 12 metri da p.c.
32 (Nic)	344	26	318	La stratigrafia riporta da 26 a 50 metri argille azzurre compatte. Il limite è stato posto a 26 metri, al tetto di questo spesso intervallo coesivo.
G12 (IF)	395	64	331	Il limite è stato posto a 64 metri, in corrispondenza di un netto passaggio litologico fra morenico e Villafranchiano prevalentemente coesivo
760 (Polito)	375	44	331	La stratigrafia riporta depositi di natura morenica fino a 44 metri. Da 44 a 50 m viene segnalata argilla con strati di ghiaia e sabbia (possibile Villafranchiano). Il limite è stato posto a 44 m

Tabella 9 – Interpretazione della base dell'acquifero superficiale nella zona della collina morenica.

La ragione di questo innalzamento della base dell'acquifero dovrà essere approfondita nel corso di successivi studi anche in relazione ai dati interferometrici visionabili sul sito di ARPA Piemonte.

In ogni caso occorre precisare che la ricostruzione della quota base acquifero al di sotto della collina morenica è stata eseguita con una estrema scarsità di dati e quindi potrebbe essere affetta da un discreto margine di errore.

Sigla	QB A	Fonte
106312	> 333	arpa
106313	> 333	arpa
104794	> 213	arpa
104795	> 213	arpa
104781	> 213	arpa
104782	> 213	arpa
104786	> 213	arpa
104787	> 213	arpa
104788	> 213	arpa
104789	> 213	arpa
104790	> 213	arpa
104791	> 213	arpa

Sigla	QB A	Fonte
104792	> 213	arpa
104454	> 257	arpa
104455	> 257	arpa
104456	> 257	arpa
104457	> 257	arpa
508	> 209	arpa
509	> 209	arpa
510	> 209	arpa
104797	> 211	arpa
104802	> 211	arpa
104803	> 211	arpa
104804	> 211	arpa

Sigla	QB A	Fonte
104777	> 211	arpa
105322	> 343	arpa
104775	> 211	arpa
104779	> 211	arpa
104776	> 210	arpa
104778	> 210	arpa
104784	> 210	arpa
101109	> 218	arpa
101110	> 218	arpa
101111	> 219	arpa
101112	> 219	arpa
755	> 265	arpa

Sigla	QB A	Fonte
756	> 265	arpa
1930	> 268	arpa
104798	> 209	arpa
104799	> 209	arpa
104800	> 209	arpa
104785	> 209	arpa
102826	> 261	arpa
102827	> 260	arpa
101173	> 253	arpa
506	> 200	arpa
104783	> 208	arpa
1570	> 332	arpa

Sigla	QB A	Fonte
103138	> 330	arpa
103981	> 410	arpa
103982	> 410	arpa
106298	> 336	arpa
102830	> 260	arpa
102831	> 260	arpa
104885	> 213	arpa
102828	> 260	arpa
102829	> 260	arpa
104886	> 209	arpa
104888	> 215	arpa
1569	> 332	arpa
104883	> 209	arpa
104884	> 210	arpa
104887	> 210	arpa
106310	> 325	arpa
106311	> 325	arpa
104793	> 205	arpa
1705	> 248	arpa
507	> 200	arpa
505	> 200	arpa
104801	> 203	arpa
103134	> 355	arpa
103135	> 350	arpa
103144	> 323	arpa
501	> 455	arpa
100152	> 387	arpa
102870	> 219	arpa
102871	> 217	arpa
103043	> 221	arpa
106192	> 255	arpa
106195	> 255	arpa
106196	> 255	arpa
106190	> 255	arpa
1454	> 269	arpa
1455	> 275	arpa
1928	> 255	arpa
1929	> 257	arpa
103983	> 405	arpa
103980	> 405	arpa
103048	> 217	arpa
103050	> 216	arpa
103045	> 217	arpa
102596	> 192	arpa
103984	> 404	arpa
500	> 454	arpa
106197	> 252	arpa
102946	> 214	arpa
103049	> 213	arpa
103047	> 212	arpa

Sigla	QB A	Fonte
103136	> 357	arpa
103143	> 324	arpa
105329	> 320	arpa
102949	> 213	arpa
102957	> 212	arpa
102862	> 211	arpa
103044	> 216	arpa
103046	> 212	arpa
104844	> 222	arpa
106191	> 250	arpa
106188	> 250	arpa
106189	> 250	arpa
100	> 320	arpa
101	> 321	arpa
102595	> 188	arpa
102594	> 188	arpa
9	> 331	arpa
105178	> 252	arpa
102807	> 210	arpa
102808	> 210	arpa
102810	> 210	arpa
102811	> 210	arpa
102812	> 210	arpa
102813	> 210	arpa
103051	> 210	arpa
102	> 320	arpa
102863	> 208	arpa
74	> 326	arpa
31	> 262	arpa
102860	> 207	arpa
106194	> 246	arpa
1634	> 246	arpa
1638	> 246	arpa
106193	> 245	arpa
1450	> 250	arpa
1453	> 256	arpa
104967	> 194	arpa
99	> 310	arpa
104966	> 197	arpa
1640	> 241	arpa
106187	> 240	arpa
104971	> 224	arpa
1639	> 236	arpa
104972	> 226	arpa
104980	> 235	arpa
104973	> 192	arpa
104968	> 175	arpa
72	> 322	arpa
73	> 314	arpa
105179	> 227	arpa

Sigla	QB A	Fonte
G20	> 251	IF
G21	> 250	IF
G17	> 243	IF
G18	> 245	IF
G19	> 247	IF
G62	> 184	IF
G63	> 189	IF
G61	> 196	IF
G22	> 228	IF
G52	> 250	IF
G55	> 314	IF
9	> 226	Polit o
13	> 226	Polit o
12	> 225	Polit o
10	> 225	Polit o
11	> 225	Polit o
4	> 236	Polit o
255	> 269	Polit o
253	> 269	Polit o
252	> 269	Polit o
254	> 267	Polit o
562	> 269	Polit o
563	> 272	Polit o
3	> 216	Polit o
14	> 215	Polit o
1424	> 209	Polit o
1423	> 208	Polit o
36	> 205	Polit o
37	> 205	Polit o
38	> 205	Polit o
34	> 205	Polit o
35	> 195	Polit o
814	> 230	Polit o
1237	> 264	Polit o
289	> 224	Polit o
1272AP003	> 192	SMAT

Sigla	QB A	Fonte
1272AP015	> 192	SMAT
1013AP004	> 313	SMAT
1272AP001	> 192	SMAT
1272AP007	> 192	SMAT
1272AP014	> 192	SMAT
G32	221	IF
G12	331	IF
8	221	Polit o
779	184	Polit o
911	171	Polit o
106299	340	arpa
104780	212	arpa
104796	208	arpa
106300	335	arpa
102856	214	arpa
102809	209	arpa
102859	214	arpa
104970	223	arpa
104977	214	arpa
102948	214	arpa
8	302	arpa
104969	214	arpa
102861	212	arpa
102858	213	arpa
1373	322	arpa
102857	214	arpa
102958	220	arpa
6	319	arpa
104981	216	arpa
29	321	arpa
104978	208	arpa
75	311	arpa
30	312	arpa
300801002	224	DA
300801001	225	DA
321402002	290	DA
321402001	293	DA
321403001	277	DA
300109007	239	DA
309003001	222	DA
309403002	234	DA
309403001	236	DA
309002001	239	DA
309404002	230	DA
309404001	233	DA
301001001	198	DA
301001002	198	DA
301001003	198	DA

Sigla	QB A	Fonte
325901001	290	DA
321303001	243	DA
321401001	260	DA
321401002	268	DA
G60	223	IF
G46	210	IF
G36	208	IF
G33	222	IF
G31	224	IF
38	288	Nic
32	318	Nic
36	282	Nic
47	282	Nic
11	262	Nic
13	258	Nic
10	261	Nic
16	284	Nic
28	307	Nic
39	282	Nic
7	305	Nic
21	244	Nic
35	223	Nic
37	235	Nic
12	250	Nic
33	246	Nic
44	249	Nic
8	287	Nic
45	244	Nic
46	242	Nic
30	212	Nic
31	271	Nic
42	248	Nic
34	234	Nic
51	311	Nic
49	311	Nic
50	295	Nic
760	331	Polit o
16	215	Polit o
39	208	Polit o
1176	199	Polit o
1169	198	Polit o
956	201	Polit o
985	207	Polit o
818	247	Polit o
66	221	Polit o

Sigla	QB A	Fonte
1080	193	Polit o
59	228	Polit o
787	216	Polit o
1365	224	Polit o
57	224	Polit o
816	239	Polit o
1385	213	Polit o
640	226	Polit o
1386	203	Polit o
1388	223	Polit o
820	230	Polit o
1332	242	Polit o
951	219	Polit o
1373	234	Polit o
1379	233	Polit o
853	253	Polit o
1231	226	Polit o
1089	229	Polit o
1241	224	Polit o
1079	227	Polit o
821	243	Polit o
769	254	Polit o
1010	226	Polit o
1381	226	Polit o
382	217	Polit o
290	217	Polit o
1334	246	Polit o
1103	246	Polit o
988	244	Polit o
1243	242	Polit o
791	253	Polit o
847	251	Polit o

Sigla	QB A	Fonte
		o
848	251	Polit o
637	218	Polit o
1201	231	Polit o
889	228	Polit o
1240	242	Polit o
1072	230	Polit o
1292AP033	220	SMAT
1028AP006	221	SMAT
1292AP012	214	SMAT
1292AP013	228	SMAT
1292AP014	228	SMAT
1292AP026	228	SMAT
1292AP037	228	SMAT
1292AP004	194	SMAT
1292AP040	225	SMAT
1292AP008	223	SMAT
1292AP010	229	SMAT
1292AP038	215	SMAT
1292AP019	196	SMAT
1272AP013	216	SMAT
1272AP006	213	SMAT
1272AP010	221	SMAT
1028AP034	221	SMAT
1028AP035	221	SMAT
1028AP036	221	SMAT
1028AP029	213	SMAT
1028AP025	223	SMAT
1028AP023	226	SMAT
1028AP027	224	SMAT
1028AP037	226	SMAT
1028AP011	225	SMAT
1028AP031	226	SMAT
1028AP014	223	SMAT
1028AP017	220	SMAT
1028AP021	221	SMAT
1028AP008	222	SMAT
1272AP004	224	SMAT
1099AP006	223	SMAT
1099AP007	225	SMAT
1099AP010	221	SMAT
1099AP005	265	SMAT
1116AP001	311	SMAT
1116AP003	297	SMAT
1272AP017	221	SMAT
1013AP003	317	SMAT
1292AP035	220	SMAT

Sigla	QB A	Fonte
1292AP022	212	SMAT
1292AP006	229	SMAT
1292AP024	210	SMAT
1292AP016	221	SMAT
1292AP028	229	SMAT
1292AP042	224	SMAT
1214AP007	229	SMAT
1214AP008	227	SMAT
1214AP009	218	SMAT
1214AP006	223	SMAT
1214AP001	239	SMAT
1214AP011	231	SMAT
1214AP010	224	SMAT
1214AP012	232	SMAT
1214AP013	230	SMAT
1214AP014	242	SMAT
1214AP002	240	SMAT
1214AP004	221	SMAT
1214AP005	241	SMAT
1214AP018	245	SMAT
1272AP002	224	SMAT
1099AP004	211	SMAT
1090AP003	223	SMAT
1116AP002	312	SMAT
1243AP001	301	SMAT
1243AP004	293	SMAT
1243AP002	266	SMAT
1120AP001	221	SMAT
1120AP007	230	SMAT
1272AP018	226	SMAT
1255AP002	311	SMAT
1024AP001	241	SMAT
1024AP002	241	SMAT
1024AP003	241	SMAT
1024AP004	225	SMAT
1024AP005	225	SMAT
1024AP006	238	SMAT
1024AP007	237	SMAT
1024AP008	226	SMAT
1024AP009	239	SMAT

Tabella 10 - Elenco delle prove utilizzate per la ricostruzione della base dell'acquifero superficiale.

	NUOVA LINEA TORINO LIONE TRATTA NAZIONALE STUDIO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO					
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA	PROGETTO D111	LOTTO 00	CODIFICA R 69 RG	DOCUMENTO GE0001 002	REV .

7 Sismicità

7.1 Inquadramento regionale

Il territorio regionale piemontese è circondato a nord, ad ovest e a sud dal sistema alpino occidentale, catena collisionale originatasi a partire dal Cretaceo per lo scontro fra la placca Europea ed Adriatica. Il contesto tettonico ed i regimi geodinamici tutt'ora attivi portano la regione ad essere interessata da una sensibile attività sismica, generalmente modesta come intensità, ma notevole come frequenza. I terremoti si manifestano principalmente lungo due direttrici che riflettono chiaramente l'assetto tettonico regionale essendo quasi coincidenti, entro un ragionevole margine di distribuzione, l'uno con il fronte Pennidico e l'altro con il limite fra le unità pennidiche e la pianura padana.

Osservando infatti la localizzazione degli epicentri dei terremoti registrati dalla rete sismica si nota chiaramente una distribuzione dispersa lungo due direttrici principali:

una segue la direzione dell'Arco Alpino occidentale nella sua parte interna, in corrispondenza del massimo gradiente orizzontale della gravità;

l'altra più dispersa segue l'allineamento dei massicci cristallini esterni in corrispondenza del minimo gravimetrico delle alpi Occidentali francesi.

Le due direttrici convergono nella zona del Cuneese, per riaprirsi a ventaglio verso la costa interessando il Nizzardo e l'Imperiese.

7.2 Inquadramento normativo

A seguito dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 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', è stata introdotta una nuova classificazione sismica del territorio nazionale articolata in 4 zone, le prime tre delle quali corrispondono dal punto di vista della relazione con gli adempimenti previsti dalla Legge 64/74 alle zone di sismicità alta (S=12), media (S=9) e bassa (S=6),

	NUOVA LINEA TORINO LIONE TRATTA NAZIONALE STUDIO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO					
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA	PROGETTO D111	LOTTO 00	CODIFICA R 69 RG	DOCUMENTO GE0001 002	REV . A

mentre per la zona 4, di nuova introduzione, si dà facoltà alla regioni di imporre l'obbligo della progettazione antisismica.

Per quanto riguarda la Regione Piemonte si sono aggiunti ai 41 comuni posti in II categoria ai sensi della vecchia classificazione (D.M. n° 82 del 4 febbraio 1982), 168 nuovi comuni in zona 3 distribuiti fra le province del Verbano Cusio Ossola (VCO), di Cuneo (CN) e di Alessandria (AL). Viene anche introdotto, con la nuova normativa, un riferimento agli intervalli di accelerazione orizzontale, con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni (ag/g), attesi per ogni zona.

Con l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3519 del 28 aprile 2006 sono stati approvati i criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone, nonché la mappa di pericolosità sismica di riferimento a scala nazionale.

Con la Deliberazione della Giunta Regionale 19 gennaio 2010, n. 11-13058, pubblicata sul Bollettino Ufficiale della Regione Piemonte n. 7 del 18 febbraio 2010, sulla base di uno specifico studio realizzato dal Politecnico di Torino in collaborazione con il centro di competenza Eucentre di Pavia, si è provveduto all'aggiornamento ed adeguamento dell'elenco delle zone sismiche.

I Comuni piemontesi vengono a ricadere in due zone: livello 3, a basso rischio sismico, comprendente 409 Comuni (115 in provincia di Alessandria, 3 in provincia di Asti, 135 in provincia di Cuneo, 126 in provincia di Torino, 29 in provincia di Verbania, 1 in provincia di Vercelli); livello 4, a rischio molto basso, comprendente i restanti 797.

Inoltre, a seguito dell'entrata in vigore il 1°luglio 2009 del Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008 (approvazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni"), viene resa obbligatoria la progettazione antisismica per tutto il Piemonte.

Nella seguente Tabella 11 è riportato il quadro riassuntivo della classificazione sismica dei comuni interessati dal tracciato di progetto (per maggiori approfondimenti si veda <http://www.arpa.piemonte.it/> alla voce sismica).

	NUOVA LINEA TORINO LIONE TRATTA NAZIONALE STUDIO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO					
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA	PROGETTO D111	LOTTO 00	CODIFICA R 69 RG	DOCUMENTO GE0001 002	REV A

Comune	Zonazione ai sensi del DM 4/02/1982	Zonazione ai sensi dell'ordinanza PCM 3274/2003	Zonazione ai sensi della DGR 19/01/2010, n. 11-13058
Sant'Ambrogio	Non classificato	Zona 3	Zona 3
Avigliana	Non classificato	Zona 3	Zona 3
Buttigliera alta	Non classificato	Zona 3	Zona 3
Rosta	Non classificato	Zona 4	Zona 3
Rivoli	Non classificato	Zona 4	Zona 3
Rivalta di Torino	Non classificato	Zona 4	Zona 3
Orbassano	Non classificato	Zona 4	Zona 3
Torino	Non classificato	Zona 4	Zona 4
Grugliasco	Non classificato	Zona 4	Zona 4
Collegno	Non classificato	Zona 4	Zona 4
Venaria	Non classificato	Zona 4	Zona 4
Borgaro	Non classificato	Zona 4	Zona 4
Settimo Torinese	Non classificato	Zona 4	Zona 4

Tabella 11. Classificazione sismica dei comuni interessati dal tracciato di progetto

7.3 Inquadramento dell'area del tracciato di progetto

Facendo riferimento a quanto riportato nelle note illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000, foglio 155 "Torino Ovest", l'area in oggetto è caratterizzata da una sismicità strumentale di basso grado ($ML < 3$). I dati ricavati dalla rete sismica dell'Italia Nord-Occidentale (R.S.N.I.) tra il 1985 ed il 2002 evidenziano una forte concentrazione degli epicentri dei terremoti strumentali nel settore occidentale del Foglio, in corrispondenza della bassa Valle di Susa.

La Figura 17, in cui sono riportati solo gli epicentri con errore di localizzazione inferiore ai 10 km, evidenzia un allineamento di eventi sismici nel settore interno delle Alpi Cozie

	NUOVA LINEA TORINO LIONE TRATTA NAZIONALE STUDIO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO					
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA	PROGETTO D111	LOTTO 00	CODIFICA R 69 RG	DOCUMENTO GE0001 002	REV A

lungo una direttrice media Nord-Sud (noto in letteratura come “arco sismico piemontese”, EVA et alii, 1990) che si estende dalla Valle di Lanzo fino alla Val Maira. La profondità degli ipocentri dei terremoti lungo questo allineamento non supera mediamente i 15 km mentre spostandosi nel settore di pianura, tra la Val Chisone e la Val Pellice, si raggiungono bruscamente profondità superiori ai 30 km.

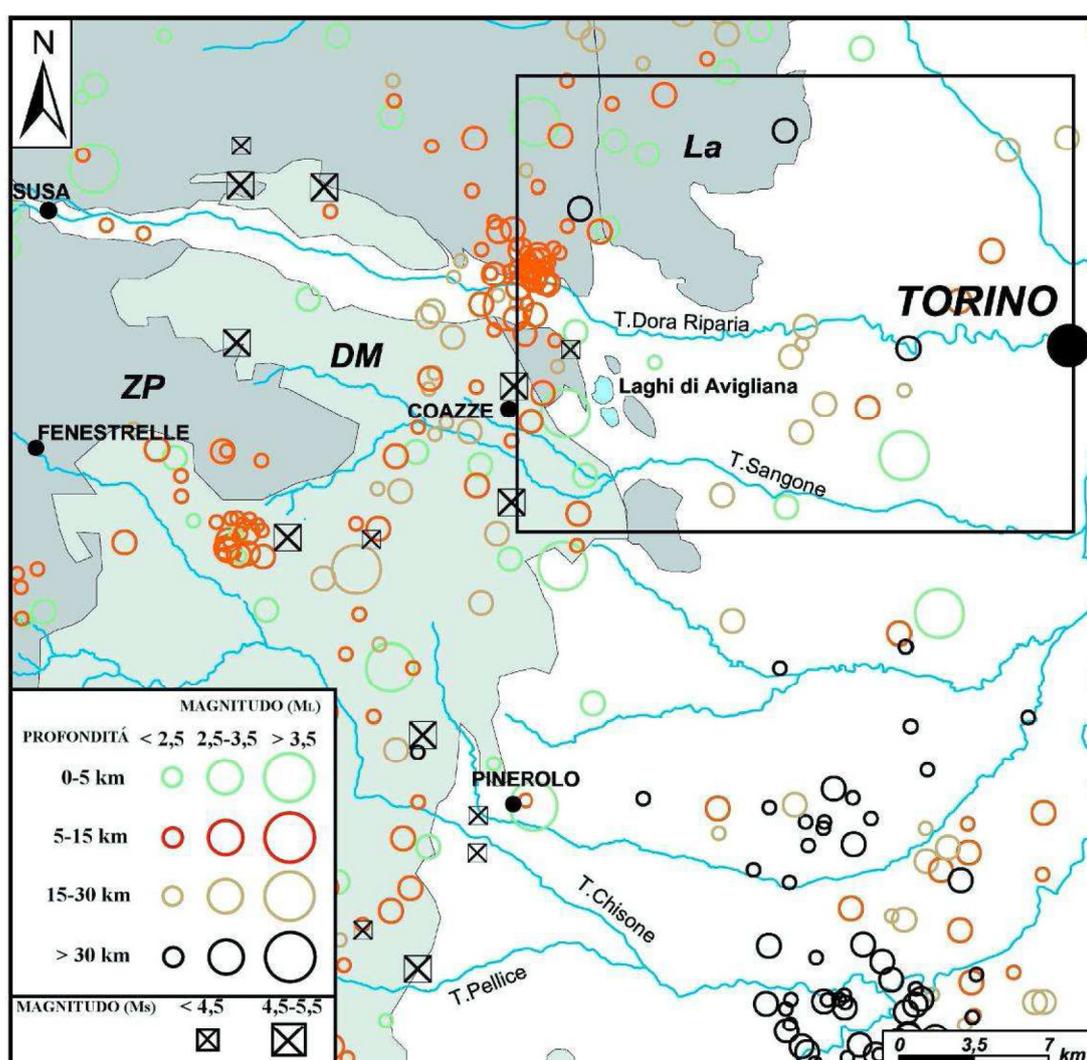


Figura 17. Distribuzione della sismicità strumentale e storica nel settore interno delle Alpi Cozie. Gli epicentri strumentali sono rappresentati dai cerchi vuoti mentre i terremoti storici sono rappresentati come quadrati crociati neri. Il riquadro nero indica l'estensione del Foglio Torino Ovest. DM: Unità Dora-Maira; ZP: Zona Piemontese; La: Complesso Ultrabásico di Lanzo.

	NUOVA LINEA TORINO LIONE TRATTA NAZIONALE STUDIO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO					
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA	PROGETTO D111	LOTTO 00	CODIFICA R 69 RG	DOCUMENTO GE0001 002	REV A

Anche l'analisi dei terremoti storici più rilevanti, ricavati dal Catalogo sismico NT4.1 (CAMASSI & STUCCHI, 1997), evidenzia un allineamento circa Nord-Sud coincidente con quello dei terremoti strumentali. La magnitudo di tali eventi (MS) non supera 5,5.

Sebbene allo stato attuale delle conoscenze non sia possibile stabilire con certezza le sorgenti sismogenetiche, si può osservare come la sismicità bordi le principali zone di taglio regionali ad andamento N-S, quale la linea Viù-Locana, un importante dislocazione duttile a direzione media N-S di lunghezza pluri chilometrica riattivata a livelli crostali superficiali in condizioni fragili (PERRONE, 2006).

7.4 Sismicità e magnitudo storica

In generale per il territorio interessato dall'opera in progetto sono storicamente documentate numerose scosse sismiche, molte delle quali sono attribuibili a eventi sismici con aree epicentrali esterne al territorio di interesse. Non mancano tuttavia sismi riconducibili invece ad eventi locali e connessi da un punto di vista strutturale a movimenti del settore delle Alpi Cozie.

L'analisi storica degli eventi sismici non deriva da misure strumentali, bensì fa riferimento, per la maggior parte, a testimonianze e documenti scritti relativi ai danni registrati nei vari luoghi in cui il sisma ha fatto sentire maggiormente i suoi effetti. Per tali motivi è in genere possibile segnalare come epicentro del sisma solo il centro abitato da cui provengono le notizie dei maggiori danni, così come spesso, data la varietà dei sistemi di riferimento orari esistenti prima della nascita dello Stato Nazionale, è assai difficoltoso ricostruire il momento reale dell'evento. Allo stesso modo, mancando nella maggior parte dei casi dati strumentali relativi alla magnitudo, per la valutazione dell'intensità dei terremoti storici si usa far riferimento alla scala Mercalli-Càncani-Sieberg, mentre risulta pressoché impossibile riferirsi alla scala Richter.

Al fine di meglio inquadrare dal punto di vista della sismicità il territorio attraversato, da Tabella 12 a Tabella 21 (e da Figura 18 a Figura 27), si riporta un breve riepilogo delle osservazioni macrosismiche di terremoti al di sopra della soglia del danno che hanno interessato storicamente i comuni attraversati dall'infrastruttura in progetto.

 GRUPPO FERROVIE DELLO STATO	NUOVA LINEA TORINO LIONE TRATTA NAZIONALE STUDIO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO					
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA	PROGETTO D111	LOTTO 00	CODIFICA R 69 RG	DOCUMENTO GE0001 002	REV A

Nello specifico, le informazioni riportate di seguito derivano dalla consultazione del DBMI04, il database macrosismico utilizzato per la compilazione del Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani CPTI04, realizzato con il contributo parziale del progetto INGV-DPC S1.

Pertanto, nelle successive tabelle si intende:

Is Intensità al sito (scala MCS)

AnnoTempo origine: anno

MeTempo origine: mese

Gi Tempo origine: giorno

Or Tempo origine: ora

Mi Tempo origine: minuti

Se Tempo origine: secondi

Io Intensità epicentrale nella scala MCS

Mw Magnitudo momento

Is	Anno Me Gi Or	Area epicentrale	Io	Mw
6	1886 09 05	VAL DI SUSÀ	6-7	5.27
4-5	1887 02 23 05 21 50	Liguria occidentale	9	6.29
7	1914 10 26 03 45	TAVERNETTE	7	5.36

Tabella 12. Storia sismica del Comune di Sant'Ambrogio di Torino [45.098, 7.362]

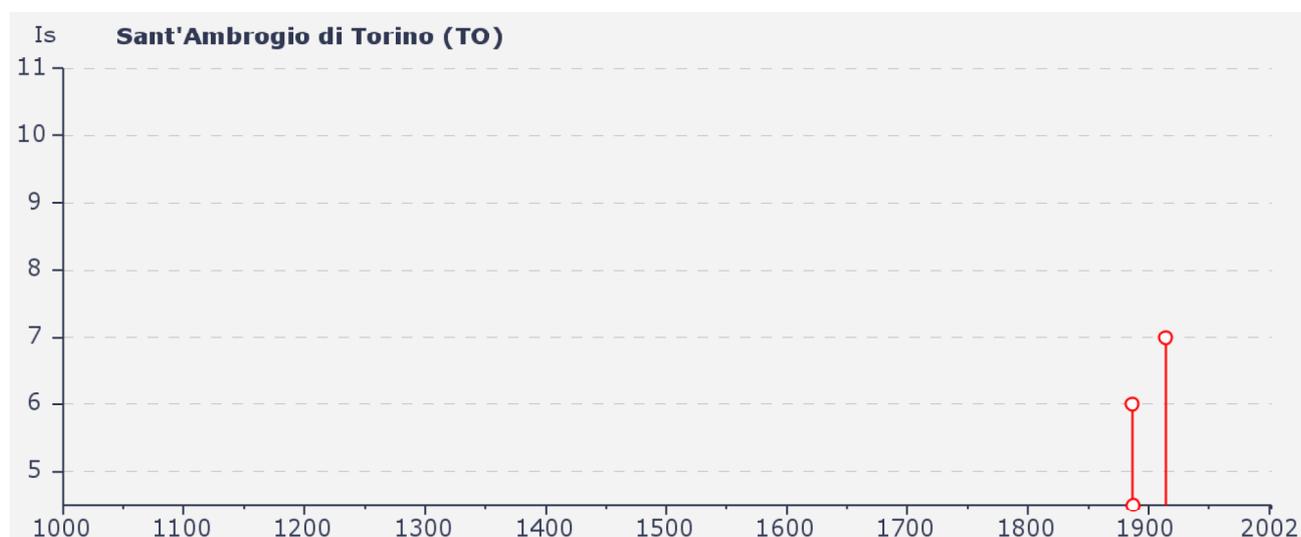


Figura 18. Grafico della storia sismica del Comune di Sant'Ambrogio di Torino [45.098, 7.362]

Is	Anno Me Gi Or	Area epicentrale	Io	Mw
5	1884 11 27 22 15	Alpi Cozie	6-7	5.36
6	1887 02 23 05 21 50	Liguria occidentale	9	6.29
3	1905 04 29 01 46 45	Alta Savoia	7-8	5.79
6-7	1914 10 26 03 45	TAVERNETTE	7	5.36
5	1927 12 11 15 49	VAL DI SUSÀ	5-6	4.91
NF	1966 04 07 19 38	CUNEESE	6	4.68
5	1990 02 11 07 00 38	CANAVESE	6	4.76

Tabella 13. Storia sismica del Comune di Avigliana [45.079, 7.397]

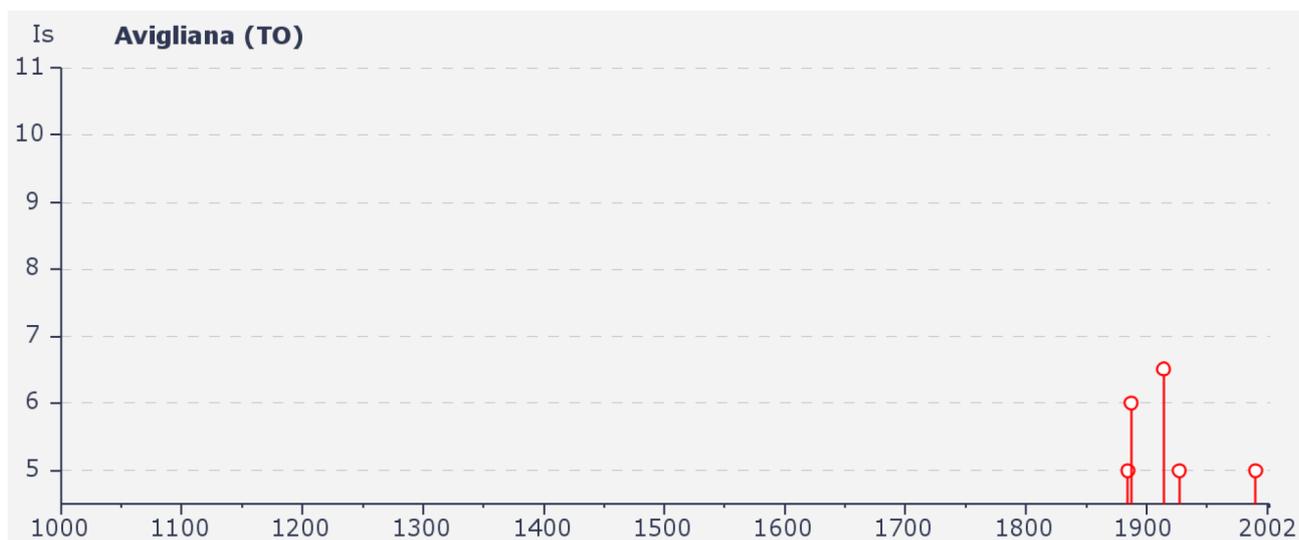


Figura 19. Grafico della storia sismica del Comune di Avigliana [45.079, 7.397]

Is	Anno Me Gi Or	Area epicentrale	Io	Mw
5	1886 09 05	VAL DI SUSÀ	6-7	5.27
5	1887 02 23 05 21 50	Liguria occidentale	9	6.29
4	1990 02 11 07 00 38	CANAVESE	6	4.76

Tabella 14. Storia sismica del Comune di Rosta [45.069, 7.466]

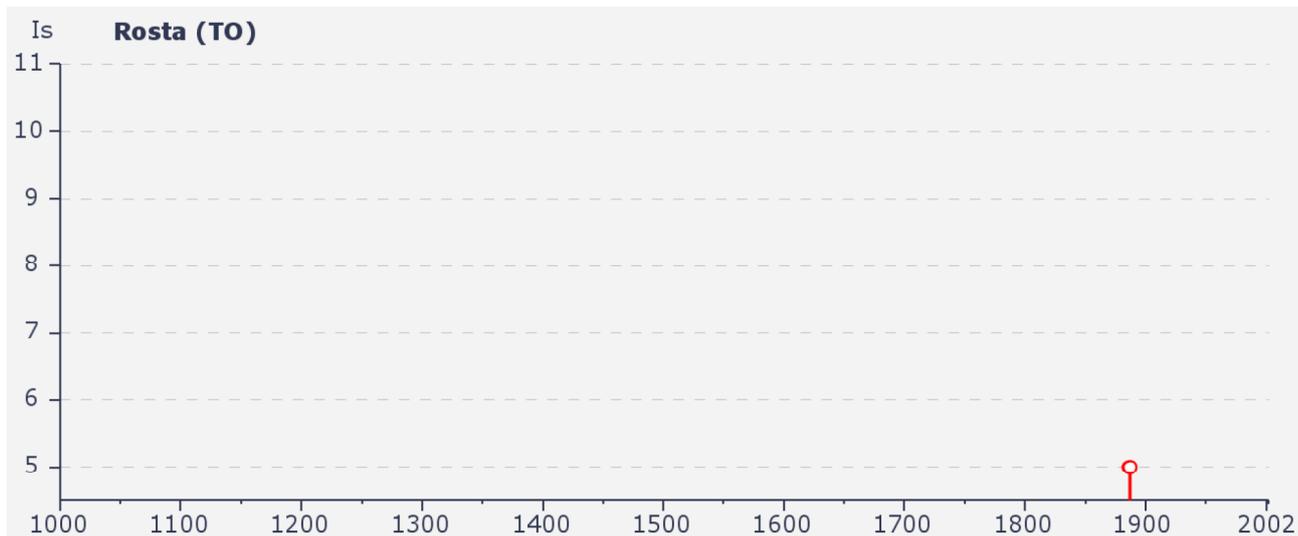


Figura 20. Grafico della storia sismica del Comune di Rosta [45.069, 7.466]

Is	Anno Me Gi Or	Area epicentrale	Io	Mw
5	1886 09 05	VAL DI SUSAS	6-7	5.27
6	1887 02 23 05 21 50	Liguria occidentale	9	6.29
NF	1904 07 12 05 32	Alpi Cozie	6	5.10
6	1914 10 26 03 45	TAVERNETTE	7	5.36
3	1960 03 23 23 08 49	Vallese	6-7	5.36
NF	1966 04 07 19 38	CUNEESE	6	4.68
5	1990 02 11 07 00 38	CANAVESE	6	4.76

Tabella 15. Storia sismica del Comune di Rivoli [45.070, 7.520]

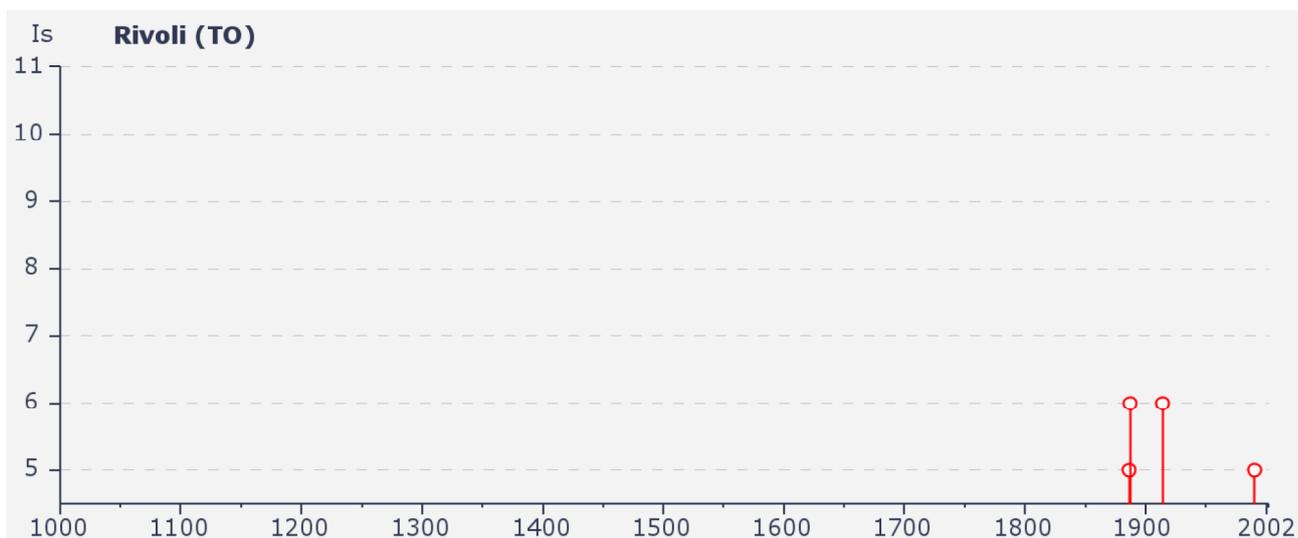


Figura 21. Grafico della storia sismica del Comune di Rivoli [45.070, 7.520]

	NUOVA LINEA TORINO LIONE TRATTA NAZIONALE STUDIO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO					
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA	PROGETTO D111	LOTTO 00	CODIFICA R 69 RG	DOCUMENTO GE0001 002	REV . A

Is	Anno Me Gi Or	Area epicentrale	Io	Mw
5	1887 02 23 05 21 50	Liguria occidentale	9	6.29
NF	1966 04 07 19 38	CUNEESE	6	4.68
4	1990 02 11 07 00 38	CANAVESE	6	4.76

Tabella 16. Storia sismica del Comune di Rivalta di Torino [45.032, 7.524]



Figura 22. Grafico della storia sismica del Comune di Rivalta di Torino [45.032, 7.524]

Is	Anno Me Gi Or	Area epicentrale	Io	Mw
6	1887 02 23 05 21 50	Liguria occidentale	9	6.29
NF	1904 07 12 05 32	Alpi Cozie	6	5.10
4	1927 12 11 15 49	VAL DI SUSÀ	5-6	4.91
2	1966 04 07 19 38	CUNEESE	6	4.68
5	1990 02 11 07 00 38	CANAVESE	6	4.76

Tabella 17. Storia sismica del Comune di Orbassano [45.006, 7.537]

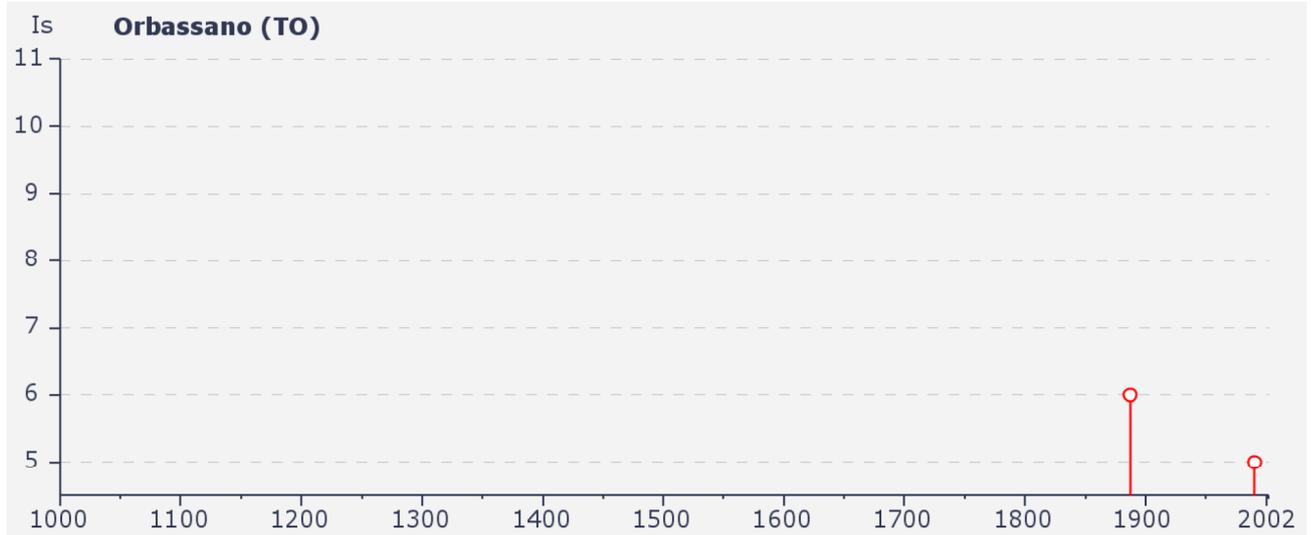


Figura 23. Grafico della storia sismica del Comune di Orbassano [45.006, 7.537]

Is	Anno Me Gi Or	Area epicentrale	Io	Mw
5	1753 03 09 13 15	Valle del Chisone	6-7	5.25
3-4	1755 12 09 13 30	Vallese	8	5.90
F	1767 02 07 03 45	GENOVA	6-7	5.06
F	1767 05 26 18 24	Valle di Lanzo	7	5.17
3	1802 05 12 09 30	Valle dell'Oglio	8	5.67
6	1808 04 02 16 43	Valle del Pellice	8	5.67
4	1810 12 25 00 45	NOVELLARA	7	5.28
3	1818 02 23 18 10 01	Liguria occidentale	7-8	5.55
5	1828 10 09 02 20	Valle dello Staffora	7-8	5.67
F	1831 05 26 10 30	Liguria occidentale	8	5.54
3	1831 09 11 18 15	Reggiano	7-8	5.48
3	1832 03 13 03 30	Reggiano	7-8	5.59
3	1834 02 14 13 15	ALTA LUNIGIANA	8-9	5.64
4-5	1854 12 29 01 45	Liguria occidentale	7-8	5.77
6	1855 07 25 12	Vallese	8-9	5.81
3	1873 06 29 03 58	Bellunese	9-10	6.33
2-3	1873 09 17	LIGURIA ORIENTALE	6-7	5.52
NF	1880 07 04 19 55	Vallese	7	5.38
5	1884 11 27 22 15	Alpi Cozie	6-7	5.36
5	1886 09 05	VAL DI SUSA	6-7	5.27
6	1887 02 23 05 21 50	Liguria occidentale	9	6.29
4	1891 06 07 01 06 14	Valle d'Illasi	8-9	5.71
3	1892 03 05	PONT S. MARTIN	7	5.09
4	1901 10 30 14 49 58	Salò	8	5.67
4	1905 04 29 01 46 45	Alta Savoia	7-8	5.79
NF	1909 01 13 00 45	BASSA PADANA	6-7	5.53
6	1914 10 26 03 45	TAVERNETTE	7	5.36
NF	1914 10 27 09 22	GARFAGNANA	7	5.79
F	1916 05 17 12 50	Alto Adriatico	8	5.85
4-5	1920 09 07 05 55 40	Garfagnana	9-10	6.48
3-4	1927 12 11 15 49	VAL DI SUSA	5-6	4.91
3	1935 03 19 07 27	Alpi Cozie	7	5.30
3	1943 05 22 19 03	VAL DI SUSA	5	4.90
3-4	1945 06 29 15 37 13	Valle dello Staffora	7-8	5.15
3	1945 12 15 05 27	VARZI	5-6	4.78
4	1947 02 17 00 12 33	Alpi occidentali	5-6	4.90
3	1951 05 15 22 54	LODIGIANO	6-7	5.24
2	1955 05 12 14 15	ALPI COZIE	6-7	4.68
F	1959 04 05 10 48	Valle dell'Ubaye	7	5.54
4	1960 03 23 23 08 49	Vallese	6-7	5.36
2	1966 04 07 19 38	CUNEESE	6	4.68
4	1968 06 18 05 27	BARDO	6	5.18
3	1972 01 18 23 26	RIVIERA DI PONENTE	6	4.76
3	1972 10 25 21 56	PASSO CISA	5	4.95
3	1976 05 06 20	FRIULI	9-10	6.43
3	1976 09 15 09 21 18	Friuli	8-9	5.92
3	1983 11 09 16 29 52	Parmense	6-7	5.10
5	1990 02 11 07 00 38	CANAVESE	6	4.76

Tabella 18. Storia sismica del Comune di Torino [45.070, 7.674]

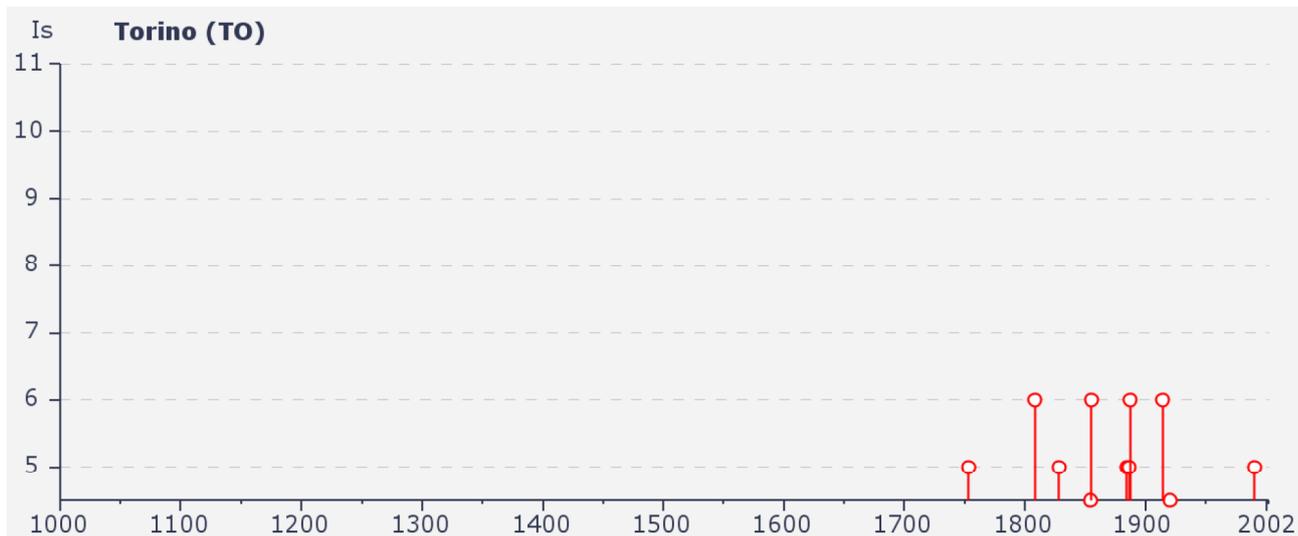


Figura 24. Grafico della storia sismica del Comune di Torino [45.070, 7.674]

Is	Anno Me Gi Or	Area epicentrale	Io	Mw
6	1887 02 23 05 21 50	Liguria occidentale	9	6.29
2	1960 03 23 23 08 49	Vallese	6-7	5.36
2-3	1983 11 09 16 29 52	Parmense	6-7	5.10
4	1990 02 11 07 00 38	CANAVESE	6	4.76

Tabella 19. Storia sismica del Comune di Grugliasco [45.063, 7.578]

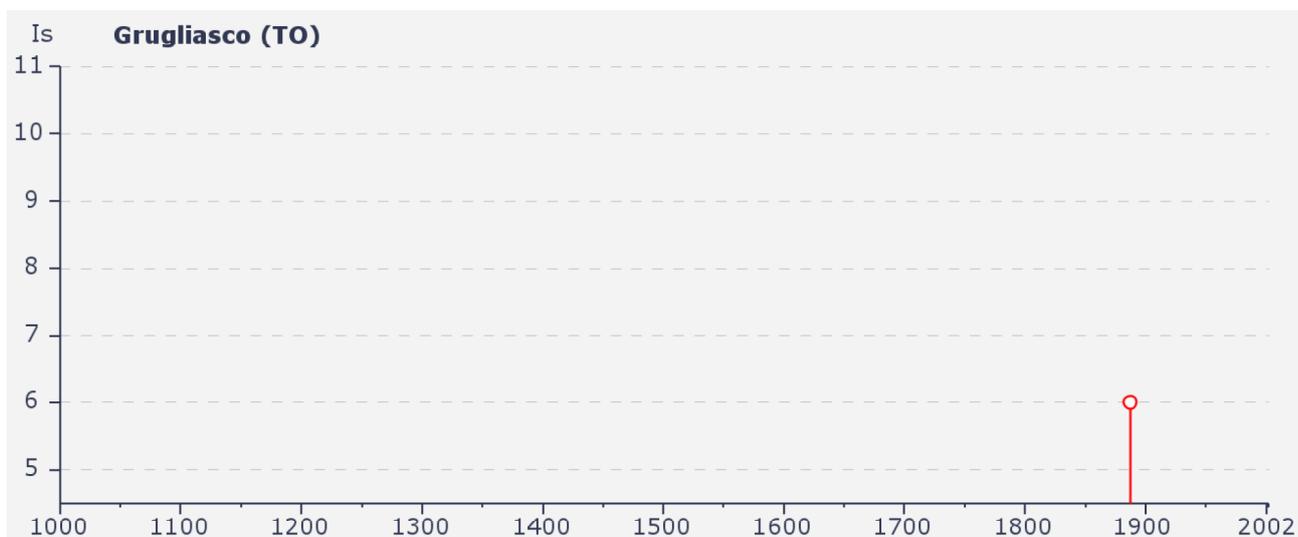


Figura 25. Grafico della storia sismica del Comune di Grugliasco [45.063, 7.578]

Is	Anno Me Gi Or	Area epicentrale	Io	Mw
5-6	1887 02 23 05 21 50	Liguria occidentale	9	6.29
4	1905 04 29 01 46 45	Alta Savoia	7-8	5.79
6	1914 10 26 03 45	TAVERNETTE	7	5.36
3-4	1960 03 23 23 08 49	Vallese	6-7	5.36
4-5	1968 06 18 05 27	BARD	6	5.18
5	1990 02 11 07 00 38	CANAVESE	6	4.76

Tabella 20. Storia sismica del Comune di Venaria [45.131, 7.631]



Figura 26. Grafico della storia sismica del Comune di Venaria [45.131, 7.631]

Is	Anno Me Gi Or	Area epicentrale	Io	Mw
5	1887 02 23 05 21 50	Liguria occidentale	9	6.29
3	1972 10 25 21 56	PASSO CISA	5	4.95
3	1990 02 11 07 00 38	CANAVESE	6	4.76

Tabella 21. Storia sismica del Comune di Settimo Torinese [45.138, 7.771]

	NUOVA LINEA TORINO LIONE TRATTA NAZIONALE STUDIO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO					
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA	PROGETTO D111	LOTTO 00	CODIFICA R 69 RG	DOCUMENTO GE0001 002	REV . A



Figura 27. Grafico della storia sismica del Comune di Settimo Torinese [45.138, 7.771]

7.5 Valutazione dell'azione sismica di riferimento

L'azione sismica di progetto, in base alle quale valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definisce a partire dalla pericolosità sismica di base del sito interessato dall'opera in progetto. Essa costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche.

La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale, nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $S_e(T)$, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza P_{VR} . Le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} , a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

a_g = accelerazione orizzontale massima al sito;

F_0 = fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima;

T_c^* = periodo di riferimento che consente di calcolare il periodo T_c corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello spettro;

	NUOVA LINEA TORINO LIONE TRATTA NAZIONALE STUDIO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO					
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA	PROGETTO D111	LOTTO 00	CODIFICA R 69 RG	DOCUMENTO GE0001 002	REV . A

L'azione sismica è variabile lungo il tracciato di progetto in base alle mappe di pericolosità sismica del territorio nazionale (reticolo di riferimento) elaborate dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV), consultabili al link <http://esse1-gis.mi.ingv.it/> . Posto:

Vita nominale V_N : 100 anni;

Classe d'uso: IV;

Coefficiente d'uso C_U : 2,0;

Periodo di riferimento V_R : 200 anni;

i parametri dell'azione sismica di riferimento, per lo stato limite considerato, potranno essere calcolati nelle prossime fasi progettuali lungo il tracciato una volta identificata la categoria di sottosuolo secondo le modalità riportate nel DM14/01/2008.

	NUOVA LINEA TORINO LIONE TRATTA NAZIONALE STUDIO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO					
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA	PROGETTO D111	LOTTO 00	CODIFICA R 69 RG	DOCUMENTO GE0001 002	REV . A

8 Rocce potenzialmente contenenti minerali fibrosi

Le rocce presenti nell'area interessata dal tracciato di progetto che potenzialmente possono contenere minerali fibrosi in particolare di amianto, appartengono alle unità oceaniche della bassa val di Susa (Prasiniti, Metagabbri e Serpentiniti), e del massiccio ultrabasico di Lanzo (Lherzoliti).

Lo scavo delle gallerie presenti lungo il tracciato di progetto pur non andando ad intercettare, sulla base delle ricostruzioni ad oggi effettuate, ammassi lapidei formati da queste rocce, attraversa formazioni sciolte in cui alcuni costituenti possono essere almeno parzialmente formati da suddette litologie, con particolare riferimento ai massi erratici e/o ai macroclasti contenuti nei depositi morenici e fluvio – glaciali, dell'anfiteatro morenico di Rivoli – Avigliana.

Si pone pertanto il problema di valutare la presenza di massi, blocchi e/o macroclasti formati da litologie che possono essere potenzialmente in grado di rilasciare fibre di amianto per effetto delle sollecitazioni meccaniche indotte dallo scavo e dalla movimentazione dei materiali.

In proposito occorre mettere in evidenza preliminarmente il ruolo fondamentale che gioca, nella valutazione del potenziale rischio, la dimensione dei corpi esaminati, ai fini della valutazione della pericolosità, se non altro per la diversa tipologia ed entità delle sollecitazioni meccaniche cui saranno sottoposti.

Nel caso dei corpi più piccoli (quali blocchi, ciottoli, macroclasti), le sollecitazioni meccaniche cui saranno soggetti riguarderanno essenzialmente la loro asportazione dal fronte di scavo e la successiva movimentazione; la superficie di questi corpi ha subito nel tempo una azione di modellazione per abrasione al contatto con altri corpi, per gli urti subiti durante il trasporto e ad opera degli agenti atmosferici; la possibilità che essi possano rilasciare fibre è più che altro legata alla probabilità che essi subiscano rotture meccaniche o vengano ridotti di dimensioni, mettendo all'aria superfici fresche ricche di fibre. Trattandosi di litologie generalmente molto resistenti la loro rottura dovrebbe richiedere energie in gioco molto maggiori di quelle applicate dai normali mezzi di scavo e movimentazione.

	NUOVA LINEA TORINO LIONE TRATTA NAZIONALE STUDIO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO					
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA	PROGETTO D111	LOTTO 00	CODIFICA R 69 RG	DOCUMENTO GE0001 002	REV . A

In particolare nel caso di utilizzo dello scavo meccanizzato con fresa a piena sezione, le dimensioni delle aperture della camera di scavo sono generalmente sufficienti a consentire il passaggio dei macroclasti e dei blocchi di dimensioni minori di 1 m³, che possono essere estratti senza necessità di essere ridotti in volume.

Per tutte queste ragioni la possibilità che dai corpi più piccoli possa avvenire l'emissione in aria di concentrazioni elevate di fibre sembra piuttosto remota.

Diversamente per massi di dimensioni maggiori ed in particolare per i massi erratici c'è la necessità di doverne diminuire le dimensioni, comminuendoli mediante gli utensili montati sulla testa di scavo (picchi, dischi, ecc.) o attraverso altri mezzi meccanici (martelli pneumatici, ecc.).

In questo caso il rischio di emissione in aria di concentrazioni elevate di fibre è maggiore ed è quasi certamente probabile.

Nell'ambito degli studi geologici sono state condotte alcune attività per la valutazione della presenza di rocce potenzialmente contenenti minerali fibrosi, ai fini della valutazione di rischio amianto.

In particolare sono state svolte tre tipi di attività:

- una stima quali-quantitativa della litologia dei principali macroclasti contenuti nelle carote di terreno estratte in alcune delle perforazioni di sondaggio eseguite;
- un rilevamento geologico strutturale in corrispondenza degli affioramenti di rocce lapidee e di alcuni massi erratici costituiti da litologie contenenti minerali potenzialmente fibrosi, con prelievo di campioni di roccia sottoposti ad analisi di laboratorio per la valutazione in termini di pericolosità per emissione in aria di fibre di asbesto;
- una ricerca delle normative presenti a carattere regionale relative alle attività estrattive ed alla gestione delle rocce e terre di scavo, con particolare riferimento a quelle contenenti minerali potenzialmente fibrosi.

8.1 Litologia dei macroclasti

Il primo tipo di analisi è stata condotta esaminando le carote estratte dal sondaggio G12 eseguito nella collina morenica, prendendo a riferimento 4 m di materiale morenico – fluvio glaciale e valutando la percentuale in peso di “pietre verdi” previa setacciatura mediante crivello di diametro 25 mm, dove con il termine “pietre verdi” sono state indicate tutte quelle litologie a prima vista assimilabili a rocce basiche e ultrabasiche, e non necessariamente solo litologie contenenti minerali potenzialmente fibrosi ed in particolare amiantiferi. Il riconoscimento dei diversi litotipi è stato effettuato solo visivamente, senza l’ausilio di esami al microscopio, prove od analisi di laboratorio. L’attività di setacciatura è illustrata nella Figura 28 ed i risultati sono riportati nella Tabella 20.

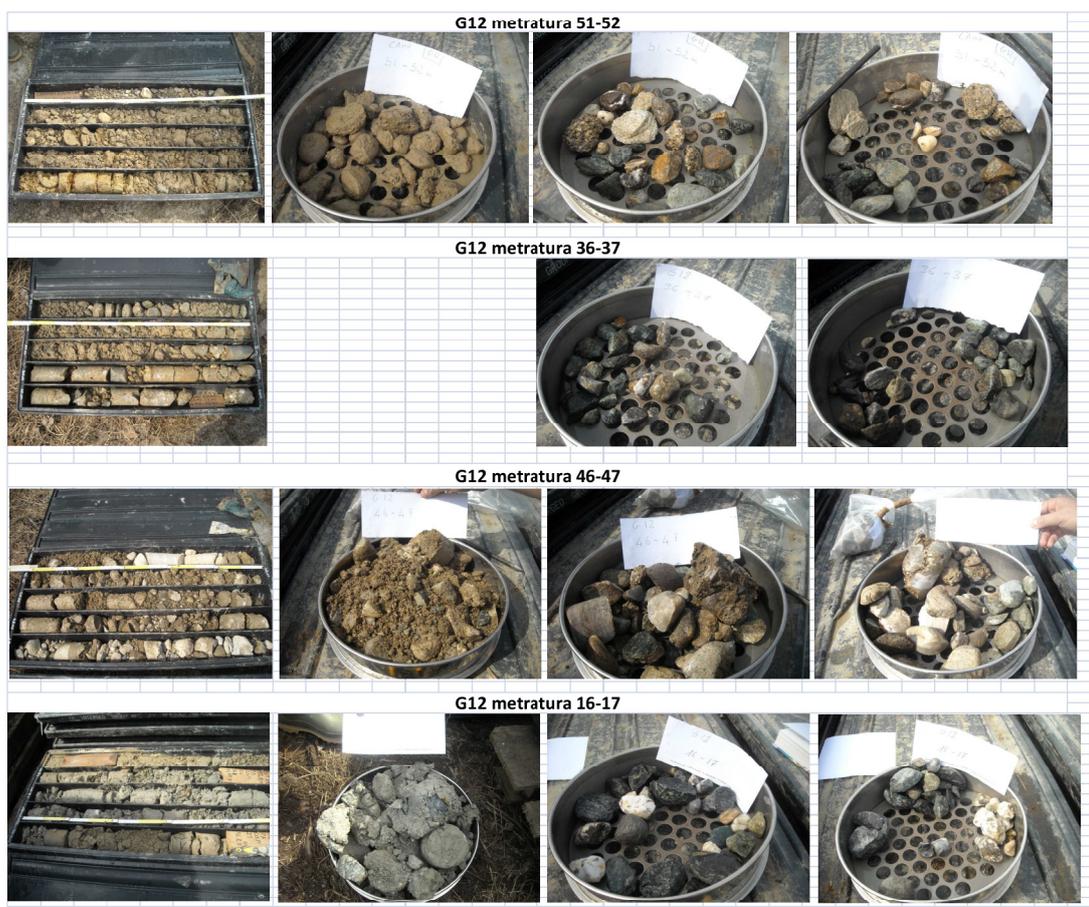


Figura 28. Foto delle attività di setacciatura.

Sondaggio	Metratura	Litotipo	Peso [g]	Peso totale	Percentuale in peso	Percentuale arrotondata
G12	46-47	Pietre verdi	743	3988	18.63	19
		Quarzo	306		7.67	8
		Metamorfico laminato	1109		27.81	28
		Conglomerato	1295		32.47	32
		Intrusivo acido	287		7.20	7
		altro	248		6.22	6
	36-37	Pietre verdi	589	843	69.87	70
		Quarzo	29		3.44	3
		Metamorfico laminato	225		26.69	27
	51-52	Pietre verdi	412	1271	32.42	32
		Quarzo	64		5.04	5
		Intrusivo acido	222		17.47	17
		Conglomerato	251		19.75	20
		Metamorfico laminato	248		19.51	20
		altro	74		5.82	6
	16-17	Pietre verdi	899	1977	45.47	45
		Quarzo	499		25.24	25
		Scisto	370		18.72	19
		Arenaria	152		7.69	8
		altro	57		2.88	3

Tabella 22. Valutazione delle percentuali in peso di pietre verdi in 4 m di materiale morenico - fluvioglaciale estratto dalle carote del sondaggio G12.

L'analisi dei risultati mostra che la percentuale di "pietre verdi", rispetto al totale di macroclasti esaminati è assai variabile anche lungo la singola perforazione di sondaggio.

8.2 Rilievi sui massi erratici

L'attività di rilevamento geologico è stata condotta a partire da una raccolta dati bibliografici spesso eterogenei, di tipo geografico o di tipo descrittivo, relativi ai massi ed alla loro distribuzione nel territorio che risulta di notevole complessità.

In particolare le aree interessate dai massi erratici sono le seguenti:

- la fascia lungo il versante in sinistra Dora su un tratto di circa 17 km, da Condove fino a Caselette, in un intervallo altimetrico compreso fra i 350 e gli 800 m circa s.l.m.;

	NUOVA LINEA TORINO LIONE TRATTA NAZIONALE STUDIO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO					
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA	PROGETTO D111	LOTTO 00	CODIFICA R 69 RG	DOCUMENTO GE0001 002	REV . A

- sporadica presenza di massi erratici nella fascia più esterna, che segna anche il limite del loro rinvenimento (allineamento S. Gillio – Grugliasco - Rivalta di Torino);
- la fascia in destra Dora, a partire dalla Palude dei Mareschi nei pressi di Avigliana, fino a S. Bernardino-Trana, lunga circa 5.5 km e compresa fra i 350 e 600m slm;
- presenza diffusa, con densità areale variabile, dei massi nell'anfiteatro glaciale di Rivoli-Avigliana, nel quadrilatero compreso fra gli abitati di Avigliana, Reano, Bruino, Pianezza (ad esclusione della fascia di terreni alluvionali sottesi dalla Dora).

Esaminando la loro distribuzione areale la maggiore densità dei massi erratici è presente lungo i versanti che hanno contenuto lo sviluppo degli antichi ghiacciai durante le fasi glaciali e sui rilievi collinari, corrispondenti a cordoni morenici, interni all'anfiteatro. Più rada è la presenza di massi erratici all'interno dei centri urbani e ciò può essere in parte dovuto ad una loro rimozione prima di qualsiasi rilevamento (quindi in epoca storica antecedente il 1900) per permettere la costruzione degli insediamenti urbani.

Lungo il corso della Dora, fino all'altezza di Alpignano, i massi erratici sono quasi del tutto assenti in una fascia di larghezza pari a 1-2 km. Tale assenza è probabilmente dovuta ad una delle ultime (o proprio l'ultima) fasi di avanzamento glaciale pre-wurmiana, che ha trasportato gli ultimi massi erratici fino all'altezza di Alpignano, il cui abitato sembrerebbe giacere, ad una prima analisi morfologica, su un deposito creato frontalmente dal ghiacciaio e quindi rielaborato. Tale ipotesi trova supporto anche nelle sezioni geologiche B-B', C-C' ed E-E' allegate alla Carta geologica del progetto CARG, che non mostrano, al di sotto delle coperture alluvionali, la presenza di depositi glaciali e fluvio-glaciali. L'assenza di massi erratici può comunque anche essere messa in relazione, come già detto, all'asportazione antropica.

Anche nei pressi della fascia di territorio che da S. Ambrogio attraversa l'area dei laghi di Avigliana fino a San-Bernardino e Trana non si nota una particolare densità di massi erratici. In questo contesto il sollevamento di tipo tettonico (recente ed ancora in corso) del rilievo morfologico fra l'abitato di Cascina e quello di Villar Dora può avere influito, comportando la deviazione del ghiacciaio durante l'ultima fase glaciale verso sud e la ricopertura dei massi erratici da parte dei depositi eluvio-colluviali, lacustri e palustri successivi.

	NUOVA LINEA TORINO LIONE TRATTA NAZIONALE STUDIO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO					
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA	PROGETTO D111	LOTTO 00	CODIFICA R 69 RG	DOCUMENTO GE0001 002	REV . A

Più complessa è la distribuzione dei massi erratici all'interno dell'anfiteatro morenico. Alcuni si allineano lungo le creste dei cordoni morenici, così come ben visibile ad esempio nel lungo cordone (circa 2.5 km di lunghezza) fra Trana e Reano, fra i cordoni che si sviluppano a sud di Avigliana nei pressi del Monte Cuneo, nonché sul cordone che costituisce il *Truc di Montagnasco*. È bene precisare che non si tratta comunque di una regola: osservando i cordoni morenici più a nord (presso Rosta e Buttigliera) ad esempio, non ci sono particolari addensamenti di questi corpi lapidei.

La mancanza di un certo ordine è naturale, dato che il processo di presa in carico, deposizione e nuovo trasporto dei massi erratici – entro e sulle morene frontali e laterali da parte dei ghiacciai - è di tipo massivo e non selettivo. In altre parole, i massi erratici ripresi in carico sono inglobati, trascinati o semplicemente spinti dalle morene e non si collocano preferenzialmente in una posizione distinta all'interno del deposito.

Per quanto riguarda i dati di profondità, le stratigrafie di sondaggio esaminate non segnalano condizioni particolari, ad eccezione del sondaggio n.79 del database ARPA a nord-ovest di Rivoli, che segnala la possibilità di un masso fra 11.2 e 15.8m da p.c..

Da un punto di vista litologico e strutturale, i massi erratici sono per la maggior parte costituiti dalle rocce metamorfiche appartenenti all'Unità *Bassa Valle di Susa, Valli di Lanzo – Monte Orsiera*, costituite da metabasiti, meagabbri, serpentiniti, prasiniti, peridotiti, dotati di una buona omogeneità e compattezza.

Nel corso dell'attività di campagna, sono stati rilevati 62 massi erratici. Sono stati individuati diversi litotipi quali serpentiniti, serpentinoscisti, quarziti, prasiniti, gabbri e calcescisti sebbene i litotipi più frequenti risultino essere serpentiniti e prasiniti, ovvero, rocce che potenzialmente possono contenere minerali fibrosi. Raramente sui massi erratici sono state rinvenute vene di minerale fibroso.

Le dimensioni di questi corpi sono estremamente variabili: si passa da massi di piccole dimensioni (1 m³ circa) a massi di notevole dimensione (1800 m³, "Pera Majana" nei pressi di Villar Basse); nelle vicinanze di un masso di notevoli dimensioni, spesso, ve ne sono altri di dimensione minore.

Come per le dimensioni, anche lo stato di fratturazione dei massi è assai variabile. Risulta però che maggiori sono le dimensioni del masso, maggiore è la fratturazione. È plausibile

	NUOVA LINEA TORINO LIONE TRATTA NAZIONALE STUDIO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO					
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA	PROGETTO D111	LOTTO 00	CODIFICA R 69 RG	DOCUMENTO GE0001 002	REV A

che i processi di erosione e trasporto a carico del ghiacciaio abbiano disgregato le masse di roccia, crollate su di esso, in masse sempre più piccole costituite da roccia intatta priva di fratture principali. Solamente in massi di grandi dimensioni è ancora percepibile lo stato di fratturazione originale.

Nel corso dei rilievi sono stati prelevati n. 30 campioni, successivamente inviati al laboratorio per analisi mineralogico-petrografiche e per la determinazione dell'indice di rilascio secondo la procedura descritta al paragrafo successivo.

I primi risultati dei campioni analizzati sono riepilogati nella sottostante Tabella 23.

Campione	Descrizione macroscopica del campione	Classificazione da analisi petrografica su sezione sottile	Risultato da microscopia elettronica SEM-EDS	Analisi indice di rilascio	
				Indice di rilascio	Definizione campione
M.E. 35	Roccia metamorfica (micascisto a muscovite) di colore biancastro, struttura scitosa. Presenza di patine di alterazione.	Micascisto a muscovite	Assenza di fibre di amianto	0	Non pericoloso
M.E. 36	Roccia metamorfica (anfibolite ad epidoto) di colore verdastro, struttura granulare fine. Presenza di patine di alterazione.	Anfibolite ad epidoto	Presenza di fibre di amianto	1.5E-13	Non pericoloso
M.E. 44	Roccia metamorfica (anfibolite ad epidoto) di colore verde biancastro, foliazione poco evidente e struttura granulare fine. Presenza di patine di alterazione.	Anfibolite ad epidoto	Presenza di fibre di amianto	6.0E-14	Non pericoloso
M.E. 47	Roccia metamorfica (gneiss) di colore biancastro, struttura scitosa. Presenza di noduli di quarzo, miche chiare (muscovite) e patine di alterazione.	Gneiss	Assenza di fibre di amianto	0	Non pericoloso
M.E. 49	Roccia metamorfica (anfibolite a granato ed epidoto) di colore verde grigio scuro, foliata. Presenza di patine di alterazione.	Anfibolite a granato ed epidoto	Presenza di fibre di amianto	2.0E-14	Non pericoloso
M.E. 52	Roccia metamorfica (cloritoscisto) di colore verde grigio scuro, scistosità marcata. Presenza di patine di alterazione.	Cloritoscisto	Assenza di fibre di amianto	0	Non pericoloso
M.E. 57	Roccia metamorfica (serpentinite) di colore grigio verdastro scuro, bassa foliazione. Presenza di patine di alterazione.	Serpentinite	Presenza di fibre di amianto	1.1E-13	Non pericoloso
Stop 8 bis	Roccia serpentinitica (metaperidotite), a struttura scitosa, di colore verde, molto alterata.	Metaperidotite	Assenza di fibre di amianto	0	Non pericoloso
Stop 17	Roccia metamorfica a struttura moderatamente scitosa (gneiss a clorite), di colore bianco verde	Gneiss a clorite	Assenza di fibre di amianto	0	Non pericoloso

Tabella 23. Analisi su campioni di roccia prelevati da massi erratici e da affioramento

	NUOVA LINEA TORINO LIONE TRATTA NAZIONALE STUDIO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO					
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA	PROGETTO D111	LOTTO 00	CODIFICA R 69 RG	DOCUMENTO GE0001 002	REV A

In definitiva, relativamente alla distribuzione dei massi erratici in superficie e nel sottosuolo ed alla probabilità di intercettarli durante i lavori di scavo, si possono trarre le seguenti conclusioni:

1. i massi derivano da fenomeni di distacco e crollo delle pareti rocciose che coronavano i ghiacciai per cui si può ritenere che, nonostante siano restati coinvolti nel trasporto non selettivo operato dal ghiacciaio e abbiano percorso in qualche caso anche distanze elevate rispetto al punto di origine, la loro densità di distribuzione nel sottosuolo sia massima nei settori occidentali dell'area in esame, ai bordi dell'anfiteatro morenico laddove affiora il substrato roccioso;
2. lungo il tracciato di progetto la probabilità di intercettare i massi erratici è massima nel settore occidentale della collina morenica, dove la lunghezza totale della tratta nella quale potranno essere intercettati massi erratici di dimensioni importanti ($> 5 \div 10 \text{ m}^3$) può essere stimata, sulla base delle informazioni attualmente disponibili, in $250 \div 300 \text{ m}$.

8.3 Normative sulle attività estrattive

Il Piano Provinciale delle Attività Estrattive della provincia di Torino, individua tre categorie di materiali estraibili nel territorio provinciale. Tali categorie sono:

- aggregati,
- pietre ornamentali,
- materiali per uso industriale.

Per ognuna delle categorie mostra i diversi ambiti territoriali e ne tratta le caratteristiche geo-giacimentologiche.

Le categorie di interesse per l'area in studio sono descritte di seguito.

8.3.1 Categoria A – Aggregati

Tali materiali vengono estratti in genere dai depositi quaternari della pianura padana, in quanto la produzione di pietrisco è praticamente assente in ambito territoriale.

L'area provinciale è caratterizzata dalla presenza di quattro aree omogenee per quanto riguarda la litologia e la geologia. Le aree di interesse per il caso di studio sono:

	NUOVA LINEA TORINO LIONE TRATTA NAZIONALE STUDIO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO					
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA	PROGETTO D111	LOTTO 00	CODIFICA R 69 RG	DOCUMENTO GE0001 002	REV . A

Pianura del Po a Nord e ad Est di Torino

I depositi alluvionali presenti nella pianura a Nord di Torino costituiscono un insieme di conoidi il cui apice è posto allo sbocco dei principali corsi d'acqua di provenienza alpina, terrazzate ed in parte sospese rispetto agli alvei attuali; le principali di queste conoidi sono (da ovest ad est) quelle della Dora Riparia, della Stura di Lanzo, del T.Orco e della Dora Baltea. La gran parte di questo sistema di conoidi è costituita da alluvioni fluvioglaciali attribuite al Pleistocene superiore - Olocene inferiore, caratterizzate dalla presenza di ghiaie prevalenti in matrice sabbiosa, scarsa alterazione e cementazione e potenza compresa fra oltre i 40 m (nelle parti apicali) ed i 10 m (nelle zone più distali). Le alluvioni recenti ed attuali del Po ricoprono in parte le zone più distali di queste conoidi ed in parte i sedimenti pre-quadernari del sistema collinare, ampiamente affiorante in destra orografica del Po, con spessori normalmente non superiori ai 10 m.

Anfiteatri morenici

I depositi glaciali che si rinvengono negli anfiteatri morenici affioranti estesamente allo sbocco delle due vallate alpine principali della provincia (anfiteatri di Rivoli e di Ivrea), sono caratterizzati dalla consueta eterogeneità litologica e granulometrica, con abbondanza di materiali fini, locali lenti di limi ed argille torbose e una frazione ghiaiosa spesso interessata da incipienti fenomeni di alterazione, il tutto ricoperto da un paleosuolo rossastro potente in media 2-3 m, spesso parzialmente dilavato dall'erosione. Si tratta pertanto, di una formazione di scarso interesse, allo stato attuale, per l'insediamento di attività estrattive di aggregati lapidei, anche se localmente furono e potranno essere sfruttate soprattutto per usi locali.

8.3.2 Categoria B – Pietre ornamentali

In estrema sintesi la provincia di Torino può essere distinta in due aree principali, quella della pianura del Po e quella delle Alpi Occidentali, quest'ultima oggetto di studio. L'area alpina presenta litotipi e formazioni geologiche molto diverse tra loro per lo più di natura metamorfica alpina e prealpina. Attualmente le cave di pietra ornamentale sono concentrate in poche aree suddivise nei bacini della Dora Baltea, del Chiusella e del

Luserna-Infernotto nelle quali vengono coltivate in massima parte rocce metamorfiche acide e rocce magmatiche, subordinate a queste vengono cavate rocce carbonatiche.

Le aree di interesse per il caso di studio brevemente descritte di seguito. Per l'ubicazione delle stesse si rimanda alla Figura 11.

Le masse Ultrabasiche di Lanzo (LA)

Costituita da peridotiti fresche e massicce passanti a serpentiniti rappresentante un frammento della parte superiore del mantello terrestre coinvolto nelle prime fasi dell'orogenesi alpina.

Le falde penniniche (DM)

Costituite dai massicci cristallini interni polimetamorfici del Dora Maira e del Gran Paradiso con le loro coperture rappresentate da una complessa sequenza di materiali di origine vulcano-detritica di età permocarbonifera.



Figura 29. Schema tettonico delle Alpi Occidentali. Il riquadro indica l'area del foglio 155 "Torino Ovest".

	NUOVA LINEA TORINO LIONE TRATTA NAZIONALE STUDIO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO					
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA	PROGETTO D111	LOTTO 00	CODIFICA R 69 RG	DOCUMENTO GE0001 002	REV . A

8.3.3 Categoria C – Materiale per uso industriale

Attualmente in provincia di Torino si producono esclusivamente due tipi di materiali ad uso industriale (argille per laterizi e, subordinatamente, materie prime per cementi). Nella zona di studio sono presenti cave di materiale argilloso per ceramiche e laterizi.

I principali depositi argillosi che affiorano in Provincia di Torino sono riferibili essenzialmente alle coperture quaternarie, che ricoprono le alluvioni fluvio-glaciali rissiane terrazzate che costituiscono la parte di pianura compresa fra i margini pedemontani ed il corso del fiume Po.

I depositi di copertura pedogenetica quaternaria sono costituiti dai prodotti dell'alterazione delle alluvioni ghiaioso-sabbiose pleistoceniche, che in alcuni casi costituiscono coperture continue con potenze superiori ai 5 m ed in altri affiorano in modo discontinuo e con spessori ridotti.

Materiali estratti

Nell'appendice 1 del Piano Provinciale delle Attività Estrattive della provincia di Torino, vengono illustrati i principali minerali asbestiformi (definendone proprietà fisiche, genesi e morfologia), i principali litotipi e l'ubicazione degli stessi in cui sono riscontrabili tali minerali e le indicazioni per il trattamento di tali minerali.

In particolare, per il trattamento dei materiali che contengono asbesti, il piano distingue materiali artificiali arricchiti e materiali naturali specificando che nel caso vengano rimaneggiati i materiali artificiali se deve far riferimento al DLGS 15/08/1991 n.227, mentre per quanto riguarda il rimaneggiamento di terreni naturali si rimanda al D.M 14/05/1996, in particolare all'Allegato 4. Nel caso di studio si ritiene di far riferimento al rimaneggiamento di terreni naturali procedendo secondo quanto descritto nella succitata legge. In sintesi è necessario:

- valutare il contenuto di amianto nel giacimento e durante l'attività estrattiva (quindi sia nella roccia madre che nelle polveri);
- valutare il contenuto di amianto dei materiali estratti (si tratti di frantumanti, materiali in lastre od in blocchi) finalizzato alla quantificazione delle fibre liberabili piuttosto

	NUOVA LINEA TORINO LIONE TRATTA NAZIONALE STUDIO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO					
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA	PROGETTO D111	LOTTO 00	CODIFICA R 69 RG	DOCUMENTO GE0001 002	REV . A

che sul contenuto complessivo di amianto che, fintantoché resta fissato alla matrice, non costituisce pericolo per la salute.

Procedura di valutazione del contenuto di amianto nel giacimento e controlli durante l'attività estrattiva

La procedura prevede un controllo iniziale del contenuto di amianto stimato medio sul giacimento, effettuato mediante rilevamento petrografico di dettaglio. Il rilevamento dovrà effettuarsi su un'area tale da coprire tutta l'estensione del giacimento e le zone di rispetto.

La relazione geologica prodotta dovrà contenere i seguenti elementi:

- descrizione dell'area dal punto di vista geomorfologico, geologico e idrogeologico;
- descrizione dell'area con cartografia dettagliata degli affioramenti;
- sezioni geologiche, effettuate in modo da descrivere il giacimento trasversalmente all'avanzamento del fronte di cava.

L'eventuale presenza di amianto già evidente in superficie dovrà essere valutata in termini quantitativi, riportata in cartografia e dovranno essere indicate, se possibile, le direzioni di immersione dei filoni o degli strati che contengono amianto.

L'attività della cava dovrà essere tenuta sotto controllo mediante una descrizione petrografica dei litotipi incontrati durante l'avanzamento del fronte di taglio. Tale descrizione verrà effettuata sia con rilevamento sul campo che con l'ausilio di analisi di tipo mineralogico-petrografico. La frequenza del controllo è da stabilirsi in relazione alla volumetria del materiale estratto e alla velocità di avanzamento del fronte di cava.

Contemporaneamente dovranno essere effettuati, da parte degli Organi territoriali di vigilanza, controlli con prelievo di campioni di particolato aerodisperso ed analisi mediante microscopia ottica (MOCF) o elettronica a scansione (SEM).

L'eventuale affioramento di filoni ricchi di amianto dovrà essere prontamente segnalato prima che il proseguire dell'attività estrattiva provochi un inquinamento ambientale da fibre di amianto; in questo modo sarà possibile intervenire con un'azione preventiva, ad esempio mediante incapsulamento o altri idonei sistemi e quindi modificare opportunamente la procedura di estrazione.

	NUOVA LINEA TORINO LIONE TRATTA NAZIONALE STUDIO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO					
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA	PROGETTO D111	LOTTO 00	CODIFICA R 69 RG	DOCUMENTO GE0001 002	REV . A

Valutazione del contenuto di amianto nei materiali estratti

La valutazione del contenuto di amianto nei materiali ottenuti dall'attività estrattiva deve essere eseguita con metodi che permettano la misura media del contenuto di fibre "liberabili" dal materiale. Tale valutazione deve tenere conto dei seguenti fattori:

- caratteristiche petrografiche del materiale
- usurabilità del materiale in funzione delle condizioni di preparazione d'uso.

La misura deve quindi tendere ad ottenere un indice che determini la sua pericolosità.

Distinguendo tra materiali in breccia, materiali in lastre e materiali in blocchi, si possono indicare tre procedure.

In riferimento al caso di studio è stato ritenuto idoneo considerare il caso di materiali brecciati perciò si farà riferimento ad un indice di rilascio determinato utilizzando come parametri la percentuale di amianto liberato e la densità relativa del materiale solido.

I campioni di breccia verranno prelevati secondo un opportuno criterio statistico, ordinariamente non inferiore a un campione ogni 1000 mc; nel caso in cui il controllo del fronte di cava, effettuato in conformità a quanto descritto al punto precedente, evidenzia l'affioramento di filoni contenenti amianto, il campionamento sul materiale in breccia dovrà avvenire con frequenza di un campione ogni 100 mc.

Quando il controllo del fronte di cava assicurerà l'assenza degli affioramenti sopradetti, la frequenza dei test potrà essere progressivamente ridotta ai limiti ordinari.

Per la determinazione della percentuale in peso di amianto in fibre liberate si suggerisce la seguente procedura:

- 1) pesatura del materiale;
- 2) prova di sfregamento tramite automacinazione per quattro ore;
- 3) lavaggio del materiale, filtrazione del liquido di lavaggio e raccolta della polvere su filtro;
- 4) analisi della polvere con metodi quantitativi per la valutazione della presenza di amianto in fibre (IR e SEM).

La densità relativa sarà calcolata sul materiale dopo la macinazione, secondo la relazione:

$$\% \text{ densità relativa} = \text{densità apparente} / \text{densità assoluta}$$

	NUOVA LINEA TORINO LIONE TRATTA NAZIONALE STUDIO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO					
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA	PROGETTO D111	LOTTO 00	CODIFICA R 69 RG	DOCUMENTO GE0001 002	REV . A	FOGLIO 95 di 110

L'espressione finale da utilizzare sarà la seguente:

$I.r. = \% \text{ amianto liberata} / \% \text{ densità relativa}$

Nella classificazione dei materiali naturali si dovrà fare riferimento quindi all'indice di rilascio, modificato in modo da utilizzare la percentuale di amianto rilasciato dal materiale e non la percentuale di amianto totale.

Il materiale verrà quindi definito non pericoloso quando l'indice di rilascio sarà inferiore o uguale a 0,1.

	NUOVA LINEA TORINO LIONE TRATTA NAZIONALE STUDIO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO					
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA	PROGETTO D111	LOTTO 00	CODIFICA R 69 RG	DOCUMENTO GE0001 002	REV . A

9 Problemi e criticità connesse alla realizzazione delle opere

In questo paragrafo vengono brevemente elencate le principali criticità connesse con la realizzazione delle opere, sulla base delle informazioni attualmente disponibili.

9.1 Principali opere lungo il tracciato di progetto

Senza la messa in atto di adeguati interventi e misure di mitigazione, l'inserimento in un qualsiasi territorio di importanti opere di ingegneria può comportare in linea teorica, ricadute sul contesto ambientale ed insediativo sia in fase transitoria, di realizzazione delle opere, che nel lungo termine in fase di esercizio delle stesse, legate alla natura dei terreni, alle condizioni di stabilità geomorfologica ed alle caratteristiche della circolazione idrica superficiale e profonda presenti.

É pertanto necessaria una analisi lungo il tracciato di progetto delle condizioni geologiche, geomorfologiche e idrogeologiche, e delle possibili interazioni tra le opere ed il contesto ambientale di inserimento, al fine di valutare i potenziali impatti ed individuare le possibili soluzioni tecniche da adottare per la loro mitigazione in fase costruttiva ed in fase di esercizio.

Le principali tratte d'opera presenti lungo il tracciato, cui si farà riferimento nel seguito per la descrizione delle condizioni, delle eventuali criticità presenti e delle possibili soluzioni tecniche da adottare, sono riepilogate nella sottostante Tabella 24.

 GRUPPO FERROVIE DELLO STATO	NUOVA LINEA TORINO LIONE TRATTA NAZIONALE STUDIO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO					
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA	PROGETTO D111	LOTTO 00	CODIFICA R 69 RG	DOCUMENTO GE0001 002	REV A

ELENCO TRATTE OMOGENEE NLTL TRATTA NAZIONALE

n°	Lunghezza tratte		Tracciato NLTL - Tratte omogenee	Tipologie di tracciato ferroviario
	pk			
1	0	1100	GA S. AMBROGIO	galleria artificiale
2	1100	9563	GN S. ANTONIO - CAMERONI BUTTIGLIERA	galleria naturale
3			STAZIONE DI AVIGLIANA	rilevato
4	8000	15600	GN INTERCONNESSIONI AVIGLIANA- RIVOLI/GN S.ANTONIO	galleria naturale
5	15600	18500	GA RIVOLI RIVALTA	galleria artificiale
6	18500	20825	DUNA, TRATTO ALL'APERTO INNESTO ORBASSANO	galleria artificiale - rilevato-viadotto
7	20825	25277	ORBASSANO	rilevato
8	25277	27682	GA ORBASSANO EST	galleria artificiale
9	27682	43030	GN GALLERIA PROFONDA C. MARCHE -SETTIMO	galleria naturale
10	43030	43640	GA SETTIMO	galleria artificiale
11	43640	45720	TRATTO ALL'APERTO SETTIMO	rilevato

Tabella 24. Principali tratte d'opera lungo il tracciato di progetto

9.2 Condizioni e criticità geologiche, geomorfologiche e idrogeologiche e possibili soluzioni tecniche

9.2.1 Tratta km 0+000/0+1100 - Galleria artificiale S.Ambrogio

I terreni presenti sono costituiti da depositi fluviali prevalentemente ghiaioso-sabbiosi, nei quali circola una falda acquifera con superficie piezometrica localizzata a pochi metri dal p.c..

	NUOVA LINEA TORINO LIONE TRATTA NAZIONALE STUDIO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO					
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA	PROGETTO D111	LOTTO 00	CODIFICA R 69 RG	DOCUMENTO GE0001 002	REV . A

La galleria artificiale si sviluppa lungo il tracciato interessando in profondità la prima decina di metri di terreno, ad inizio tratta, approfondendosi fino a circa 20 metri dal p.c. a fine tratta. Lo scavo verrà realizzato dall'alto tra paratie.

La maggiore potenziale ricaduta dell'opera sul contesto ambientale è rappresentata dalla possibile interferenza sulla circolazione idrica delle acque di falda, per l'effetto barriera opposto dalle paratie della galleria artificiale alla circolazione idrica sotterranea, con innalzamenti a monte ed abbassamenti a valle rispetto alla direzione del flusso idrico. Tale interferenza dipende dall'entità delle portate intercettate a loro volta funzione della direzione del flusso idrico.

Nel caso in esame, il tracciato della galleria artificiale è parallelo all'alveo della Dora ed alla direzione principale del flusso idrico, che si muove da ovest verso est, concordemente al moto del corso d'acqua, per cui le potenziali portate intercettate risultano potenzialmente di media o bassa entità così come il conseguente impatto atteso.

Nelle future fasi della progettazione sarà comunque valutata, sulla base di appropriati approfondimenti di indagine, la necessità di prevedere eventuali interventi di mitigazione (by-pass) idonei al mantenimento della "trasparenza idraulica" e dell'originario assetto idrodinamico sotterraneo, tali da trasferire le acque di falda da una parte all'altra della barriera.

9.2.2 Tratta km 1+100/9+563 - Galleria naturale di linea S. Antonio - Cameroni Buttigliera

Si tratta della galleria naturale di linea a doppia canna che verrà realizzata in scavo meccanizzato. Negli ultimi metri, dopo il passaggio della fresa, saranno realizzati con metodo tradizionale in allargo i due cameroni di 220 metri (binario dispari) e 200 metri (binario pari) per l'innesto sulle gallerie di interconnessione.

Da inizio tratta per i primi 5200 metri fino alla progressiva 6+300 circa, la galleria interessa gli stessi depositi fluviali della tratta precedente, di natura ghiaioso-sabbiosa, con falda acquifera presente a 4-5 metri sotto il p.c., carichi idraulici sulla calotta della galleria variabili tra 5 e 10 metri circa e spessore delle coperture compreso tra 15 e 20 metri; la galleria verrà realizzata in scavo meccanizzato con fresa scudata per cui, operando in

	NUOVA LINEA TORINO LIONE TRATTA NAZIONALE STUDIO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO					
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA	PROGETTO D111	LOTTO 00	CODIFICA R 69 RG	DOCUMENTO GE0001 002	REV A

modalità chiusa e fronte in pressione, sarà possibile limitare i volumi persi e controllare i conseguenti cedimenti in superficie; allo stesso modo sarà garantita l'assenza di drenaggio della falda acquifera, sia in fase di scavo che nel lungo termine, montando un rivestimento definitivo in anelli di conci prefabbricati dotato di guarnizioni idrauliche a tenuta, in grado di sostenere il carico idraulico presente.

In questa tratta non si rilevano pertanto particolari criticità, sia in termini di fattibilità dell'opera che di possibili ricadute sull'ambiente.

Dalla progressiva 6+300 fino a fine tratta al km 9+563 circa, la galleria intercetta i depositi morenici, costituiti da clasti e blocchi immersi in una matrice siltoso-sabbiosa addensata, con locali orizzonti cementati fino a veri e propri conglomerati. Sono anche presenti intercalazioni metriche di depositi lacustri costituiti da orizzonti siltoso-argillosi e sabbiosi, fittamente stratificati. Inclusi in questi depositi si rinvengono massi di dimensioni variabili da sub metriche a plurimetriche ("massi erratici"), costituiti da serpentiniti, prasiniti e subordinatamente anfiboliti e meta gabbri.

Dal km 7+100 il cavo della galleria va ad interessare, prima nella parte inferiore e dal km 8+700 sull'intera sezione, depositi marini del Villafranchiano costituiti da alternanze di argille limose e sabbie.

Al km 4+575, in corrispondenza della sezione geologica trasversale A-A', vi è la potenziale possibilità di intercettare il substrato lapideo (unità OMB, prasitini e OSS, serpentiniti), per un tratto stimato di qualche centinaio di metri. Tale aspetto andrà indagato nelle successive fasi della progettazione mediante apposite indagini.

La falda acquifera è localizzata a profondità variabili tra 5 e 60 metri dal p.c. con carichi idraulici sulla calotta della galleria contenuti tra 15 e 3-4 metri.

Le coperture variano da 20 metri alla progressiva 6+300 a 60 metri circa a fine tratta.

Al km 7+900 a 150 metri fuori asse a nord del tracciato è presente un pozzo di captazione delle acque il cui tratto filtrante è posizionato alla quota del cavo della galleria. In fase di scavo la fresa opererà in modalità chiusa e sostegno pressurizzato del fronte per evitare qualsiasi possibilità di drenaggio, tenendo costantemente sotto controllo i parametri idrodinamici (livelli di falda, valori delle portate) e di qualità delle acque.

	NUOVA LINEA TORINO LIONE TRATTA NAZIONALE STUDIO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO					
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA	PROGETTO D111	LOTTO 00	CODIFICA R 69 RG	DOCUMENTO GE0001 002	REV . A

Nell'ultimo tratto dopo il km 9+000 è previsto lo scavo dei cameroni con metodo tradizionale, in allargò dalla galleria già realizzata con la fresa. Al fine di garantire le necessarie condizioni di sicurezza nell'ambiente di lavoro e la stabilità del fronte di scavo e del cavo sarà necessario drenare la falda acquifera, durante la realizzazione dell'opera, almeno fino alla quota dell'arco rovescio. Per consentire il ripristino delle originarie condizioni idrodinamiche sotterranee nel lungo termine sarà messo in opera al contatto tra terreno e rivestimento definitivo, un telo di impermeabilizzazione (tessuto non tessuto, pcv) di adeguato spessore.

Da segnalare è la possibilità di intercettare corpi lapidei di dimensioni anche importanti (massi erratici) costituiti da rocce contenenti minerali fibrosi amiantiferi (come ad es. serpentiniti). In questo caso dovranno essere adottate modalità operative e procedure di scavo tali da evitare la dispersione di fibre negli ambienti di lavoro all'interno della fresa, predisponendo allo stesso tempo un campionamento ed analisi dello smarino estratto, al fine di definirne la capacità o meno di rilasciare fibre in concentrazioni pericolose e la destinazione finale di recapito e/o di eventuale trattamento (discarica per inerti, discarica per rifiuti speciali, trattamento di inertizzazione, ecc.).

In definitiva, tenuto conto delle situazioni sopra descritte, l'impatto atteso sulla intera tratta in galleria naturale più i cameroni può essere considerato transitorio, ovvero presente durante la realizzazione dell'opera, e di media entità.

9.2.3 Rilevato di Stazione di Avigliana

L'area della stazione di Avigliana interessa i depositi fluviali di natura ghiaioso-sabbiosa, che hanno uno spessore superiore ai 30 metri e risultano sede di falda acquifera, localizzata a 4-5 metri dal p.c..

Non si rilevano pertanto particolari criticità di carattere geologico e idrogeologico legate alla realizzazione del rilevato nella stazione di Avigliana.

	NUOVA LINEA TORINO LIONE TRATTA NAZIONALE STUDIO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO					
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA	PROGETTO D111	LOTTO 00	CODIFICA R 69 RG	DOCUMENTO GE0001 002	REV A

9.2.4 Tratta km 8+000/15+600 – Gallerie naturali di interconnessione Avigliana–Rivoli/Galleria naturale di linea S.Antonio

Le gallerie naturali di interconnessione sono comprese in una tratta che va dalla stazione di Avigliana fino ai cameroni di biforcazione, dove si innestano sulla galleria di linea bitubo. I loro tracciati sono all'incirca paralleli al tracciato della galleria naturale di linea nella tratta compresa tra le progressive 8+000 e fino ai cameroni (al km 9+563 b.p.), per cui le condizioni geologiche e idrogeologiche sono analoghe a quanto già visto per la precedente tratta in galleria naturale.

Considerando inoltre che le gallerie naturali vengono scavate utilizzando unicamente la fresa, rispetto alla tratta precedente l'impatto atteso risulta minore e di bassa entità.

Dal km 9+563 la galleria naturale bitubo di linea prosegue fino all'uscita al km 15+600.

Lungo questa tratta, dal km 9+563 al km 10+500 dal p.c. in profondità è presente, in analogia con quanto descritto precedentemente, un primo spessore variabile tra i 25 e i 30 metri di depositi morenici (clasti e blocchi immersi in una matrice siltoso-sabbiosa addensata, con orizzonti cementati fino a veri e propri conglomerati; localmente si rinvencono intercalazioni metriche di depositi lacustri costituiti da silt argillosi e silt sabbiosi fittamente stratificati; presenza di "massi erratici"), seguito da depositi marini del Villafranchiano (alternanze di argille limose e sabbie) che interessano l'intera sezione di scavo. La falda acquifera risulta posizionata tra i 10 e i 40 m sotto la quota del p.c., con carichi idraulici sulla calotta della galleria compresi tra i 5 e i 40 m.

Le coperture variano da 25 metri nella tratta iniziale a 90 metri circa verso fine tratta.

Al km 10+400 circa è presente, ad una distanza fuori asse di 60 m dal tracciato, un pozzo di emungimento il cui tratto filtrante è localizzato alla quota del cavo della galleria.

Come per le tratte precedenti, viste le condizioni geologiche e idrogeologiche e le ridotte distanze in gioco, in fase di scavo si dovrà operare con la fresa in modalità chiusa e sostegno pressurizzato del fronte, in modo da evitare qualsiasi possibilità di drenaggio, tenendo costantemente sotto controllo i parametri idrodinamici (livelli di falda, valori delle portate) e di qualità delle acque.

	NUOVA LINEA TORINO LIONE TRATTA NAZIONALE STUDIO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO					
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA	PROGETTO D111	LOTTO 00	CODIFICA R 69 RG	DOCUMENTO GE0001 002	REV .

La posizione del cavo, per la massima parte della tratta all'interno della formazione marina del Villafranchiano, riduce pressoché a zero la probabilità di intercettare massi erratici.

In definitiva l'impatto atteso per l'intera tratta, dal km 8+000 al km 15+600, risulta di bassa entità.

9.2.5 Tratta km 15+600/18+500 - Galleria Artificiale Rivoli-Rivalta

Quest'opera interessa integralmente i depositi morenici già descritti precedentemente (clasti e blocchi immersi in una matrice siltoso-sabbiosa addensata, con orizzonti cementati e conglomerati).

La falda acquifera è presente in profondità a 17 metri dal p.c. al km 18+500 ad una quota di 271 m circa s.l.m., ed a 16 m dal p.c. al km 19+500, ad una quota di 268 m s.l.m. circa, con un gradiente idraulico del 3‰.

Procedendo a ritroso con lo stesso gradiente idraulico (3‰) a partire dal km 18+500 verso l'inizio della tratta in galleria artificiale al km 15+600, la falda, a partire dai 271 m s.l.m., risale fino a quota di 280 m s.l.m. posizionandosi a 35 m al di sotto della quota del piano ferro, localizzato a 315 m s.l.m..

Sulla base di questa ricostruzione è possibile pertanto escludere l'interferenza fisica della galleria artificiale con la falda acquifera.

Anche la probabilità di intercettare massi erratici risulta ridotta, vista la notevole distanza rispetto alle zone occidentali della collina morenica dove la concentrazione di quelli affioranti è più elevata.

In definitiva l'impatto atteso per questa tratta in galleria artificiale è molto basso.

9.2.6 Tratta km 18+500/20+825 - Galleria artificiale, rilevato, viadotto Duna, tratto all'aperto innesto Orbassano

In questa tratta sono presenti una serie di opere all'aperto che vanno ad interessare un primo spessore di 10-25 metri di depositi fluviali, di natura prevalentemente ghiaioso-sabbiosa, che passano verticalmente e lateralmente ai più antichi depositi fluvio-glaciali,

	NUOVA LINEA TORINO LIONE TRATTA NAZIONALE STUDIO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO					
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA	PROGETTO D111	LOTTO 00	CODIFICA R 69 RG	DOCUMENTO GE0001 002	REV A

costituiti da sabbie ghiaiose e ghiaie sabbiose con clasti e blocchi etero metrici di quarziti, serpentiniti, gneiss, prasiniti.

La falda acquifera è localizzata a profondità comprese tra i 15 e i 25 metri dal p.c..

Vista la tipologia delle opere, le caratteristiche dei depositi e l'ubicazione della falda acquifera, non si rilevano particolari criticità e l'impatto atteso è di lieve o nulla entità.

9.2.7 Tratta km 20+825/25+277 - Rilevato di Stazione di Orbassano

Le opere presenti sono rappresentate dal rilevato della stazione di Orbassano e da un tratto finale di 1200 metri circa in trincea, che raggiunge una profondità massima di 10 metri dal p.c., di approccio alla successiva galleria artificiale. I terreni presenti sono costituiti dai depositi fluvio-glaciali della tratta precedente, di natura sabbiosa e ghiaiosa, contenenti una falda acquifera localizzata tra i 25 e i 45 metri dal p.c..

Anche in questo caso per la tipologia delle opere, le caratteristiche dei depositi e l'ubicazione della falda acquifera, l'impatto atteso risulta di lieve o nulla entità.

9.2.8 Tratta km 25+277/27+682 - Galleria artificiale Orbassano Est

Quest'opera interessa la sola formazione dei depositi fluvio-glaciali, di natura sabbiosa e ghiaiosa. La falda acquifera è localizzata a profondità comprese tra i 35 e i 45 metri dal p.c., mentre l'opera raggiunge profondità comprese tra i 10 e i 25 metri dal p.c., a quote superiori alla superficie della piezometrica di almeno 10 metri misurati nel punto di minima distanza.

Non si prevedono, viste le condizioni geologiche e idrogeologiche e la geometria dell'opera, particolari criticità, per cui l'impatto atteso è molto basso.

9.2.9 Tratta km 27+682/43+030 - Galleria naturale Corso Marche - Settimo

I terreni presenti sono costituiti da un primo spessore variabile da 60 metri, ad inizio tratta, fino a 15 metri, a fine tratta, di depositi fluvio-glaciali e fluviali, seguito da una successione di termini di origine marina (Sabbie e Argille limose del Villafranchiano, Sabbie dell'Astiano, Argille di Lugagnano).

	NUOVA LINEA TORINO LIONE TRATTA NAZIONALE STUDIO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO					
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA	PROGETTO D111	LOTTO 00	CODIFICA R 69 RG	DOCUMENTO GE0001 002	REV A

Dal km 27+682 al km 34+900 la galleria è posizionata nei depositi fluvio-glaciali e fluviali, con un spessore della copertura mediamente variabile dai 15 ai 30 metri; fino al km 29+000 la falda acquifera è ubicata al disotto dell'arco rovescio e raggiunge una profondità massima di 40 metri dal p.c.; successivamente si posiziona a 15-20 metri sopra la quota della calotta, ad una profondità di 25-30 metri dal p.c..

Al km 30+400 circa viene sottopassato l'alveo della Dora Riparia con uno spessore dei terreni di copertura sopra la calotta di 10-12 metri.

Dal km 34+900 fino al km 43+030 circa la galleria si approfondisce e va ad interessare le formazioni marine sottostanti i depositi fluvioglaciali e fluviali. Fino al km 37+800 circa viene interessata la formazione del Villafranchiano in facies prevalentemente coesiva (argille limose e sabbie) fino al km 36+700 e in facies prevalentemente incoerente successivamente (sabbie e argille limose). Dal km 37+800 fino al km 42+800 circa viene interessata la formazione delle sabbie marine dell'Astiano.

Lo spessore della copertura sopra la calotta della galleria varia da un minimo di 8-10 metri ad un massimo di 35-40 metri.

Al km 35+900 circa viene sottopassato il torrente Stura di Lanzo con uno spessore dei terreni sopra la calotta di 15-20 metri.

Lungo il tracciato sono presenti una serie di pozzi, che risultano in massima parte localizzati a monte della linea rispetto alla direzione del flusso idrico, alcuni anche a distanze minori di 100 metri dall'asse del tracciato, con tratto filtrante a quote generalmente diverse dalla quota del cavo; anche in questo caso in fase di scavo sarà necessario operare in modalità chiusa e sostegno pressurizzato del fronte in modo da evitare qualsiasi possibilità di drenaggio, tenendo costantemente sotto controllo i parametri idrodinamici (livelli di falda, valori delle portate) e di qualità delle acque.

Nella tratta dal km 34+900 al km 43+030 la galleria si trova al disotto del limite fissato dalla Regione Piemonte come base dell'acquifero superficiale, e va ad interessare l'acquifero profondo. Particolare attenzione dovrà essere posta durante lo scavo con la fresa adottando modalità esecutive tali da ottemperare alla prescrizione che vieta la costruzione di opere che consentano la comunicazione tra le falde profonde e la falda freatica. L'avanzamento dello scavo dovrà pertanto prevedere:

	NUOVA LINEA TORINO LIONE TRATTA NAZIONALE STUDIO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO					
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA	PROGETTO D111	LOTTO 00	CODIFICA R 69 RG	DOCUMENTO GE0001 002	REV . A

- scavo in modalità chiusa con applicazione di una pressione di sostegno al fronte, pari al carico litostatico e al carico idraulico;
- controllo delle pressioni in camera di scavo in almeno 3 punti (calotta, arco rovescio e centro cavo);
- controllo della pressione d'iniezione della miscela cementizia di intasamento dello spazio a tergo del rivestimento definitivo, tra terreno e scudo, in modo da garantire il completo riempimento dei vuoti e l'isolamento del rivestimento dalle acque di falda;
- controllo dei volumi di smarino estratto al termine di ogni spinta;
- controllo delle subsidenze in superficie e conseguente taratura dei parametri di scavo della fresa (coppia, spinta, pressione al fronte, pressione di iniezione) al fine di garantire la corretta esecuzione dello scavo e messa in opera del rivestimento definitivo, dotato di guarnizioni in neoprene a perfetta tenuta idraulica (in grado di sostenere un carico idraulico almeno pari a 5 bar).

In considerazione del vincolo idrogeologico presente in questa tratta e dell'ubicazione della galleria naturale che si spinge in profondità fino ad interessare anche l'acquifero profondo, un eventuale scavo senza l'impiego di particolari misure di intervento e di controllo in corso d'opera potrebbe determinare un impatto potenzialmente molto elevato. Viceversa l'adozione dello scavo meccanizzato e delle modalità esecutive sopra descritte può ricondurre lo scenario di impatto atteso ad un livello basso, con l'accortezza di effettuare in fase realizzativa un controllo costante ed accurato sia dei parametri di scavo che di quelli idrodinamici (livelli di falda, valori delle portate) e di qualità delle acque.

9.2.10 Tratta km 43+030/43+640 - Galleria artificiale Settimo

I terreni presenti sono costituiti da un primo spessore di 15-20 metri di depositi fluvioglaciali ghiaioso-sabbiosi, che giacciono sulle sottostanti sabbie marine dell'Astiano; la falda acquifera è localizzata a 4-5 metri dal p.c..

La galleria artificiale interessa la prima decina di metri di profondità dal p.c. sviluppandosi prevalentemente nei depositi fluvioglaciali, con direzione all'incirca ortogonale alle linee di flusso della falda.

	NUOVA LINEA TORINO LIONE TRATTA NAZIONALE STUDIO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO					
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA	PROGETTO D111	LOTTO 00	CODIFICA R 69 RG	DOCUMENTO GE0001 002	REV . A

Anche in questa tratta sono presenti una serie di pozzi a breve distanza dal tracciato (150-200 metri), il cui tratto filtrante è ubicato alle quote interessate dallo scavo dell'opera, che risultano ubicati a monte della galleria artificiale rispetto alla direzione del flusso idrico.

Il potenziale impatto dell'opera potrebbe essere pertanto rappresentato dall'effetto barriera opposto alla circolazione idrica sotterranea, con innalzamenti a monte ed abbassamenti a valle della galleria artificiale, rispetto alla direzione del flusso idrico.

Nelle successive fasi della progettazione dovrà essere attentamente valutata, sulla base di appropriate indagini geognostiche, la necessità di prevedere interventi di mitigazione (by-pass) idonei al mantenimento della "trasparenza idraulica" e dell'originario assetto idrodinamico sotterraneo, tali da convogliare le acque di falda da una parte all'altra della barriera.

Sulla base di questi interventi, che dovranno essere improrogabilmente effettuati qualora necessari, il potenziale impatto atteso è da ritenersi basso.

9.2.11 Tratta km 43+640/45+720 - Rilevato Settimo

La parte finale del tracciato si sviluppa all'aperto con un rilevato ferroviario che e va ad interessare il primo spessore di depositi fluvio-glaciali di natura sabbiosa e ghiaiosa, nei quali è presente una falda acquifera localizzata a pochi metri dal p.c..

La tipologia delle opere, le caratteristiche dei depositi e l'ubicazione della falda acquifera, consentono di ipotizzare un impatto atteso di lieve o nulla entità.

	NUOVA LINEA TORINO LIONE TRATTA NAZIONALE STUDIO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO					
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA	PROGETTO D111	LOTTO 00	CODIFICA R 69 RG	DOCUMENTO GE0001 002	REV A

10 Bibliografia

- [1] ARPA Piemonte (2005), Natural hazards related to recent geological processes and regional evolution – Field tripe guide.
- [2] ARPA Piemonte (2007), Ambiente geomorfologico e attività dell'uomo: risorse, rischi, impatti. Guida delle escursioni, Valle di Susa.
- [3] ARPA Piemonte (2009), Note illustrative della carta Geologica d'Italia alla scala 1:50000, foglio 155, Torino Ovest, ISPRA, 1-150.
- [4] ARPA Regione Piemonte (2008), Amianto naturale in Piemonte: cronistoria delle concessioni e dei permessi di ricerca mineraria. L'artistica Savigliano.
- [5] ARPA Regione Piemonte (2009), La mappatura del radon in Piemonte, sintesi.
- [6] Baggio P., Giardino M., Mercalli M. L. (2003), Val Sangone: climi e forme del paesaggio da due milioni di anni fa ad oggi. Edizione SMS.
- [7] Bortolotti V., Castellarin A., Bianca Cita M., Dal Piaz G.V., D'Argenio B., Pratulron A., Vanossi M. (1992). Alpi dal M.Bianco al Lago Maggiore. Guide Geologiche Regionali a cura della Società Geologica Italiana, 3/primo volume.
- [8] Boudier F. (1976) - Le massif lherzolitique de Lanzo (Alpes piémontaises). Etude structurale et Pétrologique. Thèse de doctorat d'état, University of Nantes: pp. 175.
- [9] Capeder G. (1904), Sulla struttura dell'anfiteatro morenico di Rivoli in rapporto alle diverse fasi glaciali.
- [10] Caramiello R., Carraro F., Collo G., Gianotti F., Giardino M., Martinetto E., Perotto A., Siniscalco C. (1996), Il Quaternario – Revisione del significato dei depositi "Villafranchiani" in Piemonte. Italian Journal of Quaternary Sciences. Aiqua 187-194.
- [11] Carraro F. (1996), Il Quaternario – Revisione del Villafranchiano nell'area-tipo di Villafranca d'Asti. Italian Journal of Quaternary Sciences. Aiqua, vol 9 fasc.1°.
- [12] Civita M., Pizzo S. (2001), art: L'evoluzione spazio-temporale del livello piezometrico dell'acquifero libero nel sottosuolo di Torino. Geam.

	NUOVA LINEA TORINO LIONE TRATTA NAZIONALE STUDIO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO					
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA	PROGETTO D111	LOTTO 00	CODIFICA R 69 RG	DOCUMENTO GE0001 002	REV A

- [13] De Luca D.A., Destefanis E., Forno M.G., Fratianni S., Gattiglio M., Masciocco L., Menegon A.: Studio interdisciplinare per il monitoraggio e la valorizzazione della sorgente della Valle di Susa, in previsione di opere a forte impatto ambientale.
- [14] De Rienzo F. (2003), Modello geologico e geotecnico 3D del sottosuolo della città di Torino gestito mediante GIS, Dottorato di Ricerca in Geoingegneria Ambientale (XV ciclo) al Politecnico di Torino. - Link diretto: <http://staff.polito.it/pierpaolo.oreste/derienzo.htm>
- [15] Ferrero E. (1971), Astian, *Giornale di Geologia*, 37.2, 33-40.
- [16] Forno M.G., Gregorio L., Vatteroni R. (2007), La successione stratigrafica del settore destro del Conoide di Lanzo e il suo significato per l'utilizzo del territorio, *Riassunti del Convegno: "Ambiente geomorfologico e attività dell'uomo: Risorse, Rischi, Impatti"*, ARPA Piemonte, 58-59.
- [17] http://www.geomare.na.cnr.it/RCMNSdata/mediterraneo/PDF_historical_stratotype/Astian%20historical%20stratotype.pdf
- [18] Lucchesi S. (2001), Sintesi preliminare dei dati di sottosuolo della pianura piemontese centrale. *Geam* 115, 2001.
- [19] Mancini F. (1969), Notizie sui paleosuoli e sui loess dell'Anfiteatro occidentale e frontale del Garda con osservazioni di microfauna pedologica di G. A. Ferrari, *Atti della Società Italiana di Scienze Naturali (Milano)*, 109.2, 185-219.
- [20] Motta Luigi e Michele - Rischi geomorfologici e sport all'aria aperta: il bouldering nell'anfiteatro morenico di Rivoli - Avigliana - Parte II - Valore Ambientale dei massi erratici e valutazione d'impatto ambientale dell'arrampicata - Torino, gennaio 2004.
- [21] Nicolussi Rossi S. (1992): Revisione dell'Anfiteatro Morenico di Rivoli Avigliana. Tesi di laurea in Scienze Geologiche, Università di Torino, Dip. di Scienze della Terra, anno accademico 1991-92, Relatore Prof. Carraro F.
- [22] Petrucci F. (1970), Rilevamento geomorfologico dell'Anfiteatro morenico di Rivoli-Avigliana (Prof. Torino), *Ricerche sull'anfiteatro morenico di Rivoli-Avigliana (prov. di Torino) e sul suo substrato cristallino. Memorie della Società Italiana di Scienze Naturali e del Museo Civico di Storia Naturale di Milano*, 95-124.

	NUOVA LINEA TORINO LIONE TRATTA NAZIONALE STUDIO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO					
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA	PROGETTO D111	LOTTO 00	CODIFICA R 69 RG	DOCUMENTO GE0001 002	REV A

- [23] Petrucci F., Carta geo-morfologica dell'anfiteatro morenico di Rivoli-Avigliana (Prov. Torino) e del suo substrato cristallino. C.N.R. - scala 1:25000, (anni 1965-'69).
- [24] Petrucci F., G.C. Bortolami, G.V. Dal Piaz (1970), Ricerche sull'anfiteatro morenico di Rivoli – Avigliana (Prov. Torino) e sul suo substrato cristallino.
- [25] Piccardo G.B., Zanetti A., & Müntener O. (2007) - Melt/Peridotite interaction in the Lanzo South peridotite: field, textural and geochemical evidence. *Lithos*, 94: 181-209.
- [26] Prever P.L. (1907), Sulla costruzione dell'anfiteatro morenico di Rivoli in rapporto con successive fasi glaciali.
- [27] Progetto: XX Giochi Olimpici Invernali, agenzia Torino 2006 – Realizzazione di variante SS 589 dei “Laghi di Avigliana” in corrispondenza di Avigliana e Trana.
- [28] Provincia di Torino, CNR, Dipartimento di Scienze della Terra Università di Torino, Parco Naturale Orsiera Rocciavrè (2004), I geositi nel paesaggio della Provincia di Torino, Litografia Geda di Nichelino (TO)
- [29] Regione Piemonte (2004), Monografie XLI – Studi geologici in Val di Susa finalizzati ad un nuovo collegamento ferroviario Torino - Lione.
- [30] Regione Piemonte (2005), Idrogeologia della pianura piemontese, Regione Piemonte, Direzione pianificazione risorse idriche.
- [31] Regione Piemonte, Criteri tecnici per l'identificazione della base dell'acquifero superficiale, Deliberazione della Giunta Regionale - 3 giugno 2009, n. 34-11524.
- [32] Regione Piemonte, Dipartimento di Scienze della Terra Università di Torino, CNR (2009), Geologia e Idrostratigrafia profonda della Pianura Padana Occidentale, La Nuova Lito (Firenze)
- [33] Sacco F. (1922), I principali massi erratici dell'anfiteatro morenico di Rivoli. Torino, castello del Valentino 10 Gennaio 1922.
- [34] Sacco F. (1928), I massi erratici. Estratto dalla rivista “L'escursionista” – anno XXX, numeri 8 9 10 11.
- [35] Sacco F. (1929), I massi erratici. Estratto dalla rassegna di Aprile dell’ “Unione ligure escursionisti”.

	NUOVA LINEA TORINO LIONE TRATTA NAZIONALE STUDIO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO					
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA	PROGETTO D111	LOTTO 00	CODIFICA R 69 RG	DOCUMENTO GE0001 002	REV . A	FOGLIO 110 di 110

[36] Sacco F., Carta geologica dell'anfiteatro morenico di Rivoli – scala 1:100000, (anno 1881 tavola IV.)

[37] Venzo S. (1965), Rilevamento geologico dell'anfiteatro morenico frontale del Garda, dal Chiese all'Adige, Memorie della Società Italiana di Scienze Naturali, Milano, 14, 3-82.