

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



CUP J14H20000970001

U.O. GEOLOGIA TECNICA, DELL'AMBIENTE E DEL TERRITORIO

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA

ELETTRIFICAZIONE TRENTO-BASSANO DEL GRAPPA

LOTTO 1: Tratta Trento-Borgo Valsugana Est

Relazione geologica

SCALA:

-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV.

I T 1 J 1 0 R 6 9 R G G E 0 0 0 1 0 0 1 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione esecutiva	F. Sciascia	Maggio 2021	M.C. Morandi	Maggio 2021	S. Lo Presti	Maggio 2021	M. Comedini
								Maggio 2021

Maggio 2021
ITALFERR
GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
Dott. Geol. Massimo Comedini
Ordine dei Geologi dell'Azio
n° 2103

File:

n. Elab.:

Relazione geologica	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IT1J	10	R 69 RG	GE 0001 001	A	2 di 171

INDICE

1	PREMESSA	8
2	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	9
3	DATI DI BASE.....	10
3.1	INDAGINI DIRETTE ITALFERR 2020-21	12
3.2	INDAGINI INDIRETTE ITALFERR 2021	17
4	GEOLOGIA	18
4.1	STRATIGRAFIA.....	22
4.1.1	<i>Unità del basamento metamorfico</i>	<i>22</i>
4.1.2	<i>Magmatismo Permiano e filoni</i>	<i>23</i>
4.1.3	<i>Unità della Gruppo Vulcanico Atesino</i>	<i>23</i>
4.1.4	<i>Successioni sedimentarie e vulcaniche Permo-Cenozoiche</i>	<i>25</i>
4.1.5	<i>Successione quaternaria continentale.....</i>	<i>35</i>
5	TETTONICA.....	42
6	GEOMORFOLOGIA.....	45
6.1	INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO DELL'AREA DI PROGETTO	46
6.1.1	<i>Settore Borgo Valsugana - Caldonazzo</i>	<i>46</i>
6.1.2	<i>Settore Caldonazzo - Roncogno.....</i>	<i>46</i>
6.1.3	<i>Settore Roncogno – Pantè (gole del Fersina)</i>	<i>46</i>
6.1.4	<i>Settore Pantè - Trento</i>	<i>46</i>
6.2	DEFORMAZIONE GRAVITATIVA DI VERSANTE DEL MONTE MARZOLA	47
7	MODELLO GEOLOGICO DI RIFERIMENTO.....	48
7.1	TRATTA 0+000 – 20+250: VALSUGANA.....	48
7.2	TRATTA 20+250 – 23+550: PENDICI EST DEL MONTE MARZOLA.....	48
7.3	TRATTA 23+550 – 29+640: VALLE DEL T. FERSINA	49
7.4	TRATTA 29+640 – 32+000: PENDICI NORD DI M. MARZOLA.....	49

Relazione geologica	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IT1J	10	R 69 RG	GE 0001 001	A	3 di 171

7.5	TRATTA 32+000 – 34+700: GALLERIE NEI CALCARI GRIGI	50
7.6	TRATTA 34+700 – 35+650: LINEA TRENTO-RONCOGNO	53
7.7	TRATTA 35+650 – 41+080: PENDICI OVEST DEL MONTE MARZOLA	53
	TRATTA 41+080 – 44+482.8: PIANA DEL F. ADIGE	54
8	IDROGEOLOGIA	55
8.1	DATI DI BASE	55
8.2	INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO	55
8.3	SCHEMA DI CIRCOLAZIONE IDRICA	56
	8.3.1 <i>Complessi idrogeologici</i>	56
	8.3.2 <i>Schema sintetico delle principali caratteristiche idrogeologiche delle formazioni</i>	60
8.4	CARTA IDROGEOLOGICA	63
8.5	PROFILO IDROGEOLOGICO IN ASSE AL TRACCIATO	65
9	ANALISI DELLE PERICOLOSITÀ IDROGEOLOGICHE	67
9.1	TRATTA BORGO VALSUGANA-CALDONAZZO	75
9.2	TRATTA CALDONAZZO-RONCOGNO	78
9.3	TRATTA RONCOGNO-PANTÈ (GOLE DEL FERSINA)	80
9.4	TRATTA PANTÈ (GOLE DEL FERSINA)-TRENTO	84
10	ELEMENTI DI SISMICITÀ	86
10.1	PRINCIPALI SORGENTI SISMOGENETICHE	86
10.2	CLASSIFICAZIONE SISMICA DEL TERRITORIO	89
10.3	SISMICITÀ STORICA	113
10.4	MICROZONAZIONE SISMICA DELLA PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO	120
10.5	MAGNITUDO DI RIFERIMENTO	123
10.6	PARAMETRI PER LA DETERMINAZIONE DELL'AZIONE SISMICA DI RIFERIMENTO	125
	10.6.1 <i>Categoria di sottosuolo</i>	125
	10.6.2 <i>Condizioni topografiche</i>	138

Relazione geologica	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IT1J	10	R 69 RG	GE 0001 001	A	4 di 171

10.7	CONSIDERAZIONI PRELIMINARI SULLA LIQUEFAZIONE	139
11	CONCLUSIONI	140
12	BIBLIOGRAFIA	141
<i>APPENDICE 1 – ELENCO POZZI E SORGENTI</i>		146

Relazione geologica	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IT1J	10	R 69 RG	GE 0001 001	A	5 di 171

FIGURE

FIGURA 1. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO DELL'AREA DI STUDIO.....	9
FIGURA 2. UBICAZIONE DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE DISPONIBILI NELL'AREA IN ESAME.....	11
FIGURA 3. SCHEMA DEI RAPPORTI STRATIGRAFICI DELLE UNITÀ SEDIMENTARIE (TRATTO DA NOTE ILLUSTRATIVE DELLA CARTA GEOLOGICA D' ITALIA – FOGLIO 060 TRENTO). IL RIQUADRO ROSSO EVIDENZIA LE FORMAZIONI CHE INTERESSANO L'AREA DI PROGETTO	19
FIGURA 4. SCHEMA DEI RAPPORTI STRATIGRAFICI DELLA SUCCESIONE PORFIRICA ATESSINA (TRATTO DAL FOGLIO 060 TRENTO IN SCALA 1:50.000 DELLA CARTA GEOLOGICA D' ITALIA).....	19
FIGURA 5. SCHEMA DEI RAPPORTI STRATIGRAFICI DELLA SUCCESIONE QUATERNARIA. L'INQUADRAMENTO CRONOLOGICO A LATO È INDICATIVO (TRATTO DA NOTE ILLUSTRATIVE DELLA CARTA GEOLOGICA D' ITALIA – FOGLIO 060 – TRENTO)	20
FIGURA 6. SCHEMA TETTONICO DELL'AREA DI TRENTO (ESTRATTO DALLA CARTA GEOLOGICA D' ITALIA – FOGLIO 060 TRENTO). IN ROSSO È INDICATO IL TRACCIATO FERROVIARIO (INDICATIVO)	42
FIGURA 8. STRALCIO DELLA CARTA GEOLOGICA – LINEA TRENTO – RONCOGNO, ZONA MESIANO (ELLISSI ROSSA TRATTEGGIATA).....	44
FIGURA 11. MORFOLOGIA DEL TERRITORIO OGGETTO DI STUDIO.....	45
FIGURA 17. PASSAGGIO TRA I DEPOSITI QUATERNARI, FILLADI DI BASAMENTO (VFS) E DEPOSITO DI FRANA (PTGA1). SCALA GRAFICA, ESAGERAZIONE VERTICALE X20.....	49
FIGURA 20. ASSETTO GEOLOGICO NELL'AREA DELLE GALLERIE. SCALA GRAFICA, ESAGERAZIONE VERTICALE X20	51
FIGURA 21. IMBOCCO LATO BORGIO VALSUGANA DELLA GALLERIA CANTAGHEL.	52
FIGURA 22. GOLE DEL TORRENTE FERSINA VISTE DALLA VECCHIA STRADA STATALE 66 PRESSO LA GALLERIA CANTAGHEL	52
FIGURA 23. ASSETTO GEOLOGICO NELL'ATTRAVERSAMENTO DELLA LINEA TRENTO-RONCOGNO. SCALA GRAFICA, ESAGERAZIONE VERTICALE X20.....	53
FIGURA 24. ASSETTO GEOLOGICO DELLE FORMAZIONI TRA LA GALLERIA SAN ROCCO E IL COLLEGAMENTO CON LA PIANA DELL'ADIGE. SCALA GRAFICA, ESAGERAZIONE VERTICALE X20	54
FIGURA 26. SCHEMA CONCETTUALE DI AMMASSO ROCCIOSO FRATTURATO (HARD ROCK ACQUIFER) (ADATTATO DA FREEZE E CHERRY 1979, DAVIS AND DE WIEST, 1966)	55
FIGURA 27: RAPPRESENTAZIONE DEI PRINCIPALI COMPLESSI IDROGEOLOGICI PRESENTI NELL'AREA	57
FIGURA 28. EVIDENZE DI CARSIAMO NEL CALCARE OOLITICO DI LOPPIO (LOP). STOP 32. LOCALITÀ MASO CANTANGHEL A SO DELL'ABITATO DI CIVEZZANO.....	58
FIGURA 29.AFFIORAMENTO DI DOLOMIA PRINCIPALE	59
FIGURA 30. SCHEMA ESEMPLIFICATIVO DEI RAPPORTI DI SCAMBIO IDRICO TRA: A-COMPLESSO POST CALCARI GRIGI; B- COMPLESSO CALCARI GRIGI; C-COMPLESSO DOLOMIA PRINCIPALE; D- COMPLESSO ALLUVIONI; E- DETRITI DI VERSANTE.	60
FIGURA 31. CLASSI DI PORTATA MEDIA DELLE SORGENTI.....	65
FIGURA 32. CLASSI DI PERMEABILITÀ UTILIZZATE PER IDENTIFICARE LE PERMEABILITÀ RELATIVE AI DEPOSITI QUATERNARI	66
FIGURA 33. CLASSI DI PERICOLO (P.A.T.)	67
FIGURA 34. STRALCIO DELLA CARTA DELLA PERICOLOSITÀ DELLA P.A.T. (1 DI 6)	69
FIGURA 35. STRALCIO DELLA CARTA DELLA PERICOLOSITÀ DELLA P.A.T. (2 DI 6)	70
FIGURA 36. STRALCIO DELLA CARTA DELLA PERICOLOSITÀ DELLA P.A.T. (3 DI 6)	71
FIGURA 37. STRALCIO DELLA CARTA DELLA PERICOLOSITÀ DELLA P.A.T. (4 DI 6)	72
FIGURA 38. STRALCIO DELLA CARTA DELLA PERICOLOSITÀ DELLA P.A.T. (5 DI 6)	73
FIGURA 39. STRALCIO DELLA CARTA DELLA PERICOLOSITÀ DELLA P.A.T. (6 DI 6)	74
FIGURA 40. STRALCIO DELLA CARTA DELLA PERICOLOSITÀ DELLA P.A.T. IN LOCALITÀ RONCEGNO	76
FIGURA 41. STRALCIO DELLA CARTA DELLA PERICOLOSITÀ DELLA P.A.T. IN LOCALITÀ SELVA.....	77
FIGURA 42. STRALCIO DELLA CARTA DELLA PERICOLOSITÀ DELLA P.A.T. IN LOCALITÀ SANTA CATERINA.....	79
FIGURA 43. STRALCIO DELLA CARTA DELLA PERICOLOSITÀ DELLA P.A.T. PENDICI NORD DEL MONTE MARZOLA	81
FIGURA 44. STRALCIO DELLA CARTA DELLA PERICOLOSITÀ DELLA P.A.T. GOLE DEL FERSINA	82
FIGURA 45. STRALCIO DELLA CARTA DELLA PERICOLOSITÀ DELLA P.A.T. LOCALITÀ PANTÈ	83
FIGURA 46. STRALCIO DELLA CARTA DELLA PERICOLOSITÀ DELLA P.A.T. LOCALITÀ VILLAZZANO	85
FIGURA 47. PRINCIPALI SISTEMI TETTONICI PRESENTI NELL'AREA TRENTINA.	86
FIGURA 48. SORGENTI SISMOGENETICHE CONTENUTE NELLA VERSIONE 3.2.1 DEL "DATABASE OF POTENTIAL SOURCES FOR EARTHQUAKES LARGER THAN M 5.5 IN ITALY" PER L'AREA TRENTINA	87
FIGURA 49. SISMICITÀ STRUMENTALE DEL TRENTO NEL PERIODO 1994-2012 (TRATTO DAL SITO DELLA PROTEZIONE CIVILE DELLA P.A.T.)	88
FIGURA 50. MAPPA DEL MOMENTO SISMICO IN TRENTO (DA	89

Relazione geologica	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IT1J	10	R 69 RG	GE 0001 001	A	6 di 171

FIGURA 51. CLASSIFICAZIONE SISMICA DEL TERRITORIO PROVINCIALE (DA HTTP://WWW.PROTEZIONECIVILE.TN.IT/TERRITORIO/SISMOLOGIA/-CLASSIFICAZIONI/PAGINA8.HTML)	90
FIGURA 52. MAPPA DI PERICOLOSITÀ SISMICA ESPRESSA IN TERMINI DI ACCELERAZIONE MASSIMA DEL SUOLO (A_{MAX}) CON PROBABILITÀ DI ECCEDEZZA DEL 10% IN 50 ANNI RIFERITA A SUOLI MOLTO RIGIDI ($V_{S30}>800$ M/S) (HTTP://ESSE1-GIS.MI.INGV.IT/)	92
FIGURA 53. VALORI DEI PARAMETRI A_G , F_0 E T_{C^*} COL PERIODO DI RITORNO T_R . COMUNE DI BORGO VALSUGANA	93
FIGURA 54. SPETTRI DI RISPOSTA ELASTICI PER I PERIODI DI RITORNO T_R DI RIFERIMENTO. COMUNE DI BORGO VALSUGANA	94
FIGURA 55. VALORI DEI PARAMETRI A_G , F_0 E T_{C^*} COL PERIODO DI RITORNO T_R . RONCEGNO TERME.....	95
FIGURA 56. SPETTRI DI RISPOSTA ELASTICI PER I PERIODI DI RITORNO T_R DI RIFERIMENTO. RONCEGNO TERME	96
FIGURA 57. VALORI DEI PARAMETRI A_G , F_0 E T_{C^*} COL PERIODO DI RITORNO T_R . COMUNE DI NOVALEDO.....	97
FIGURA 58. SPETTRI DI RISPOSTA ELASTICI PER I PERIODI DI RITORNO T_R DI RIFERIMENTO COMUNE DI NOVALEDO	98
FIGURA 59. VALORI DEI PARAMETRI A_G , F_0 E T_{C^*} COL PERIODO DI RITORNO T_R . COMUNE DI LEVICO TERME	99
FIGURA 60. SPETTRI DI RISPOSTA ELASTICI PER I PERIODI DI RITORNO T_R DI RIFERIMENTO. COMUNE DI LEVICO TERME.....	100
FIGURA 61. VALORI DEI PARAMETRI A_G , F_0 E T_{C^*} COL PERIODO DI RITORNO T_R . COMUNE DI CALDONAZZO.....	101
FIGURA 62. SPETTRI DI RISPOSTA ELASTICI PER I PERIODI DI RITORNO T_R DI RIFERIMENTO. COMUNE DI CALDONAZZO	102
FIGURA 63. VALORI DEI PARAMETRI A_G , F_0 E T_{C^*} COL PERIODO DI RITORNO T_R . COMUNE DI CALCERANICA LAGO	103
FIGURA 64. SPETTRI DI RISPOSTA ELASTICI PER I PERIODI DI RITORNO T_R DI RIFERIMENTO. COMUNE DI CALCERANICA LAGO.....	104
FIGURA 65. VALORI DEI PARAMETRI A_G , F_0 E T_{C^*} COL PERIODO DI RITORNO T_R . COMUNE DI BOSENTINO	105
FIGURA 66. SPETTRI DI RISPOSTA ELASTICI PER I PERIODI DI RITORNO T_R DI RIFERIMENTO. COMUNE DI BOSENTINO.....	106
FIGURA 67. VALORI DEI PARAMETRI A_G , F_0 E T_{C^*} COL PERIODO DI RITORNO T_R . COMUNE DI PERGINE VALSUGANA.....	107
FIGURA 68. SPETTRI DI RISPOSTA ELASTICI PER I PERIODI DI RITORNO T_R DI RIFERIMENTO. COMUNE DI PERGINE VALSUGANA	108
FIGURA 69. VALORI DEI PARAMETRI A_G , F_0 E T_{C^*} COL PERIODO DI RITORNO T_R . COMUNE DI CIVEZZANO.....	109
FIGURA 70. SPETTRI DI RISPOSTA ELASTICI PER I PERIODI DI RITORNO T_R DI RIFERIMENTO. COMUNE DI CIVEZZANO	110
FIGURA 71. VALORI DEI PARAMETRI A_G , F_0 E T_{C^*} COL PERIODO DI RITORNO T_R . COMUNE DI TRENTO	111
FIGURA 72. SPETTRI DI RISPOSTA ELASTICI PER I PERIODI DI RITORNO T_R DI RIFERIMENTO. COMUNE DI TRENTO	112
FIGURA 73. CARTA DI MICROZONAZIONE SISMICA DI 1° LIVELLO (ESTRATTO DA HTTP://WWW.PROTEZIONECIVILE.TN.IT/BINARY/PAT_PROTEZIONE_CIVILE/PRIMOP_TERRITORIO/MZS_A4.1330431791.JPG).....	121
FIGURA 74. STRALCIO DELLA CARTA DI MICROZONAZIONE SISMICA DI 1° LIVELLO PER L'AREA DI SVILUPPO DEL TRACCIATO FERROVIARIO	122
FIGURA 75. ZONE SISMOGENETICHE PER LA MAPPA DI PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE DI RIFERIMENTO	124
FIGURA 76. VALORI DI M_{WMAX} PER LE ZONE SISMOGENETICHE DI ZS9.....	124
FIGURA 77. CARTA DI CLASSIFICAZIONE SISMICA DEI SUOLI DI FONDAZIONE – ZONA 1 (ESTRATTO DA HTTPS://PATN.MAPS.ARCGIS.COM/APPS/WEBAPPVIEWER/INDEX.HTML?ID=A57E8327199F4DB6ACDB2F15D3048615).....	126
FIGURA 78. CARTA DI CLASSIFICAZIONE SISMICA DEI SUOLI DI FONDAZIONE – ZONA 2 (ESTRATTO DA HTTPS://PATN.MAPS.ARCGIS.COM/APPS/WEBAPPVIEWER/INDEX.HTML?ID=A57E8327199F4DB6ACDB2F15D3048615).....	127
FIGURA 79. CARTA DI CLASSIFICAZIONE SISMICA DEI SUOLI DI FONDAZIONE – ZONA 3 (ESTRATTO DA HTTPS://PATN.MAPS.ARCGIS.COM/APPS/WEBAPPVIEWER/INDEX.HTML?ID=A57E8327199F4DB6ACDB2F15D3048615).....	128
FIGURA 80. CARTA DI CLASSIFICAZIONE SISMICA DEI SUOLI DI FONDAZIONE – ZONA 4 (ESTRATTO DA HTTPS://PATN.MAPS.ARCGIS.COM/APPS/WEBAPPVIEWER/INDEX.HTML?ID=A57E8327199F4DB6ACDB2F15D3048615).....	129
FIGURA 81. CARTA DI CLASSIFICAZIONE SISMICA DEI SUOLI DI FONDAZIONE – ZONA 5 (ESTRATTO DA HTTPS://PATN.MAPS.ARCGIS.COM/APPS/WEBAPPVIEWER/INDEX.HTML?ID=A57E8327199F4DB6ACDB2F15D3048615).....	130
FIGURA 82. CARTA DI CLASSIFICAZIONE SISMICA DEI SUOLI DI FONDAZIONE – ZONA 6 (ESTRATTO DA HTTPS://PATN.MAPS.ARCGIS.COM/APPS/WEBAPPVIEWER/INDEX.HTML?ID=A57E8327199F4DB6ACDB2F15D3048615).....	131
FIGURA 83. CARTA DI CLASSIFICAZIONE SISMICA DEI SUOLI DI FONDAZIONE – ZONA 7 (ESTRATTO DA HTTPS://PATN.MAPS.ARCGIS.COM/APPS/WEBAPPVIEWER/INDEX.HTML?ID=A57E8327199F4DB6ACDB2F15D3048615).....	132
FIGURA 84. CARTA DI CLASSIFICAZIONE SISMICA DEI SUOLI DI FONDAZIONE – ZONA 8 (ESTRATTO DA HTTPS://PATN.MAPS.ARCGIS.COM/APPS/WEBAPPVIEWER/INDEX.HTML?ID=A57E8327199F4DB6ACDB2F15D3048615).....	133
FIGURA 85. CARTA DI CLASSIFICAZIONE SISMICA DEI SUOLI DI FONDAZIONE – ZONA 9 (ESTRATTO DA HTTPS://PATN.MAPS.ARCGIS.COM/APPS/WEBAPPVIEWER/INDEX.HTML?ID=A57E8327199F4DB6ACDB2F15D3048615).....	134
FIGURA 86. CARTA DI CLASSIFICAZIONE SISMICA DEI SUOLI DI FONDAZIONE – ZONA 10 (ESTRATTO DA HTTPS://PATN.MAPS.ARCGIS.COM/APPS/WEBAPPVIEWER/INDEX.HTML?ID=A57E8327199F4DB6ACDB2F15D3048615).....	135
FIGURA 87. UBICAZIONE PROVE M.A.S.W. 1, M.A.S.W. 3 E HVS R1	136

FIGURA 88. UBICAZIONE PROVE M.A.S.W. 2 E HVSR2.....137

TABELLE

TABELLA 1. RIASSUNTO DELL'INDAGINE	12
TABELLA 2. VALORI DI N_{SPT} DISPONIBILI.....	16
TABELLA 3. SCHEMA DI SINTESI DELLA SUCCESSIONE GEOLOGICA PRESENTE NELL'AREA DI STUDIO	21
TABELLA 4. SEQUENZA CONTINENTALE QUATERNARIA.....	37
TABELLA 5. SINTESI DELLE PRINCIPALI CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE DELLE FORMAZIONI INTERESSATE DAL TRACCIATO	63
TABELLA 6. PROVE DI PERMEABILITÀ IN FORO	64
TABELLA 7. VALORI DI ACCELERAZIONE MASSIMA DEL SUOLO A_G CON PROBABILITÀ DI SUPERAMENTO DEL 10% IN 50 ANNI, RIFERITO A SUOLI RIGIDI CARATTERIZZATI DA $V_{s,30}>800$ M/S	91
TABELLA 8. VALORI DEI PARAMETRI DI A_G , F_0 , T_{c^*} PER I PERIODI DI RITORNO T_R DI RIFERIMENTO. COMUNE DI BORGIO VALSUGANA	93
TABELLA 9. VALORI DEI PARAMETRI DI A_G , F_0 , T_{c^*} PER I PERIODI DI RITORNO T_R DI RIFERIMENTO. COMUNE DI RONCEGNO TERME	95
TABELLA 10. VALORI DEI PARAMETRI DI A_G , F_0 , T_{c^*} PER I PERIODI DI RITORNO T_R DI RIFERIMENTO. COMUNE DI NOVALEDO.....	97
TABELLA 11. VALORI DEI PARAMETRI DI A_G , F_0 , T_{c^*} PER I PERIODI DI RITORNO T_R DI RIFERIMENTO. COMUNE DI LEVICO TERME	99
TABELLA 12. VALORI DEI PARAMETRI DI A_G , F_0 , T_{c^*} PER I PERIODI DI RITORNO T_R DI RIFERIMENTO. COMUNE DI CALDONAZZO.....	101
TABELLA 13. VALORI DEI PARAMETRI DI A_G , F_0 , T_{c^*} PER I PERIODI DI RITORNO T_R DI RIFERIMENTO. COMUNE DI CALCERANICA LAGO	103
TABELLA 14. VALORI DEI PARAMETRI DI A_G , F_0 , T_{c^*} PER I PERIODI DI RITORNO T_R DI RIFERIMENTO. COMUNE DI BOSENTINO	105
TABELLA 15. VALORI DEI PARAMETRI DI A_G , F_0 , T_{c^*} PER I PERIODI DI RITORNO T_R DI RIFERIMENTO. COMUNE DI PERGINE VALSUGANA.....	107
TABELLA 16. VALORI DEI PARAMETRI DI A_G , F_0 , T_{c^*} PER I PERIODI DI RITORNO T_R DI RIFERIMENTO. COMUNE DI CIVEZZANO.....	109
TABELLA 17. VALORI DEI PARAMETRI DI A_G , F_0 , T_{c^*} PER I PERIODI DI RITORNO T_R DI RIFERIMENTO. COMUNE DI TRENTO.....	111
TABELLA 18. STORIA SISMICA DI BORGIO VALSUGANA (TN)	114
TABELLA 19. STORIA SISMICA DI RONCEGNO TERME (TN)	114
TABELLA 20. STORIA SISMICA DI NOVALEDO (TN).....	114
TABELLA 21. STORIA SISMICA DI LEVICO TERME (TN)	115
TABELLA 22. STORIA SISMICA DI CALDONAZZO (TN).....	115
TABELLA 23. STORIA SISMICA DI CALCERANICA LAGO (TN)	116
TABELLA 24. STORIA SISMICA DI BOSENTINO (TN)	116
TABELLA 25. STORIA SISMICA DI PERGINE VALSUGANA (TN).....	117
TABELLA 26. STORIA SISMICA DI CALCERANICA LAGO (TN)	117
TABELLA 27. STORIA SISMICA DI TRENTO (TN).....	119
TABELLA 28. RISULTATI DELL'INDAGINE M.A.S.W.	136
TABELLA 29. RISULTATI DELL'INDAGINE DOWN HOLE.....	137

Relazione geologica	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IT1J	10	R 69 RG	GE 0001 001	A	8 di 171

1 PREMESSA

Il presente documento illustra i risultati dello studio geologico realizzato nell'ambito del Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica relativo al Lotto 1 –Trento - Borgo Valsugana Est della Elettificazione della linea Trento – Bassano del Grappa.

Le informazioni di carattere geologico, geomorfologico, idrogeologico, geomeccanico e sismico relative al settore indagato sono state rappresentate nei seguenti elaborati che integrano ed accompagnano la presente relazione:

DESCRIZIONE	scala	PROG.	LOTTO	FA SE	ENT E	DOC	ID	P.OP	PRG.OP	PRO G	REV.
Rapporto sulle attività di campagna		IT1J	1 0	R	69	RH	GE	00	0 5	001	A
Relazione sulla classificazione geomeccanica		IT1J	1 0	R	69	RH	GE	00	0 5	002	A
Schede di rilevamento geomeccanico		IT1J	1 0	R	69	RH	GE	00	0 5	003	A
Carta geologica 1di5	1:10000	IT1J	1 0	R	69	G4	GE	00	0 1	001	A
Carta geologica 2di5	1:10000	IT1J	1 0	R	69	G4	GE	00	0 1	002	A
Carta geologica 3di5	1:10000	IT1J	1 0	R	69	G4	GE	00	0 1	003	A
Carta geologica 4di5	1:10000	IT1J	1 0	R	69	G4	GE	00	0 1	004	A
Carta geologica 5di5	1:10000	IT1J	1 0	R	69	G4	GE	00	0 1	005	A
Carta geologica di inquadramento 1di2	1:25000	IT1J	1 0	R	69	G3	GE	00	0 1	001	A
Carta geologica di inquadramento 2di2	1:25000	IT1J	1 0	R	69	G3	GE	00	0 1	002	A
Carta ubicazione stop geologici, stazioni geomeccaniche e indagini geognostiche tavola 1di5	1:10000	IT1J	1 0	R	69	G4	GE	00	0 5	001	A
Carta ubicazione stop geologici, stazioni geomeccaniche e indagini geognostiche tavola 2di5	1:10000	IT1J	1 0	R	69	G4	GE	00	0 5	002	A
Carta ubicazione stop geologici, stazioni geomeccaniche e indagini geognostiche tavola 3di5	1:10000	IT1J	1 0	R	69	G4	GE	00	0 5	003	A
Carta ubicazione stop geologici, stazioni geomeccaniche e indagini geognostiche tavola 4di5	1:10000	IT1J	1 0	R	69	G4	GE	00	0 5	004	A
Carta ubicazione stop geologici, stazioni geomeccaniche e indagini geognostiche tavola 5di5	1:10000	IT1J	1 0	R	69	G4	GE	00	0 5	005	A
Carta idrogeologica 1di5	1:10000	IT1J	1 0	R	69	G4	GE	00	0 2	001	A
Carta idrogeologica 2di5	1:10000	IT1J	1 0	R	69	G4	GE	00	0 2	002	A
Carta idrogeologica 3di5	1:10000	IT1J	1 0	R	69	G4	GE	00	0 2	003	A
Carta idrogeologica 4di5	1:10000	IT1J	1 0	R	69	G4	GE	00	0 2	004	A
Carta idrogeologica 5di5	1:10000	IT1J	1 0	R	69	G4	GE	00	0 2	005	A
Profilo geologico in asse al tracciato tav 1/3	1:10000	IT1J	1 0	R	69	F6	GE	00	0 1	001	A
Profilo geologico in asse al tracciato tav 2/3	1:10000	IT1J	1 0	R	69	F6	GE	00	0 1	002	A
Profilo geologico in asse al tracciato tav 3/3	1:10000	IT1J	1 0	R	69	F6	GE	00	0 1	003	A
Profilo idrogeologico in asse al tracciato tav 1/3	1:10000	IT1J	1 0	R	69	F6	GE	00	0 2	001	A
Profilo idrogeologico in asse al tracciato tav 1/3	1:10000	IT1J	1 0	R	69	F6	GE	00	0 2	002	A
Profilo idrogeologico in asse al tracciato tav 1/3	1:10000	IT1J	1 0	R	69	F6	GE	00	0 2	002	A
Tavola di sintesi delle analisi geomeccaniche	1:2000	IT1J	1 0	R	69	G6	GE	00	0 5	001	A
Indagini geognostiche		IT1J	1 0	R	69	SG	GE	00	0 5	001	A
Indagini pregresse		IT1J	1 0	R	69	SG	GE	00	0 2	002	A
Indagini geofisiche		IT1J	1 0	R	69	IG	GE	00	0 5	001	A
Prove di laboratorio		IT1J	1 0	R	69	PR	GE	00	0 5	001	A

2 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

L'area oggetto di studio è ubicata nella porzione centro-orientale del territorio della Provincia Autonoma di Trento; il primo lotto del tracciato ferroviario, esistente e da elettrificare, si sviluppa tra l'abitato di Trento e l'abitato di Borgo Valsugana (Figura 1).

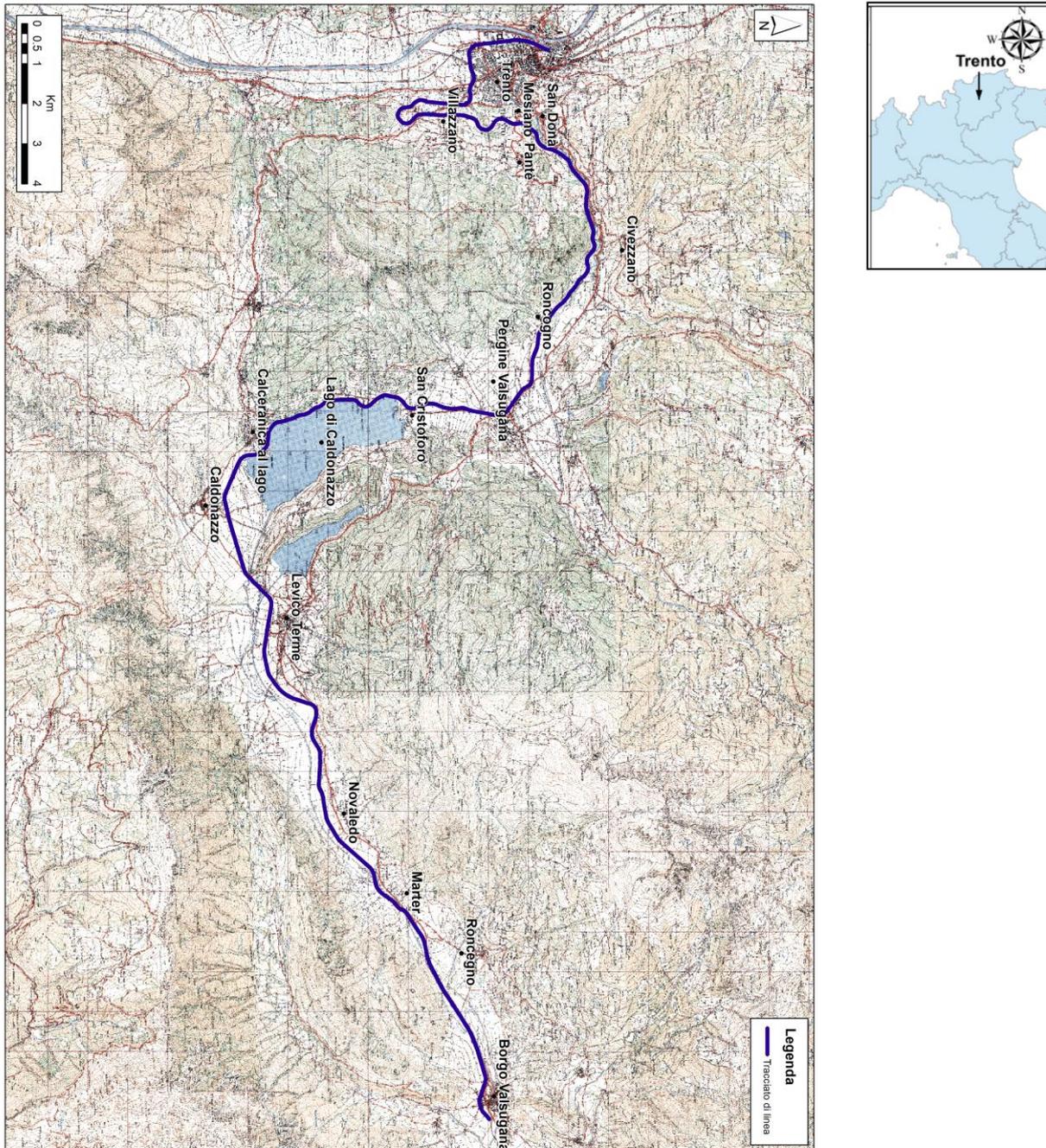


Figura 1. Inquadramento geografico dell'area di studio

	ELETTRIFICAZIONE TRENTO-BASSANO DEL GRAPPA					
	LOTTO 1: Tratta Trento-Borgo Valsugana Est					
Relazione geologica	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IT1J	10	R 69 RG	GE 0001 001	A	10 di 171

3 DATI DI BASE

Per la redazione del presente studio sono stati utilizzati dati di base provenienti da lavori svolti in precedenza dal Servizio Geologico della Provincia Autonoma di Trento: la banca dati della cartografia geologica provinciale, le informazioni stratigrafiche relative ai sondaggi geognostici archiviati nella banca dati sondaggi provinciale, dati e studi relativi al fenomeno gravitativo del Monte Marzola e la documentazione geologica prodotta nel Progetto di Fattibilità Tecnico Economica del Lotto 3 dell'accesso sud alla galleria di base del Brennero dell'asse ferroviario Monaco-Verona (Italferr, 2021).

Per la realizzazione della cartografia geologica e idrogeologica a corredo del progetto sono state utilizzate le informazioni presenti nella banca dati geologica provinciale. Parte delle informazioni derivano dai rilievi eseguiti a scala 1:10.000 nell'ambito del Progetto CARG (Progetto di realizzazione della CARTografia Geologica nazionale – Legge 226/99) per il Foglio 060 Trento e dalla Carta Geologica della Provincia Autonoma di Trento consultabile al sito <http://www.protezionecivile.tn.it/territorio/Cartografia/Cartografiageologica/-CartageologicaPAT/pagina15.html>. Tali informazioni sono state esaminate ed approfondite con rilievi di terreno, con l'ausilio delle informazioni geognostiche e mediante analisi fotogrammetriche, con particolare attenzione al modello digitale del terreno ottenuto da immagini LIDAR.

Per quel che riguarda i dati stratigrafici provenienti dalla banca dati sondaggi della Provincia Autonoma di Trento, nell'area oggetto di studio il dataset di indagini disponibili è costituito da 508 stratigrafie. Sono inoltre disponibili 2 sondaggi stratigrafici realizzati durante la campagna indagini Italferr 2020-21 per il Lotto 3 dell'accesso sud alla galleria di base del Brennero (TN4 ubicato a Mesiano e TN6 ubicato in zona Casteller), 6 sondaggi stratigrafici realizzati nella presente fase progettuale e un sondaggio stratigrafico realizzato da Dolomiti Energie per la ricerca geotermica nella zona di San Rocco.

In Figura 2 è riportata la localizzazione delle indagini disponibili; le ubicazioni di dettaglio sono riportate nella carta geologica (5 tavole) e nella Carta ubicazione stop geologici, stazioni geomeccaniche e indagini geognostiche (5 tavole).

Oltre alle indagini geognostiche dirette, è stata realizzata una campagna di indagini geofisiche costituita da 3 prove di tipo M.A.S.W., 2 prove HVSR, 5 prove Down-Hole (nei fori di sondaggio TN4, TN5, TN7, TN8 e TN9), 2 sondaggi elettrici verticali SEV e 2 tomografie elettriche ERT. I risultati di queste indagini sono illustrati nel documento IT1J10R69IGGE0005001A.

Per la caratterizzazione geomeccanica dei litotipi affioranti sono state altresì realizzate stazioni di misura geostrutturale (IT1J10R69RHGE0005002A e IT1J10R69RHGE0005003A) sulle formazioni affioranti in corrispondenza delle gallerie esistenti lungo il tracciato ferroviario. L'elaborazione dei dati acquisiti ha permesso di classificare dal punto di vista geomeccanico le porzioni rocciose oggetto dei rilievi, utilizzando i seguenti sistemi di classificazione degli ammassi rocciosi: classificazione di Bieniawski (1989) basata sulla stima del coefficiente RMR (*Rock Mass Rating*), e classificazione di Barton (1974) che utilizza l'indice Q (*Tunnelling Quality Index*).

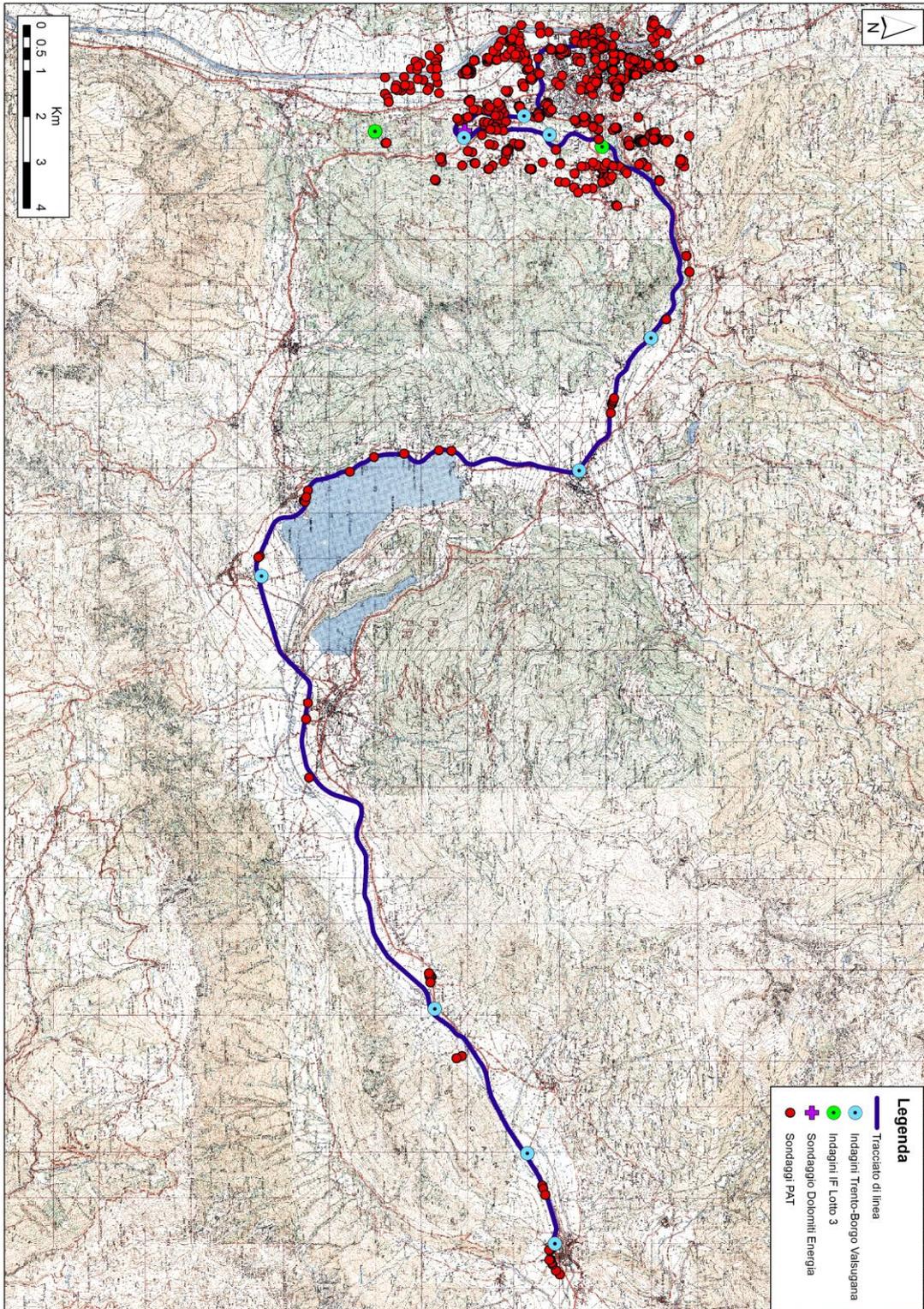


Figura 2. Ubicazione delle indagini geognostiche disponibili nell'area in esame

3.1 Indagini dirette Italferr 2020-21

Nell'ambito del presente progetto è stata realizzata una campagna di indagine geognostica costituita da 6 sondaggi a carotaggio continuo. Durante l'esecuzione dei sondaggi, sono stata realizzate:

- n. 73 prove S.P.T.;
- n. 6 prove di permeabilità di tipo Lefranc;
- n. 1 prova di permeabilità di tipo Lugeon;
- n. 3 prove pressiometriche Menard;
- sono stati prelevati n. 1 campione indisturbato e n. 38 campioni rimaneggiati.

L'elenco delle indagini e delle prove è riportato n Tabella 1.

Sigla	Profondità [m]	S.P.T.	Prove Lefranc	Prove Lugeon	Prove Menard	Campioni indisturbati	Campioni rimaneggiati	Strumentazione installata
TN4	30	6	1	1	0	0	4	Tubo per DH
TN5	30	12	1	0	0	0	7	Tubo per DH
TN6	40	16	1	0	0	0	9	Piezometro
TN7	40	13	1	0	1	0	10	Tubo per DH
TN8	40	11	1	0	1	0	6	Tubo per DH
TN9	40	15	1	0	1	1	6	Tubo per DH

Tabella 1. Riassunto dell'indagine

I sondaggi geognostici hanno attraversato terreni quaternari, ad esclusione del TN4 che ha intercettato il substrato vulcanico a circa 9 m di profondità.

In Tabella 2 sono riportati i valori di N_{spt} disponibili. Sono stati riportati i dati derivati dalle indagini realizzate da Italferr (sondaggi TN4÷TN9) e dalla indagini disponibili nella banca dati della Provincia Autonoma di Trento, limitatamente ai sondaggi utilizzati per la redazione del profilo geologico.

Relazione geologica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IT1J	10	R 69 RG	GE 0001 001	A	13 di 171

Sigla	Profondità[m]	N _{SPT}
TN7	1.5	27
TN7	3	22
TN7	4.5	20
TN7	7.5	75
TN7	9	100
TN7	12	77
TN7	15	72
TN7	18	64
TN7	22.5	50
TN7	24	47
TN7	27	50
TN7	30	100
TN7	33.5	100
TN9	1.5	58
TN9	3	26
TN9	4.5	19
TN9	6	22
TN9	9	14
TN9	12	11
TN9	15	28
TN9	18	13
TN9	21	16
TN9	24	21
TN9	27	21
TN9	30	25
TN9	33.6	22
TN9	36	25
TN9	39	26
TN8	1.5	50
TN8	5.5	12
TN8	9	12
TN8	12	41
TN8	19	100
TN8	21	50
TN8	24	100
TN8	27	50
TN8	30	50
TN8	33.5	100

Sigla	Profondità[m]	N _{SPT}
TN8	39	100
TN6	1.5	23
TN6	3	20
TN6	4.5	31
TN6	6	72
TN6	7.5	84
TN6	9	50
TN6	12	50
TN6	15	53
TN6	18	60
TN6	21	68
TN6	24	65
TN6	27	76
TN6	30	56
TN6	33	50
TN6	36	39
TN6	39	61
TN5	1.5	37
TN5	3	65
TN5	4.5	53
TN5	6	50
TN5	7.5	50
TN5	9	16
TN5	12	10
TN5	15	42
TN5	18	49
TN5	21	54
TN5	24	53
TN5	27	50
TN4	1.5	50
TN4	3	50
TN4	4.5	45
TN4	6	17
TN4	7.5	50
TN4	9	50
2185	1.5	8
2185	3	54
2185	4.5	R

Sigla	Profondità[m]	N _{SPT}
2185	6.3	51
2185	7.5	52
2185	9.5	11
2185	11.3	35
2185	13.5	74
2486	3	41
2486	4.5	23
2486	6	R
2486	7.8	R
2486	9.5	40
2486	12.3	46
2486	14	84
2187	3.6	38
2187	5	R
2187	6	90
2187	8	R
2187	9.5	11
2187	11.5	36
2187	14.5	42
2187	17	53
2188	3.4	14
2188	6	94
2188	6.2	60
2188	8	R
2188	9.5	R
2188	13	R
2190	5	27
2190	6.5	82
2190	7.5	56
2190	9	R
2190	10.7	R
2190	13.6	R
2189	5	R
2189	6.5	10
2189	8	R
2189	9.5	46
2189	11	42

Relazione geologica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IT1J	10	R 69 RG	GE 0001 001	A	14 di 171

Sigla	Profondità[m]	N _{SPT}
2189	14	R
2189	16.3	8
2189	19	45
2189	21.5	81
2189	23	28
4137	3	5
4137	6	41
4137	9	20
4333	3	8
4333	6	54
4333	9	38
4333	15	17
4333	21	34
3326	1.3	23
3326	4.3	2
3326	7.3	36
3326	8.8	30
3326	11.8	2
3326	14.8	32
3326	16.3	R
3326	18.7	31
3326	20.8	R
1757	4.5	14
1757	7.4	34
1757	10.5	17
3327	1.3	3
3327	2.8	R
3327	4.3	R
3327	5.8	R
3327	8.8	24
3327	10.3	9
3327	11.8	R
3327	13.3	R
3328	1.3	7
3328	2.8	18
3328	4.3	R
3328	5.8	R
3328	7.3	21

Sigla	Profondità[m]	N _{SPT}
3328	9.3	R
3328	10.3	R
3328	11.8	31
3328	13.3	R
3328	14.8	61
3328	17.8	R
4536	1	20
4536	1.5	29
4536	2	19
4536	3	9
4536	5	18
4536	6.5	31
3905	1.5	28
3905	3	52
3905	4.5	42
3905	6	R
3905	7.5	36
3905	12	59
3059	3.9	15
3059	4.9	17
3059	9.9	16
3059	11.4	20
3059	12.9	51
3059	14.4	37
3059	17.4	34
2533	3	28
2533	6	34
2533	9	41
2532	4.5	34
2532	7.5	34
4614	4.5	17
4614	6	18
4614	7.5	7
4614	9	19
4614	10.5	13
4614	12.3	16
2489	3	R
2489	4.5	R

Sigla	Profondità[m]	N _{SPT}
2490	6	25
2490	12	26
2490	13.5	17
2491	4.5	47
2491	7.5	17
2491	12	15
2492	3	54
2492	6	26
2492	9	25
2492	12	24
1658	3	66
1658	4.5	75
1658	6	55
3904	1.5	70
3904	4.5	R
3902	3	32
3902	4.5	28
3903	1.5	37
3903	4.5	25
568	1.4	33
568	4.1	51
568	6.2	59
568	7.7	60
3368	1.5	R
3368	3	R
3694	3	35
3694	4.5	38
3694	6	41
3694	9	55
3367	3	14
2737	1.5	55
2737	3	24
2737	4.5	50
3373	3	R
3373	4.5	10
3373	6	11
3373	9	22

Relazione geologica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IT1J	10	R 69 RG	GE 0001 001	A	15 di 171

Sigla	Profondità[m]	N _{SPT}
3372	3	R
3372	6	R
3374	3	64
3374	6	R
4110	4.5	64
4110	7.5	17
4110	10.5	48
4110	13.5	28
3170	1	12
3170	2	31
3170	4	53
3170	6	R
3170	8	43
3170	10	39
3170	12	R
3170	14	R
3162	1	11
3162	3	8
3162	5	42
3162	7	R
3162	9	62
3162	10.5	49
3162	12	44
2110	1	31
2110	2.5	30
2110	4	13
2110	5.5	23
2110	8.5	44
2110	10	28
2096	4.5	32
2096	9	76
2730	4.5	18
2730	6	32
2730	7.5	27
2730	9	41
3536	3	45
3536	4.5	16
3536	6	42

Sigla	Profondità[m]	N _{SPT}
3536	7.5	13
3536	10.5	31
3535	4.2	27
3535	7.5	19
3535	10.9	37
2016	2.6	21
2016	4.1	31
2016	5.6	21
2016	11.6	14
2015	2.6	19
2015	4.1	23
2015	5.6	12
2015	7.1	21
2015	8.6	23
2015	10.1	25
3919	3	R
3919	6	R
3919	7.5	57
3919	9	63
3919	10.5	70
3919	15	68
3919	19.5	67
3918	3	30
3918	6.2	40
3918	7.5	39
3918	9	44
3918	10.5	39
3918	15	54
3918	18	37
2009	26.7	R
2008	1.2	5
2008	2.7	11
2008	4.5	23
2008	5.7	30
2008	7.2	36
2008	8.7	39
2008	10.2	26
2008	11.7	26

Sigla	Profondità[m]	N _{SPT}
2008	13.2	28
2008	14.7	44
2008	16.2	38
2008	17.7	30
2008	19.2	36
2008	20.7	27
2007	1.5	2
2007	4.5	28
2007	6	19
2007	7.5	38
2007	10.5	35
2007	13.5	32
2007	16.5	40
2007	19.5	25
3878	12	34
3878	15	35
3878	18	28
3878	36	24
3878	39	29
3878	42	48
3876	12	59
3876	15	36
3876	18	23
3876	21	25
3876	28.5	36
3876	31.5	29
3876	36	45
3837	10.5	31
3837	13.5	29
3837	18	25
3837	22.5	37
3837	25	19
3837	29.5	25
3834	6	10
3834	7.5	23
3834	9	12
3834	10.5	17

Relazione geologica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IT1J	10	R 69 RG	GE 0001 001	A	16 di 171

Sigla	Profondità[m]	N _{SPT}
3834	12	16
3834	15	36
3877	12	16
3877	15	37
3877	18	43
3877	31.5	33
3877	34.5	30
3877	42	42
2003	1.5	7
2003	3	4
2003	4.5	8
2003	7.5	11
2003	9	29
2003	10.5	23
2003	12	28
2003	13.5	33
2002	1.5	11
2002	3	7
2002	6	14
2002	7.5	22
2002	9	28
2002	10.5	23
2002	12	31
2000	1	7
2000	2.5	8
2000	4	9
2000	5.5	24
2000	7	15
2000	10	10
2000	13	14
2000	16	11
2001	2.5	5
2001	5.5	57
2001	13	17
2001	17.5	24
1999	1	5
1999	4	24
1999	5.5	19

Sigla	Profondità[m]	N _{SPT}
1999	7	65
1999	10	76
1999	13	23
1999	19	10
1999	20	7
2419	1.5	7
2419	3	3
2419	6	22
2419	9	20
2418	7.5	16
2030	1	4
2030	2	12
2030	4.5	39
2030	6	22
2030	7	20
2030	8	47
2030	9	27
2030	10	4
2029	1	0
2029	2	1
2029	4	28
2029	5	16
2029	6	19
2029	7	28
2029	9	44
2029	16.8	28

Tabella 2. Valori di N_{spt} disponibili

Relazione geologica	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IT1J	10	R 69 RG	GE 0001 001	A	17 di 171

3.2 Indagini indirette Italferr 2021

Per la definizione delle caratteristiche sismiche del terreno, sono state realizzate 3 prove di tipo M.A.S.W., 2 prove HVSR, 5 prove *Down Hole* realizzate nei fori di sondaggio TN4, TN5, TN7, TN8 e TN9, 2 sondaggi elettrici verticali (SEV) e 2 tomografie elettriche ERT. La documentazione di dettaglio è riportata nel documento IT1J10R69IGGE0005001A.

L'analisi delle risultanze delle prove sono riportate nel paragrafo 10.6.1.

4 GEOLOGIA

L'area oggetto di studio presenta terreni afferenti al dominio del Sudalpino.

La successione affiorante nel settore di interesse copre un ampio intervallo stratigrafico e comprende unità appartenenti al basamento metamorfico di età Varisica, alla successione vulcanica permiana e alla successione sedimentaria permo-cenozoica (con rocce prevalentemente silico-clastiche alla base e prevalentemente carbonatiche nella parte superiore della serie) a cui sono localmente associati anche prodotti vulcanici basici di età eocenica (Note illustrative del Foglio Trento, progetto CARG).

Al substrato roccioso si sovrappongono le coperture pleistoceniche-oloceniche, caratterizzate da un'ampia varietà di depositi che rappresentano il prodotto delle dinamiche fluviali, glaciali, post-glaciali e di evoluzione dei versanti che nel Quaternario hanno fortemente influenzato l'evoluzione superficiale del territorio (Note illustrative del Foglio Trento, progetto CARG).

Come detto, il substrato roccioso è costituito da rocce del basamento cristallino, al di sopra del quale giacciono prodotti vulcanici di età permiana e una potente successione sedimentaria permo-cenozoica. Nel complesso l'intera successione registra, dalla base al tetto, una fase di distensione e la messa in posto di prodotti vulcanici effusivi, a cui segue una fase di ingressione marina con deposizione di una spessa sequenza sedimentaria. Quest'ultima è caratterizzata, alla base, dalla tipica successione silico-clastica continentale ad arenarie e siltiti (*red beds*), cui seguono evaporiti e carbonati di ambiente marino ristretto che testimoniano l'iniziale fase di *rifting* di età permiana, cui segue una spessa successione dolomitico-calcareo di piattaforma di età triassico-giurassica. A partire dal Giurassico medio (Lias superiore), la successione registra una fase di approfondimento dovuto ad una ulteriore fase distensiva, con la deposizione di emipelagiti calcaree e calcareo-marnose. La successione è localmente chiusa al tetto da depositi di piattaforma carbonatica e dai prodotti di risedimentazioni nel bacino di età eocenica. Di età eocenica è anche l'evento vulcanico responsabile della messa in posto di prodotti effusivi (Note illustrative del Foglio Trento, progetto CARG).

Da ovest verso est si distinguono i seguenti macrosettori:

- Nella zona tra Trento e Mesiano affiorano i depositi alluvionali quaternari, passanti a unità del basamento cristallino e alla serie vulcanica e sedimentaria permiana, ricoperte da depositi alluvionali e glaciali;
- Nella zona da Mesiano a Roncogno affiorano le unità giurassico-cretacee, passanti alle unità permiane, a luoghi coperti da depositi quaternari alluvionali e glaciali;
- Da Roncogno a Caldonazzo affiorano le unità di basamento metamorfico, coperte dai depositi quaternari alluvionali, glaciali e di versante s.l.;
- Da Caldonazzo a Borgo Valsugana affiorano depositi quaternari alluvionali, inseriti in una struttura valliva ai cui margini affiorano unità afferenti al basamento metamorfico (a nord) e alla successione sedimentaria permo-eocenica (a sud).

Nei paragrafi seguenti si fornisce una descrizione sintetica delle unità litostratigrafiche presenti nell'area di progetto approfondendo unicamente la descrizione delle formazioni prossime al tracciato ferroviario. Per la descrizione di dettaglio delle formazioni distanti dal tracciato si faccia riferimento alla Note Illustrative del Foglio 060 - Trento.

In Figura 3 è riportato lo schema stratigrafico delle Unità Sedimentarie poggianti sopra le Filladi Quarzifere (VFS) costituenti parti di basamento metamorfico, così come si presentano nell'intorno del Monte Marzola.

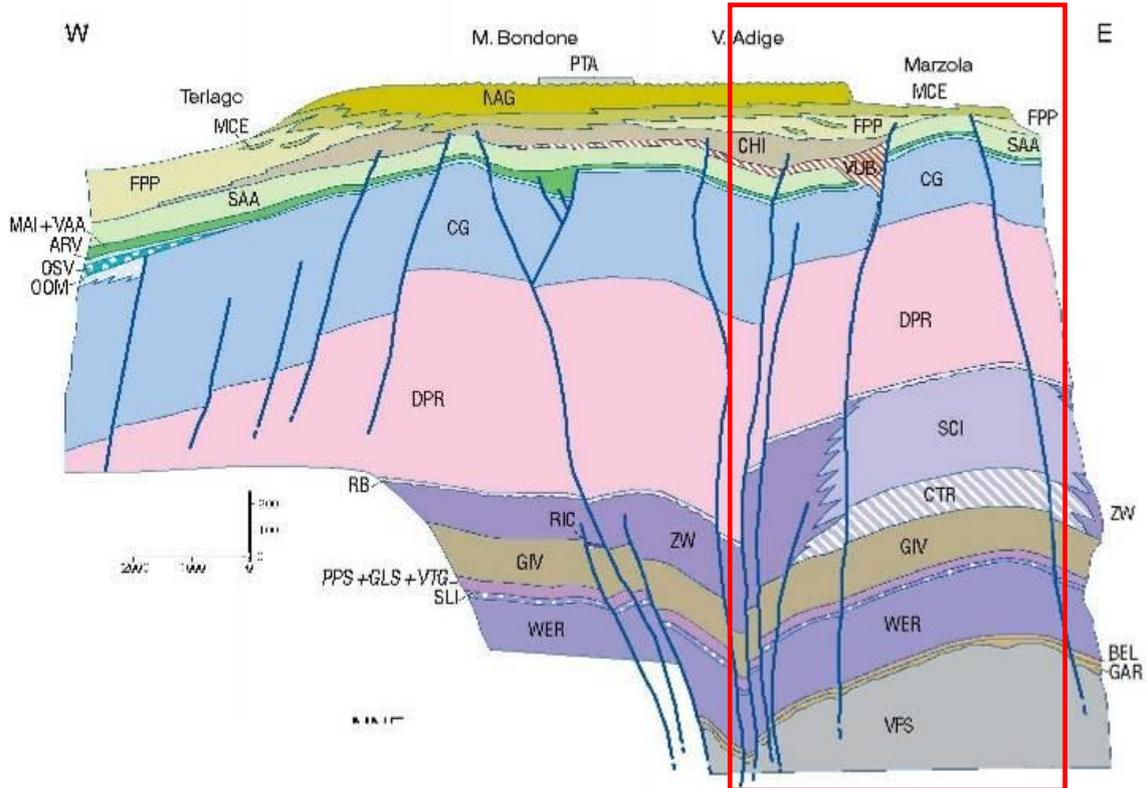


Figura 3. Schema dei rapporti stratigrafici delle Unità Sedimentarie (tratto da Note illustrative della Carta Geologica d' Italia – Foglio 060 Trento). Il riquadro rosso evidenzia le formazioni che interessano l'area di progetto

In Figura 4 si riporta lo schema dei rapporti stratigrafici della Successione Porfirica Atesina, che affiora a tratti a Nord di Dosso San Rocco, poggiante sulle Filladi Quarzifere (VFS).

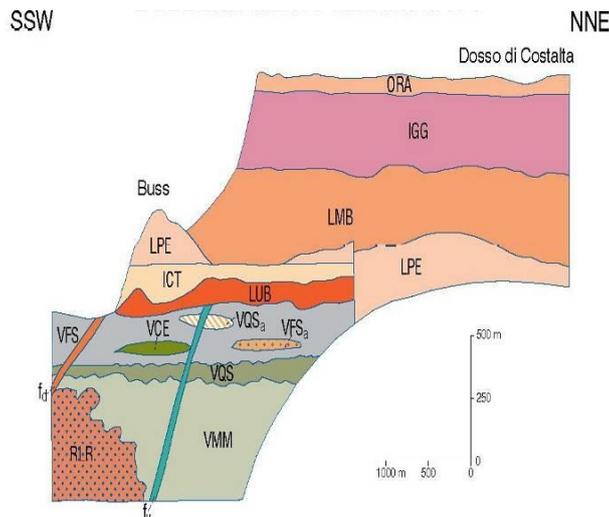


Figura 4. Schema dei rapporti stratigrafici della Successione Porfirica Atesina (tratto dal Foglio 060 Trento in scala 1:50.000 della Carta Geologica d' Italia)

In Figura 5 si riporta lo schema dei rapporti stratigrafici della successione quaternaria, tratto dalle Note Illustrative del Foglio 060 Trento della Carta Geologica d'Italia 1:50.000.

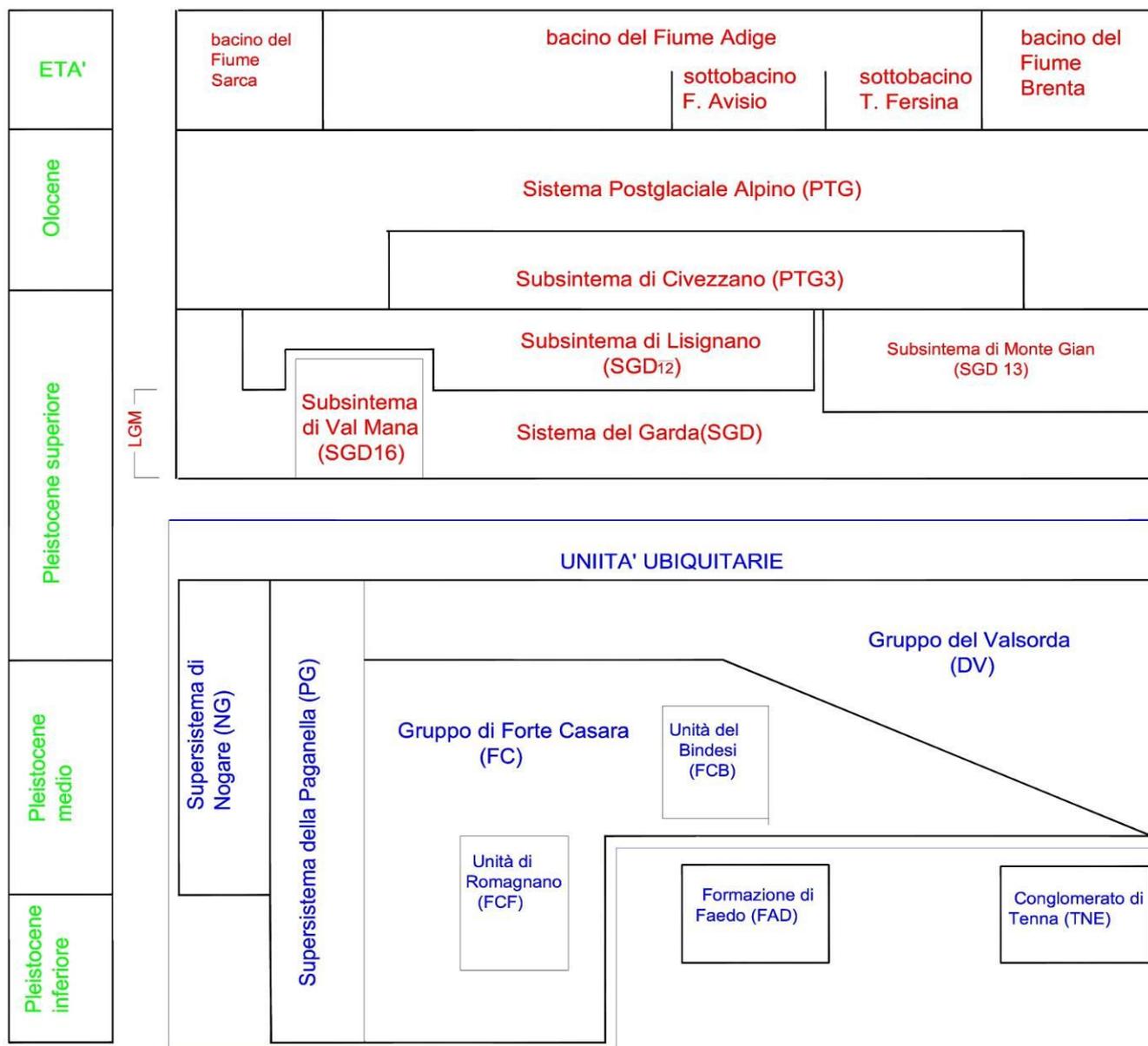


Figura 5. Schema dei rapporti stratigrafici della successione quaternaria. L'inquadramento cronologico a lato è indicativo (tratto da Note illustrative della Carta Geologica d'Italia – Foglio 060 – Trento)

In Tabella 3 si riporta la sequenza delle unità geologiche dal basamento metamorfico al Quaternario, con indicazione degli acronimi corrispondenti alle formazioni e membri costituenti le diverse successioni significative per l'area di progetto.

<i>Sequenza Successioni Geologiche</i>	<i>Sequenza Unità e Formazioni Geologiche</i>	<i>Acronimi CARG delle formazioni e membri presenti nelle diverse successioni</i>
SUCCESSIONE CONTINENTALE QUATERNARIA	Quaternario	TNE – FC – FCB – PG – NG – DV- SGD (SGD16, SGD13, SGD12) – PTG (PTG3) – Depositi alluvionali in genere
SUCCESSIONI SEDIMENTARIE E VULCANICHE PERMO-CENOZOICHE	Unità di Bacino del ciclo Eocene Superiore-Olocene Inferiore	AVC- MBR – VPN – CLN - MCE – NAG
	Basalto della Val Lagarina	VUB
	Magmatismo Alpino	-
	Unità di Bacino dell'Eocene Inferiore-Superiore	CHI – FPP
	Passaggio Cretacico-Paleogene	-
	Unità di bacino del Baiociano-Cretacico Inferiore e del Paleocene	ARV – MAI – VAA – SAA
	Successioni di piattaforma del Giurassico Inferiore	C.G. (FMZ, LOP, RTZ,) – OSV -FOZ
	Successione di piattaforma del Trias Superiore	TVZ - DPR
	Successioni anisico-ladinico pre e sin-vulcanismo medio triassico	SCI – VAB
	Successioni bacinali anisiche	ZW
	Successioni anisiche	GLS – VTG – GIV 3 – RIC – CTR -
	Dolomia del Serla Inferiore	SLI
	Formazione di Werfen	WER
	Formazione a Bellerophon	BEL
Arenaria della Val Gardena	GAR - CGB	
MAGMATISMO PERMIANO	Gruppo Vulcanico Atesino Magmatismo e Corpi filoniani	ORA – IGR – LBS – IGG- LMB - LPE – LMZ - LUB – ICT – LPE RON – sb – GCA - fx
Basamento Metamorfico	Unità della VALSUGANA	VFS – SVA – VMM – VNS - VQS

Tabella 3. Schema di sintesi della successione geologica presente nell'area di studio

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	ELETTTRIFICAZIONE TRENTO-BASSANO DEL GRAPPA LOTTO 1: Tratta Trento-Borgo Valsugana Est					
	Relazione geologica	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
	IT1J	10	R 69 RG	GE 0001 001	A	22 di 171

4.1 Stratigrafia

Di seguito è riportata la descrizione delle unità geologiche interessate dallo studio, presentate dalle più antiche alle più recenti. La descrizione delle unità geologiche in parte deriva dai rilievi eseguiti in sito e in parte è desunta dalle informazioni di bibliografia (con particolare riferimento alle Note Illustrative del Foglio 060 Trento).

4.1.1 Unità del basamento metamorfico

Il basamento metamorfico affiorante nell'area di studio è rappresentato da rocce filladiche, scisti e metavulcaniti.

4.1.1.1 Metavulcaniti e metavulcanoclastiti acidi (*porfiroidi auct.*) (VMM)

Si tratta di metavulcaniti (lave e ignimbriti) e metavulcanoclastiti/piroclastiti di composizione da riolitica a riolacitica, da massicce o blandamente foliate fino a scistose, di colore variabile dal bianco-nocciola al grigio chiaro o scuro (talora alterate in toni bruni o rossastri).

Età: Pre-Permiano

4.1.1.2 Scisti quarzoso-sericitici (VQS)

Si tratta di scisti di colore prevalentemente bruno-marrone fino ad argentei a quarzo e sericite/muscovite \pm clorite, plagioclasio e biotite, in cui la percentuale di quarzo aumenta considerevolmente rispetto alle filladi, dando luogo ad una struttura a sottili bande alternate di fillosilicati e di quarzo \pm plagioclasio.

Età: Pre-Permiano

4.1.1.3 Filladi e Filladi Quarzifere (VFS)

Filladi più o meno quarzose da argentee a plumbee localmente con screziature verdastre, a quarzo, sericite/muscovite, clorite, plagioclasio \pm biotite e ilmenite. Le variazioni cromatiche sono legate ai minerali presenti: il colore è quindi argenteo se prevale la muscovite, verdastro in presenza di clorite, grigio scuro - nerastro se compaiono abbondanti quantità di grafite e/o ilmenite. La grana è generalmente molto sottile (sub millimetrica) e la roccia presenta una notevole fissilità parallelamente ai piani di scistosità.

Sono presenti vistosi noduli di quarzo bianco intercalato alla scistosità della roccia. L'unità affiora estesamente nel versante orientale del M. Marzola, nonché in alcune zone della città di Trento. La scistosità è variabile da piano-parallela a deformata in vari ordini di micro pieghe.

Sono stati eseguiti stop geologici in corrispondenza del versante orientale del M. Marzola (Stop 24 e 44).

Età: Pre-Permiano

4.1.1.4 Scisti albitici nodulari (VNS)

Si tratta di scisti albitici nodulari afferenti al basamento metamorfico ercinico.

Età: Pre-Permiano

4.1.1.5 Scisti della Valsugana (SVA)

Si tratta di scisti micro occhiadini afferenti al basamento metamorfico ercinico.

Età: Pre-Permiano

4.1.2 Magmatismo Permiano e filoni

Il Magmatismo Permiano è rappresentato, nell'area di studio, da masse granitiche, granodioritiche e filoni.

4.1.2.1 Corpo monzogranitico-granodioritico di Roncegno (RON).

Si tratta di una massa di monzogranito e granodiorite afferente al complesso plutonico di Cima d'Asta e legato all'evoluzione tettonica della linea della Valsugana.

Età: Permiano

4.1.2.2 Corpi subvulcanici acidi (sb)

Si tratta di corpi sub-vulcanici di composizione da monzogranitica a tonalitica e di dimensioni fino a pluridecametriche, distinguibili per le dimensioni fino a centimetriche dei fenocristalli di K-feldspato, quarzo e plagioclasti.

Età: Permiano

4.1.2.3 Corpi filoniani indifferenziati (fx)

Si tratta di piccoli filoni di varia natura e composizione. Si tratta di filoni magmatici acidi e basici o filoni a quarzo e calcite di origine idrotermale. Tagliano il basamento metamorfico ercinico e, talora, le vulcaniti del Gruppo Vulcanico Atesino.

Età: Permiano

4.1.2.4 Granito di Cima d'Asta (CGA)

Si tratta di una massa intrusiva afferente al complesso plutonico di Cima d'Asta e legato all'evoluzione tettonica della linea della Valsugana. È costituito da graniti, tonaliti e granodioriti.

Età: Permiano

4.1.3 Unità della Gruppo Vulcanico Atesino

Il Magmatismo Permiano è rappresentato, nell'area di studio, principalmente dalla Formazione di Buss (LUB), dalla Formazione del Castelliere (ICT) e, in minima parte, dalla Formazione di Pinè (LPE), dalla Formazione di Cembra (LMB), dalla Formazione di Gargazzone (IGG), dalla Formazione di Bosco (LBS), dalla Formazione di Gries (IGR), dalla formazione di Ora (ORA) e dalle Lave Riodacitiche di Monte Zaccon (LMZ).

4.1.3.1 Conglomerato basale auct. (CGB)

Si tratta di conglomerati poligenici e subordinate arenarie in strati da medi a spessi amalgamati con tendenza a gradazione diretta e colore da grigio a rossastro. I clasti, in genere spigolosi con dimensioni centimetriche, sono costituiti da quarzo metamorfico in percentuale assai elevata, filladi e localmente vulcaniti permiane.

Età: Permiano inferiore

4.1.3.2 Formazione di Buss (LUB)

I depositi relativi a questa formazione danno luogo a duomi e colate di limitata estensione. Il limite inferiore con il sottostante basamento cristallino spesso è mascherato dalle coperture quaternarie.

Si tratta di lave idrotermalizzate a composizione andesitica, porfiriche, nere, grigio violacee; sono massicce e pseudo-stratificate, associate a lave a blocchi arrotondati e spigolosi cementati tra loro da una matrice ad analoga composizione. L'ossatura è data da fenocristalli di plagioclasio zonato, clino- ed orto-piroseni, anfibolo bruno, biotite e scarso quarzo, in una pasta di fondo microgranulare a prevalenza di plagioclasio con piroseni ed opachi. I fenocristalli sono spesso parzialmente o completamente sostituiti da pseudomorfo di albite, sericite, clorite, epidoti (Bargossi et al., 1981; Di Battistini et al., 1988).

Localmente al tetto della formazione sono presenti epiclastiti rappresentate da conglomerati a clasti andesitici e dacitici (Parco di Gocciadoro) e livelli di calcari selciferi fittamente stratificati contenenti ostracodi dulcicoli, attribuibili a eventi sedimentari lacustri (Salè), con spessori massimi di circa 60 m.

La Formazione di Buss è stata osservata presso il parco Gocciadoro (TN), stop 20, in località Graffiano (TN), stop 4, e in località Salè (TN), stop 46, dove sono stati rinvenuti i calcari a selce nera.

È stata osservata una formazione eterogenea che contiene depositi di lave andesitiche porfiriche, nere, grigie, verdi, lave basaltiche nere (stop 4) e facies marginali costituite da conglomerati a blocchi porfidici e arenarie costituite da clasti di quarzo, anfiboli e feldspati con associate miche scure. Tale facies è affiorante nel parco Gocciadoro, stop 20.

Età: Permiano.

4.1.3.3 Formazione del Castelliere (ICT)

Lapilli tuff riodacitici grigi, grigio-verdi e grigio-rossastri, con abbondanti fiamme disposte lungo il flusso. Danno luogo a bancate di spessore da metrico a decametrico, di forma tabulare e a luoghi condizionate dai duomi vulcanici della sottostante formazione di Buss che ne delimitano l'espansione. Al tetto sono presenti localmente epiclastiti a clasti dacitici e riodacitici. Si tratta di piroclastiti di colore da bruno-rossastro a grigio-verdognolo, costituite da alternanze di livelli metrici di lapilli tuff poco rinsaldati con sottili intercalazioni di tuff a stratificazione piano parallela o incrociata. Si classificano come ignimbriti limitatamente rinsaldate associate a surge, costituite da cristalli di quarzo, plagioclasio, biotite, cui si associano localmente fiamme rinsaldate di colore verdognolo e piccoli inclusi litici di natura filladica. Lo spessore della formazione è variabile da 50 a 100 metri mentre l'unità di tetto ha spessore stimato di 20-70 metri. La Formazione del Castelliere (compresa la porzione epiclastica) è stata osservata presso il parco Gocciadoro (TN), ove sono stati eseguiti gli stop 36, 39 e 40.

Età: Permiano.

4.1.3.4 Lave riodacitiche di Monte Zaccon (LMZ)

Si tratta di lave riodacitiche a struttura porfirica a quarzo, plagioclasio e biotite in un fondo microcristallino uniforme. Spessore: 800 metri.

Età: Permiano inferiore

4.1.3.5 Formazione di Pinè (LPE)

È rappresentata da lave dacitiche porfiriche idrotermalizzate di colore grigio-verde, massicce e a blocchi arrotondati o poligonali. L'ossatura è data da fenocristalli di plagioclasio, quarzo, biotite e piroseno in una pasta di fondo a piccoli cristalli di plagioclasio e quarzo.

Età: Permiano

4.1.3.6 Formazione di Cembra (LMB)

È costituita da lave andesitiche e quarzo-andesitiche, porfiriche, intensamente idrotermalizzate di colore nero, grigio-verde e grigio-violaceo, massicce nelle porzioni centrali, a blocchi cementati da una matrice della medesima composizione in quelle più esterne.

Età: Permiano

4.1.3.7 Formazione di Gargazzone (IGG)

Si tratta di lapilli tuff di colore rosso vino in bancate metriche, massicci, con fiamme orientate lungo le direzioni di flusso; formano potenti espandimenti di forma tabulare.

Età: Permiano inferiore

4.1.3.8 Formazione di Gries (IGR)

Questa formazione è data da lapilli tuff e tuff riolitici di colore dal rosso al viola, caratterizzati da fiamme orientate parallelamente all'unità di flusso

Età: Permiano inferiore

4.1.3.9 Formazione di Ora (ORA)

Si tratta di lapilli tuff di colore dal grigio al rosso, massicci, idrotermalizzati, con netta e regolare fessurazione sub verticale, ricchi di fiamme e litici orientati nel senso del flusso piroclastico.

Età: Permiano inferiore

4.1.3.10 Formazione di Bosco (LBS)

È costituita da lave di composizione riolitica di colore rosso vinaccia, a volte rosate, massive, raramente a blocchi, a struttura porfirica con fenocristalli di quarzo, plagioclasio, sanidino e biotite fresca

Età: Permiano superiore

4.1.4 Successioni sedimentarie e vulcaniche Permo-Cenozoiche

Al termine del magmatismo permiano si osserva la deposizione della successione sedimentaria alpina intercalata a corpi vulcanici sostanzialmente basici.

4.1.4.1 Arenarie della Val Gardena (GAR)

Arenarie rosse, grigie e bianche scarsamente compatte, in alternanza con siltiti rosse o grigie, siltiti marnose e marne, e con frequenti noduli di gesso rosato. Nei termini a granulometria sottile prevale il colore rossastro. Alla base della formazione affiora in modo discontinuo, nel Parco di Gocciadoro, un orizzonte conglomeratico di 5-10 metri, a clasti ignimbrici, da arrotondati a sub-arrotondati in matrice arenacea grigio-rossastra. La parte sommitale è sempre caratterizzata da siltiti e arenarie fini di colore rosso cupo con noduli e vene di gesso.

Lo spessore, non facilmente individuabile e comunque variabile dal momento che la deposizione delle arenarie è avvenuta sopra un substrato vulcanico molto irregolare, apparentemente non supera i 70-80 metri.

Relazione geologica	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IT1J	10	R 69 RG	GE 0001 001	A	26 di 171

Il limite inferiore è erosivo, di solito para-concordante sul basamento metamorfico (filladi quarzifere) o sulle vulcaniti del gruppo atesino. Quello con la sovrastante Formazione a Bellerophon è ubicato in corrispondenza del passaggio tra le facies pelitiche di tetto e i primi calcari marnosi giallastri vacuolari. Non di rado il limite superiore è segnato dall'alternanza tra calcari della formazione a Bellerophon e livelli di arenarie.

L'ambiente di sedimentazione è riconducibile ad un fluviale meandriforme, che passa verso l'alto ad una laguna con condizioni di forte evaporazione. I noduli carbonatici stile "caliche" indicano condizioni climatiche di tipo semi-arido analogamente al colore rosso, generato da processi di umidificazione ed essiccamento di depositi di *overbank* o di *playa*.

Presso il parco di Gocciadoro, è stato osservato il conglomerato basale, ricco di clasti ignimbrici (porfidi) estremamente spigolosi (stop 37) passanti ad arenarie fini e siltiti tettonizzate (stop 38). Scendendo lungo il rio del parco è possibile osservare il passaggio tra le epiclastiti della Formazione del Castelliere e le Arenarie della Val Gardena. Le arenarie si presentano varicolori da rosse a verdi passando per porzioni grigiastre.

Età: Permiano superiore

4.1.4.2 Formazione a Bellerophon (BEL)

La formazione è rappresentata da calcari siltosi grigi e calcari nodulari scuri bituminosi fittamente stratificati alternati a siltiti grigie, interstrati marnosi e occasionali livelli carboniosi; procedendo verso la parte alta si assiste alla progressiva diminuzione delle facies marnoso-siltose e il concomitante aumento della frazione carbonatica. Nella parte sommitale dell'unità sono presenti *wackestone-packstone* grigio scuri e *packstone-grainstone* a luoghi dolomitizzati, in strati decimetrici separati da sottili veli siltosi. La potenza è valutabile tra i 10 e i 40 metri.

Il limite inferiore è transizionale rapido su GAR. Il limite superiore con il membro WER1 è posto in corrispondenza della completa scomparsa delle siltiti o dal passaggio tra i calcari marnosi vacuolari e le calcareniti oolitiche massicce. L'ambiente di sedimentazione è interpretabile come una *sabka* costiera o una laguna interessata da apporti terrigeni. La formazione è stata osservata sul versante orientale del M. Marzola.

Età: Permiano superiore

4.1.4.3 Formazione di Werfen (WER)

La Formazione di Werfen è rappresentata da una complessa sequenza di sedimenti carbonatici, terrigeni e misti. I litotipi presenti sono molteplici: calcari e dolomie arenacee e siltose, calcari e dolomie marnose, marne, siltiti ed arenarie rosse e grigie, calcareniti (*grainstone* e *packstone*) oolitiche, bioclastiche, intraclastiche, a volte dolomitizzate, micriti (*mudstone* e *wackestone*) più o meno dolomitiche.

Lo spessore dell'intera Formazione non è stimabile con esattezza, ma dovrebbe aggirarsi sui 250-300 metri (Ghetti e Neri, 1983). Il contenuto fossilifero delle unità, seppur scarso risulta significativo dal punto di vista della cronostratigrafia della Formazione. La successione sedimentaria è associabile a facies di mare sottile, che indicano l'inizio della trasgressione marina triassica. La Formazione di Werfen nella zona di Trento è stata suddivisa in dieci unità di rango minore (membri ed orizzonti) in base alle caratteristiche litostratigrafiche macroscopiche quali litologie prevalenti, colore e livelli fossiliferi (Bosellini, 1968; Farabegoli et al., 1977; Pisa et al., 1979; Broglio Loriga et al., 1983; 1990; Neri e Posenato, 1988).

Dal basso verso l'alto queste unità di rango minore, non distinte in cartografia, sono rappresentate da:

- membro di Tesero;
- membro di Mazzin;
- membro di Andraz;
- membro di Siusi;
- membro dell'Oolite a Gasteropodi;
- membro di Campil;
- membro di Val Badia;
- membro di Cencenighe;
- membro di San Lucano
- membro di Terra Rossa che sostituisce localmente (settore Monte Marzola - Faedo) i Membri di Val Badia e Cencenighe.

Età: Triassico Inferiore: Induano - Olenekiano p.p.

4.1.4.3.1 Membri di Tesero e Mazzin

Il membro di Tesero è costituito da calcareniti oolitiche di colore chiaro alla base e che nella porzione superiore tendono al rosso bruno, spesso caratterizzate da laminazioni incrociate e dolomie grossolane, oolitiche, in banchi, di colore grigio giallastro.

Il membro di Mazzin è costituito alla base da *wackestone-packstone* bioclastici grigio-verdognoli che evolvono verso l'alto a calcari marnosi grigi e siltiti grigio-gialle. I calcari marnosi, solitamente in lamine centimetriche, presentano anche una modesta frazione siltosa quarzoso-micacea. Lo spessore può arrivare a 15 metri.

Età: Scitico Inferiore

4.1.4.3.2 Orizzonte di Andraz e membro di Siusi

L'orizzonte di Andraz affiora in modo discontinuo lungo il versante orientale del Monte Marzola. È costituito da alternanze di dolomie evaporitiche marnose o marnoso-siltose giallastre con vacuolarità diffuse e siltiti rossastre.

Il membro di Siusi è formato da calcari marnosi e marnoso-siltosi grigi e/o rossastri, a luoghi bioturbati, alternati a calcareniti oolitico-bioclastiche. Le calcareniti (*grainstone* e *packstone*) sono costituite da ooliti, lamellibranchi e microgasteropodi; sporadicamente presentano una notevole percentuale (*packstone*) di peloidi ricristallizzati. I litotipi pelitici si presentano in lamine centimetriche di colore grigio o, più raramente, in banchi massicci che possono arrivare al metro di spessore mentre le calcareniti formano strati di potenza anche decimetrica. Il tetto dell'unità è dato da un orizzonte evaporitico costituito da dolomie siltose e siltiti rosso-giallastre.

Età: Scitico Inferiore

4.1.4.3.3 Membro dell'Oolite a Gasteropodi e membro di Campil

Il membro dell'Oolite a Gasteropodi è rappresentato da calcareniti rossastre stratificate a gradazione diretta, oolitico - bioclastiche, con lamellibranchi e microgasteropodi. In misura minore sono presenti marne calcaree grigiastre e calcari siltosi grigio - rossastri in strati decimetrici.

Il membro di Campil è formato da un'alternanza di arenarie rosse in livelli decimetrici e siltiti o marne siltose rossastre. Rispetto al membro sottostante si nota un forte incremento della componente terrigena. Siltiti e marne siltose rosse sono caratterizzate da lamine millimetriche che danno luogo a strati centimetrici. Si osservano laminazioni incrociate e parallele, e risultano frequenti le strutture da carico sotto forma di cuscini che sporgono dal tetto degli strati.

Età: Scitico Medio

4.1.4.3.4 Membri di Val Badia, di Terra Rossa, Cencenighe, San Lucano

Il membro di Val Badia è costituito nella porzione basale, da calcareniti bioclastiche chiare sovrastate da arenarie quarzoso - micacee, calcari, calcareniti, dolomie arenacee, di colore giallastro, caratterizzate da una frazione arenacea crescente verso l'alto.

Il membro di Cencenighe è dato da calcareniti e dolomie oolitiche a stratificazione incrociata e siltiti rosse in prevalenza caratterizzate *ripple marks*. Le dolomie oolitiche e siltiti presentano laminazione millimetrica parallela deformata da strutture di esposizione subaerea (*mud cracks* e *teepee*).

Il membro di Terra Rossa sostituisce i membri di Val Badia e Cencenighe nel settore nord-orientale del M. Marzola. È costituito prevalentemente da siltiti, marne siltose, arenarie fini rosse intensamente bioturbate con piste di limivori che possono obliterare del tutto la stratificazione originaria, che quando invece è preservata si manifesta in strati di 1-2 cm di spessore con *ripple* da onda.

Il membro di San Lucano è costituito essenzialmente da dolomie marnose, siltose ed arenacee, siltiti, marne e arenarie principalmente di colore rosso cupo, più raramente giallastro o grigio.

Età: Scitico medio-superiore

4.1.4.4 Dolomia del Serla Inferiore (SLI)

Si tratta di una dolomia microcristallina da grigio chiara a biancastra, in strati anche metrici, con livelli di arrossamento e paleocarsismo e occasionali intercalazioni di breccie e peliti rossastre. L'ambiente di sedimentazione corrisponde ad una piana tidale, con bassa profondità, interessata da forte evaporazione. In corrispondenza degli stop 9 e 10, si osserva una dolomia cristallina bianca in strati decimetrici, con sottili intercalazioni argillose di colore rossastro

Età: Triassico inferiore p.p. - Triassico medio p.p.: Olenekiano sup. - Anisico inf.

4.1.4.5 Formazione a Gracilis (GLS)

È costituita da dolomie calcareo marnose in alternanza con calcareniti grigie a bioclasti e peloidi in strati fino a decimetrici con un accenno di giunti nodulari. La parte alta dell'unità è rappresentata da calcari siltosi e siltiti grigio - giallastre. In corrispondenza del versante sud-occidentale del M. Marzola verso l'alto è presente una litofacies carbonatico-terrigena varicolori con intercalazioni evaporitiche. Lo spessore massimo è di circa 60 metri. Il limite è con la sottostante Dolomia del Serla risulta di tipo transizionale rapido. Il limite superiore corrisponde ad una superficie erosiva su cui poggia in paraconcordanza il Conglomerato di Voltago (VTG) come presso Terra Rossa, sul versante orientale della Marzola o lungo il Rio Gola, o la Formazione di Giovo. L'ambiente di sedimentazione corrisponde a piane tidali e piccole piattaforme carbonatiche al margine di ambienti costieri a deposizione in prevalenza terrigena. In corrispondenza degli stop 13 e 29, si riconoscono dolomie fittamente stratificate intervallate da veli pelitici color nocciola. Le dolomie si presentano cristalline.

Età: Bitinico-Pelsonico inferiore

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	ELETTTRIFICAZIONE TRENTO-BASSANO DEL GRAPPA LOTTO 1: Tratta Trento-Borgo Valsugana Est					
	Relazione geologica	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
	IT1J	10	R 69 RG	GE 0001 001	A	29 di 171

4.1.4.6 Conglomerato di Voltago (VTG)

Arenarie fini e medie alternate a siltiti di colore rosso e grigio bioturbate. Sono presenti anche discontinui orizzonti di conglomerati di spessore fino a 2 metri.

Età: Pelsonico

4.1.4.7 Formazione di Giovo - Membro del M. Ozol (GIV3 - Dolomia della Valsugana Auct.)

È costituita da una sequenza di calcari e dolomie grigiastre sottilmente stratificate (10-20 cm), a luoghi stromatolitiche, con sottili intercalazioni di peliti grigie laminate con quarzo e muscovite. Nella parte superiore si passa a dolomie bioclastiche (alghe calcaree e brachiopodi) biancastre e rosate. Lo spessore è di 180-200 metri.

Presso il Dosso di San Rocco (stop 14 e 30), e nel versante orientale del M. Marzola (stop 5, 7 e 14) è stata osservata una dolomia calcarea, estremamente cariata, di colore biancastro - beige ordinata in strati da centimetrici a decimetrici. Non è stato osservato paleo carsismo.

Età: Anisico medio - superiore p.p. (Pelsonico-Illirico)

4.1.4.8 Conglomerato di Richthofen (Breccia di Ravina Auct.) (RIC)

Si tratta di una megabreccia carbonatica formata da elementi fino a metrici di calcari e dolomie provenienti dalla sottostante piattaforma carbonatica (membro del Monte Ozol della formazione di Giovo) alternata talora a peliti e arenarie rosse. Lo spessore non supera i 10 metri.

Età: Illirico superiore

4.1.4.9 Formazione del Contrin (CTR)

La formazione è costituita da dolomie chiare ad alghe calcaree, in strati di spessore fino a metrico, e doloareniti grigio-verdastre (livelli di 10-30 cm). Frequentemente si osserva una tessitura grossolana e si individuano calcareniti a gasteropodi, lamellibranchi ed alghe. I giunti sono generalmente piano paralleli od ondulati.

Età: Illirico p.p.

4.1.4.10 Gruppo delle "Zwischenbildungen" (ZW)

Il gruppo delle Zwischenbildungen (Barbieri e Grandesso, 2007) è suddiviso in quattro unità, non distinte nella cartografia di progetto, chiamate Calcari Scuri di Margon, Marne della Val di Centa, Buchenstein e i Calcari di Val Vela. Tale gruppo rappresenta le facies bacinali della successione anisica mentre il Contrin e lo Sciliar rappresentano la facies di piattaforma carbonatica.

4.1.4.10.1 Calcari Scuri di Margon

È costituita da strati di spessore fino a decimetrico, di calcareniti fini laminate grigie, più o meno siltose, che si alternano a calciruditi e calcareniti grossolane grigie gradate contenenti alghe calcaree e rari clasti siltosi rossi arrotondati (nella parte bassa), a laminiti scure, da millimetriche a sub-millimetriche, carbonatico-siltoso- bituminose (con tracce di idrocarburi).

Età: Anisico Superiore (Illirico)

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	ELETTRIFICAZIONE TRENTO-BASSANO DEL GRAPPA LOTTO 1: Tratta Trento-Borgo Valsugana Est					
	Relazione geologica	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
	IT1J	10	R 69 RG	GE 0001 001	A	30 di 171

4.1.4.10.2 Marne della Val di Centa

L'unità è caratterizzata da una alternanza di calcareniti siltose, grigie, organizzate in strati centimetrico-decimetrici a giunti piano paralleli o ondulati e da peliti, marne e arenarie grigio-brune. Si intercalano inoltre sottili livelli di argille smectitiche giallo-arancio.

Età: Anisico Superiore (Illirico)

4.1.4.10.3 Buchenstein (Formazione di Livinallongo - "Calcare della Val Gola" Auct.)

È costituita da strati centimetrico-decimetrici di calcari micritici selciosi grigi nodulari, separati da esigui livelli di peliti grigie, calcari micritici nodulari rossi, rosati, verdastrati potenti fino a mezzo metro, con intercalazioni pelitiche e "pietra verde" anche in livelli metrici. Al tetto si hanno calcari micritici neri a giunti piano paralleli.

Età: Ladinico p.p

4.1.4.10.4 Calcari della Val Vela (VVL)

L'unità è rappresentata da calcari, da grigio chiaro a nocciola-giallastri, fittamente laminati in strati decimetrici e separati da sottili livelli di argille giallo arancio che aumentano nella parte superiore.

Età: Ladinico superiore (Longobardico)-Carnico inferiore

4.1.4.11 Formazione dello Sciliar (SCI)

È rappresentata da dolomie saccaroidi da biancastre a grigio chiare, ricristallizzate, grossolanamente stratificate e, in misura minore, da calcari dolomitici chiari. In prossimità della base sono talvolta riconoscibili dolomie stratificate organizzate in cicli peritidali e stromatoliti planari continue. Livelli argillitici millimetrici o dolomie marnose giallastre con screziature rossastre possono prendere il posto delle stromatoliti. Il tetto dell'unità è caratterizzato dalla presenza di brecce e piccoli filoni di dolomie cristalline scure. Lo spessore varia da 50 a 350 metri. Il limite inferiore con la sottostante Formazione del Contrin (CTR) è netto e marcato da sottili livelli di vulcanoclastiti o graduale rapido sui calcari della Val Gola.

In affioramento presso lo stop 31, la formazione si presenta come una serie di calcari e calcari dolomitici bianchi, mal stratificati, in strati di spessore decimetrico. Nelle zone di faglia si osservano cataclasi costituite da clasti romboidali affilati.

Età: Illirico p.p.- ? Fassanico p.p.

4.1.4.12 Vulcaniti Basaltiche (VAB)

Si tratta di basalti molto alterati e parzialmente argillificati di colore rosso-violaceo stratigraficamente posizionati tra i calcari di Val Vela e la Formazione di Travenanzes (Gruppo di Raibl).

Età: Ladinico superiore

4.1.4.13 Formazione di Travenanzes (TVZ)

Si tratta di successione di dolomie grigio-biancastre, localmente con fiamme gialle o rosate, in strati decimetrici cui si intercalano sottili livelli (al massimo centimetrici) di peliti verdi e grigie. Verso l'alto sono presenti dolomie siltose chiare con stromatoliti, *fenestrae* e *mud crack* con intercalazioni di marne verdi e rosse potenti fino a mezzo metro.

Relazione geologica	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IT1J	10	R 69 RG	GE 0001 001	A	31 di 171

Età: Carnico p.p.

4.1.4.14 Dolomia Principale (DPR)

Si tratta di una monotona successione di cicli peritidali, ben stratificata e formata alla base da dolomie subtidali in strati decimetrici, giallastre o fiammate, con rari livelli di peliti giallo-verdastre cui si alternano *grainstone* oolitici, che possono anche poggiare direttamente su SCI. Nella porzione inferiore dell'unità, nei cicli peritidali si distingue una parte basale subtidale, con dolomie microcristalline a Megalodonti e Gasteropodi. La porzione medio-superiore della formazione è invece costituita da spessi banchi subtidali (fino a 2-3 metri) formati da dolomie massicce vacuolari di colore grigio chiaro, con frequenti accumuli tempestistici di lamellibranchi, gasteropodi, foraminiferi. La Dolomia Principale può raggiungere gli 800 metri di spessore. Il limite inferiore è graduale rapido su TVZ con la comparsa di grossi banchi di dolomie subtidali che si sovrappongono in modo netto alle dolomie e peliti policrome. L'ambiente deposizionale è quello di una grande piattaforma carbonatica dolomitizzata, con prevalenti facies lagunari e di piana tidale. Viene cartografato anche il Membro del M. Zenone costituito da un corpo biocostruito ad organismi incrostanti ora completamente dolomitizzato.

In corrispondenza degli stop 12 e 16 è stata osservata una successione dolomitica ben stratificata in banchi decimetrici. Le dolomie sono bianche, cristalline, e hanno una rottura scheggiosa.

Età: Carnico superiore-Norico

4.1.4.15 Gruppo dei Calcari Grigi (CG)

Comprende quattro formazioni di piattaforma carbonatica (Avanzini et al., 2007) che costituiscono l'ossatura della porzione settentrionale dell'area di studio (M. Calisio). Vengono ricondotti al gruppo dei Calcari Grigi: la Formazione di Montezugna, il Calcare Oolitico di Loppio, la Formazione di Rotzo e il Calcare Oolitico di Massone, quest'ultimo non presente nell'area di studio.

4.1.4.15.1 Formazione di Monte Zugna (FMZ)

Nella formazione di Monte Zugna sono presenti tre litofacies solitamente sovrapposte:

- sequenze cicliche sub-metriche e metriche di calcari prevalentemente micritici od oolitico bioclastici, bioturbati;
- successione prevalentemente peritidale di calcari stromatolitici in cicli a scala metrica suddivisi in una unità inferiore subtidale (spessore tra 10 e 100 cm) ed una superiore di tipo inter-sopratidale (spessore tra 2-3 e 50 cm);
- calcari micritici pseudo-nodulari e marne scure in una sequenza prevalentemente subtidale nella quale si riscontrano cicli con livelli carbonatici di base (potenti da 20 a 120 cm) seguiti da esigui intervalli argillosi di colore scuro.

Il limite inferiore con DPR è graduale quando tra le due unità si interpone una zona dolomitizzata, oppure è netto para-concordante quando FMZ poggia sugli orizzonti a *teepee* e paleosuoli del tetto della DPR.

Età: Hettangiano-Sinemuriano

4.1.4.15.2 Calcare Oolitico di Loppio (LOP)

Il calcare oolitico di Loppio è rappresentato da una sequenza di calcari oolitici grossolani prevalentemente a cemento spatico, di colore biancastro o grigio-chiaro; i granuli sono per lo più ooidi e botroidi, in parte anche intraclasti e bioclasti. L'unità è mal stratificata o organizzata in bancate fino a

Relazione geologica	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IT1J	10	R 69 RG	GE 0001 001	A	32 di 171

decametriche, talora a lamine trattive parallele od inclinate a basso angolo, più raramente a stratificazione incrociata. Lo spessore può arrivare fino a 50-60 metri. Il suo limite inferiore è graduale rapido su FMZ. Il tetto è caratterizzato da una superficie di *unconformity*.

È stato osservato presso lo stop 32, ove si presenta come un calcare bianco ad ooliti fini. Il carsismo è evidente, così come *karren* e cavità di varie dimensioni nell'ammasso; gli stati sono difficilmente riconoscibili.

Età: Sinemuriano

4.1.4.15.3 Formazione di Rotzo (RTZ)

Depositatasi in ambiente prevalentemente subtidale, questa unità è suddivisibile in due litofacies sovrapposte:

- la litofacies basale, che può risultare anche ridotta o assente, è caratterizzata da calcari marnosi con strati metrici di *packstone* a peloidi bioturbati che si sovrappongono, nella porzione sommitale, ad alternanze calcareo-marnose in stati decimetrici con locali noduli di selce nerastra;
- la litofacies superiore, in cui il tetto dei cicli è spesso contraddistinto dalla presenza dei cosiddetti banchi a *Lithiotis*, costituiti da bivalvi coloniali che si sovrappongono a tetto ciclo alle stesse alternanze calcareo-marnose sopra descritte. In questa porzione superiore della formazione di Rotzo sono frequenti anche biocalcareni ruditiche e calcareniti oolitico-intraclastiche in strati e banchi di spessore superiore al metro. Questi livelli sono spesso intercalati nella successione all'interno dei cicli tidali, e contengono anche strati di tempesta.

Lo spessore è sui 150 metri, il limite inferiore è para-concordante o discordante su LOP e localmente su FMZ.

Età: Sinemuriano-Pliensbachiano

4.1.4.16 Oolite di San Vigilio (OSV)

Grainstone ad ooliti e *grainstone* ad ooliti e frammenti di echinodermi, in strati di potenza da 0,5 a 1 metro, a stratificazione incrociata, di colore giallo e rosato al tetto, a granulometria media o grossolana. Lo spessore è compreso tra 0 e 25 metri. Il limite inferiore è netto para-concordante su RTZ o su OOM. La biofacies pelagica dei sedimenti micritici, a luoghi intercalati ai livelli calcarenitici, indica un ambiente marino marginale aperto alla circolazione oceanica. In zona Rovereto, in corrispondenza dello stop 19 si osservano calcari oolitici grigiastro-rossicci con ooliti millimetriche, grossolanamente organizzati in strati decimetrici.

Età: Toarciano - Aaleniano inferiore

4.1.4.17 Formazione di Fonzaso (FOZ)

Si tratta di una formazione sedimentaria costituita da sottili strati calcarei selciferi con associazioni di fossili pelagici intercalati a banchi di brecce calcaree compatte con frammenti di fossili di ambiente neritico. La stratificazione si presenta molto regolare con interstrati argillosi.

Età: Giurassico medio-superiore

4.1.4.18 Rosso Ammonitico Veronese (ARV)

Il Rosso Ammonitico è formato da tre unità. Quella basale è formata da calcari micritici mal stratificati, a struttura nodulare, solitamente rosati, ma a luoghi giallastri o verdastri, in alcuni casi dolomitizzati, con

lamellibranchi pelagici (tipo *Bositra*) e *Protoglobigerine*. Nella parte superiore si osserva un aumento della componente terrigena, gli strati divengono più nodulari e compaiono superfici stilolitiche arrossate. Questo intervallo (Bajociano-Bathoniano) è separato dalla sottostante Oolite di S. Vigilio da un *hardground* di spessore decimetrico, con noduli in prevalenza ferriferi e tipici orizzonti di stromatoliti cupoliformi. L'unità intermedia è rappresentata da calcari rosati a piccoli noduli nei quali sono diffusi arnioni di selce rossa. L'unità superiore è costituita da calcari lastriformi, dalla tipica struttura nodulare, rossi e con Ammoniti. Sono riconoscibili *Belemniti* e *Aptici*. Macroscopicamente, appare marcatamente cristallina per la presenza di articoli e piastrine di *Saccocoma*. Il suo spessore varia tra 25-50 metri ed il suo limite inferiore è netto su RTZ, su OOM o su OSV.

In corrispondenza degli stop 3, 15 e 33 si osserva un calcare nodulare, stratificato in strati sottili, con giunti di strato estremamente ondulati. Le fratture si presentano blandamente carsificate. Il colore varia dal bianco al rosso/rosato.

Età: Bajociano sup.-Titoniano sup.

4.1.4.19 Maiolica (MAI)

Si tratta di calcari micritici lastriformi, dal colore rosato e con selce. Lo spessore è normalmente di qualche metro ma può raggiungere i 30 metri per effetto della tettonica. Il limite inferiore è graduale rapido su ARV.

Età: Titoniano sup.-Barremiano sup.

4.1.4.20 Scaglia Variegata Alpina (VAA)

Calcari micritici varicolori, da grigi a verdini e biancastri ma anche rossi, spesso bioturbati, a Radiolari e Foraminiferi, ben stratificati e a volte con noduli e letti di selci nere, in alternanza con marne grigio-verdastre, nere e rossastre, talora bituminose fogliettate. Limite inferiore transizionale rapido su MAI o su ARV. Lo spessore varia da 1 a 70 metri a causa della subsidenza differenziale di vari settori.

Età: Hauteriviano-Cenomaniano

4.1.4.21 Scaglia Rossa (SAA)

Si tratta di una sequenza di calcari micritici a "*Globotruncana*" ben stratificati (5-25 cm) per lo più lastriformi e talvolta selciferi, soprattutto nella parte inferiore. Comprende alla base un orizzonte di qualche metro di calcari micritici lastriformi nodulari rossi mentre al tetto è sempre individuabile una unità plurimetrica fogliettata, (bancone maastrichtiano *Auct.*) localmente con *hardground* apicale. Lo spessore è costantemente attorno ai 70 m. L'unità riflette condizioni di deposizione di tipo emipelagico con forti apporti terrigeni.

In corrispondenza dello stop 2 e del 34 si rinviene una successione di calcari e calcari marnosi rossi, fittamente stratificati in strati mediamente di 10 cm di spessore, separati da sottili livelli siltosi.

Età: Cretacico superiore-Paleocene

4.1.4.22 Formazione di Chiusole (CHI)

La formazione di Chiusole è costituita da calcari micritici più o meno glauconitici a Radiolari e Foraminiferi planctonici, con noduli e letti di selce da grigia a bruna e con sottili interstrati marnoso-argillosi; la stratificazione è sottile (10-30 cm).

Età: Eocene inferiore

4.1.4.23 Formazione di Ponte Pià (FPP)

Si tratta di una successione sedimentaria bacinale. È costituita da *grainstone* bioclastici e da torbiditi che presentano alla base spessi livelli di calcareniti e di calciruditi (costituite essenzialmente da Foraminiferi bentonici) cui seguono calcareniti più fini e intervalli pelitici finemente laminati; la serie torbiditica si chiude con calcari bioclastici a stratificazione irregolare con Foraminiferi e frammenti di Lamellibranchi.

Età: Eocene inferiore - Eocene medio superiore

4.1.4.24 Magmatismo Eocenico

L'attività vulcanica è collegata alla tettonica sin-sedimentaria distensiva dell'Eocene. Le manifestazioni vulcaniche sono legate alla messa in posto di lave basaltiche in ambiente sottomarino, con manifestazioni prevalentemente freato-magmatiche e colate laviche in parte subaeree che rappresentano gli eventi più tardi.

4.1.4.24.1 Basalto della Val Lagarina (VUB)

Sono riuniti in questa formazione tutti i prodotti vulcanici basici presenti all'interno della successione sedimentaria. I prodotti delle manifestazioni vulcaniche derivano generalmente dalle esplosioni delle lave basaltiche in ambiente sottomarino con manifestazioni freato-magmatiche. Livelli vulcanoclastici di esiguo spessore sono inoltre intercalati alle unità carbonatiche eoceniche del Doss Trento. I membri non sono stati distinti nella cartografia di progetto.

Età: Eocene inferiore

4.1.4.24.2 Membro di Lenzima

Colate laviche da massicce a bollose e scoriacee e breccie laviche di prodotti scoriacei. Si hanno anche rare lave a cuscini passanti a breccie di cuscini lavici. Lo spessore è tra 0-10 metri. Contatto netto discordante su *hardground* di SAA.

Età: Eocene inferiore

4.1.4.24.3 Membro del Monte Biaena

Si tratta prevalentemente di ialoclastiti costituite da arenarie e breccie con clasti di basalto vetroso e bolloso cementati da calcite spatica. Si presentano ben stratificate e selezionate, a volte gradate. Derivano dalla polverizzazione esplosiva delle lave sottomarine. Più in particolare si distinguono breccie di esplosione, tufi e tufiti, lave basaltiche e filoni e dicchi (Lo spessore è compreso tra 0-70 metri).

Età: Eocene inferiore

4.1.4.25 Calcare di Malcesine (MCE)

È costituito da calcareniti generalmente nummulitiche grigio-nocciola e grigio-scuro a granulometria prevalentemente sottile, siltitico-arenitica, che aumenta verso l'alto.

Età: Eocene medio

4.1.4.26 Calcare di Nago (NAG)

Alternanze di calcari marnosi e marne scure laminate, di calcareniti micritiche grigie stratificate (10-30 cm) e di calcari a rodoliti, coralli e briozoi, in bancate (3-10 metri) ricche in nummuliti e *Discocyline*.

Età: Eocene medio-superiore

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	ELETTTRIFICAZIONE TRENTO-BASSANO DEL GRAPPA LOTTO 1: Tratta Trento-Borgo Valsugana Est					
	Relazione geologica	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
	IT1J	10	R 69 RG	GE 0001 001	A	35 di 171

4.1.4.27 **Calccare di Linfano (CLN).**

Si tratta di un corpo carbonatico bioclastico il cui livello inferiore è costituito da biocalcareni bioturbate e mal stratificate passanti verso l'alto a biocalcareni grossolane. Spessore variabile tra 150 e 200 m.

Età: Oligocene inferiore

Vulcaniti basaltiche dell'Alpone (VPN)

Si tratta di rocce filoniane a composizione basica e ultrabasica prodotte dall'attività vulcanica terziaria ed intrusive all'interno delle formazioni sedimentarie più antiche. Spessore: da pochi decimetri a qualche decina di metri.

Età: Paleocene superiore-Oligocene

4.1.4.28 **Formazione di Monte Brione (MBR)**

Si tratta di arenarie grigio-verdi scure con glauconite.

Età: Chattiano-Burdigaliano

4.1.4.29 **Arenarie e conglomerati della Val Cova (AVC)**

Arenarie marnose grigie, talora giallastre, riccamente fossilifere con intercalazioni di calcari arenacei; marne arenacee molto fossilifere con intercalazioni conglomeratiche.

Età: Miocene superiore

4.1.5 Successione quaternaria continentale

I depositi superficiali quaternari sono descritti, nell'ambito del presente lavoro, utilizzando la nomenclatura CARG della Provincia Autonoma di Trento. Le unità riconosciute hanno come riferimento l'ultimo episodio glaciale culminato nel *Last Glacial Maximum* (LGM).

È stata distinta la seguente sequenza:

- depositi pre-LGM;
- depositi riferibili a LGM, relativi al Sintema del Garda;
- depositi post-LGM.

Tutti i terreni di copertura sovrastanti il Sintema del Garda sono raggruppati nel Sintema Postglaciale Alpino (PTG). I sedimenti che lo compongono si sono formati dopo l'estinzione (locale) dei processi glaciali e fluvio-glaciali, a partire dall'intervallo finale del Pleistocene superiore, proseguiti durante l'Olocene e fino all'epoca Attuale.

In Tabella 4 si riporta lo schema della sequenza stratigrafica quaternaria.

Sequenza	Sintema	Subsintema	Depositi
Post-LGM	<i>Sintema Postglaciale Alpino (PTG)</i>	Subsintema di Civezzano (PTG ₃)	
			Depositi di origine antropica
			Depositi di frana
			Depositi colluviali
			Depositi lacustri-palustri
			Depositi palustri e torbiere
			Detrito di versante e di falda
			Depositi di origine mista
			Depositi alluvionali
			Depositi del fondovalle del Torrente Fersina e dell'Alta Valsugana
	Depositi del fondovalle atesino		
LGM	<i>Sintema del Garda</i>	Subsintema di Lisignago (SGD ₁₂)	Deposito di frana dei Cruzzi d'Agola
			Depositi alluvionali e fluvio-glaciali dell'Alta Valle dei Laghi
			Depositi di contatto glaciale della Valle dell'Adige
			Unità di Segonzano
			Depositi glacio-lacustri e alluvionali della Val di Cembra
		Subsintema di Monte Gian (SGD ₁₃)	Valle del Fersina
			Altipiano di Pinè e piana di Civezzano
Subsintema del Garda indistinto	Depositi eolici (loess)		

		(SGD)	Depositi di contatto glaciale e depositi di debris-flow
			Depositi glaciali, till di alloggiamento
			Depositi glaciali, till indifferenziato
Pre-LGM	Gruppo di Valsorda (DV)		
	Supersistema di Nogarè (NG)		
	Supersistema della Paganella (PG)		
	Gruppo di Forte Casara (FC)	Unità dei Bindesi (FCB)	
Unità di Romagnano (FCF)			

Tabella 4. Sequenza continentale quaternaria

Sono di seguito descritte solo le facies delle unità direttamente interessate dal progetto.

4.1.5.1 UNITÀ STRATIGRAFICHE PRECEDENTI L'ULTIMA ESPANSIONE GLACIALE (PRE-LGM)

4.1.5.1.1 Conglomerato di Tenna (TNE) – (Pleistocene inferiore? e medio)

Affiora nel settore meridionale del Colle di Tenna, su entrambi i versanti che scendono al Lago di Caldonazzo e a quello di Levico. Si compone di conglomerati e ghiaie a matrice sabbiosa con ciottoli eterometrici (dimensioni da 0,5 a 20 cm, con moda a 3-6 cm) composti in media dall'85% di carbonati che mostrano talora un *cortex* di alterazione di circa 2 mm, dal 10% di metamorfiti mediamente alterate, e dal 5% di porfiriti.

4.1.5.1.2 Gruppo di Forte Casara (FC) – (Pleistocene inferiore e medio)

Riunisce depositi di versante s.l. e locali depositi di conoide, frequentemente cementati e contraddistinti da superficie limite superiore poligenica e polifasica, con morfologie erose verso valle, lateralmente e talora verso monte. Gli affioramenti principali sono localizzati sui versanti Ovest e Sud del Monte Marzola (Unità dei Bindesi).

- **Unità dei Bindesi (FCB) – (Pleistocene medio):** è un'unità costituita da corpi di frana, e in misura minore da depositi di versante localizzati sul versante occidentale e meridionale del M. Marzola. Affioramenti importanti si rinvengono nella zona del rifugio Bindesi a quota 600 m s.l.m., dove affiora un corpo piuttosto continuo, interessato da significative trincee di rilascio tensionale. Il deposito è costituito da diamicton clasto-sostenuto, con clasti di dimensioni medie di qualche cm e massime superiori al metro; presenti anche megablocchi di svariate decine di m³. I clasti, da angolari a sub-angolari, sono costituiti da dolomie grigio-biancastre, correlabili alle unità triassiche affioranti a monte. Sono invece rari i ciottoli da sub-arrotondati ad arrotondati di quarziti, ignimbriti (presenti nei depositi glaciali del sistema del Garda) e vulcaniti andesitico-basaltiche (sporadicamente affioranti sul sovrastante versante). La matrice è siltoso-sabbiosa₃₇

bruno-rossastra, a luoghi mescolata con una diffusa componente ghiaiosa fine. Il limite inferiore, visibile solo in alcuni punti di Pian dei Bindedi, è discordante con il substrato roccioso, quello superiore è discordante con i depositi glaciali del SGD e con i depositi di frana del PTG. Lo spessore complessivo è valutabile in oltre 50 metri.

4.1.5.1.3 Supersistema di Nogarè (NG) – (Pleistocene medio-Pleistocene superiore p.p.)

Si tratta di depositi alluvionali prevalentemente ghiaiosi con subordinati depositi da *debris-flow* e di versante a cementazione variabile. A Ponte Alto affiora un deposito (spessore circa 20 metri) formato da ghiaie a matrice sabbiosa, con clasti da ben arrotondati a sub-arrotondati e dimensioni medie di circa 10 cm. I clasti sono soprattutto porfirici, in misura minore sono dolomitici, calcarei e metamorfici. L'alterazione è blanda, la cementazione è diffusa ma non pervasiva. Il limite inferiore, non visibile, coincide presumibilmente con il substrato (Scaglia Rossa) e quello superiore con la superficie topografica. Questo deposito rappresenta un riempimento pre-LGM di un possibile paleo-alveo del Fersina. Il limite inferiore dell'unità non è affiorante, il limite superiore è discordante con le ghiaie del subsistema di Lisignago (SGD12) e/o con i depositi del PTG.

4.1.5.1.4 Gruppo di Valsorda (DV) – (Pleistocene medio-superiore p.p.)

Fanno parte di questa unità depositi di frana e di versante, con locali depositi di *debris flow*, contraddistinti da una cementazione discontinua. In corrispondenza del versante meridionale della Marzola costituiscono l'accumulo di frana principale (Frana di Valsorda): si tratta di un diamicton clasto-sostenuto con dimensioni medie comprese tra 5-15 cm e massime anche maggiori di un metro, con blocchi di diversi m³

4.1.5.2 UNITÀ PERTINENTI ALL'ULTIMA GRANDE ESPANSIONE GLACIALE (LGM)

Le unità appartenenti a tale periodo costituiscono il **Sintema del Garda** e sono rappresentate dai sedimenti messi in posto durante le fasi di crescita, di massimo sviluppo e di esaurimento avvenute durante l'ultimo grande evento glaciale (LGM: *Last Glacial Maximum*). Il limite inferiore è generalmente erosivo con il substrato roccioso o con sedimenti quaternari antecedenti all'ultima espansione glaciale (pre-LGM); il limite superiore è inconforme con il Sintema Postglaciale Alpino (PTG).

Sono di seguito descritte le unità costituenti il Sintema del Garda:

- **sintema del Garda indistinto**, utilizzato per le fasi di crescita e di massima espansione del ghiacciaio atesino e per le brevi avanzate durante la prima fase di deglaciazione ("tardoglaciale" *Auct.*) finché la calotta glaciale è rimasta sostanzialmente unitaria. Si distinguono tre subsistemi, la cui formazione è avvenuta durante la fase di frammentazione del ghiacciaio in bacini locali con evoluzione indipendente:
 - **subsintema di Lisignago**, si forma nel momento di disattivazione delle transfluenze tra Valle di Cembra e Alta Valsugana (Valle di Fornace);
 - **subsintema del Monte Gian**, formatosi nel momento in cui si sono progressivamente disattivate le transfluenze tra Valle dell'Adige e Alta Valsugana;
 - **subsintema della Val Mana**, geneticamente diviso dal ghiacciaio atesino, sebbene durante la fase di culmine del LGM fosse in contatto con il ghiacciaio della Val dell'Adige.

4.1.5.2.1 SINTEMA DEL GARDA INDISTINTO (SGD) – Pleistocene superiore p.p.

Il sintema del Garda “indistinto” è costituito in prevalenza da depositi glaciali e, in misura minore, di contatto glaciale (tra i quali depositi torrentizi margino-glaciali e conoidi di *debris-flow*) glacio-lacustri ed eolici.

Nella maggior parte dei casi i depositi del sintema del Garda sono scarsamente alterati, ad eccezione delle litologie più degradabili (tonaliti, marne della Formazione di Ponte Pià, arenarie e siltiti della formazione di Werfen). I suoli che si sviluppano su questi depositi alle quote meno elevate hanno spessori solitamente inferiori al metro, ma con orizzonti pedologici ben differenziati.

- Depositi glaciali, till indifferenziato.

Costituiscono i depositi glaciali maggiormente diffusi. In questa facies sono compresi anche i till di ablazione, discontinui e di spessore solitamente inferiore al metro. Sono diamicton massivi a supporto di clasti e/o di matrice da limosa a sabbiosa di colore chiaro. Le dimensioni dei ciottoli sono comprese da quelle delle ghiaie ai blocchi pluridecimetrici. Sul versante occidentale della Marzola, presso Malga Nova, affiorano limitati diamicton massivi, generalmente a supporto di matrice con prevalenza di ciottoli carbonatici subangolosi-subarrotondati, di dimensioni variabili fino al metro. Sul versante SW della Marzola (Mattarello, Laste di Mattarello), sono presenti esposizioni di diamicton massivo *clast-supported* con prevalenti ciottoli subarrotondati-arrotondati di dolomie in matrice grigia, da sabbioso-ghiaiosa fine a limoso-sabbiosa.

- Depositi glaciali, till di alloggiamento.

Si tratta di diamicton massivi a supporto di matrice, a luoghi mal stratificati, con clasti eterometrici frequentemente striati e con spigoli smussati o rotti; la matrice limoso-sabbiosa è sovraconsolidata. Sul versante SW della Marzola, a monte dell'abitato di Valsorda (Maso Diler, Maso del Conte), formano sottili dorsali allungate lungo il pendio, oppure lungo il ciglio delle sponde delle vallecole che incidono il versante.

- Depositi di contatto glaciale e depositi di *debris-flow*.

Si tratta di ghiaie, sabbie e limi talora laminati, solitamente in strati discontinui; danno luogo a geometrie lentiformi e corpi canalizzati. I depositi di *debris flow* sono costituiti da ghiaie con matrice da sabbiosa a limosa e orizzonti sabbiosi.

- Depositi eolici (*loess*).

Sabbie fini e limi di colore giallastro-bruno chiaro, con spessori limitati, al massimo di poco più di un metro.

I depositi del Sintema del Garda ricoprono indistintamente con contatto erosivo o limite inconforme il substrato pre-Quaternario o le formazioni pre-LGM. Il limite superiore può essere conforme o inconforme con SGD₁₂, SGD₁₃, con PTG o PTG₃.

4.1.5.2.2 Subsintema del Monte Gian (SGD13)

Il Subsintema del Monte Gian, che comprende prevalentemente depositi di contatto glaciale, con intercalati depositi di *debris flow*, *mud flow* e glaciali, si è formato nei bacini del Torrente Fersina e del Fiume Brenta a partire dalla fase di disattivazione delle trasfluenze tra Valle dell'Adige e Alta Valsugana. Lo spessore del subsintema supera i 30 metri. Il limite inferiore è erosivo sul substrato roccioso o su SGD; il limite superiore coincide con la superficie topografica o è inconforme con PTG.

4.1.5.2.3 Subsistema di Lisignago (SGD12)

Il subsistema di Lisignago, costituito principalmente da depositi fluvio-glaciali, alluvionali, glacio-lacustri e di contatto glaciale, si forma a partire dalla fase di disattivazione della transfluenza tra Val di Cembra e alta Valsugana, in corrispondenza della valle di Fornace, con conseguente formazione di un ghiaccio morto in Val di Cembra. I depositi di questo subsistema sono suddivisi in diversi settori, caratterizzati da differenti condizioni litologiche deposizionali; di seguito sono descritti solo i depositi cartografati nell'ambito del presente lavoro:

- Depositii glacio-lacustri e alluvionali (contatto glaciale s.l.) della Val di Cembra

Il SGD₁₂ ha la sua maggiore espressione in Val di Cembra. Litologicamente è costituito da depositi sabbiosi cerniti, passanti gradualmente verso l'alto a ghiaie e ghiaie sabbiose sciolte. I clasti hanno una dimensione massima di 20 cm, sono ben arrotondati, di natura prevalentemente porfirica e abbondantemente dolomitica. Tali depositi si suppone siano stati generati da una fase di avanzata deglaciazione, con frammentazione del ghiacciaio proveniente dalla Val di Fiemme e condizioni di ghiaccio morto in Val di Cembra.

- Depositii di contatto glaciale della Valle dell'Adige

Allo sbocco della Val di Cembra in Val d'Adige, sono presenti alcuni sistemi di terrazzi a morfologie fresche. Si rinvencono *facies* prevalentemente alluvionali, caratterizzate da ghiaie con matrice sabbiosa. Nella porzione superiore della Valsorda si rinvencono delle conoidi di *debris flow* sospese sul fondovalle e depositi di contatto glaciale rappresentati da *diamicton* a supporto di matrice limosa di colore ocra-rosso-bruno.

- Il deposito di frana dei Crozzi d'Agola

Fra i diversi corpi di frana che interessano il Monte Marzola, quello dei Crozzi d'Agola è ubicato alle quote meno elevate. A monte del deposito è ben visibile la nicchia di frana. La morfologia dell'accumulo è caratterizzata da dossi e depressioni, talvolta riempite da specchi d'acqua effimeri (Lago Turchino, Lago delle Cannelle) e da una evidente scarpata in erosione, alta un centinaio di metri, che divide la parte sommitale da quella inferiore a dossi e depressioni. L'accumulo, di potenza valutabile in oltre 40 metri, è costituito da *diamicton* massivi, clasto-sostenuti, con clasti dolomitici angolosi o sub-angolosi di dimensioni molto eterogenee che vanno da pochi cm ai massi di alcuni m³. È presente una importante matrice di colore bianco-giallastro, formata da ghiaie e sabbie con un certo contenuto limoso-argilloso.

4.1.5.3 UNITÀ PERTINENTI AL POSTGLACIALE (Post-LGM)

4.1.5.3.1 SINTEMA POSTGLACIALE ALPINO (PTG) – (Pleistocene Sup. – Attuale)

Quest'unità raggruppa i depositi che si sono formati al termine dei fenomeni glaciali, tra la parte terminale del Pleistocene superiore all'Attuale. I depositi sono descritti in relazione ai bacini idrografici e alle varie *facies*.

- Depositii del Fondovalle Atesino

Il fondovalle dell'Adige è riempito da notevoli spessori di depositi alluvionali, lacustri-palustri e subordinatamente di conoide. I dati di terreno sono piuttosto modesti ma integrabili con i dati geognostici disponibili presso il Servizio Geologico della Provincia. La conoide del Fersina è profonda una ventina di metri, essenzialmente ghiaiosa a meno di due canali ciottolosi, interpretabili come antichi alvei abbandonati. Al di sotto dei depositi ghiaiosi della conoide sono presenti depositi sabbioso-limosi. Si

Relazione geologica	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IT1J	10	R 69 RG	GE 0001 001	A	41 di 171

osserva anche a sud di Mattarello, ad una profondità di circa 10 m dal piano campagna, un orizzonte decametrico di ghiaie-sabbiose, che potrebbe testimoniare una fase deposizionale di alta energia.

- Depositi del fondovalle del Torrente Fersina e dell'Alta Valsugana

Le alluvioni del torrente Fersina affiorano soprattutto in corrispondenza dell'abitato di Pergine, e formano una blanda conoide alla base della quale si sviluppa la piana alluvionale del Cirè. Sono prevalenti le ghiaie massive a supporto di clasti e matrice, in livelli sub-orizzontali, con matrice formata da sabbia medio-grossolana fino a ghiaia fine. I clasti sono rappresentati da rocce metamorfiche, porfidi, graniti e granitoidi, nonché da clasti di Conglomerato di Ponte Gardena. Le dimensioni prevalenti sono di qualche cm, con numerosi blocchi di dimensioni fino a un metro.

- Depositi alluvionali dei corsi d'acqua minori

Localizzati al di fuori delle aste vallive principali, sono costituiti da ghiaie e ciottoli eterometrici e poligenici mediamente arrotondati, in matrice ghiaioso-sabbioso-limoso, alternati a livelli sabbiosi o sabbioso-limosi. Litologicamente i clasti rispecchiano il bacino di alimentazione dei rispettivi corsi d'acqua.

- Depositi di origine mista (torrentizi e/o da *debris flow*)

Diamicton in prevalenza clasto-sostenuti, con ciottoli di provenienza locale, angolosi, sub-angolosi e sub-arrotondati, di dimensioni eterogenee, dalle ghiaie ai massi, in matrice da sabbioso-ghiaiosa a limoso-sabbiosa.

- Detrito di versante e detrito di falda

Depositi generalmente a scarsa cementazione, con granulometria variabile, dalla ghiaia al masso, con elementi da angolosi a sub-angolosi di provenienza locale.

- Depositi palustri e lacustri

Depositi a granulometria fine, anche torbosi, con locali orizzonti sabbiosi.

- Depositi antropici

Materiali localizzati in corrispondenza delle aree di cava ritombate, delle principali arterie stradali e di quelle ferroviarie, usualmente piuttosto grossolani, che possono passare a materiali più fini quali sabbie limose e limi.

4.1.5.3.2 Subsistema di Civezzano (PTG3)

Comprende depositi alluvionali, di *debris flow* e di frana. Si tratta per lo più di porzioni di antichi conoidi da *debris flow* e porzioni di piane alluvionali attualmente in erosione. Rientra in questo subsistema il corpo di frana dei Crozzi dell'Altar, situato nella porzione più elevata del versante ovest della Marzola.

5 TETTONICA

Il quadro tettonico dell'area in cui si inserisce il progetto è caratterizzato da due areali distinti (Note Illustrative del Foglio 060 Trento):

- quello orientale, dove è presente il bacino vulcanico permiano, con i sistemi di faglie normali sinvulcaniche (con orientamento tettonico valsuganese) in cui affiorano i termini triassici e giurassici della serie sedimentaria e insistono sovrascorrimenti e faglie inverse alpine;
- quello occidentale, con quadro tettonico ad orientamento giudicariense, dove sono presenti strutture distensive legate al *rifting mesozoico*.

Le due aree sono separate da una fascia di svincolo regionale: la linea Trento-Cles, che in prossimità della città di Trento si sdoppia nella linea del Calisio e in una linea, ad andamento N-S lungo la val d'Adige, che si ricollega più a sud alla linea Schio-Vicenza (Figura 6).

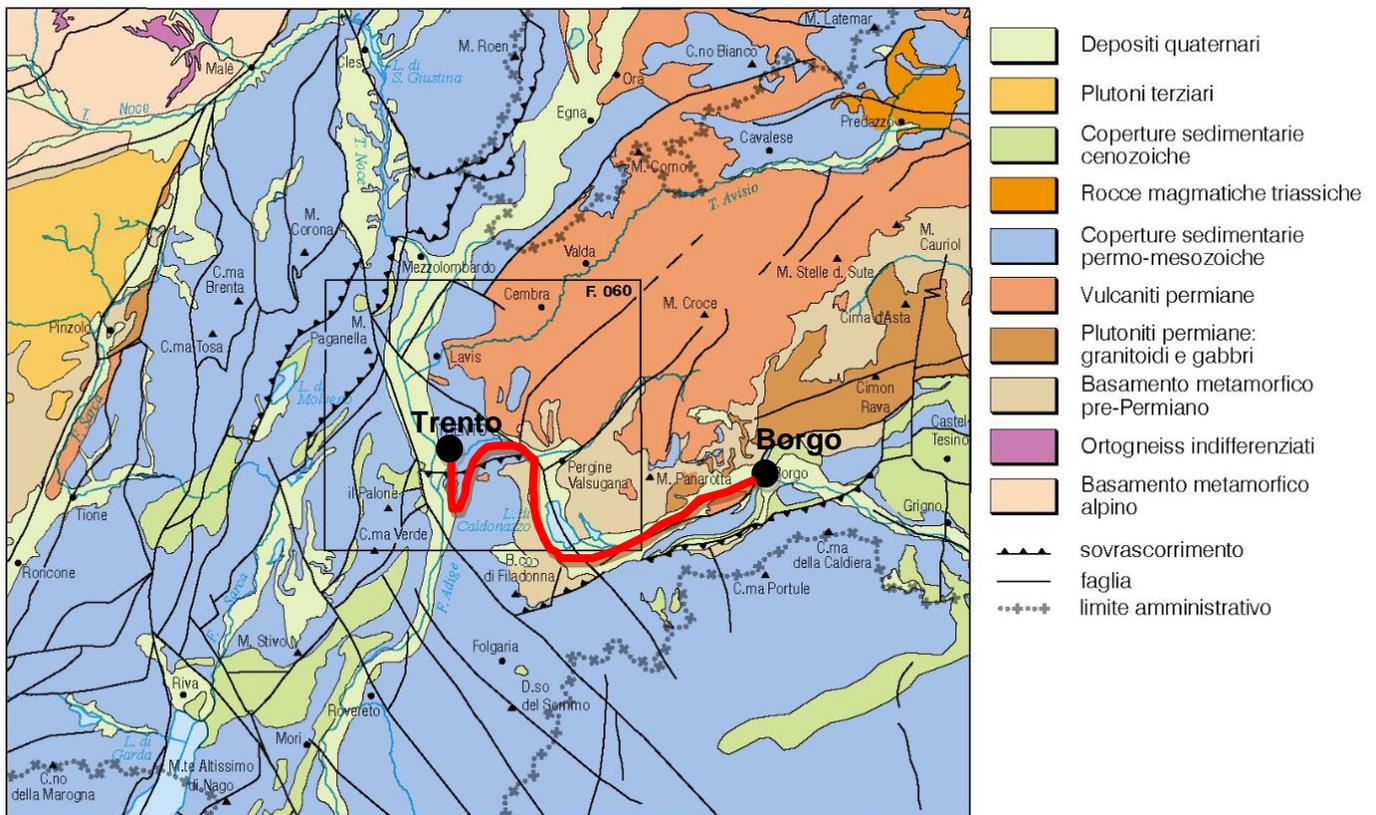


Figura 6. Schema tettonico dell'area di Trento (estratto dalla Carta Geologica d' Italia – Foglio 060 Trento). In rosso è indicato il tracciato ferroviario (indicativo)

Relazione geologica	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IT1J	10	R 69 RG	GE 0001 001	A	43 di 171

I diversi sistemi di faglia presenti sono il prodotto di un campo di stress, inizialmente distensivo e poi compressivo, la cui orientazione dell'asse di massimo sforzo è variata nel corso tempo, ruotando da una direttrice NNE-SSW (fase dinarica; Eocene-Burdigaliano), ad una orientata circa N-S (fase valsuganense; Serravalliano-Tortoniano) e successivamente WNW-ESE (fase scledense; Messiniano-Pliocene; Castellarin et al., 1988). Sono pertanto individuabili tre sistemi di faglia:

1. sistema dinarico, con strutture ad alto angolo orientate NNE-SSW, cui viene attribuita, in letteratura, un'attività polifasica, dapprima diretta e poi trascorrente destra;
2. sistema valsuganense, caratterizzato da faglie inverse a direzione circa E-W;
3. sistema Schio-Vicenza, caratterizzato da faglie trascorrenti sinistre ad orientamento NNW-SSE, ad alto angolo.

Nella carta geologica, in scala 1:10.000 (IT1J10R69G4GE0001001A-IT1J10R69G4GE0001005A) e 1:25.000 (IT1J10R69G3GE0001001A e IT1J10R69G3GE0001002A) redatte ai fini del presente studio, sono rappresentati i diversi elementi strutturali del territorio. Le strutture tettoniche sono state analizzate e recepite nell'elaborazione della sezione geologica in asse al tracciato.

Nella cartografia strutturale, le principali faglie sono state distinte in:

- faglie, certe o incerte o sepolte;
- faglie dirette, certe o incerte o sepolte;
- faglie inverse, certe o incerte o sepolte;
- sovrascorrimenti, certi e incerti o sepolti;
- faglie trascorrenti/trastensive/traspressive, certe o incerte o sepolte.

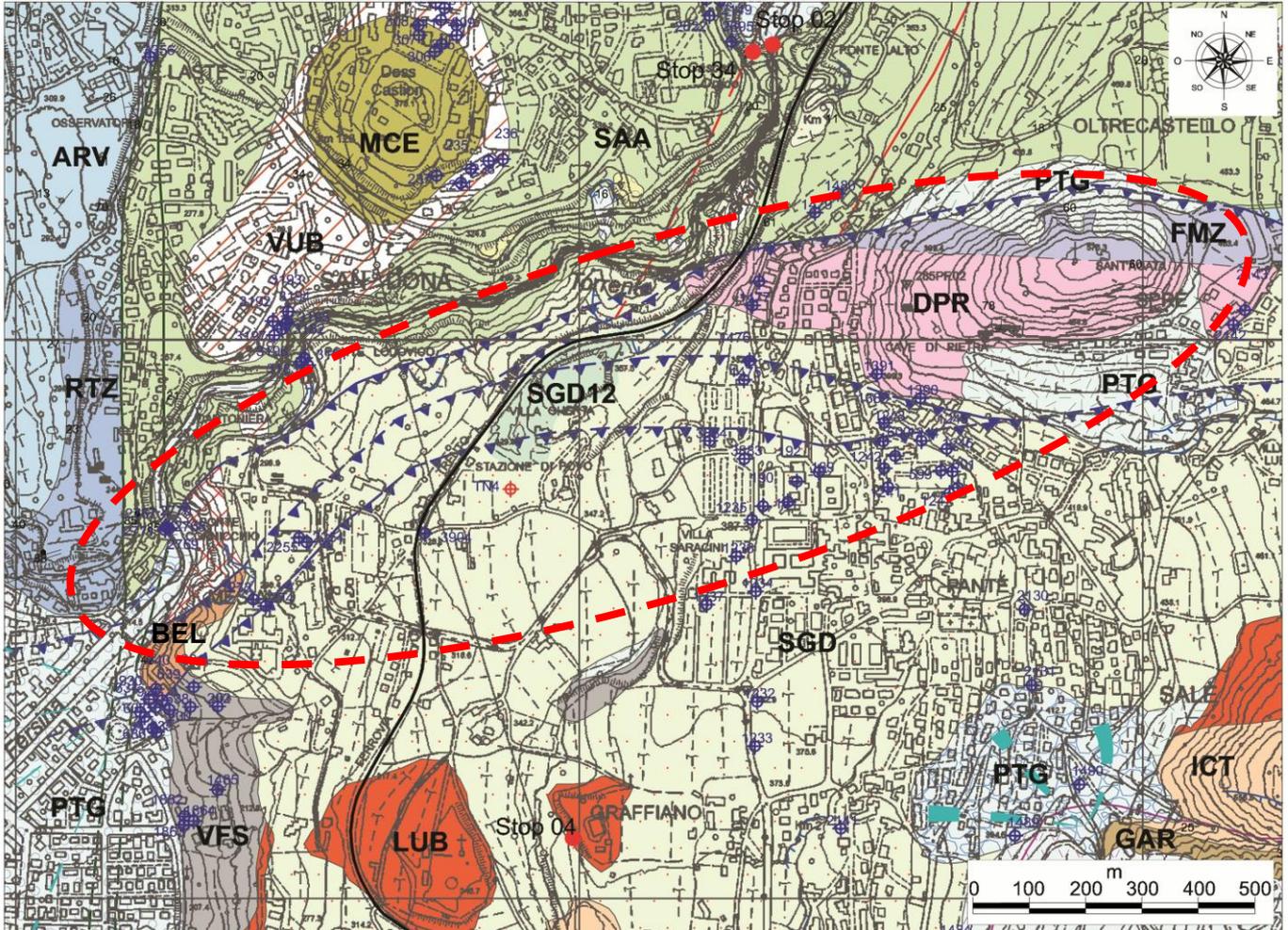
Lungo il tracciato ferroviario sono presenti diverse zone di faglia che svincolano il substrato roccioso. Si tratta di sistemi a cinematica inversa o a cinematica trascorrente. Nel dettaglio, nei pressi di Roncogno il substrato è interessato da un sistema di faglie trascorrenti destre a componente inversa. Tale sistema è l'espressione meridionale della linea del Calisio e collega la suddetta linea con la linea della Valsugana. La direzione è NW – SE con immersione verso NE (relativamente alla componente inversa). Questo sistema mette in contatto le filladi di basamento con le unità vulcaniche e sedimentarie permiane.

Nei pressi di Mesiano il tracciato ferroviario attraversa la linea Trento-Roncogno (Figura 7). Questa struttura, di portata regionale, è caratterizzata da una serie di faglie a cinematica inversa aventi direzione EW ed immersione verso S. La struttura mette in contatto le filladi di basamento con le unità sedimentarie permiane (Arenaria di Val Gardena e Formazione a *Bellerophon*), verticalizzate, a loro volta in contatto con la Dolomia Principale, verticalizzata, passante alla Scaglia Rossa. Questa linea ha inoltre sviluppato una serie di faglie, di direzione da NNE-SSW a NNW-SSE, a componente trascorrente, che si rinvencono sino alle gole del T. Fersina. Tali faglie mettono in contatto laterale la Dolomia Principale con i Calcari Grigi. Questi ultimi sono a loro volta in contatto laterale con la Scaglia Rossa.

Infine, si segnala la presenza di una faglia inversa, di direzione E-W e immersione verso N, presente a sud dell'abitato di Villazzano. Tale struttura, interpretata dall'analisi del sondaggio profondo di Dolomiti Energia, interessa la Formazione di Werfen e parte dalle Dolomia del Serla Inferiore.

Relazione geologica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IT1J	10	R 69 RG	GE 0001 001	A	44 di 171



PTG: Sintema Postglaciale; SGD: Sintema del Garda; SGD12: Subsintema del Monte Gian; MCE: Calcere di Malcesine; VUB: Basalto della Val Lagarina; SAA: Scaglia Rossa; ARV: Rosso Ammonitico; RTZ: Formazione di Rotzo; FMZ: Formazione di Monte Zugna; DPR: Dolomia Principale; BEL: Formazione a Bellerophon; GAR: Arenarie di Val Gardena; ICT: Formazione del Castelliere; LUB: Formazione di Buss; VFS: Filladi e Filladi Quarzifere

Figura 7. Stralcio della carta geologica – linea Trento – Roncogno, zona Mesiano (ellissi rossa tratteggiate)

6 GEOMORFOLOGIA

L'asse ferroviario oggetto del presente studio ricade in un territorio caratterizzato da un paesaggio montuoso alpino intervallato da profonde valli. L'assetto geomorfologico dell'area è il risultato di una serie di processi avvenuti per lo più durante la glaciazione würmiana e dal Tardiglaciale ad oggi. La varietà delle formazioni affioranti produce spesso morfologie di tipo selettivo condizionata dalla litologia e dall'assetto strutturale. Laddove la litologia prevalente è costituita da calcari e dolomie, sono presenti fenomeni carsici, particolarmente accentuati in prossimità di linee tettoniche. L'erosione dei versanti ha prodotto, e continua a produrre, importati falde detritiche, conoidi e frane. Risulta invece meno accentuata la naturale evoluzione dei corsi d'acqua, sia principali che secondari, a seguito delle opere idrauliche realizzate nel territorio. Il tracciato ferroviario attraversa i depositi di fondovalle del fiume Brenta, del torrente Fersina e del fiume Adige, ad eccezione di un tratto che si sviluppa lungo le pendici orientali e settentrionali del Monte Marzola (Figura 8). Il fiume Brenta ha origine presso i laghi di Caldonazzo e si sviluppa all'interno della Valsugana scorrendo da ovest verso est. Il fiume Adige, asse di drenaggio principale a scala regionale, si sviluppa all'interno dell'omonima valle scorrendo da nord verso sud. Il torrente Fersina si sviluppa all'interno della valle dei Mocheni e confluisce nell'Adige all'altezza dell'abitato di Trento.

I movimenti gravitativi di versante che interessano l'intorno del tracciato ferroviario sono trattati nel paragrafo 7.

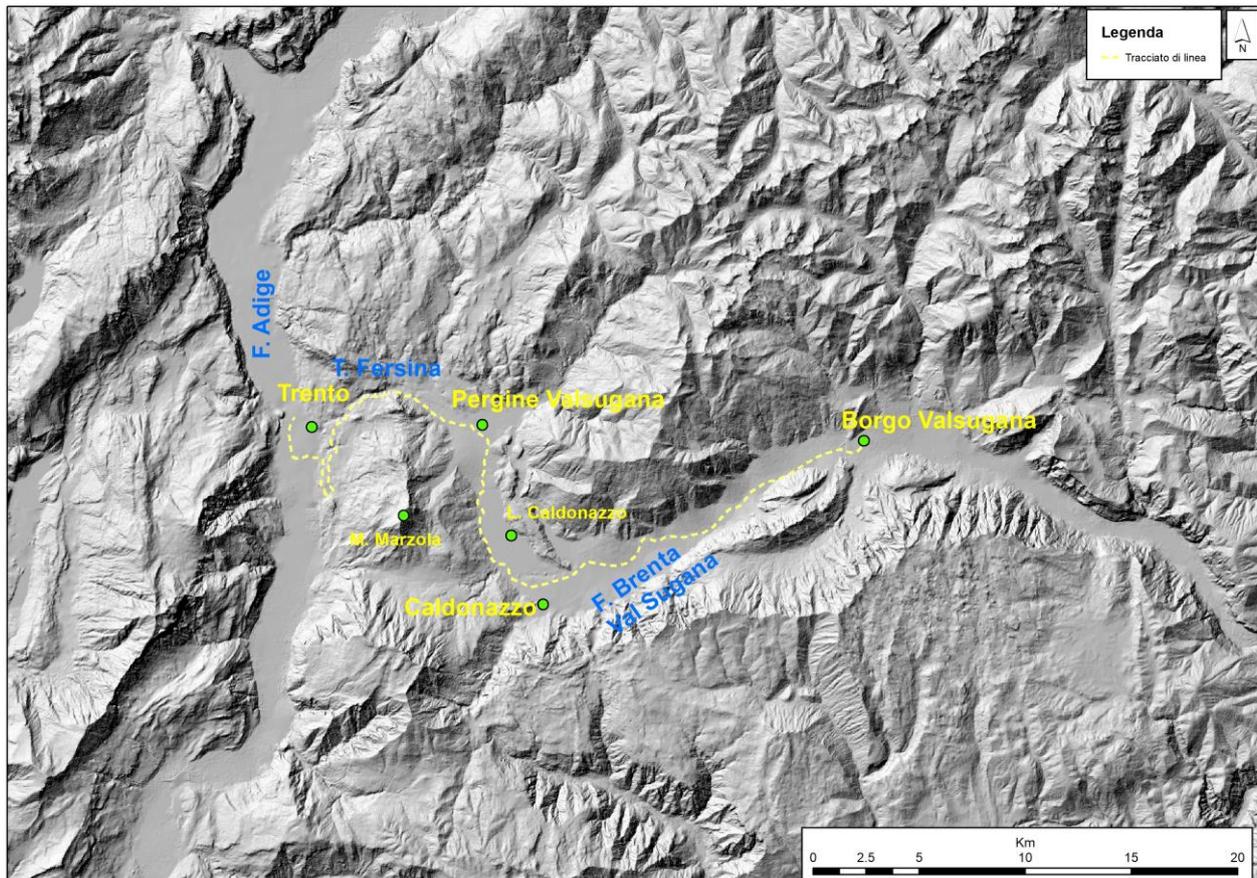


Figura 8. Morfologia del territorio oggetto di studio

6.1 Inquadramento geomorfologico dell'area di progetto

L'assetto morfologico, per semplicità, è stato identificato in quattro settori aventi caratteristiche simili:

- Borgo Valsugana-Caldonazzo ;
- Caldonazzo-Roncogno;
- Roncogno-Pantè (gole del Fersina);
- Pantè-Trento.

6.1.1 Settore Borgo Valsugana - Caldonazzo

Questo settore è caratterizzato dai depositi alluvionali di fondovalle e dai conoidi torrentizi che bordano la valle del fiume Brenta. Sono presenti riempimenti di origine alluvionale e lacustre, appartenenti al sistema PTG descritto al paragrafo 4.1.5.3.

6.1.2 Settore Caldonazzo - Roncogno

Questo settore insiste in parte nei depositi alluvionali di fondovalle e nei depositi di versante costituiti da conoidi alluvionali e depositi di frana. L'elemento geomorfologico principale è il lago di Caldonazzo, che lambisce il versante est del Monte Marzola. Il tracciato ferroviario corre ai piedi del versante di Monte Marzola.

In questo settore sono cartografate deformazioni gravitative profonde di versante che interessano il tracciato ferroviario tra Osteria Valcanover e Calceranica al Lago bordando il lato occidentale del Lago di Caldonazzo (Carta Geologica della Provincia Autonoma di Trento in scala 1:10000, foglio 60150 Vigolo Vattaro).

6.1.3 Settore Roncogno – Pantè (gole del Fersina)

Questo settore è caratterizzato dalla stretta e profonda valle del torrente Fersina. La valle ha pareti subverticali, con forti dislivelli tra il fondo valle e la sommità. Il Fersina incide le unità carbonatiche giurassico-cretaciche. All'uscita della valle, verso est, dove non affiorano più le serie carbonatiche, la valle è larga 200-300 m e colmata da depositi quaternari alluvionali incisi in parte in depositi glaciali, ora affioranti alla base dei versanti. Altro aspetto geomorfologico rilevante è quello del carsismo, che interessa soprattutto i calcari liassici e, in misura minore e più localizzata, i litotipi della Dolomia principale.

6.1.4 Settore Pantè - Trento

In questo settore, il fiume Adige rappresenta il corso d'acqua principale e attraversa l'area da nord a sud, con direzione media di circa N25E raccogliendo, all'altezza dell'abitato di Trento, il contributo del torrente Fersina. Molte delle incisioni laterali sono allineate lungo le linee di debolezza strutturale, rappresentate da faglie maggiori.

Tra i fenomeni gravitativi che caratterizzano l'area di progetto, si segnala il complesso fenomeno del Monte Marzola che sarà trattato in seguito.

Dal punto di vista dei depositi costituenti il fondovalle della Val d'Adige, sono presenti riempimenti di origine alluvionale e lacustre, appartenenti al sistema PTG descritto al paragrafo 4.1.5.3. Si riconoscono, inoltre, depositi caratterizzati da materiale più grossolano, tipici di ambienti deposizionali di conoide

Relazione geologica	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IT1J	10	R.69 RG	GE 0001.001	A	47 di 171

impostati allo sbocco delle valli laterali della Val d'Adige, come nel caso della conoide del Fersina, e depositi glaciali e tardiglaciali affioranti nell'altopiano tra San Rocco e Pantè.

6.2 Deformazione gravitativa di versante del Monte Marzola

Il Monte Marzola è caratterizzato da una complessa dinamica di versante, derivante dal suo particolare assetto stratigrafico-strutturale. Il rilievo copre un dislivello che va da circa 190 m s.l.m. della piana alluvionale del fiume Adige, fino agli oltre 1700 m s.l.m. della vetta. Si tratta di una dorsale allungata per circa 4 km in direzione Nord-Sud, il cui tratto peculiare è una evidente morfologia asimmetrica: il versante orientale è molto acclive, mentre il fianco occidentale è meno ripido e interrotto, nel settore meridionale, da ripiani a debole pendenza, quali Piani di Maranza (intorno a quota 1100 m s.l.m.) e Prati di Pra Gioan (intorno agli 800 m s.l.m.), che conferiscono al versante un aspetto gradonato. L'asimmetria descritta è fondamentalmente riconducibile all'assetto strutturale del rilievo: il Monte Marzola è un rilievo monoclinale immergente verso Ovest. La gradonatura è conseguenza di una deformazione gravitativa profonda che ha interessato la porzione meridionale del versante occidentale.

Fra i dati disponibili sull'area della Marzola, si citano una serie di dataset di interferometria satellitare, da cui si nota che le porzioni attive del versante siano principalmente confinate ad est del Doss San Rocco, quindi non interferenti con il tracciato ferroviario esistente.

7 MODELLO GEOLOGICO DI RIFERIMENTO

Ai fini della rappresentazione del modello geologico dell'area in esame è stato realizzato, longitudinalmente all'asse ferroviario, un profilo geologico, riportato nei documenti IT1J10R69F4GE0001001A÷ IT1J10R69F4GE0001003A.

Il profilo geologico restituisce una immagine delle condizioni geologiche ricostruite lungo il tracciato, basata sia su dati di terreno che sui risultati delle indagini geognostiche disponibili; esso fornisce una rappresentazione previsionale ed interpretativa della variabilità delle caratteristiche litostratigrafiche del sottosuolo interessato dall'opera. Le faglie rappresentate sul profilo sono da intendersi come elementi tettonici generalmente costituiti da un "core", una zona di taglio ed una zona di danno.

Dall'esame del profilo geologico in asse tracciato emerge un quadro geologico piuttosto articolato, caratterizzato tuttavia da una modesta variabilità litologica: risultano preponderanti i depositi quaternari sciolti (di varia natura), mentre affiora in misura molto minore il substrato roccioso. Gli affioramenti rocciosi sono concentrati prevalentemente nella zona delle gole del Fersina, in corrispondenza delle gallerie ferroviarie Malpensada, Serra, Albi e Cantaghel, costruite nella serie carbonatica dei Calcari Grigi.

Di seguito vengono descritte le tratte in cui è stato suddiviso il tracciato ferroviario. Le tratte identificano porzioni del tracciato che presentano analoghe caratteristiche geologiche e geomorfologiche. Le distanze sono riferite ad uno 0 corrispondente alla stazione di Borgo Valsugana Est (indicativamente alla progressiva 102+528,050).

I riporti antropici presenti lungo le tratte sono attribuibili al rilevato ferroviario e al ballast ivi presente.

7.1 Tratta 0+000 – 20+250: Valsugana

La tratta in esame si sviluppa nell'area centrale della Valsugana, lungo la pianura intravalliva del fiume Brenta. Il fondovalle in cui scorre il Brenta è costituito da depositi quaternari fluviali interdigitati, ai bordi, con le conoidi alluvionali e/o detritiche appartenenti ai corsi d'acqua tributari dell'asta principale. I depositi sono costituiti essenzialmente da terreni grossolani ghiaioso-sabbiosi di origine fluviale e/o fluvio-glaciale passanti, a luoghi, a depositi lacustri e palustri fini, in particolare nelle aree di interferenza con le conoidi laterali. Le conoidi sono altresì costituite da depositi grossolani ghiaioso-sabbiosi. Lo spessore dei depositi quaternari, tutti afferenti al Sintema Post Glaciale alpino (PTG), non è noto sebbene l'analisi di alcuni pozzi, ubicati a nord dell'abitato di Pergine Valsugana, individua il substrato roccioso a profondità di circa 100 m da p.c. Pertanto lungo questa tratta non ci si aspetta la presenza del substrato roccioso, ad esclusione del tratto tra la pk 11+600 e la pk 11+890, vista la vicinanza al bordo della valle.

Per quanto concerne le criticità da attenzionare in questa tratta, si segnala che tra la pk 1+126 e pk 4+370 il tracciato si avvicina al versante meridionale della valle, lungo il quale sono stati segnalati eventi di colate detriche.

7.2 Tratta 20+250 – 23+550: pendici est del Monte Marzola

In questa tratta il tracciato ferroviario affianca la sponda occidentale del lago di Caldonazzo, al margine orientale del Monte Marzola. Il tracciato insiste per 500 m sul substrato roccioso, costituito dalle Filladi e Filladi Quarzifere, per poi passare a depositi quaternari di frana quiescente, di larghezza di circa 500 m,

e ai depositi glaciali del Sintema del Garda e di conoide. La tratta termina in corrispondenza delle filladi di basamento sub-affioranti (Figura 9).

Per questa tratta si segnala la presenza di una DGPV (deformazione gravitativa profonda di versante), desunta da telerilevamento, che lambisce il tracciato tra la pk 20+600 e la pk 22+300, oltre alla suddetta frana quiescente presente tra la pk 20+650 e la pk 21+100 circa.

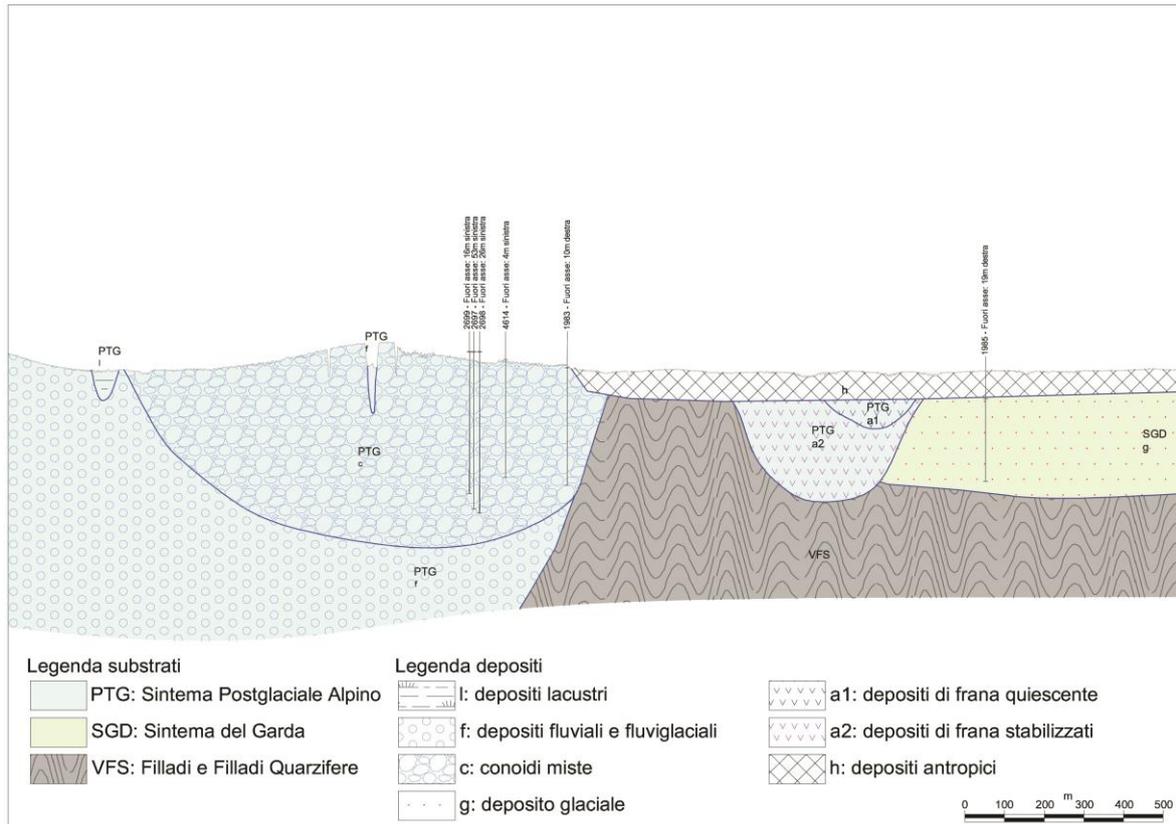


Figura 9. Passaggio tra i depositi Quaternari, filladi di basamento (VFS) e deposito di frana (PTGa1). Scala grafica, esagerazione verticale x20

7.3 Tratta 23+550 – 29+640: valle del T. Fersina

Al termine del tratto su substrato filladico affiorante, il tracciato abbandona le pendici di M. Marzola e prosegue nei depositi di conoide e di fondovalle del torrente Fersina. Questi terreni, principalmente costituiti da ghiaie e sabbie, poggiano al di sopra di un potente corpo lacustre/palustre, spesso circa 80-100 m, che poggia a sua volta sulle filladi di basamento, come osservato nel sondaggio 2562 (PAT).

Per questa tratta si segnala un deposito di frana presente tra pk 23+550 e 24+000 circa.

7.4 Tratta 29+640 – 32+000: pendici nord di M. Marzola

La tratta in esame corre alle pendici settentrionali di Monte Marzola parallelamente al torrente Fersina. Il tracciato insiste sui depositi glaciali ghiaioso-sabbiosi del Subsintema di Lisignago (Sintema del

Garda) poggianti sul substrato roccioso caratterizzato da un articolato assetto. Il substrato vede il passaggio laterale, per faglia, tra le filladi di basamento, le vulcaniti della Formazione del Castelliere, perforata dal sondaggio TN4 e la Formazione a Bellerophon, sub-affiorante tra le pk 30+400 e pk 30+550 circa. I depositi glaciali terminano a pk 31+290 circa, dove il tracciato ferroviario insiste sui calcari della Formazione dello Sciliar passante attraverso un contatto tettonico (faglia) alla Dolomia Principale. Al termine di questa tratta, tra la pk 31+910 e la pk 32+000, è ubicata la galleria Malpensada.

Per questa tratta si segnalano due depositi di frana in corrispondenza delle pk 30+700 e pk 31+260. Si segnala altresì la presenza di un deposito di frana quiescente a monte del tracciato tra la pk 30+840 e la pk 31+000 circa.

7.5 Tratta 32+000 – 34+700: gallerie nei Calcari Grigi

La parte iniziale di questa tratta è costituita da Dolomia Principale passante, per faglia, ai calcari della Formazione di Monte Zugna, unità basale del complesso dei Calcari Grigi. In quest'ultima formazione sono state costruite le gallerie Serra, Albi e Cantaghel. Alla pk 33+700 circa avviene il passaggio, per faglia, alla Scaglia Rossa (Figura 10). Durante i sopralluoghi è stata rilevata la presenza di una importante frattura in corrispondenza dell'imbocco lato Borgo Valsugana della Galleria Cantaghel (Figura 11). La frattura si sviluppa per tutta l'altezza del versante e interseca la galleria nel tratto in artificiale.

La tratta in esame si sviluppa lungo il versante meridionale delle gole del Fersina; la valle, inizialmente ampia e sub-pianeggiante, diviene poi (verso Trento) stretta e profonda. Questo cambio morfologico è attribuibile al passaggio litologico tra i termini triassici della sequenza stratigrafica (facilmente erodibili), ai termini calcarei delle serie giurassico-cretaciche (meno erodibili). L'assetto morfologico influenza negativamente la stabilità locale delle pareti rocciose: in questo tratto infatti la ferrovia è protetta da diverse opere di difesa contro la caduta massi. Non si esclude quindi la possibilità di fenomeni di rilascio di blocchi rocciosi anche di volumi significativi, in concomitanza di eventi piovosi intensi e/o prolungati o di scioglimento delle nevi. Tale assetto geomorfologico è riportato nella cartografia del P.A.I. i cui dettagli sono riportati nel paragrafo 9.

Nella zona di attraversamento dei Calcari Grigi occorre tenere in conto l'eventualità di fenomeni carsici di allargamento delle fratture.

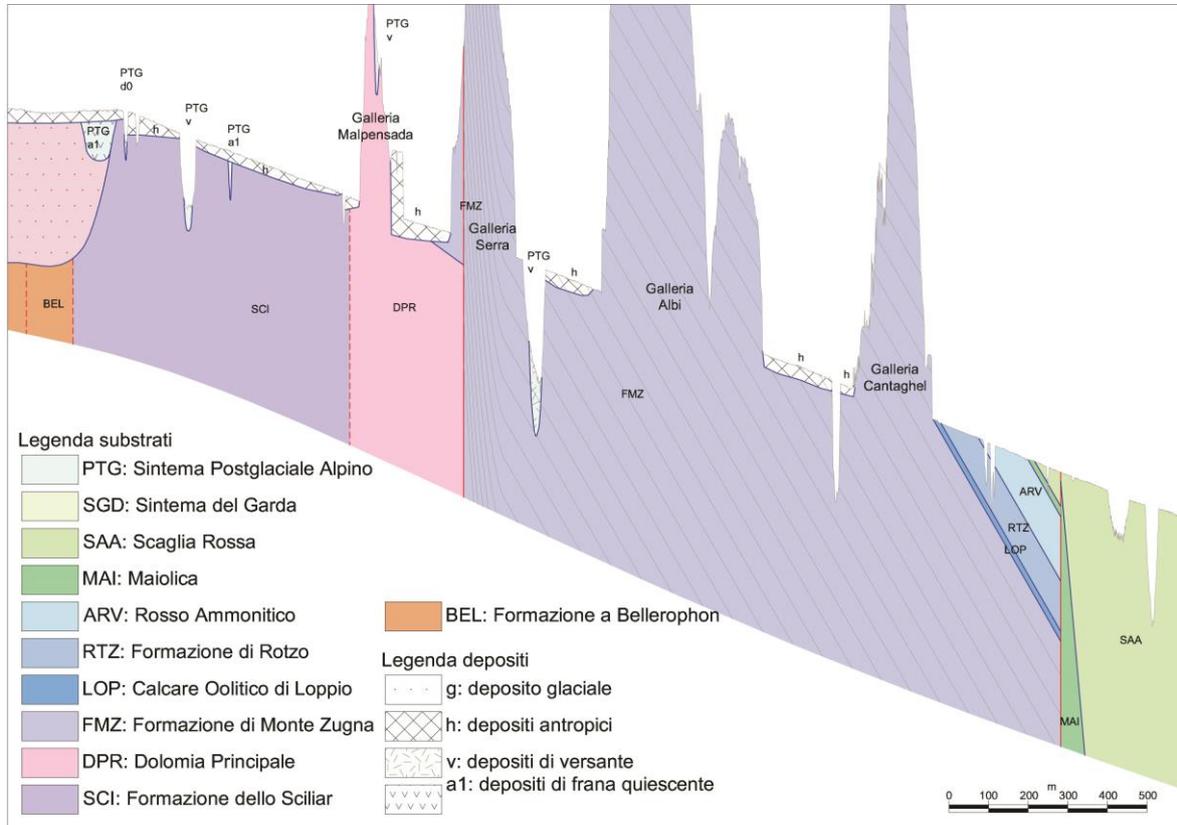


Figura 10. Assetto geologico nell'area delle gallerie. Scala grafica, esagerazione verticale x20

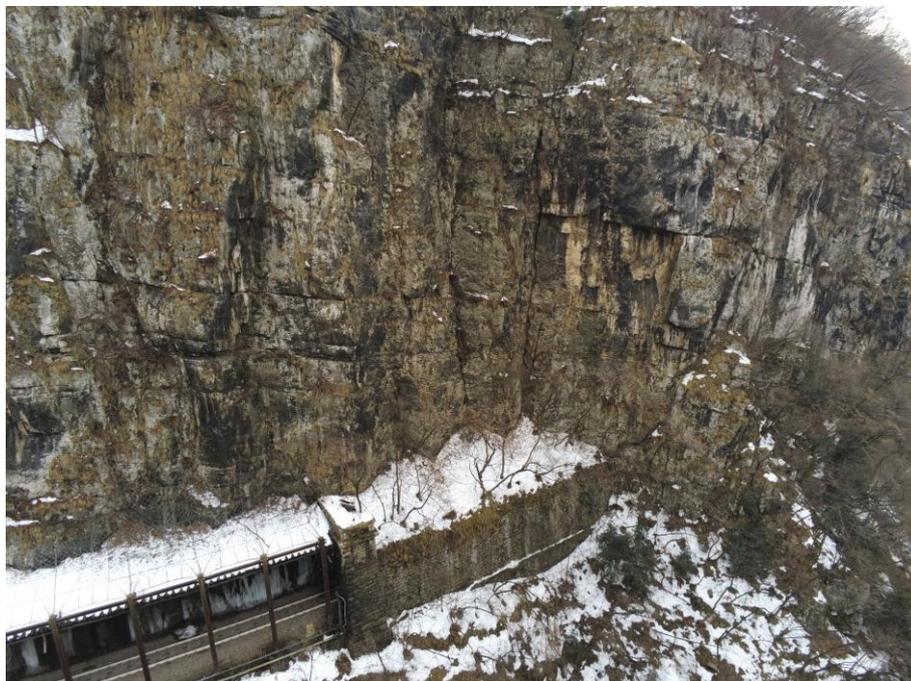


Figura 11. Imbocco lato Borgo Valsugana della galleria Cantaghel.

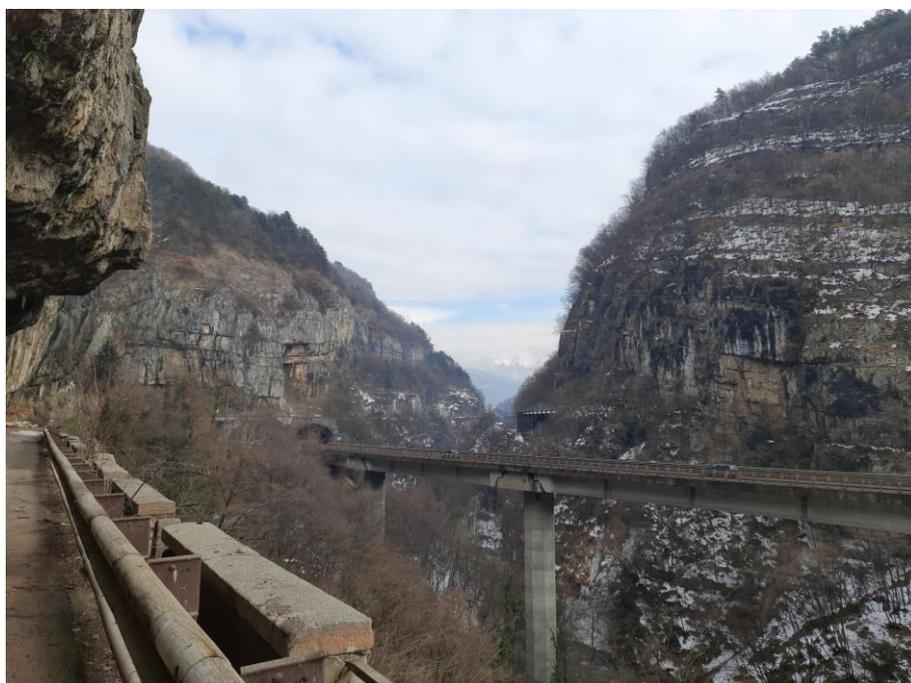


Figura 12. Gole del torrente Fersina viste dalla vecchia Strada Statale 66 presso la galleria Cantaghel

7.6 Tratta 34+700 – 35+650: linea Trento-Roncogno

In questa tratta, il tracciato attraversa coperture glaciali sabbioso-ghiaiose afferenti al Subsistema di Lisignago (Sintema del Garda), che ricoprono il substrato roccioso interessato da un sistema di faglie inverse, immergenti verso sud, denominato linea Trento-Roncogno. Questo lineamento regionale pone in contatto le unità permiane, costituite dalle Arenarie di Val Gardena e dalla Formazione a *Bellerophon*, con le più recenti unità geologiche mesozoiche costituite da Dolomia Principale e Scaglia Rossa (Figura 13).

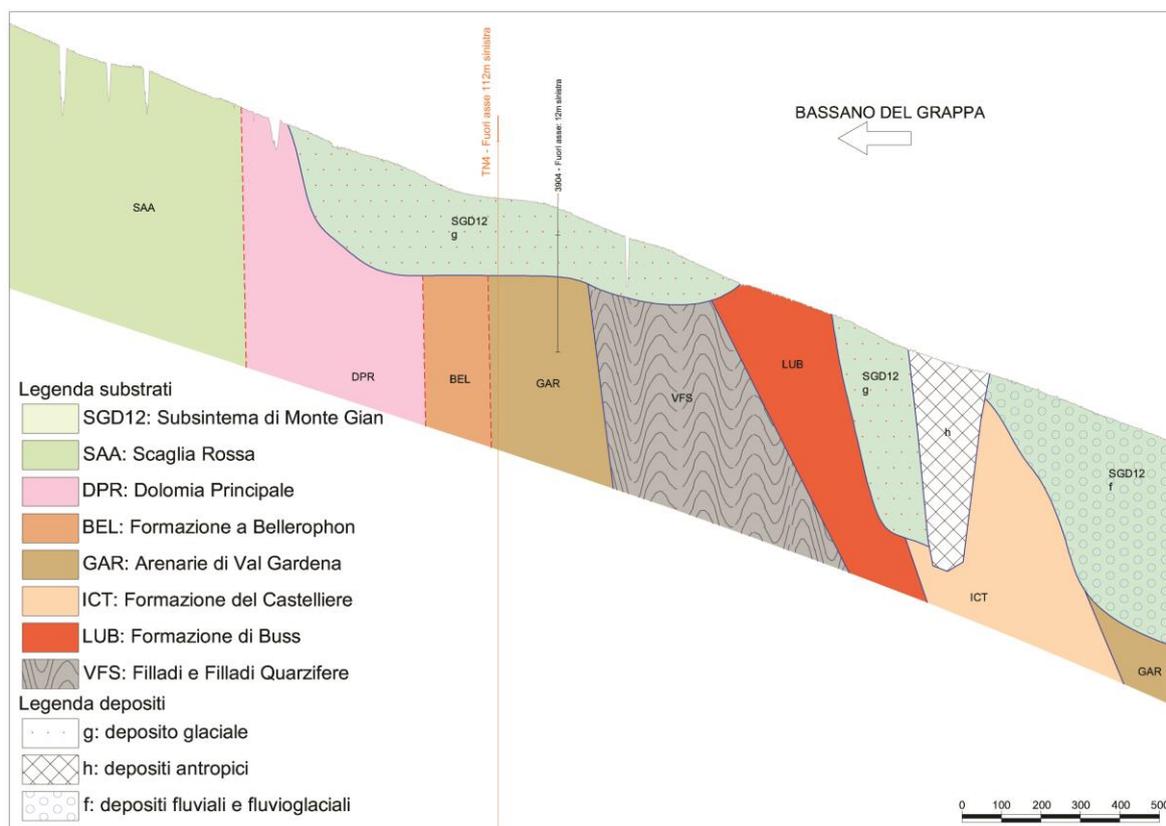


Figura 13. Assetto geologico nell'attraversamento della linea Trento-Roncogno. Scala grafica, esagerazione verticale x20

7.7 Tratta 35+650 – 41+080: Pendici ovest del Monte Marzola

In questo settore il tracciato si sviluppa in parte sui terreni quaternari del Sintema del Garda e del Sintema Post Glaciale alpino e in parte sulle formazioni rocciose di substrato.

I depositi quaternari sono costituiti da unità glaciali e fluvio-glaciali; queste ultime sono intersecate da due depositi di conoide. Proprio in corrispondenza di queste unità è ubicata la galleria artificiale di San Rocco, tra le pk 38+750 e 39+100 circa, che attraversa quindi i depositi fluvio-glaciali e di conoide, costituiti da sabbie e ghiaie.

Per quanto concerne il substrato, in tutta la tratta in esame affiorano le unità più antiche di tutta l'area di studio. Tra l'inizio della tratta e la galleria S. Rocco, tutta la sequenza presenta un'immersione verso

sud a bassa inclinazione ed è costituita da filladi di basamento, Formazione di Buss, Formazione del Castelliere, Arenarie di Val Gardena, Formazione a Bellerophon, Formazione di Werfen e Dolomie del Serla Inferiore. Il cambio di direzione del tracciato ferroviario, in località San Rocco, fa sì che la sequenza stratigrafica si ripresenti in senso opposto sino alla Formazione del Castelliere. La parte terminale della tratta presenta una blanda piega avente al nucleo la Formazione del Castelliere (Figura 14).

Per quanto riguarda le instabilità di versante, si segnala la presenza di un deposito di frana stabilizzato tra la pk 36+490 e la pk 39+800 circa; tra le pk 37+500, 37+900 e 38+550 sono invece presenti aree caratterizzate da franamento superficiale diffuso.

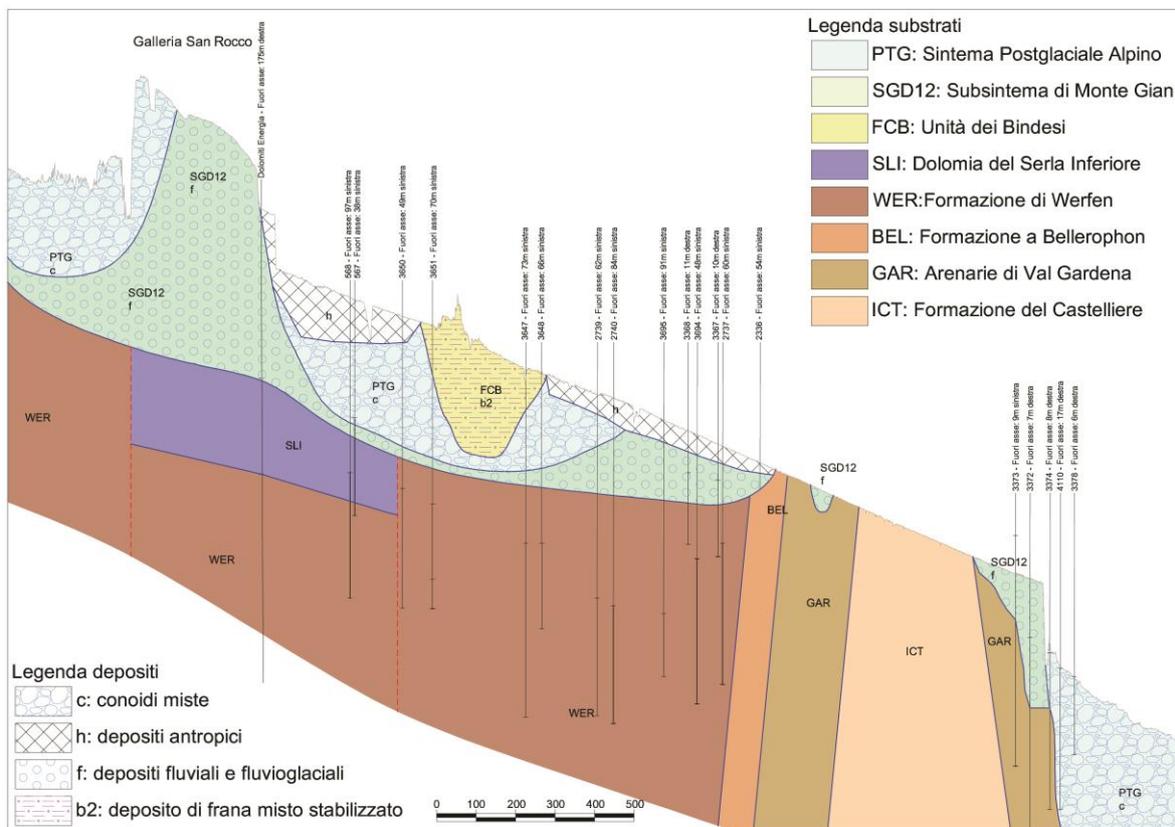


Figura 14. Assetto geologico delle formazioni tra la galleria San Rocco e il collegamento con la piana dell'Adige.
Scala grafica, esagerazione verticale x20

Tratta 41+080 – 44+482.8: piana del F. Adige

Nell'ultima tratta, il tracciato ferroviario abbandona le pendici del Monte Marzola inserendosi nei depositi fluviali e fluvio-glaciali della Val d'Adige. Il raccordo tra il versante e il fondovalle avviene lungo la conoide del torrente Fersina, terreno di sedime della città di Trento.

I depositi di conoide del Fersina e del fondovalle Adige sono costituiti prevalentemente da sabbie e ghiaie; localmente possono essere presenti depositi più fini costituiti da limi e argille, raramente torbosi.

8 IDROGEOLOGIA

Nel presente capitolo verranno illustrati gli aspetti idrogeologici rappresentativi dell'areale interessato dalle opere in progetto.

8.1 Dati di base

Per la redazione dello studio, sono stati utilizzati i dati disponibili dalla banca dati geologica del Servizio Geologico della Provincia Autonoma di Trento. Il database contiene un censimento delle sorgenti (rappresentate in 10462 punti) e dei pozzi ad uso idropotabile (costituito da 500 punti), da cui sono stati estratti solo i dati ricadenti nella zona in esame, utilizzando un buffer di 4 km rispetto al tracciato. In quest'area sono quindi presenti 686 sorgenti e 296 pozzi, il cui dettaglio è riportato in Appendice 1.

8.2 Inquadramento idrogeologico

Le caratteristiche idrogeologiche delle diverse unità sono legate alla litologia delle rocce e alla fratturazione (Figura 15) indotta dai fenomeni tettonici che hanno interessato l'area di studio. Un ulteriore fattore che può influenzare in modo significativo le caratteristiche idrogeologiche delle unità è dato dalla carsificabilità dei litotipi. Fenomeni carsici sono maggiormente attesi, lungo le principali faglie, nelle successioni calcaree (gruppo dei Calcarei Grigi) e, in misura minore, nelle successioni dolomitiche (Dolomia Principale). Le formazioni terrigene, più facilmente alterabili, tendono a presentare minori permeabilità d'ammasso (fratture riempite di materiali fini).

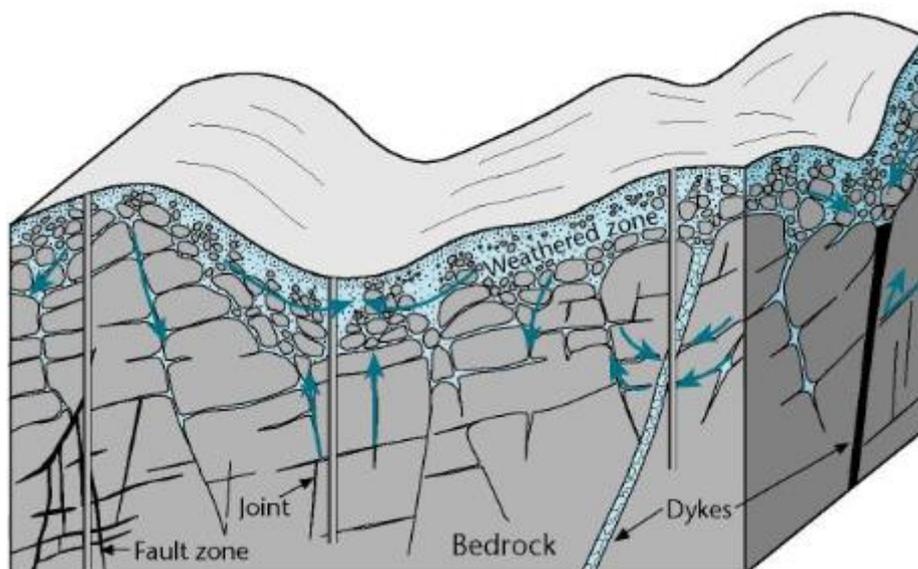


Figura 15. Schema concettuale di ammasso roccioso fratturato (hard rock aquifer) (adattato da Freeze e Cherry 1979, Davis and De Wiest, 1966)

Per quanto riguarda i depositi quaternari sciolti, le caratteristiche idrogeologiche sono strettamente legate alla litologia dei terreni. Il tracciato attraversa terreni alluvionali ghiaiosi, sabbiosi e limo-argillosi. Nei depositi alluvionali, i principali acquiferi sono quelli ospitati dai livelli ghiaiosi, che formano conoidi

	ELETTRIFICAZIONE TRENTO-BASSANO DEL GRAPPA					
	LOTTO 1: Tratta Trento-Borgo Valsugana Est					
Relazione geologica	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IT1J	10	R 69 RG	GE 0001 001	A	56 di 171

alluvionali e paleoalvei sepolti, e, in subordine, dai corpi sabbiosi di riempimento di canale o argine. I terreni argillosi svolgono invece la funzione di *aquiclude*. Nelle zone alluvionali sono presenti numerosi pozzi ad uso idropotabile, concentrati nei fondo valle Adige e Brenta.

8.3 Schema di circolazione idrica

8.3.1 Complessi idrogeologici

Il concetto di complesso idrogeologico è stato definito da Civita (1973) come segue: "Un complesso idrogeologico può essere definito come l'insieme di termini litologici simili, aventi una comprovata unità spaziale e giaciturale, un tipo di permeabilità prevalente in comune e un grado di permeabilità relativa che si mantiene in un campo di variazione piuttosto ristretto".

È opportuno segnalare che nella definizione dei complessi idrogeologici, si deve tenere in debito conto la scala di lavoro, oltre che gli obiettivi dello studio. Ad esempio, per studi a carattere regionale un'alternanza di termini litologici costituita da calcari, calcari con selce e marne può essere considerata come un unico complesso idrogeologico, ma per scale di dettaglio tale alternanza deve essere considerata come tre complessi distinti.

Nel presente lavoro, per definire i complessi idrogeologici sono stati individuati raggruppamenti di formazioni che, per distribuzione spaziale, posizione stratigrafica e caratteristiche idrogeologiche hanno comportamento relativamente omogeneo.

Dall'analisi complessiva dell'area, sono stati pertanto individuati i seguenti complessi, descritti in dettaglio nei paragrafi successivi:

- complesso delle Alluvioni;
- complesso dei Depositi detritici e di versante;
- complesso Post-Calcarei Grigi;
- complesso Calcarei Grigi;
- complesso Dolomia Principale;
- complesso Pre-Dolomia.

La disposizione geografica dei complessi è rappresentata in Figura 16: nella parte settentrionale dell'area è visibile la successione che vede dall'alto verso il basso il complesso Post Calcarei Grigi (in blu), il complesso dei Calcarei Grigi (in verde), il complesso Dolomia Principale (in arancione) e la successione Pre-Dolomia Principale (color vinaccia). Nella parte centro-meridionale è invece visibile l'estensione del complesso Pre-Dolomia e dei complessi detritici e alluvionali.

Relazione geologica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IT1J	10	R 69 RG	GE 0001 001	A	57 di 171

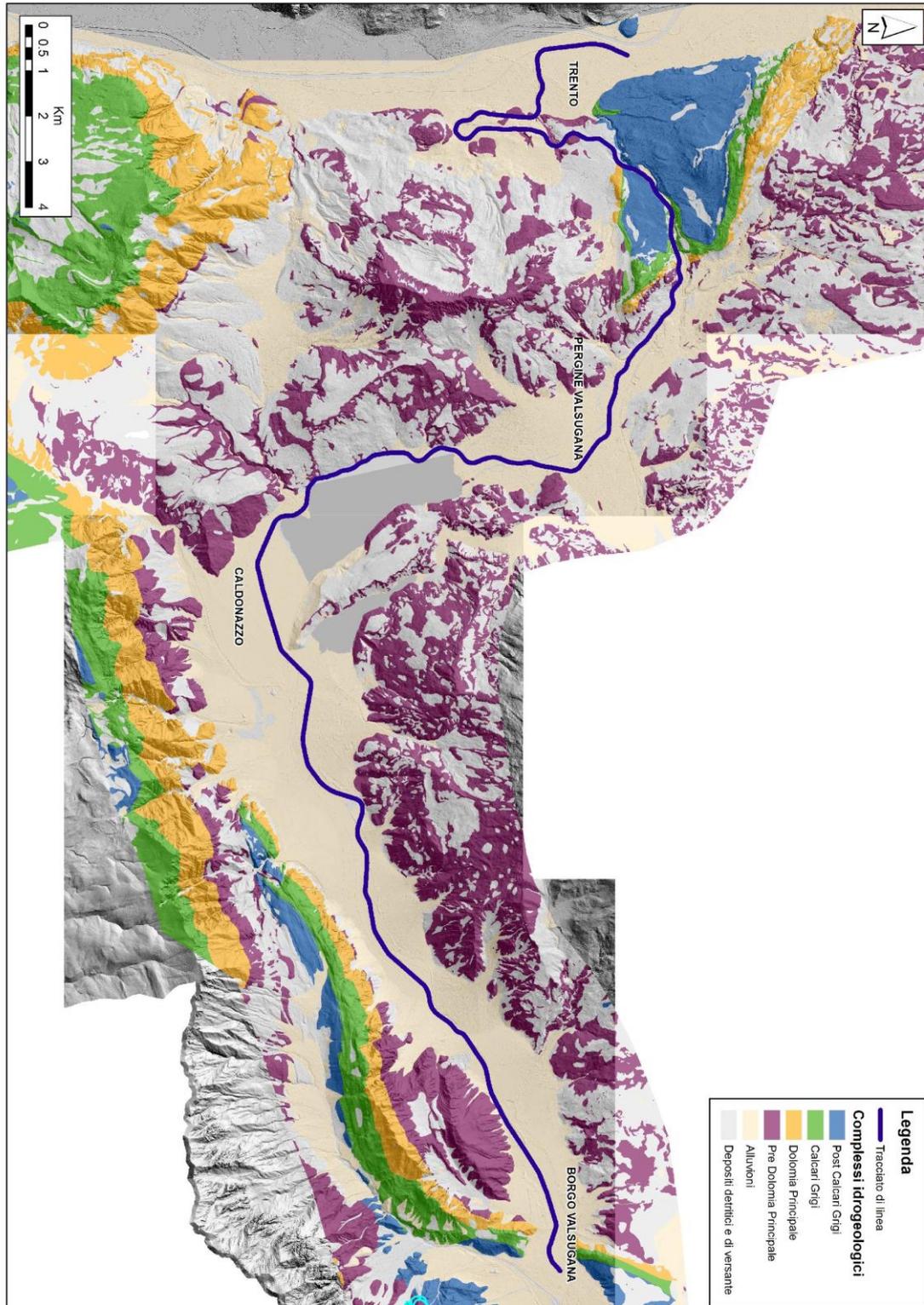


Figura 16. Rappresentazione dei principali complessi idrogeologici presenti nell'area

8.3.1.1 Complesso Post Calcarì Grigi

Raggruppa una serie di formazioni permeabili per fratturazione generalmente non carsificabili. Rientrano in questo gruppo il Rosso Ammonitico Veronese (ARV), la Maiolica (MAI) la Scaglia variegata Alpina (VAA), la Scaglia Rossa (SAA), la Formazione di Chiusole (CHI) la Formazione di Ponte Pià (FPP), le serie magmatiche Eoceniche, il Calcere di Malcesine (MCE), il Calcere di Nago (NAG), il calcere di Linfano (CLN), le vulcaniti Basaltiche dell'Alpone (VPN), la Formazione di Monte Brione (MBR) e le Arenarie e Conglomerati della val Coda (AVC).

Nell'area interessata dal progetto la caratteristica unitaria di questo complesso idrogeologico, che si rinviene a nord della linea Trento-Roncogno e a sud della linea della Valsugana è la posizione rispetto ai Calcarì Grigi. Il Complesso Post Calcarì Grigi rappresenta infatti un grosso corpo scarsamente carsificabile che chiude parzialmente al tetto il complesso sottostante, carsificabile, dei Calcarì Grigi.

8.3.1.2 Complesso dei Calcarì Grigi

Il complesso idrogeologico dei Calcarì Grigi comprende la formazione di Monte Zugna (FMZ), il Calcere Oolitico di Loppio (LOP - Figura 17) e la Formazione di Rotzo (RTZ), oltre che la Formazione di Fonzaso (FOZ) e l'Oolite di San Vigilio (OSV). L'elemento distintivo di questo complesso idrogeologico è la carsificabilità, ben evidente dagli affioramenti presenti poco a nord delle gallerie ubicate nella gola del Fersina (STOP 32 in Figura 17) o nel rilievo della Vigolana, a sud del Monte Marzola. In queste aree infatti, evidenze di carsismo sono state individuate nelle formazioni FMZ, LOP e RTZ in prossimità del tracciato. Alla base del massiccio della Vigolana, c'è la sorgente carsica dell'Acquaviva, che non interessa però il tracciato in progetto. In questo complesso idrogeologico la circolazione idrica avviene principalmente attraverso le discontinuità, che, ad opera del carsismo, possono essere dilavate e ampliate fino a formare veri e propri condotti sotterranei. Tuttavia si segnala l'assenza di evidenze di sorgenti con caratteristiche carsiche, nonostante la presenza di affioramenti caratteristici (Figura 17; a nord della linea Trento-Roncogno) nelle aree in cui il tracciato attraversa per circa un chilometro e mezzo il complesso dei Calcarì Grigi.



Figura 17. Evidenze di carsismo nel Calcere Oolitico di Loppio (LOP). STOP 32. Località Maso Cantanghel a SO dell'abitato di Civezzano

8.3.1.3 Complesso della Dolomia Principale

La Dolomia Principale (Figura 18) è caratterizzata da uno spessore potente (fino a 700-800 m) e non presenta caratteri di accentuato carsismo. È possibile, tuttavia, che si presentino locali dissoluzioni con allargamenti di fratture, con conseguente incremento della trasmissività idraulica. In questo complesso idrogeologico la circolazione avviene principalmente attraverso la rete di fratture, che hanno discreta conducibilità idraulica. Questo complesso risulta comunque poco rappresentato a nord del massiccio della Vigolana e non viene intercettato dal tracciato ferroviario. In Figura 18 è mostrato il caratteristico aspetto di una parete di Dolomia Principale nei pressi della zona di Acquaviva, alcuni chilometri a sud del tracciato in progetto.



Figura 18. Affioramento di Dolomia Principale

8.3.1.4 Complesso Pre-Dolomia Principale

Il complesso Pre Dolomia Principale è un macro-raggruppamento di unità dalle caratteristiche eterogenee. In particolare, in questo raggruppamento ricadono le unità del basamento metamorfico, le Unità del Magmatismo Permiano e le successioni sedimentarie e vulcaniche permo-mesozoiche fino alla Formazione di Travenanzes, posta al di sotto della Dolomia Principale. Questo complesso idrogeologico è caratterizzato da una circolazione idrica attraverso la rete di fratture avente conducibilità idraulica mutevole, sia per le complicazioni tettoniche sia per il variabile contenuto terrigeno e grado di alterabilità delle formazioni.

8.3.1.5 Complesso delle Alluvioni

Questo complesso idrogeologico è rappresentato prevalentemente dalle alluvioni di fondo valle dell'Adige e del Brenta (Valsugana). Le alluvioni dell'Adige hanno uno spessore di svariate centinaia di metri, quelle del Brenta sono nell'ordine dei 100 m. La permeabilità è per porosità e il livello di falda è regolato dalle oscillazioni dell'asta fluviale principale. In generale il fondo valle rappresenta il livello di base locale per tutti gli acquiferi contenuti nei massicci montuosi che bordano le valli. Locali depositi alluvionali si ritrovano anche nei rii minori, ad esempio lungo il torrente Fersina.

8.3.1.6 Depositi detritici e di versante

Al tetto dei primi quattro complessi idrogeologici ci sono spessori variabili di depositi di versante, depositi di frana o depositi glaciali con caratteristiche nettamente differenti rispetto a quelle dei sottostanti ammassi rocciosi. Questi corpi superficiali, lateralmente discontinui, possono essere sede di falde superficiali, che in parte emergono in forma di sorgenti e in parte si infiltrano all'interno degli ammassi rocciosi su cui poggiano. Sorgenti alimentate da falde detritiche sono state segnalate nell'area del Monte Marzola e nella sella di Vigolo Vattaro da Fuganti *et al.* (1994).

8.3.1.7 Schema concettuale di circolazione idrica

A livello concettuale, il rapporto fra i complessi idrogeologici descritti è rappresentato graficamente in Figura 19. L'acqua di infiltrazione meteorica nelle rocce calcaree può fuoriuscire dopo un breve percorso, dando origine a sorgenti non perenni con portata modesta (1), oppure si può incanalare in un circuito più ampio e profondo dando origine a sorgenti carsiche (2). Un'aliquota dell'acqua di infiltrazione va ad alimentare la dolomia sottostante (3) e viene a giorno in sorgenti (4) o alimenta la falda contenuta nelle alluvioni di fondovalle dell'Adige in modo occulto (5). Analogamente, una parte dell'acqua può andare ad alimentare le falde contenute nelle alluvioni dei rii secondari che costituiscono gli affluenti dell'Adige (6). All'interno delle coltri detritiche superficiali si sviluppa una circolazione idrica che può venire a giorno in forma di sorgenti (7), oppure può andare ad alimentare per percolazione le sottostanti formazioni rocciose (8).

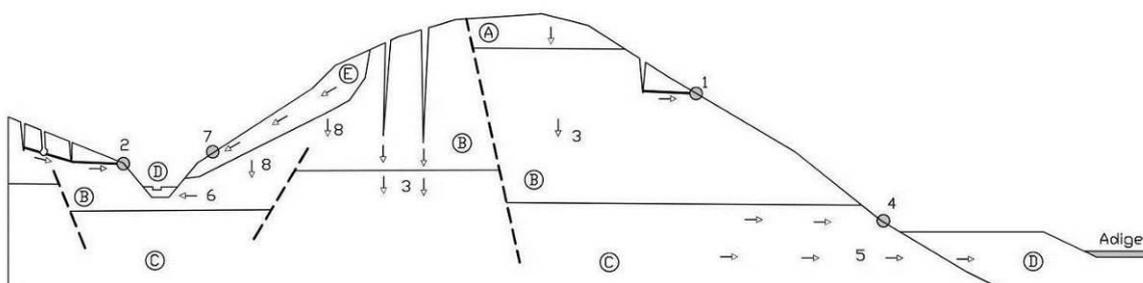


Figura 19. Schema esemplificativo dei rapporti di scambio idrico tra: A-Complesso post Calcarei Grigi; B-Complesso Calcarei Grigi; C- Complesso Dolomia Principale; D- Complesso Alluvioni; E- Detriti di versante.

8.3.2 Schema sintetico delle principali caratteristiche idrogeologiche delle formazioni

Sulla base dei dati bibliografici, delle caratteristiche litologiche e delle osservazioni fatte durante i sopralluoghi in campagna sono state stimate le principali caratteristiche idrogeologiche delle formazioni interessate dal tracciato.

Relazione geologica	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IT1J	10	R 69 RG	GE 0001 001	A	61 di 171

In Tabella 5 si fornisce un elenco sintetico di tali caratteri. Il criterio utilizzato per associare ad ogni formazione determinate caratteristiche idrogeologiche è illustrato nei paragrafi successivi. Nella prima colonna è riportata la sigla della formazione (dalla più recente alla più antica con esclusione dei termini quaternari), la seconda colonna indica il tipo di permeabilità e il grado di permeabilità (alto, medio o basso), la terza colonna descrive la suddivisione in complessi idrogeologici (Figura 16).

Sigla	Permeabilità	Complessi idrogeologici	Sigla	Permeabilità	Complessi idrogeologici
TNE	Permeabilità media per fratturazione	Post calcari grigi	CTR	Permeabilità bassa per fratturazione	Pre dolomia
AVC	Permeabilità media per fratturazione	Post calcari grigi	RIC	Permeabilità media per fratturazione	Pre dolomia
MBR	Permeabilità media per fratturazione	Post calcari grigi	GIV3	Permeabilità media per fratturazione	Pre dolomia
VPN	Permeabilità media per fratturazione	Post calcari grigi	VTG	Permeabilità media per fratturazione	Pre dolomia
CLN	Permeabilità media per fratturazione	Post calcari grigi	GLS	Permeabilità media per fratturazione	Pre dolomia
NAG	Permeabilità media per fratturazione	Post calcari grigi	SLI	Permeabilità media per fratturazione	Pre dolomia
MCE	Permeabilità media per fratturazione	Post calcari grigi	WER	Permeabilità media per fratturazione	Pre dolomia
VUB	Permeabilità alta per fratturazione	Post calcari grigi	BEL	Permeabilità media per fratturazione	Pre dolomia
FPP	Permeabilità media per fratturazione	Post calcari grigi	GAR	Permeabilità media per fratturazione	Pre dolomia
CHI	Permeabilità bassa per fratturazione	Post calcari grigi	LBS	Permeabilità media per fratturazione	Pre dolomia
SAA	Permeabilità media per fratturazione	Post calcari grigi	ORA	Permeabilità media per fratturazione	Pre dolomia
VAA	Permeabilità media per fratturazione	Post calcari grigi	IGR	Permeabilità media per fratturazione	Pre dolomia
MAI	Permeabilità media per fratturazione	Post calcari grigi	IGG	Permeabilità media per fratturazione	Pre dolomia
ARV	Permeabilità media per fratturazione	Post calcari grigi	LMB	Permeabilità media per fratturazione	Pre dolomia
OSV	Permeabile per fratturazione e carsismo	Calcari Grigi	LPE	Permeabilità media per fratturazione	Pre dolomia
FOZ	Permeabilità media per fratturazione	Calcari Grigi	LMZ	Permeabilità media per fratturazione	Pre dolomia
RTZ	Permeabile per fratturazione e carsismo	Calcari Grigi	ICT	Permeabilità media per fratturazione	Pre dolomia
LOP	Permeabile per fratturazione e carsismo	Calcari Grigi	LUB	Permeabilità media per fratturazione	Pre dolomia
FMZ	Permeabile per fratturazione e carsismo	Calcari Grigi	CGB	Permeabilità media per fratturazione	Pre dolomia
DPR	Permeabilità media per fratturazione	Dolomia	RON	Permeabilità media per fratturazione	Pre dolomia
TVZ	Permeabilità media per fratturazione	Pre dolomia	sb	Permeabilità media per fratturazione	Pre dolomia
SCI	Permeabilità media per fratturazione	Pre dolomia	fx	Permeabilità media per fratturazione	Pre dolomia
ZW	Permeabilità bassa per fratturazione	Pre dolomia	CGA	Permeabilità media per fratturazione	Pre dolomia

Sigla	Permeabilità	Complessi idrogeologici	Sigla	Permeabilità	Complessi idrogeologici
VFS	Permeabilità media per fratturazione	Pre dolomia	VNS	Permeabilità media per fratturazione	Pre dolomia
SVA	Permeabilità media per fratturazione	Pre dolomia	VQS	Permeabilità bassa per fratturazione	Pre dolomia
VMM	Permeabilità bassa per fratturazione	Pre dolomia			

Tabella 5. Sintesi delle principali caratteristiche idrogeologiche delle formazioni interessate dal tracciato

8.4 Carta idrogeologica

Nell'ambito del presente progetto è stata realizzata una cartografia idrogeologica dell'area in scala 1:10.000. La cartografia idrogeologica è riportata nelle tavole IT1J10R69G4GE0002001A ÷ IT1J10R69G4GE0002005A.

8.4.1.1 Classi di permeabilità

Nella carta idrogeologica le formazioni sono state suddivise in base al tipo di permeabilità, distinguendole in base alla conducibilità idraulica (alta, media o bassa), per porosità, fratturazione e fratturazione e carsismo. Sebbene all'interno di una stessa formazione si possano trovare porzioni con permeabilità differente, si è ritenuto di procedere con un criterio di associazione univoca fra formazione e permeabilità. La base di partenza per generare questa associazione sono stati i dati di letteratura, le caratteristiche litologiche, le osservazioni di terreno e le informazioni contenute nel database geologico messo a disposizione dal Servizio Geologico della Provincia di Trento. Questo contiene, per ogni affioramento rilevato, una classificazione idrogeologica distinguendo fra permeabilità alta, media e bassa per fratturazione o per porosità. Per le formazioni carsificabili è anche indicata la possibilità di permeabilità per carsismo. Complessivamente sono individuate 10 classi:

- Impermeabile [IMP]
- Permeabile per fratturazione alta [FA]
- Permeabile per fratturazione media [FM]
- Permeabile per fratturazione bassa [FB]
- Permeabile per carsismo media [CM]
- Permeabile per porosità alta [PA]
- Permeabile per porosità media [PM]
- Permeabile per porosità bassa [PB]
- Permeabilità per fratturazione e carsismo¹ [FCM]

¹ Nel database viene riportata l'indicazione "Permeabilità media per fratturazione e carsismo". In considerazione del fatto che il carsismo può generare una permeabilità che può anche essere elevata, nelle carte idrogeologiche realizzate in questa fase di progetto si è adottata la classe "Permeabilità per fratturazione e carsismo".

Per ognuna delle formazioni è stata eseguita una analisi statistica per la definizione della classe di permeabilità più rappresentativa di ogni formazione. Per le formazioni geologiche prive di informazioni relative alla permeabilità, l'attribuzione della classe è stata condotta su base litologica.

Per quanto concerne i depositi quaternari, sono stati classificati secondo quanto presente nel database del Servizio Geologico della Provincia di Trento e sulla base dati di letteratura o litologici. Le caratteristiche di permeabilità così attribuite alle singole formazioni sono state rappresentate con appositi cromatismi negli elaborati cartografici realizzati.

Al fine di migliorare le conoscenze sui dati di conducibilità idraulica dei depositi Quaternari interessati dal progetto, nella campagna di indagine 2021 sono state realizzate n.6 prove di permeabilità di tipo Lefranc, una per ciascuno dei sei sondaggi perforati. È stata inoltre realizzata una prova di permeabilità di tipo Lugeon nel foro TN4 nel tratto interessato dalla Formazione del Castelliere.

Di seguito (Tabella 6) sono elencati i valori di permeabilità misurati.

Sondaggio	Profondità inizio (m da p.c.)	Profondità fine (m da p.c.)	K (m/s)
TN4 (Lefranc)	5	5.6	1.6E ⁻⁶
TN4 (Lugeon)	15	16	7.88 E ⁻⁷
TN5	5.2	5.7	2.1 E ⁻⁴
TN6	5	5.5	2.3E ⁻⁴
TN7	12	12.5	7.2E ⁻⁵
TN8	5	5.5	1.44E ⁻⁶
TN9	3	3.6	4.9 E ⁻⁴

Tabella 6. Prove di permeabilità in foro

8.4.1.2 Pozzi

I pozzi sono riportati in carta con apposita simbologia (cerchio verde pieno); la loro ubicazione è stata fornita dall'Ufficio Gestione Risorse Idriche della Provincia Autonoma di Trento. L'elenco completo di tutti i pozzi riportati in cartografia è riportato in Appendice 1.

8.4.1.3 Sorgenti

Le sorgenti riportate nelle cartografie sono individuate da apposita simbologia (a fianco della quale è riportato il codice numerico attribuito dalla Provincia Autonoma di Trento). Nell'ambito del presente studio è stata calcolata la portata media delle sorgenti per le quali si disponeva di dati di monitoraggio sufficienti. Queste sorgenti sono indicate in cartografia con un cerchio pieno di dimensione e colore variabile in funzione della portata media (come indicato in Figura 20). In Appendice 1 è invece riportato l'elenco di tutte le sorgenti con i relativi valori di portata massima, minima e media in funzione delle misure disponibili nei vari anni di osservazione.

- Sorgenti senza dato di portata
- Sorgenti con portata media inferiore a 1 l/s
- Sorgenti con portata media compresa tra 1 e 5 l/s
- Sorgenti con portata media compresa tra 5 e 10 l/s
- Sorgenti con portata media compresa tra 10 e 30 l/s
- Sorgenti con portata media superiore a 30 l/s

Figura 20. Classi di portata media delle sorgenti

8.5 Profilo idrogeologico in asse al tracciato

Nel profilo idrogeologico, rappresentato nei documenti IT1J10R69F4GE0002001A÷IT1J10R69F4GE0002003A, ad ogni formazione geologica o deposito quaternario è stata associata la relativa permeabilità utilizzando i cromatismi definiti per le carte idrogeologiche.

I depositi quaternari sono suddivisi in tre classi di permeabilità sulla base dello schema di Figura 21, in cui ad ogni classe è associata una fascia blu e una azzurra. La fascia blu corrisponde all'intervallo di valori più probabile, mentre la fascia azzurra all'intervallo di valori possibile, ma meno probabile.

Nel profilo riportato in queste tavole:

- i depositi prevalentemente ghiaiosi con classe di permeabilità 2 corrispondono nella carta idrogeologica generale ai depositi quaternari permeabili per porosità alta (PA);
- i depositi prevalentemente sabbiosi con classe di permeabilità 3 corrispondono nella carta idrogeologica generale ai depositi quaternari permeabili per porosità media (PM);
- i depositi prevalentemente limoso e argillosi con classe di permeabilità 4 corrispondono nella carta idrogeologica generale ai depositi quaternari permeabili per porosità bassa (PB).

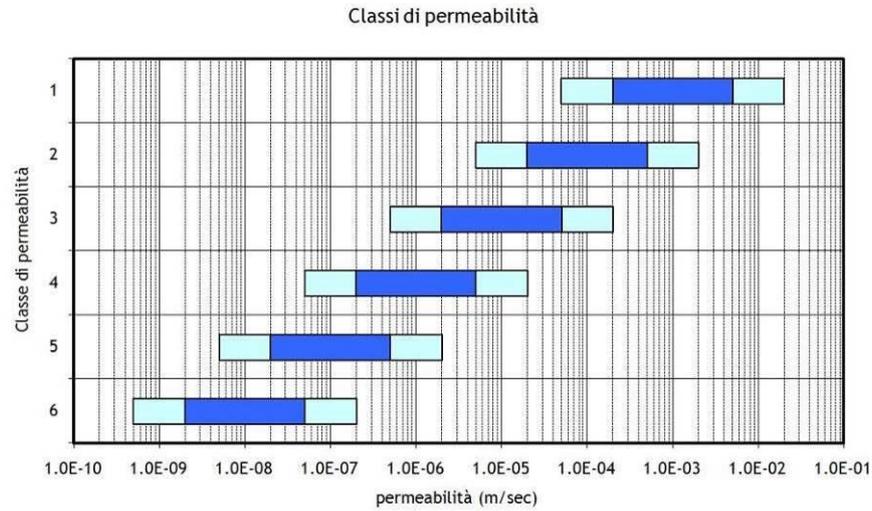


Figura 21. Classi di permeabilità utilizzate per identificare le permeabilità relative ai depositi quaternari

9 ANALISI DELLE PERICOLOSITÀ IDROGEOLOGICHE

La Provincia Autonoma di Trento ha rilasciato, in data 4 settembre 2020, i “Criteri e metodologia per la redazione e l’aggiornamento della carta della pericolosità”, che descrive le pericolosità derivanti da fenomeni di frana (frane in s.l., crolli e DGPV) e da fenomeni torrentizi. In generale, per pericolosità si intende la possibilità che in un certo punto del territorio possa verificarsi un evento di una data intensità (I) in un assegnato tempo di ritorno (T) (P.A.T., 2020).

Per ogni tipologia di fenomeno si distinguono:

- quattro classi di pericolo ordinario H1÷H4;
- quattro classi di pericolo straordinario HR1÷HR3 e HP (HR pericolosità residua e HP pericolosità potenziale)

secondo quanto riportato in Figura 22.

	<i>pericolosità</i>	<i>simbolo</i>
classi ordinarie	elevata	H4
	media	H3
	bassa	H2
	trascurabile	H1
classi straordinarie	residua	HR4
		HR3
		HR2
	potenziale	HP

Figura 22. Classi di pericolo (P.A.T.)

Per la tratta in esame, si distinguono sei tipologie di pericolosità derivanti da altrettante tipologie di fenomeno (P.A.T., 2020):

1. pericolosità da crollo: il crollo è un fenomeno franoso, da rapido a estremamente rapido, caratteristico di pendii molto ripidi, fino ad aggettanti; comporta il distacco improvviso di materiali di qualsiasi dimensione con spostamento in caduta libera, su una parte della traiettoria, e il successivo movimento a salti, rimbalzi e rotolamento lungo il versante;
2. pericolosità da frana: al gruppo frane appartengono le seguenti tipologie di eventi franosi:

Relazione geologica	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IT1J	10	R 69 RG	GE 0001 001	A	68 di 171

ribaltamenti, scorrimenti (traslativi e rotazionali), colate, espansioni laterali, frane complesse, *rock avalanches*;

3. pericolosità da DGPV: la deformazione gravitativa profonda di versante, o DGPV, è un fenomeno franoso che coinvolge il sistema crinale-versante-fondovalle. Viene catalogata tra i movimenti di frana in quanto comporta uno spostamento verso il "basso" di una porzione di pendio a seguito dell'azione della gravità, con movimenti generalmente lenti o molto lenti, dell'ordine di millimetri annui o inferiori;
4. pericolosità fluviale: inondazioni del territorio per effetto di piene eccedenti la capacità dei corsi d'acqua. Si intende prevalentemente lo studio di piene in cui il trasporto solido sia trascurabile rispetto alla portata liquida;
5. pericolosità torrentizia: eventi alluvionali delle aste torrentizie anche accompagnati da trasporto solido e materiale vegetale più o meno intenso;
6. pericolosità lacuale: eventi alluvionali per lo più statici che avvengono per effetto di piene eccedenti la capacità dei corpi idrici lacuali o degli invasi artificiali.

Di seguito di riportano gli stralci cartografici della carta della pericolosità della Provincia Autonoma di Trento che interessano l'area di studio.

Relazione geologica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IT1J	10	R 69 RG	GE 0001 001	A	69 di 171

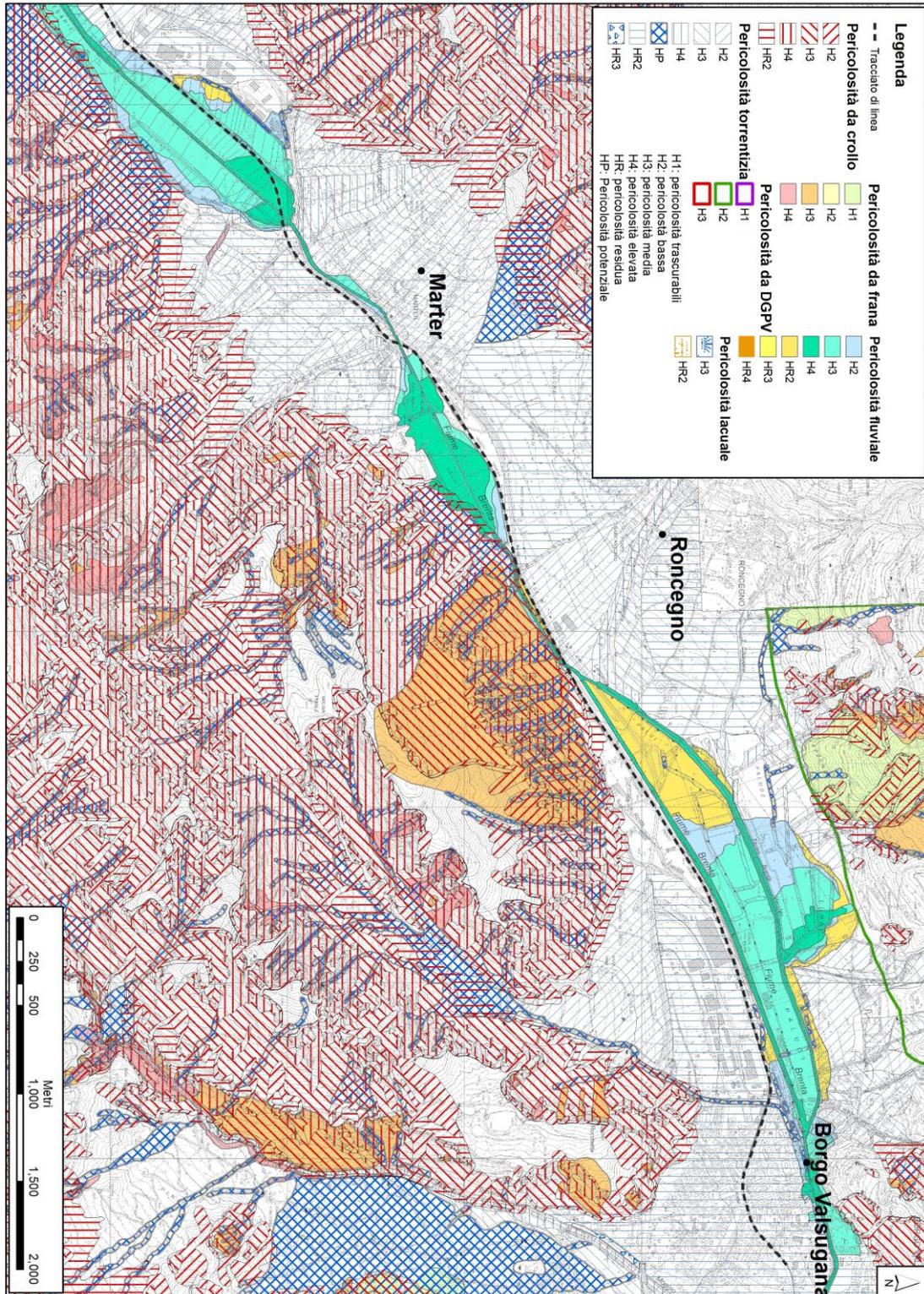


Figura 23. Stralcio della Carta della Pericolosità della P.A.T. (1 di 6)

Relazione geologica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IT1J	10	R 69 RG	GE 0001 001	A	70 di 171

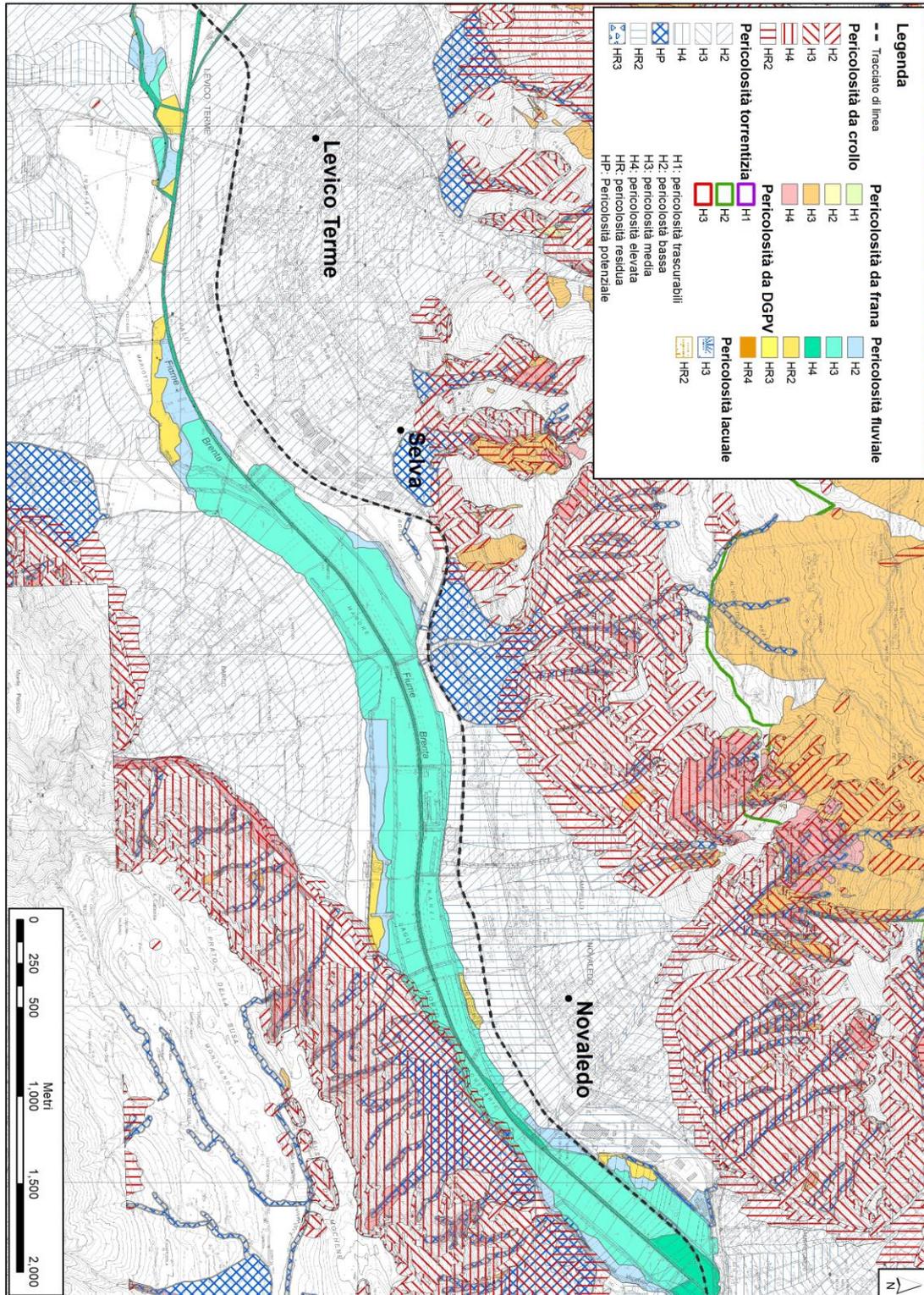


Figura 24. Stralcio della Carta della Pericolosità della P.A.T. (2 di 6)

Relazione geologica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IT1J	10	R 69 RG	GE 0001 001	A	71 di 171

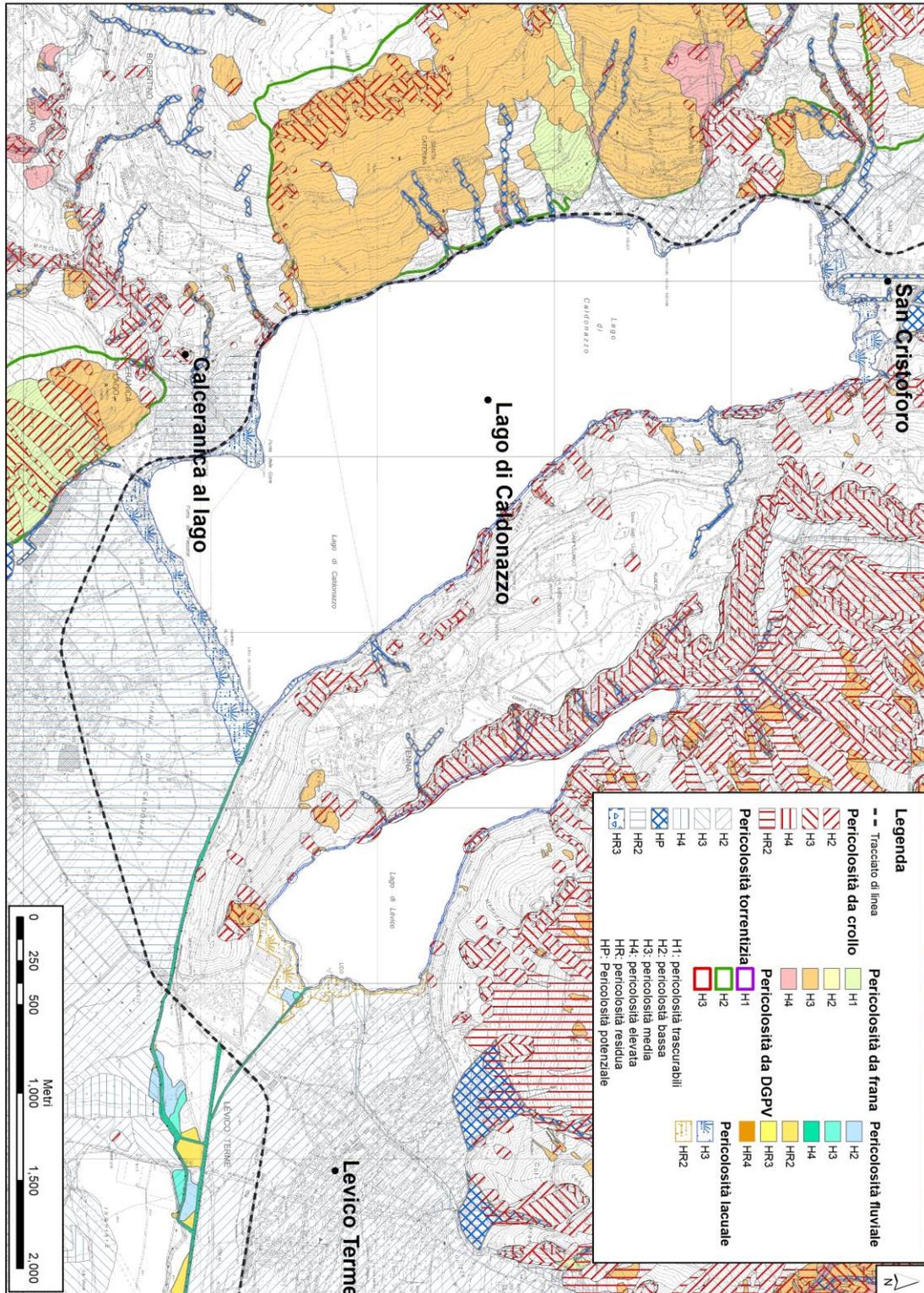


Figura 25. Stralcio della Carta della Pericolosità della P.A.T. (3 di 6)

Relazione geologica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IT1J	10	R 69 RG	GE 0001 001	A	72 di 171

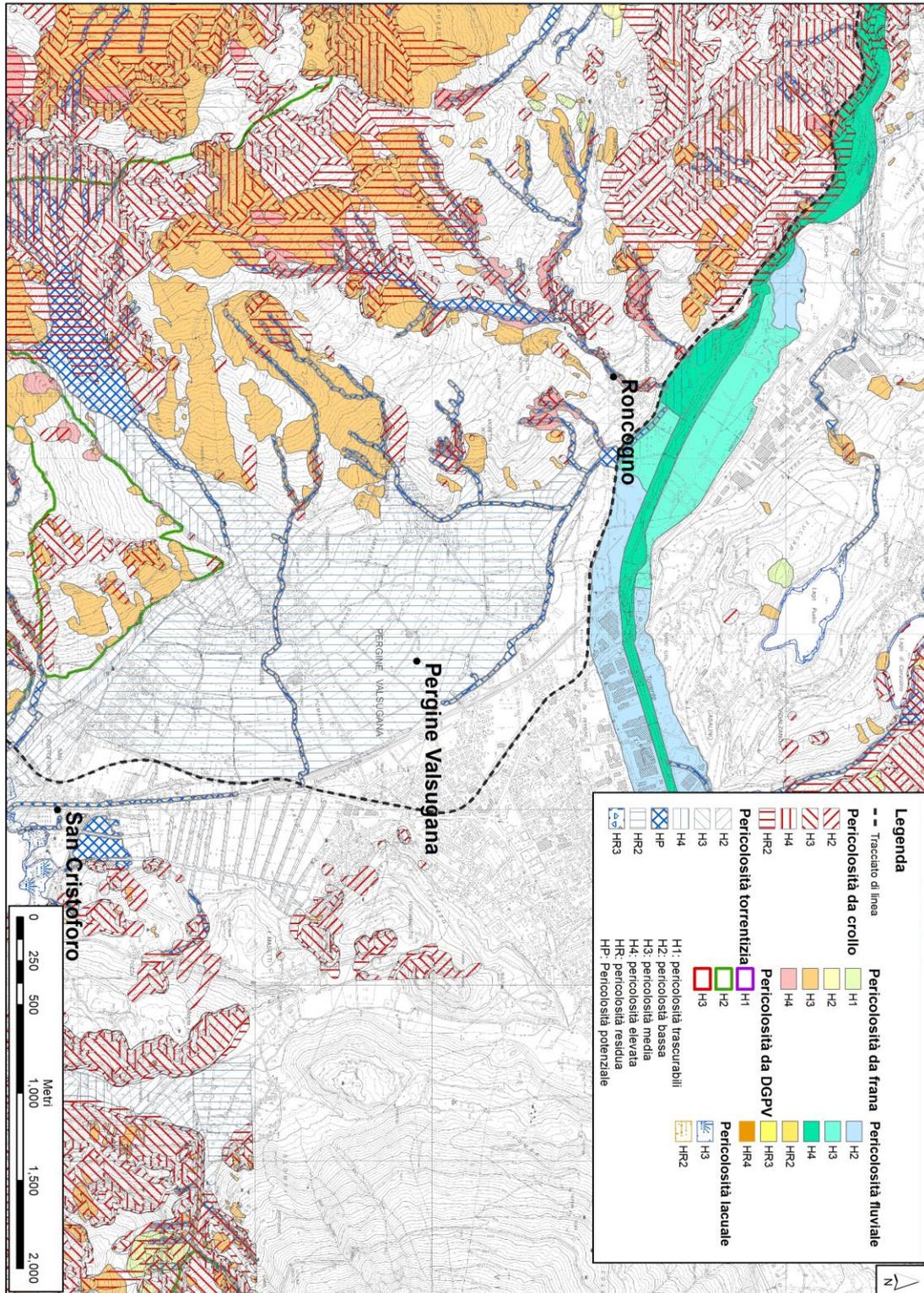


Figura 26. Stralcio della Carta della Pericolosità della P.A.T. (4 di 6)

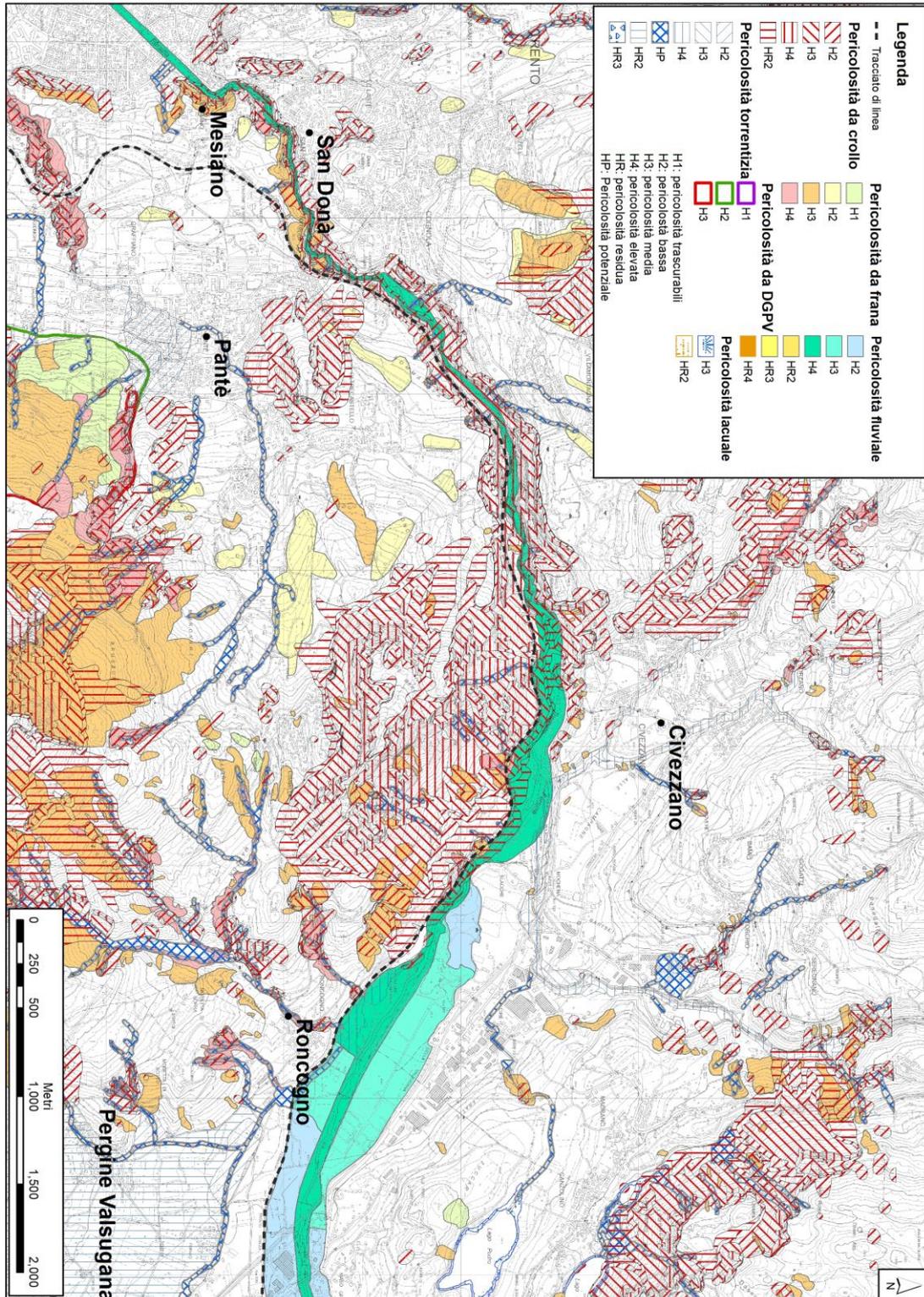


Figura 27. Stralcio della Carta della Pericolosità della P.A.T. (5 di 6)

Relazione geologica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IT1J	10	R 69 RG	GE 0001 001	A	74 di 171

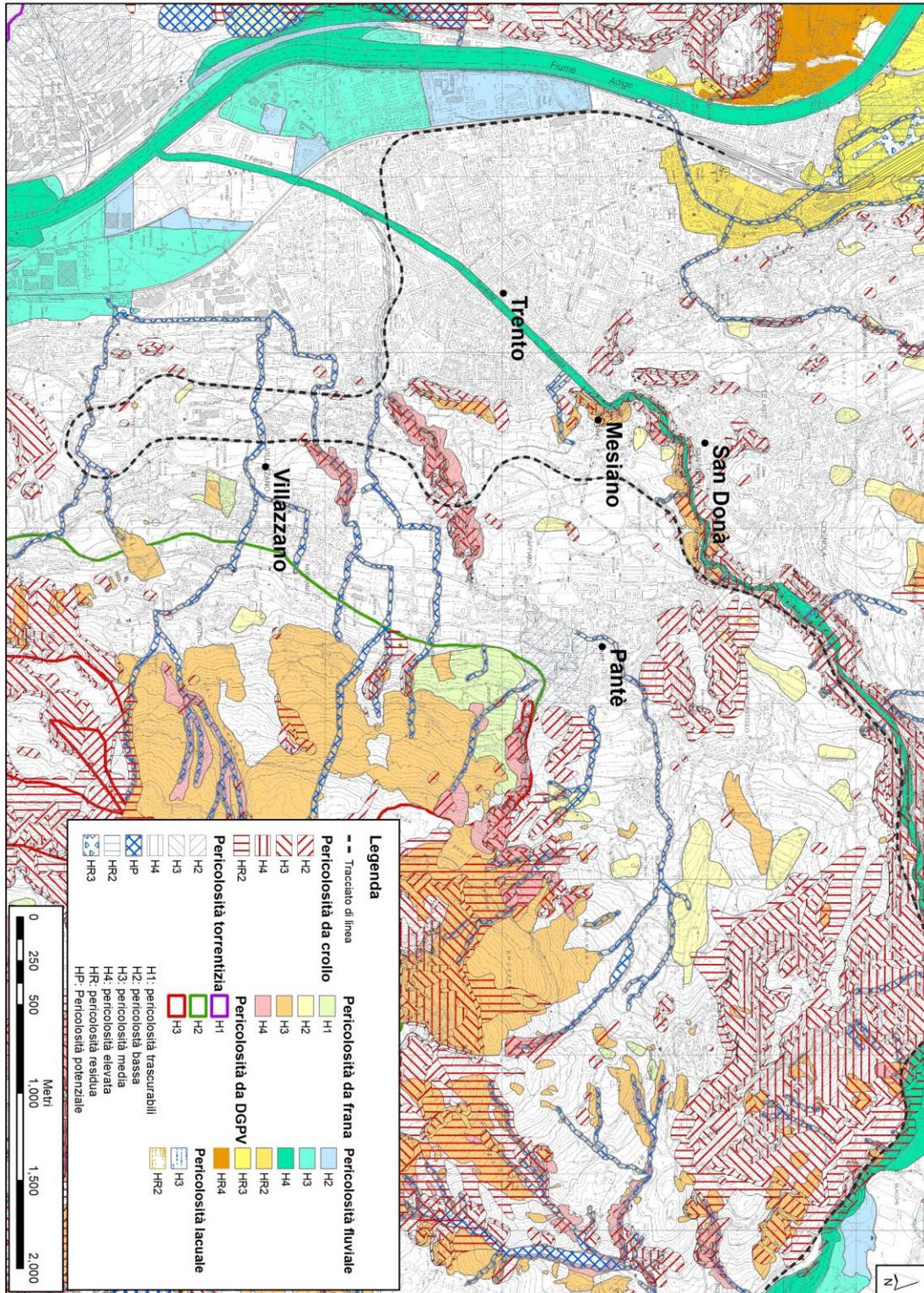


Figura 28. Stralcio della Carta della Pericolosità della P.A.T. (6 di 6)

Relazione geologica	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IT1J	10	R 69 RG	GE 0001 001	A	75 di 171

Nel seguito si riportano le peculiarità del P.A.I. relative alle quattro aree a geomorfologia simile:

- Borgo Valsugana-Caldonazzo ;
- Caldonazzo-Roncogno;
- Roncogno-Pantè (gole del Fersina);
- Pantè-Trento.

Saranno riportati stralci di dettaglio laddove sussistono pericoli afferenti a fenomeni di frana e caduta massi.

9.1 Tratta Borgo Valsugana-Caldonazzo

Nella tratta tra Borgo Valsugana e Caldonazzo sono presenti aree a pericolosità da bassa ad elevata per fenomeni torrentizi (zone di conoide), fluviali e da crollo in località Roncegno (H3-H4, Figura 29) e in località Selva (H2-H3, Figura 30). Sono inoltre presenti rischi torrentizi potenziali localizzati in alcune conoidi poco evolute.

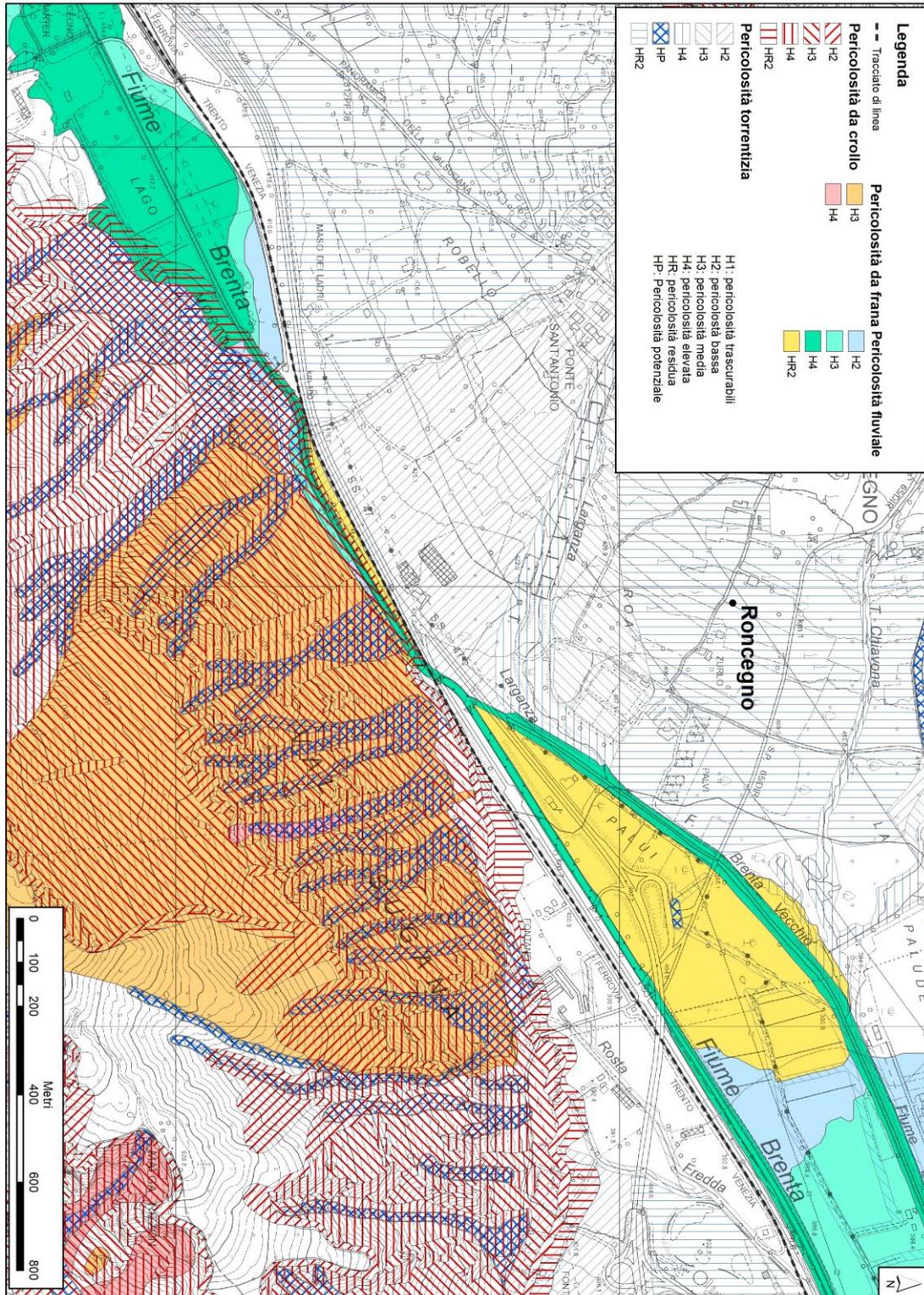


Figura 29. Stralcio della Carta della Pericolosità della P.A.T. in località Roncegno

Relazione geologica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IT1J	10	R 69 RG	GE 0001 001	A	77 di 171

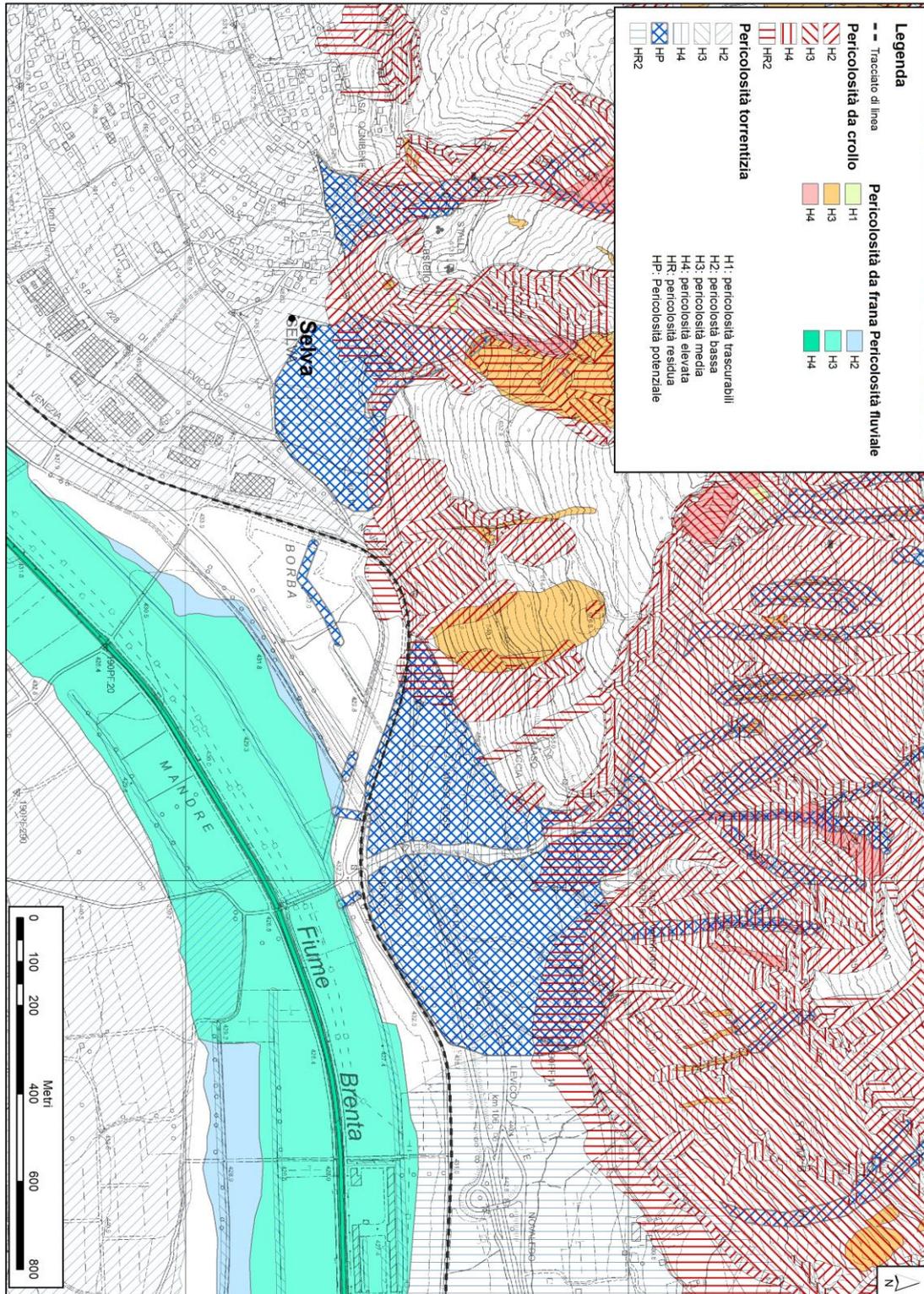


Figura 30. Stralcio della Carta della Pericolosità della P.A.T. in località Selva

9.2 Tratta Caldonazzo-Roncogno

Nella tratta tra Caldonazzo e Roncogno, lungo le pendici est del Monte Marzola, sono presenti aree a pericolosità bassa e media per frana, crollo, torrentizio (in prossimità delle conoidi), lacuale e da DGPV in località Santa Caterina (H2, Figura 31).

Nella tratta tra San Cristoforo e Roncogno, lungo la piana alluvionale del torrente Fersina, sono presenti aree pericolosità da bassa a elevata per fenomeni fluviali e torrentizi.

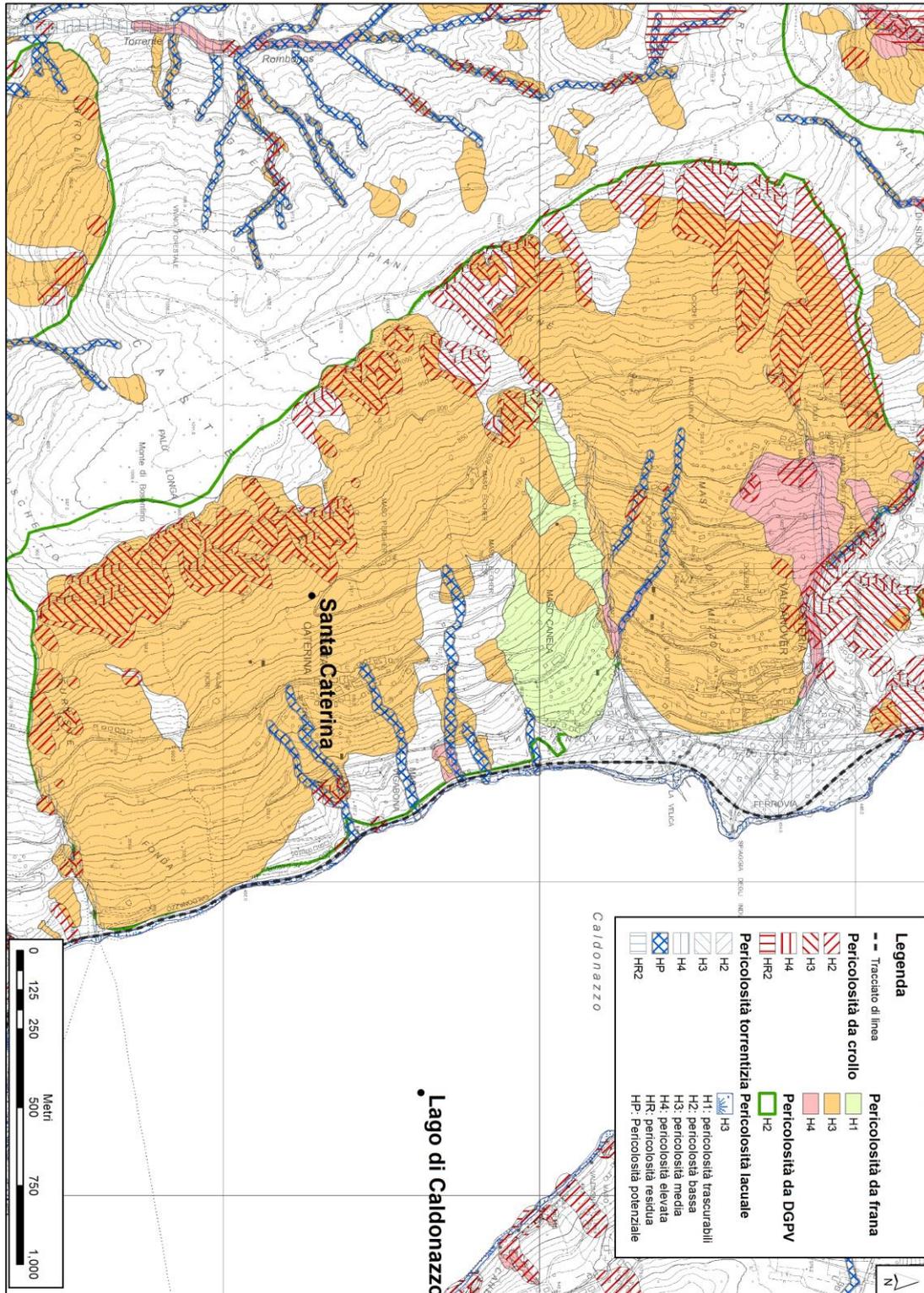


Figura 31. Stralcio della Carta della Pericolosità della P.A.T. in località Santa Caterina

9.3 Tratta Roncogno-Pantè (gole del Fersina)

Nella tratta tra Roncogno e Pantè, lungo le pendici nord del Monte Marzola (Figura 32), lungo le gole del Fersina dove si sviluppano le gallerie Malpensada, Serra, Albi e Cantaghel (Figura 33), e nel tratto tra la galleria Cantaghel e Pantè (Figura 34) sono presenti aree diffuse a pericolosità da bassa (H2) a elevata (H4) per crollo.

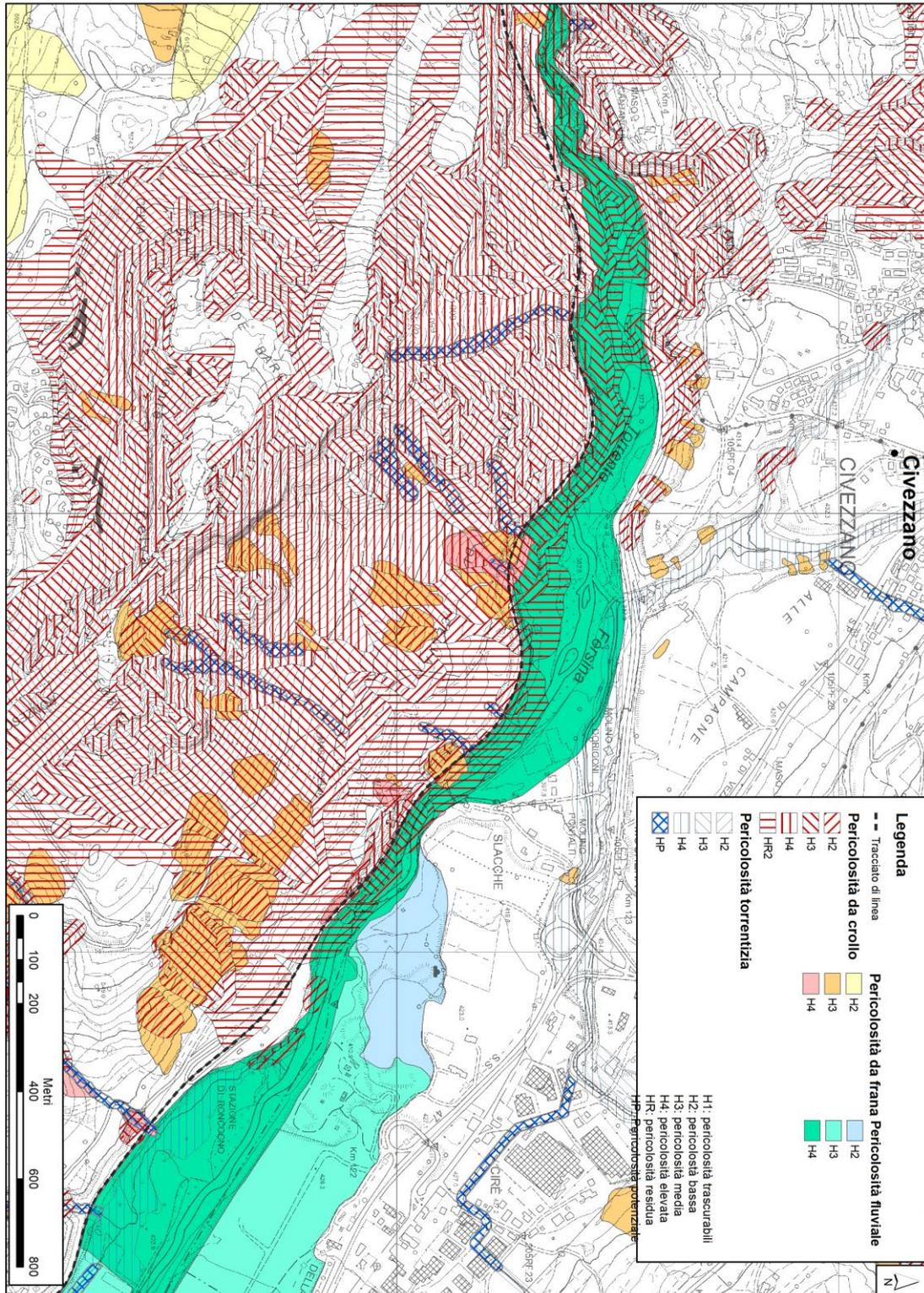


Figura 32. Stralcio della Carta della Pericolosità della P.A.T. pendici nord del Monte Marzola

Relazione geologica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IT1J	10	R 69 RG	GE 0001 001	A	82 di 171

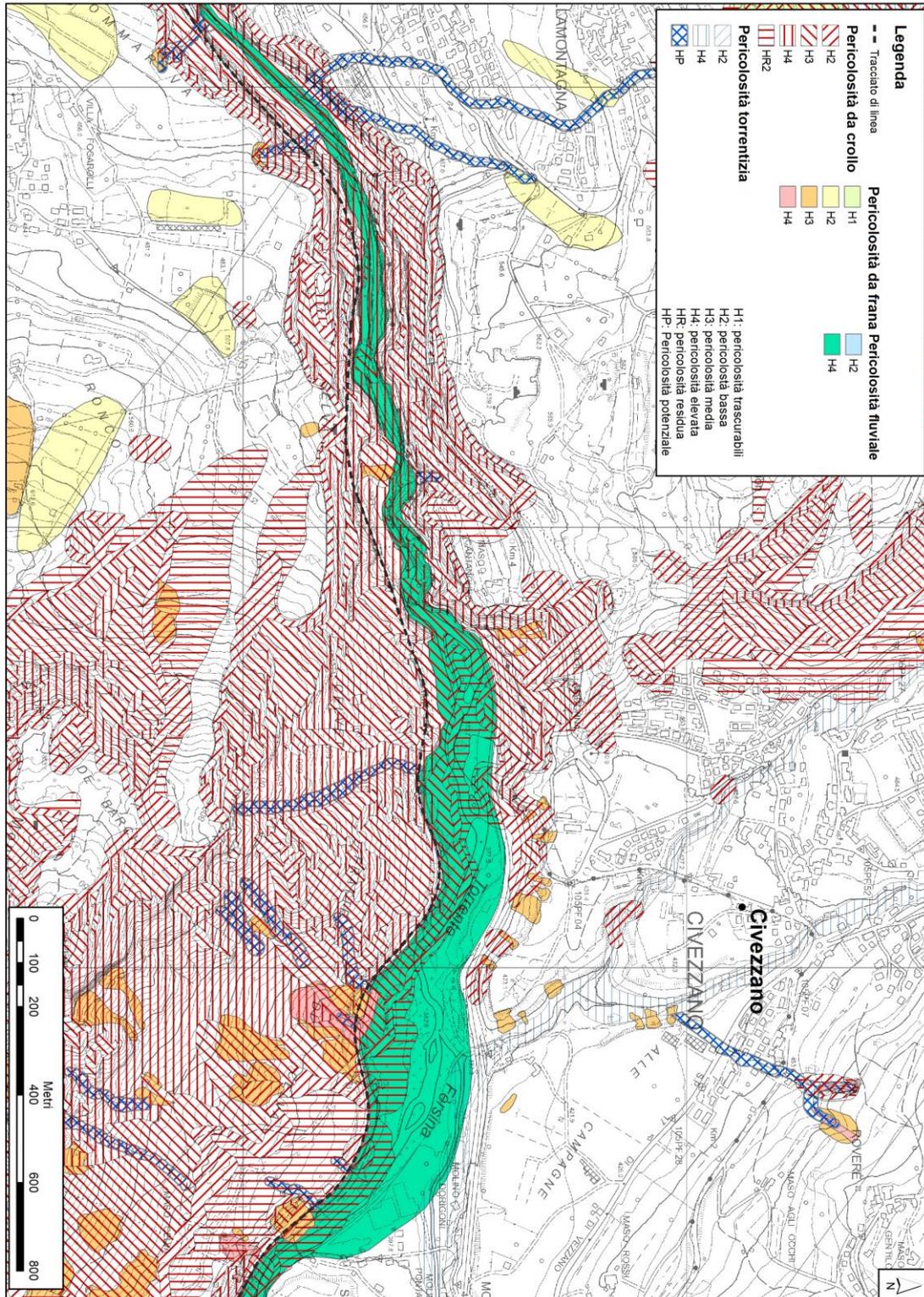


Figura 33. Stralcio della Carta della Pericolosità della P.A.T. gole del Fersina

Relazione geologica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IT1J	10	R 69 RG	GE 0001 001	A	83 di 171

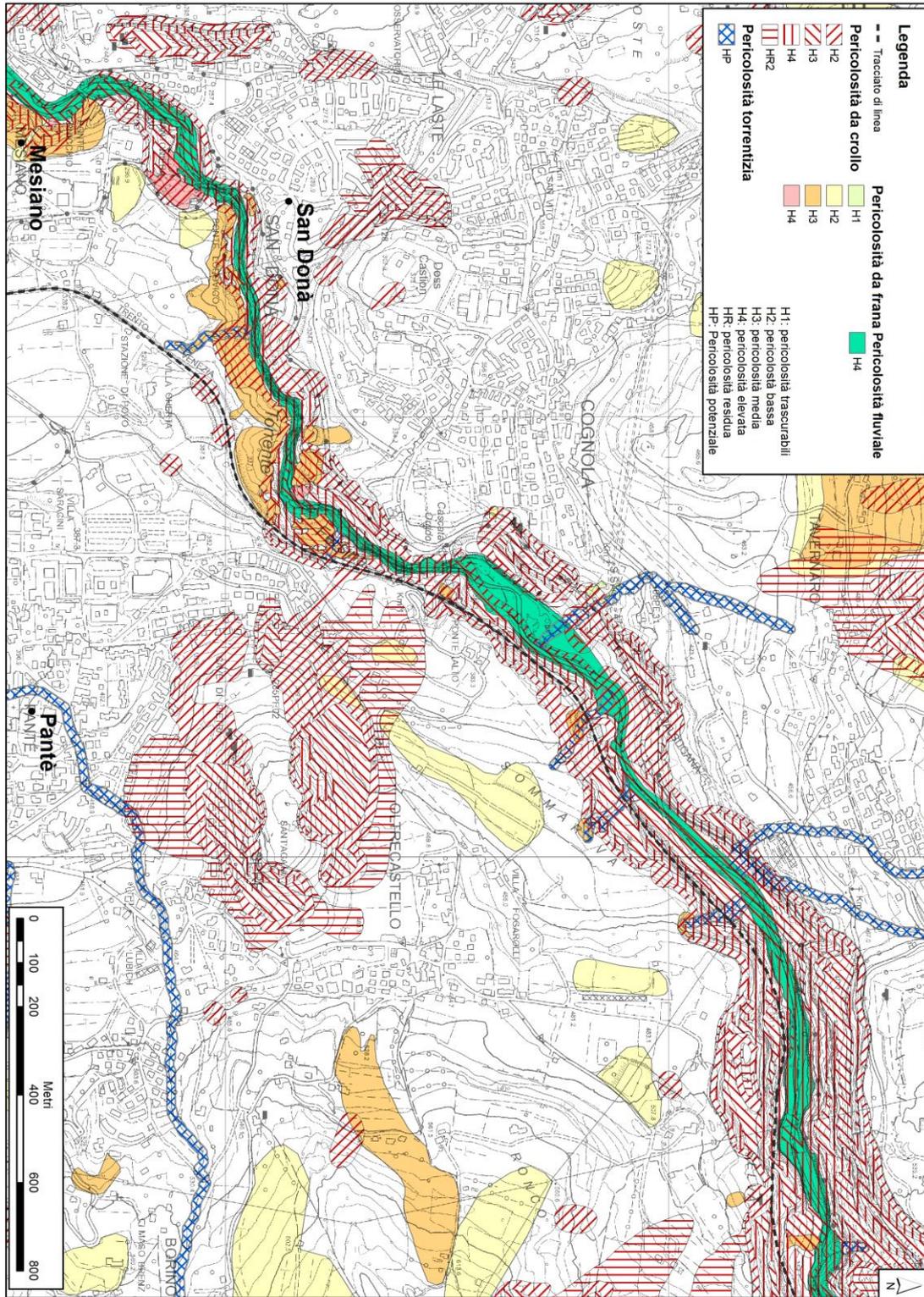


Figura 34. Stralcio della Carta della Pericolosità della P.A.T. località Pantè

Relazione geologica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IT1J	10	R 69 RG	GE 0001 001	A	84 di 171

9.4 Tratta Pantè (gole del Fersina)-Trento

Nella tratta tra Pantè e Trento sono presenti aree a pericolosità da bassa a media per crollo, a nord e sud di Villazzano (Figura 35), ed elevata fluviale nel tratto di attraversamento del torrente Fersina.

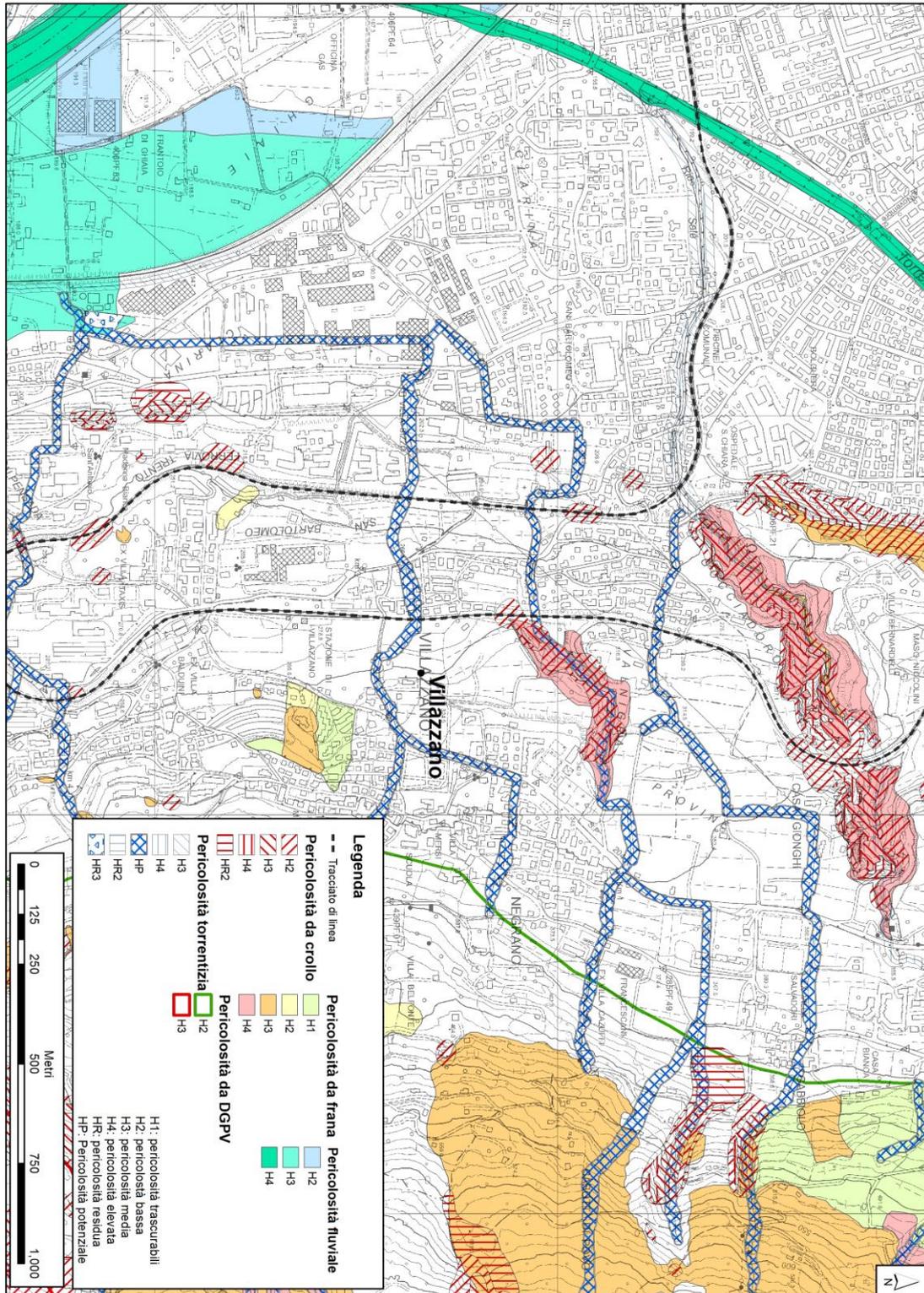


Figura 35. Stralcio della Carta della Pericolosità della P.A.T. località Villazano

10 ELEMENTI DI SISMICITÀ

10.1 Principali sorgenti sismogenetiche

Come già precedentemente accennato, i principali sistemi di faglia riconosciuti nell'area trentina sono (Figura 36):

1. Linea Schio-Vicenza (orientazione NW-SE);
2. Linea delle Giudicarie (orientazione NNE-SSW);
3. Linea della Valsugana (orientazione ENE-WSW).

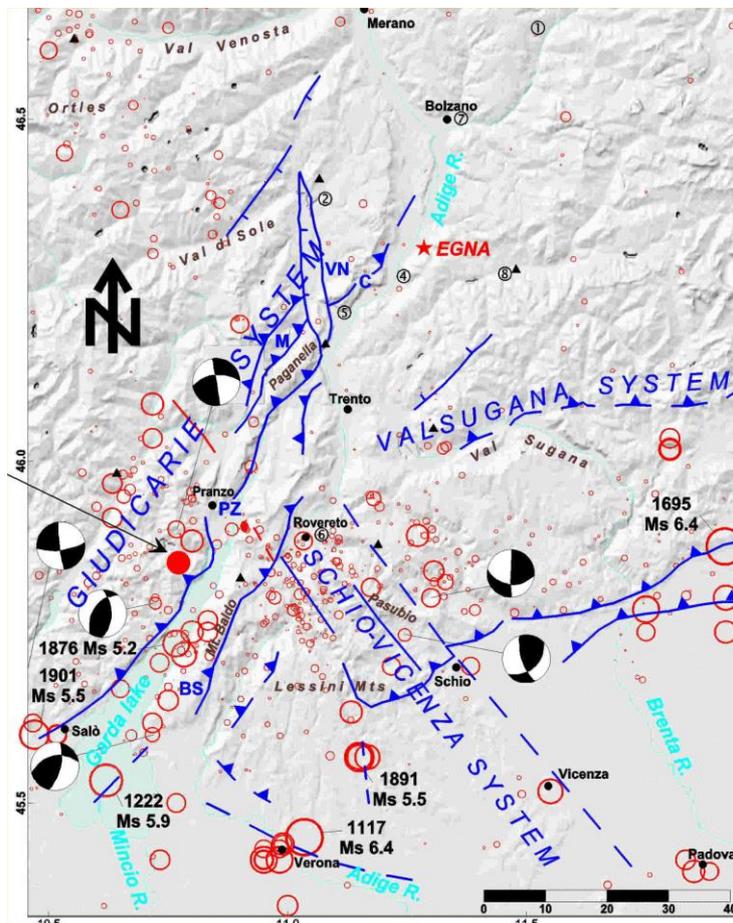


Figura 36. Principali sistemi tettonici presenti nell'area trentina.

Per l'individuazione delle principali strutture sismogenetiche nell'area è stata utilizzata la versione 3.2.1 del "Database of Potential Sources for Earthquakes larger than M 5.5 in Italy" (DISS INGV, 2018)

<http://diss.rm.ingv.it/diss/>), che contiene le sorgenti sismogenetiche individuali e composite ritenute in grado di generare grandi terremoti.

L'assetto di queste sorgenti fornisce informazioni sull'andamento dei maggiori sistemi di faglie attive. Ad un esame dei dati, si nota la presenza di un'area sismogenetica nella zona a sud-est dell'asse Rovereto-Trento (ITCS048 - Linea delle Giudicarie) potenzialmente in grado di generare sismi con Mw 5.7, un'area nella zona sud di Rovereto (ITCS073 - Linea di Monte Baldo) potenzialmente in grado di generare sismi con Mw 5.5, un'area nella zona delle Prealpi vicentine (ITCS175 - Porzione della linea Schio-Vicenza) potenzialmente in grado di generare sismi con Mw 5.5, due aree adiacenti a quest'ultima (ITCS007 - Thiene-Corunda e ITCS105 - Bassano - Vittorio Veneto) in grado di generare sismi con Mw 6.6 e 6.5 rispettivamente.

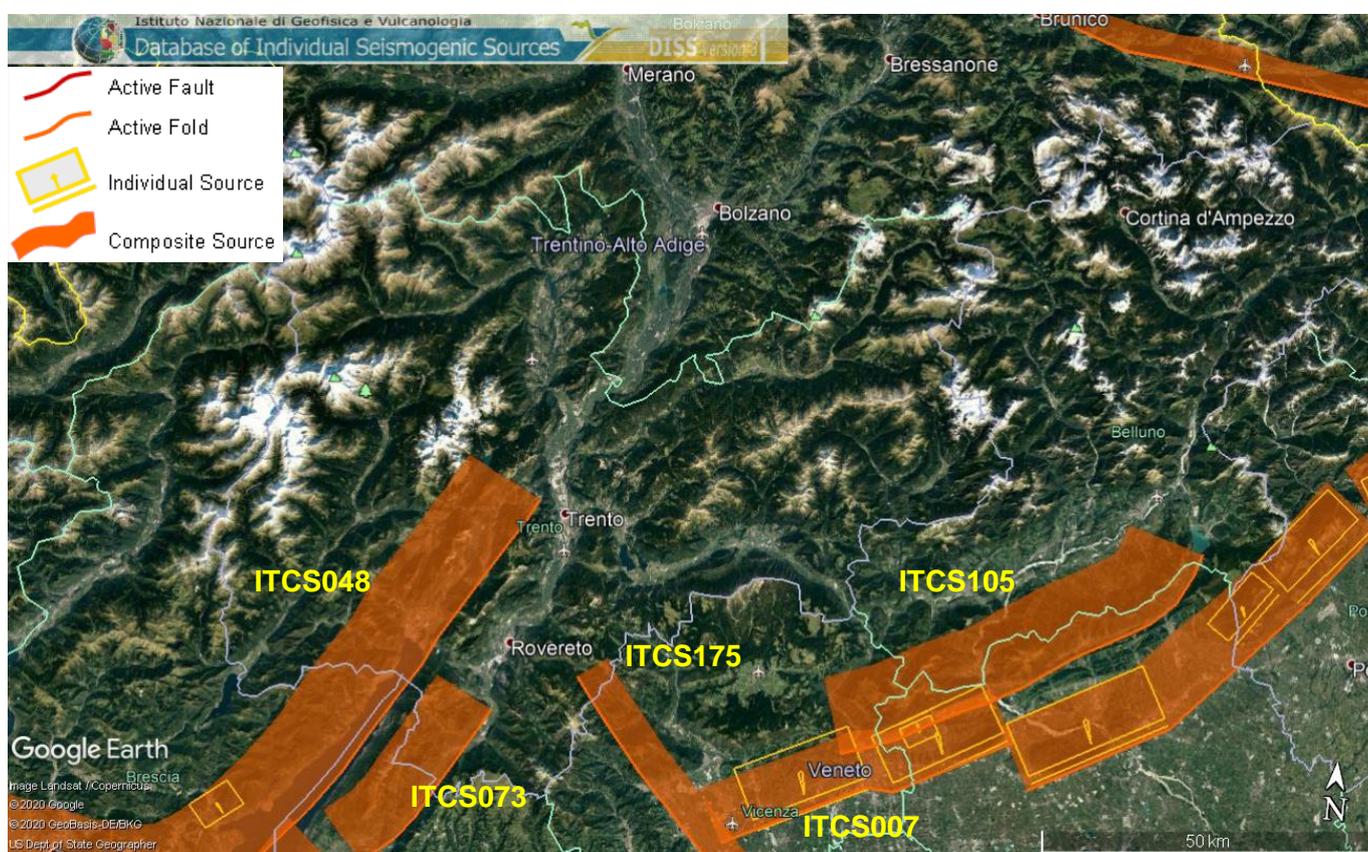


Figura 37. Sorgenti sismogenetiche contenute nella versione 3.2.1 del "Database of Potential Sources for Earthquakes larger than M 5.5 in Italy" per l'area trentina

L'attività sismica di questo settore è principalmente concentrata lungo i lineamenti tettonici orientati NNE-SSW, appartenenti al sistema tettonico delle Giudicarie, caratterizzati da un cinematiso di tipo compressivo-transpressivo avente stress massimo con orientamento in senso EW, circa perpendicolare al fronte della catena delle Giudicarie.

La sismicità che si manifesta con maggiore concentrazione in corrispondenza della giunzione tra quest'ultimo sistema strutturale e quello della faglia Schio-Vicenza, diminuisce velocemente sia per frequenza che per magnitudo, spostandosi lateralmente. Così come indicato dal Catalogo Sismico

della Rete Sismometrica ed Accelerometrica della P.A.T., l'area meridionale della Provincia di Trento risulta quella maggiormente attiva dal punto di vista sismico. In Figura 38 si evidenzia la sismicità strumentale nel periodo 1994-2012. Si nota come l'attività sismica sia concentrata soprattutto nell'area del Lago di Garda, nella bassa valle dell'Adige, nei Lessini, nel Bellunese-Feltrino e nell'Alta Valtellina.

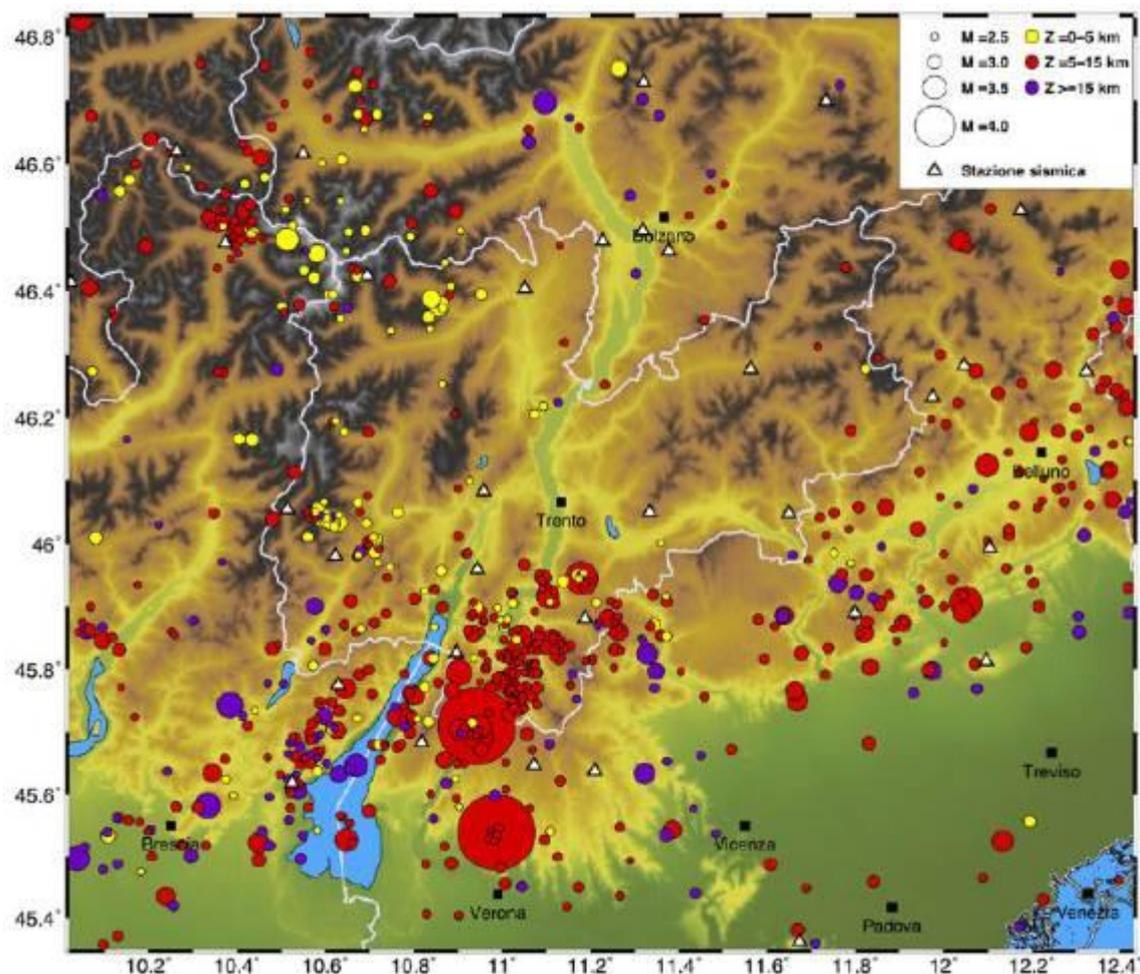


Figura 38. Sismicità Strumentale del Trentino nel periodo 1994-2012 (Tratto dal sito della Protezione Civile della P.A.T.)

In accordo con i dati finora analizzati, anche la distribuzione della magnitudo calcolata e del momento sismico scalare M_0 (la grandezza più utilizzata in campo sismologico per misurare la dimensione di un terremoto) basati sulle rilevazioni della Rete Sismica Provinciale tra il 1994 e il 2013, mostra come l'area del Trentino meridionale (inclusa all'interno dell'ampia fascia alpina meridionale) risulti quella col maggior rilascio di momento sismico (Figura 39).

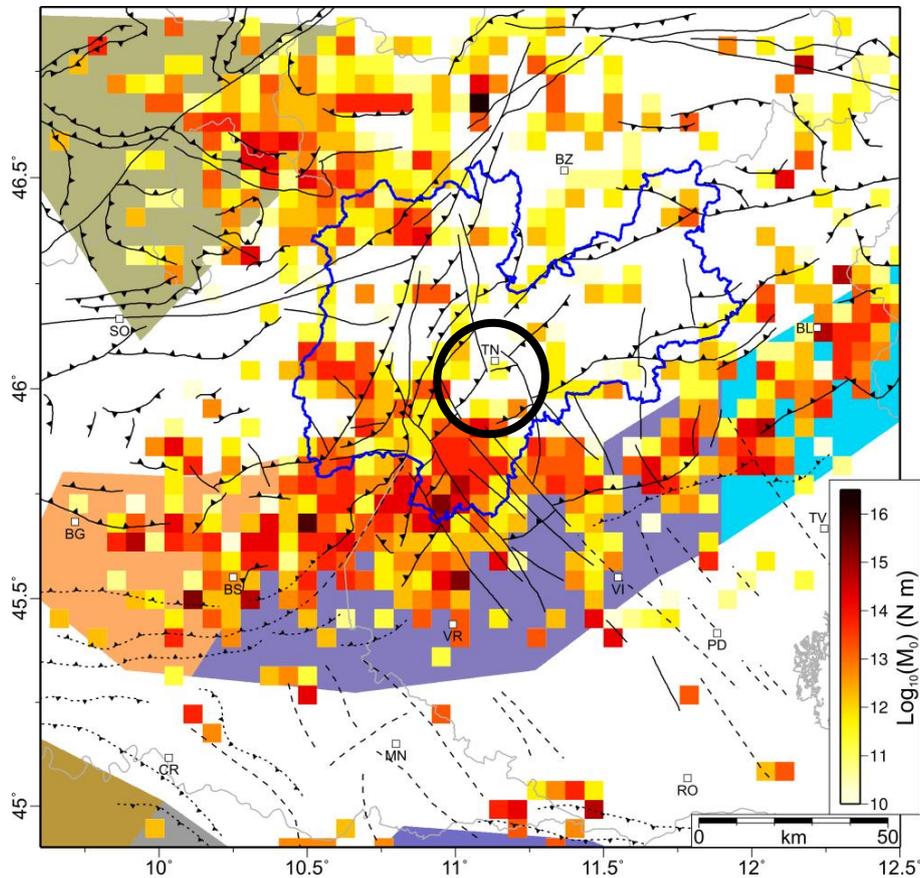


Figura 39. Mappa del Momento Sismico in Trentino (da

http://www.protezionecivile.tn.it/binary/pat_protezione_civile/primop_territorio/Momento_sismico1000.1418374266.jpg). All'interno dell'ovale nero la zona interessata dal progetto

10.2 Classificazione sismica del territorio

A seguito dell'emanazione dei criteri generali per la definizione delle zone sismiche, inizialmente inseriti nell'allegato 1 dell'O.P.C.M. 3274/03 e successivamente aggiornati con l'O.P.C.M. 3519/06, con la deliberazione della G.P. n. 2919 del 27 dicembre 2012, è stata approvata la zonazione sismica del territorio provinciale.

In seguito all'entrata in vigore della nuova classificazione sismica della Provincia Autonoma di Trento il territorio risulta diviso in due aree principali (Figura 40): una considerata debolmente sismica (zona 3), l'altra a bassa sismicità (zona 4).

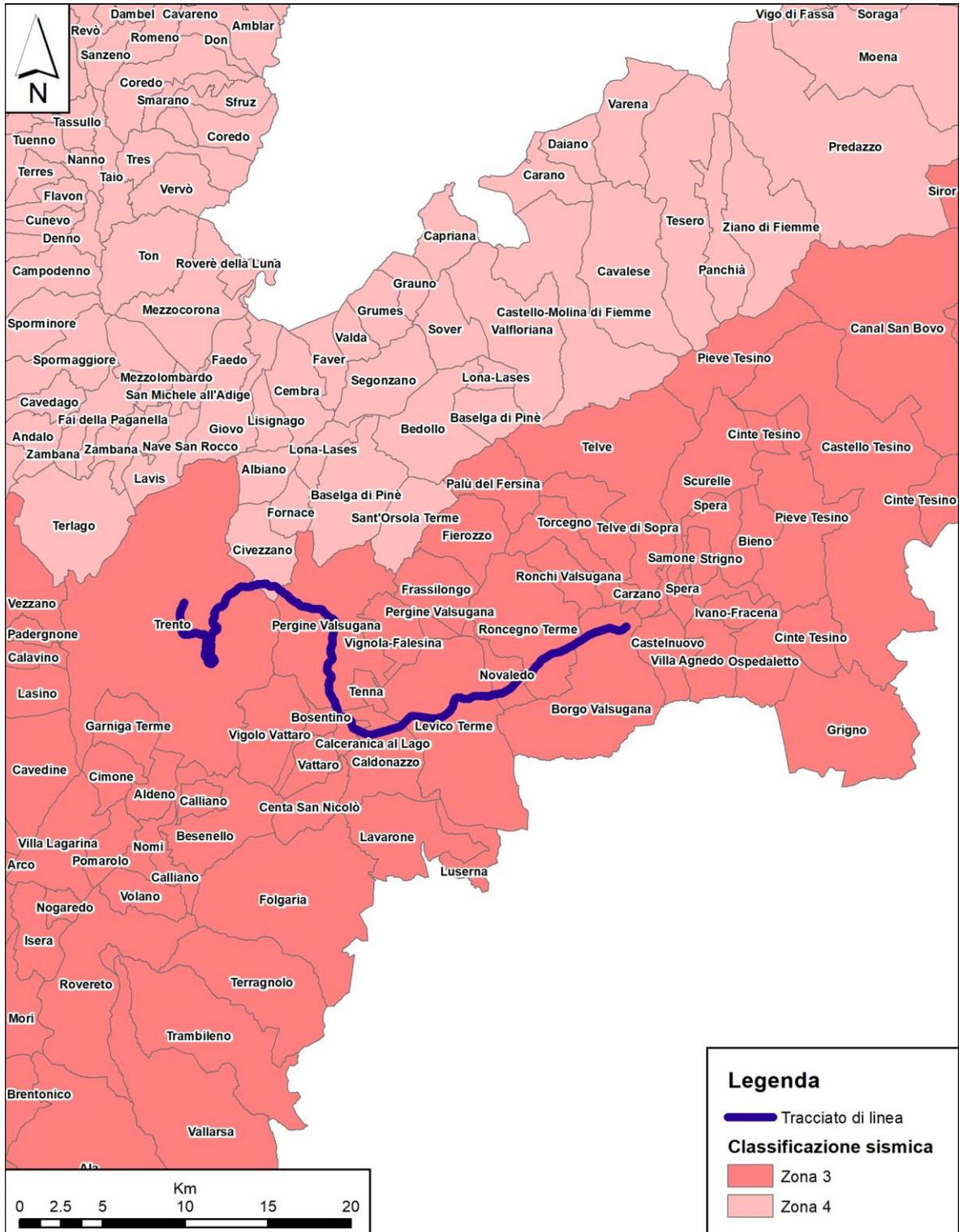


Figura 40. Classificazione sismica del territorio provinciale (da

<http://www.protezionecivile.tn.it/territorio/Sismologia/-Classificazioni/pagina8.html>)

Con riferimento alla suddetta deliberazione della G.P. n. 2919, i comuni attraversati dall'opera in progetto (Borgo Valsugana, Roncegno Terme, Novaledo, Levico Terme, Caldonazzo, Calceranica al Lago, Bosentino, Pergine Valsugana, Civezzano e Trento), risultano classificati in zona sismica 3, il Comune di Civezzano risulta classificato in zona sismica 4.

Rispetto alla classificazione sismica dei comuni ed in base alla mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale (O.P.C.M. 28/04/2006 n.3519), il range di accelerazione massima del suolo, con probabile eccedenza del 10% in 50 anni, nell'area in studio è compresa tra 0.05 e 0.15 g (Tabella 7) ed inferiore a 0.05 per il solo Comune di Civezzano.

Zona	Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni (a_g/g)	Accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (Norme Tecniche, a_g/g)
1	>0.25	0.35
2	0.15 ÷ 0.25	0.25
3	0.05 ÷ 0.15	0.15
4	<0.05	0.05

Tabella 7. Valori di accelerazione massima del suolo a_g con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, riferito a suoli rigidi caratterizzati da $V_{s,30} > 800$ m/s

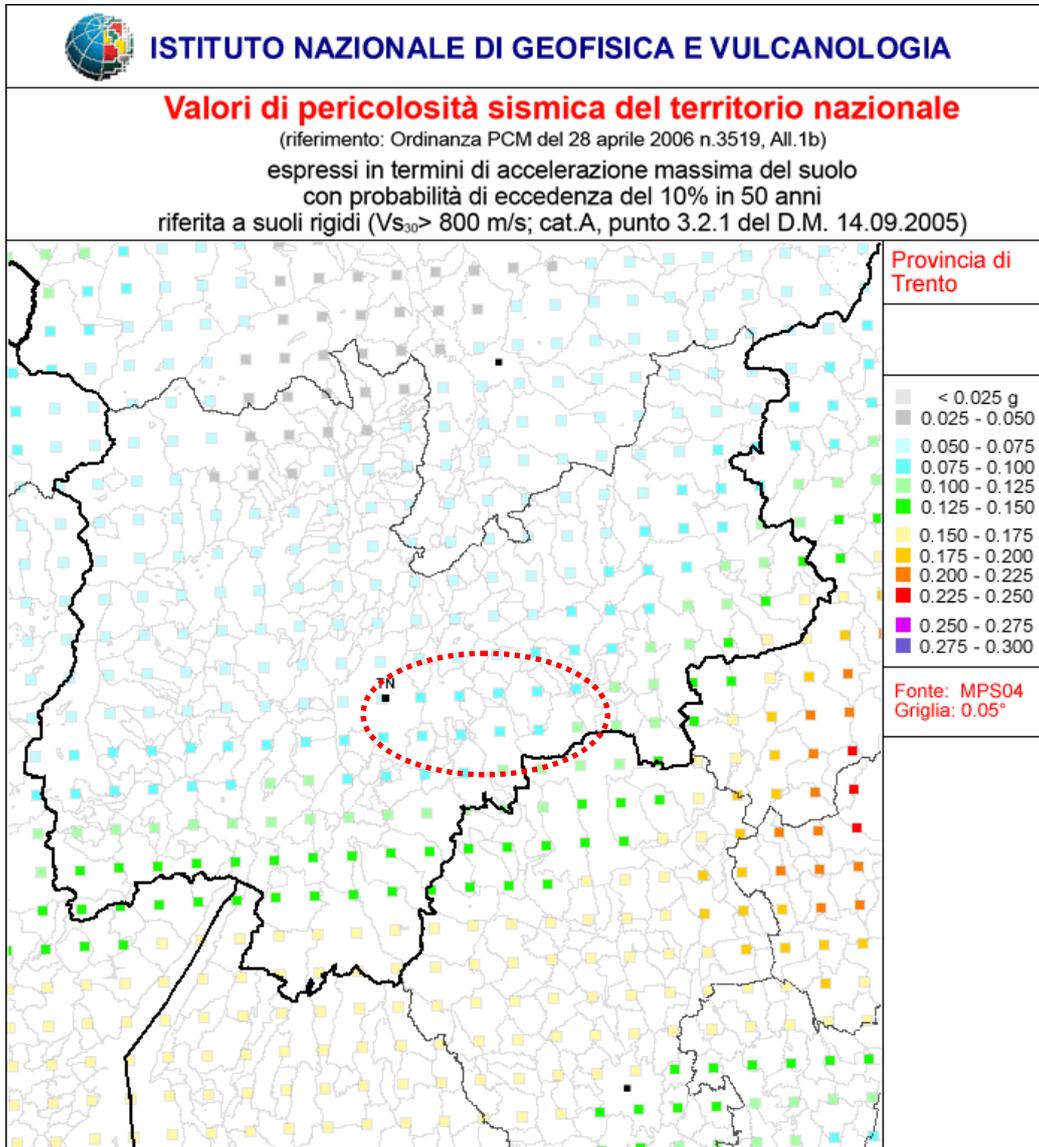


Figura 41. Mappa di pericolosità sismica espressa in termini di accelerazione massima del suolo (a_{max}) con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita a suoli molto rigidi ($V_{s30} > 800$ m/s) (<http://esse1-gis.mi.ingv.it/>). Nell'ovale rosso tratteggiato è indicata l'area di studio

Nelle seguenti tabelle e figure sono forniti, per periodi di ritorno T_R di 30 anni, 50 anni, 72 anni, 101 anni, 140 anni, 201 anni, 475 anni, 975 anni, 2475 anni, i valori dei parametri a_g , F_0 e T_{C^*} da utilizzare per definire l'azione sismica di riferimento.

Nel dettaglio:

a_g = accelerazione orizzontale massima al sito su suolo tipo A;

F_0 = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

T_{C^*} = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

TR [anni]	a_g [g]	F_0	T_{C^*}
30	0.031	2.577	0.212
50	0.038	2.603	0.248
72	0.045	2.564	0.269
101	0.052	2.540	0.282
140	0.058	2.604	0.291
201	0.067	2.609	0.300
475	0.094	2.561	0.328
975	0.119	2.577	0.347
2475	0.159	2.629	0.359

Tabella 8. Valori dei parametri di a_g , F_0 , T_{C^*} per i periodi di ritorno T_R di riferimento. Comune di Borgo Valsugana

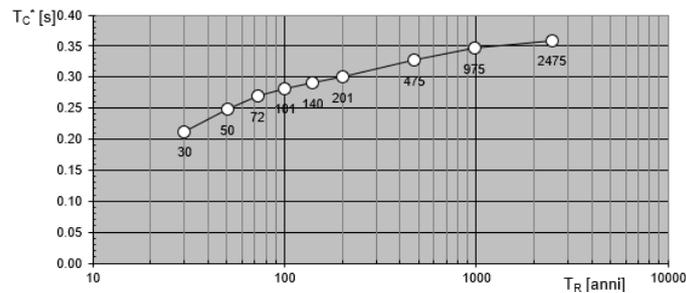
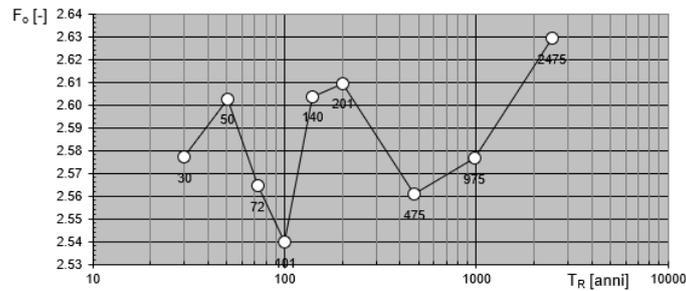
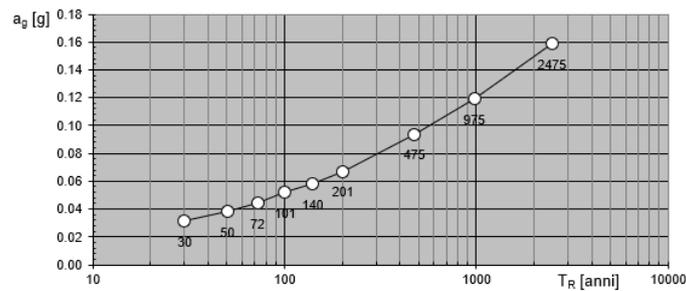
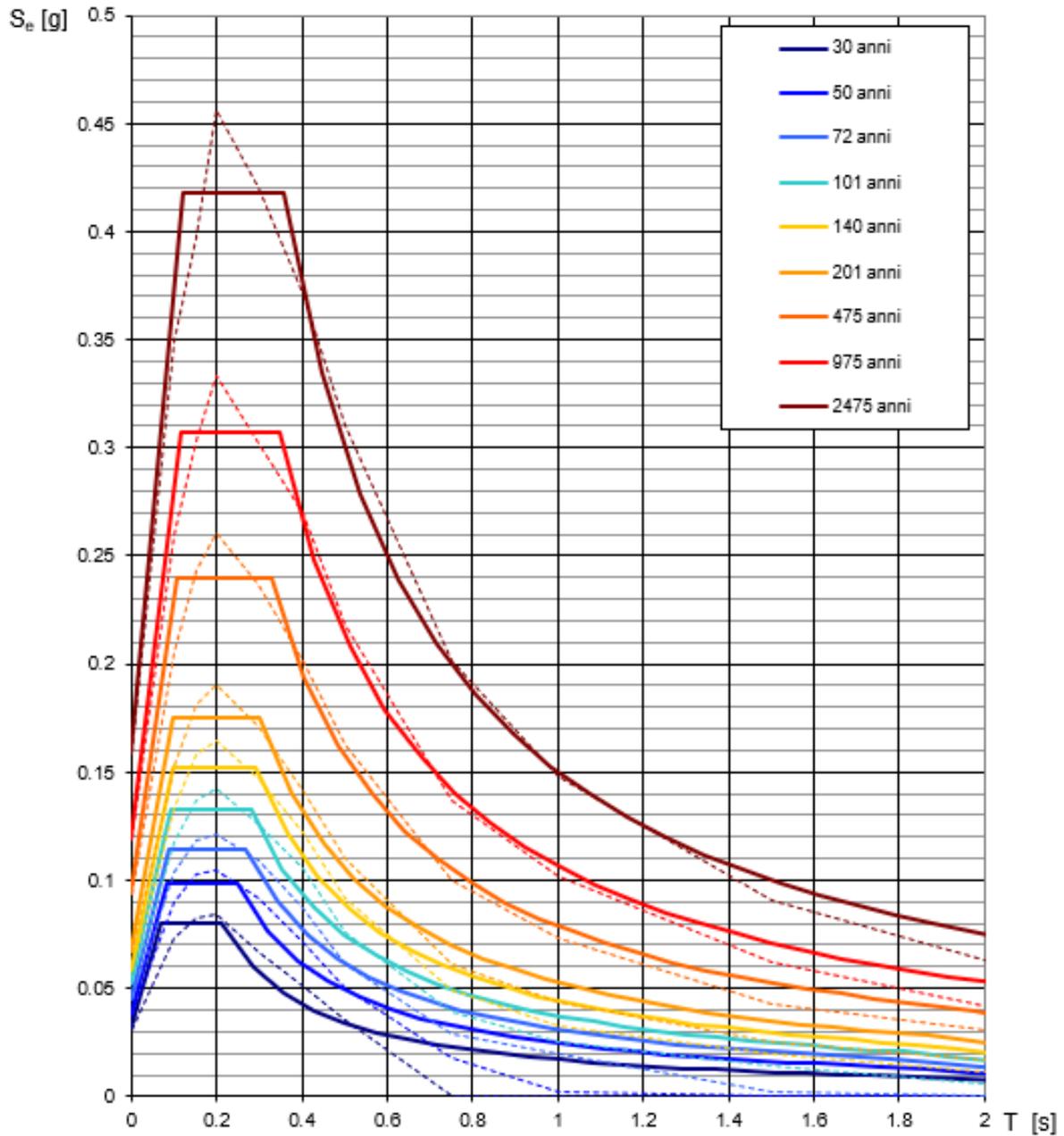


Figura 42. Valori dei parametri a_g , F_0 e T_{C^*} col periodo di ritorno T_R . Comune di Borgo Valsugana



NOTA:

Con linea continua si rappresentano gli spettri di Normativa, con linea tratteggiata gli spettri del progetto S1-INGV da cui sono derivati.

Figura 43. Spettri di risposta elastici per i periodi di ritorno T_R di riferimento. Comune di Borgo Valsugana

TR [anni]	a_g [g]	F_0	T_{C^*}
30	0.030	2.569	0.210
50	0.037	2.593	0.244
72	0.043	2.571	0.269
101	0.050	2.533	0.282
140	0.056	2.582	0.292
201	0.064	2.642	0.303
475	0.088	2.627	0.327
975	0.114	2.578	0.347
2475	0.151	2.634	0.359

Tabella 9. Valori dei parametri di a_g , F_0 , T_{C^*} per i periodi di ritorno T_R di riferimento. Comune di Roncegno Terme

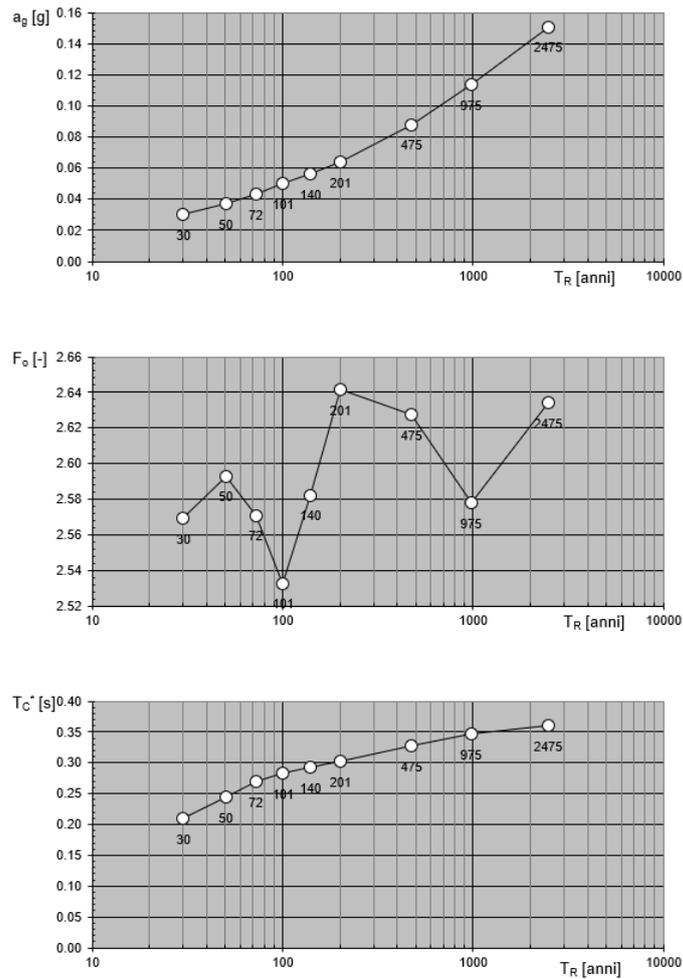
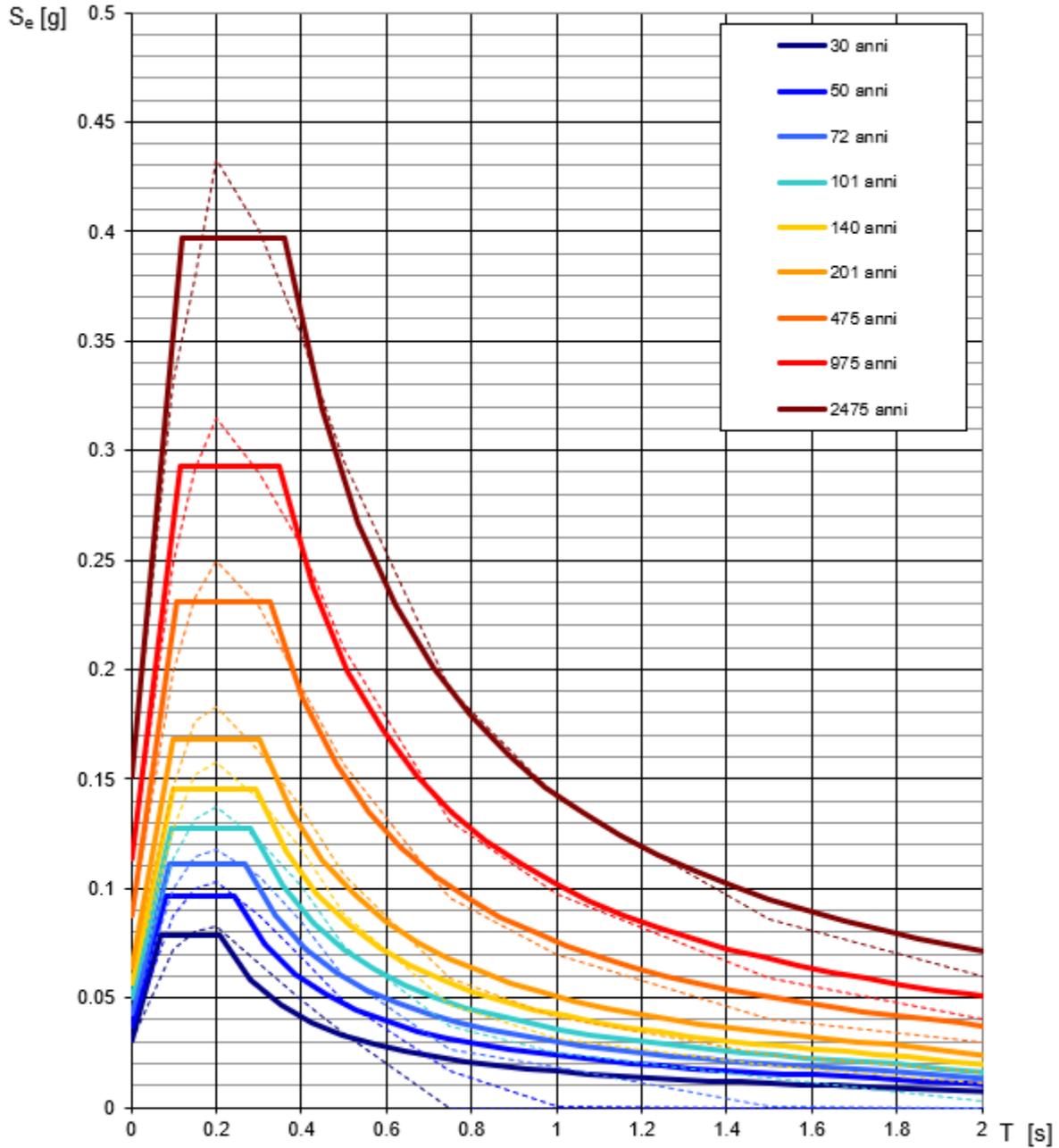


Figura 44. Valori dei parametri a_g , F_0 e T_{C^*} col periodo di ritorno T_R . Roncegno Terme



NOTA:

Con linea continua si rappresentano gli spettri di Normativa, con linea tratteggiata gli spettri del progetto S1-INGV da cui sono derivati.

Figura 45. Spettri di risposta elastici per i periodi di ritorno T_R di riferimento. Roncegno Terme

TR [anni]	a_g [g]	F_0	T_{C^*}
30	0.031	2.568	0.211
50	0.038	2.595	0.246
72	0.044	2.563	0.269
101	0.051	2.546	0.279
140	0.057	2.629	0.287
201	0.065	2.662	0.294
475	0.090	2.608	0.323
975	0.116	2.562	0.339
2475	0.154	2.614	0.350

Tabella 10. Valori dei parametri di a_g , F_0 , T_{C^*} per i periodi di ritorno T_R di riferimento. Comune di Novaledo

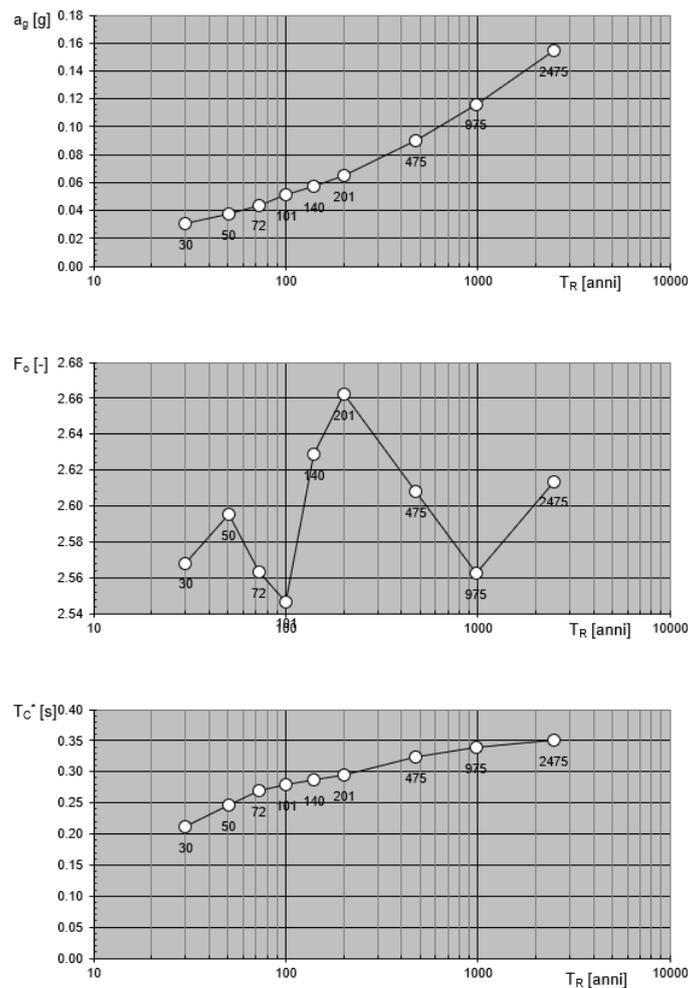
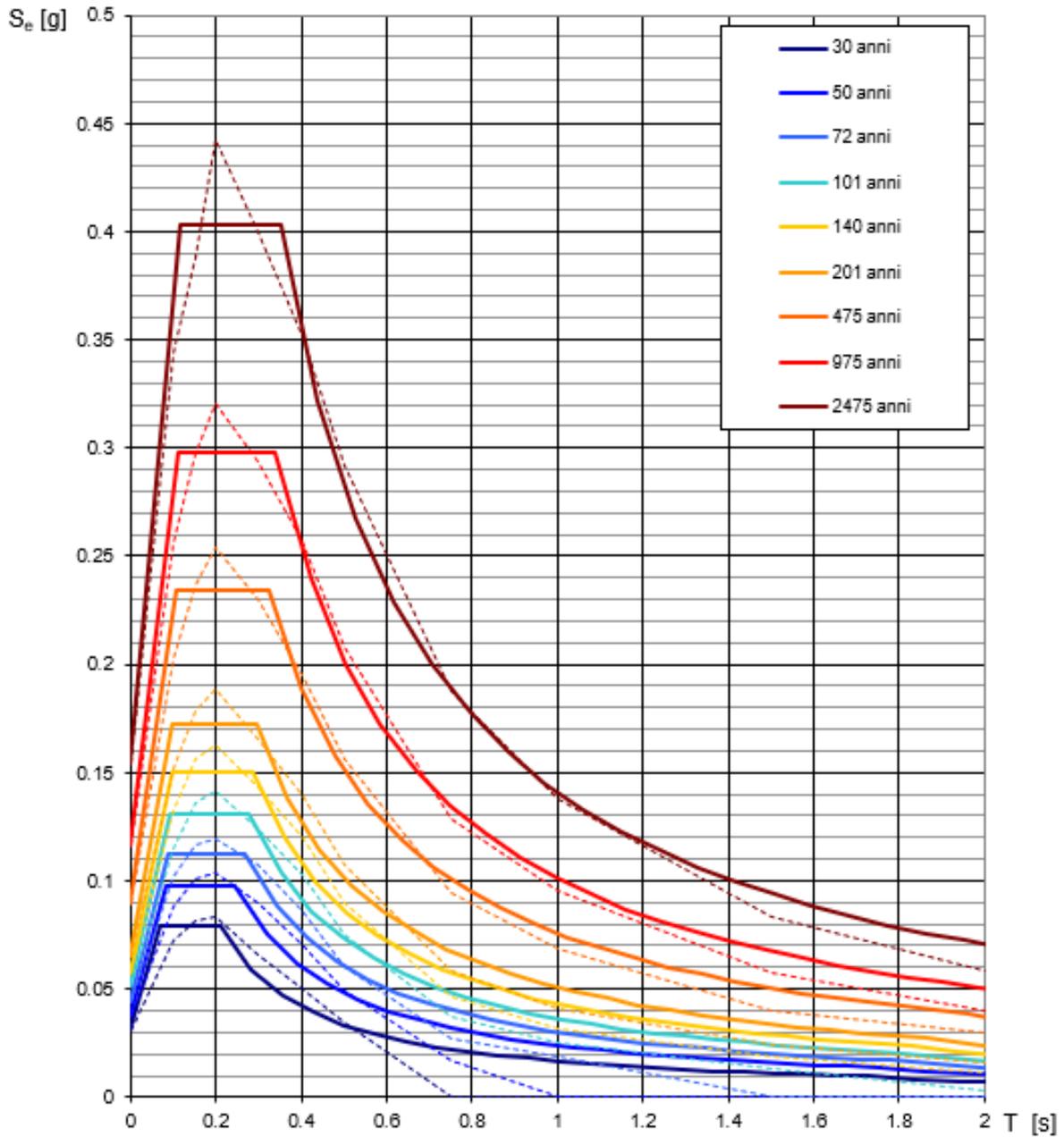


Figura 46. Valori dei parametri a_g , F_0 e T_{C^*} col periodo di ritorno T_R . Comune di Novaledo



NOTA:

Con linea continua si rappresentano gli spettri di Normativa, con linea tratteggiata gli spettri del progetto S1-INGV da cui sono derivati.

Figura 47. Spettri di risposta elastici per i periodi di ritorno T_R di riferimento Comune di Novaledo

TR [anni]	a_g [g]	F_0	T_{C^*}
30	0.031	2.561	0.209
50	0.037	2.589	0.244
72	0.043	2.561	0.269
101	0.051	2.533	0.278
140	0.056	2.632	0.285
201	0.064	2.681	0.290
475	0.087	2.652	0.321
975	0.115	2.552	0.333
2475	0.152	2.596	0.344

Tabella 11. Valori dei parametri di a_g , F_0 , T_{C^*} per i periodi di ritorno T_R di riferimento. Comune di Levico Terme

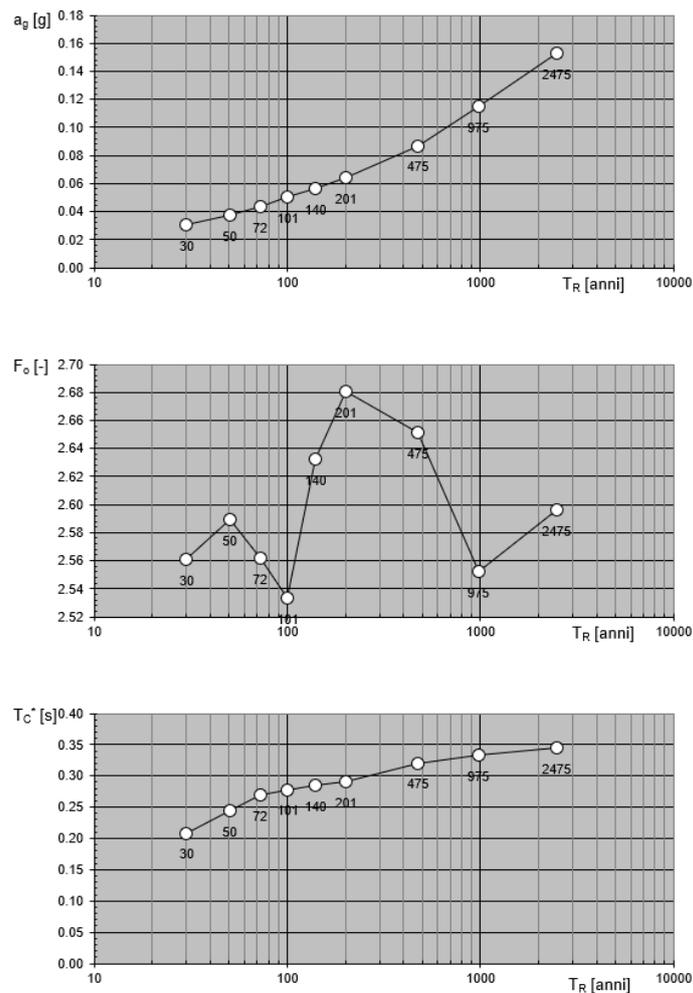
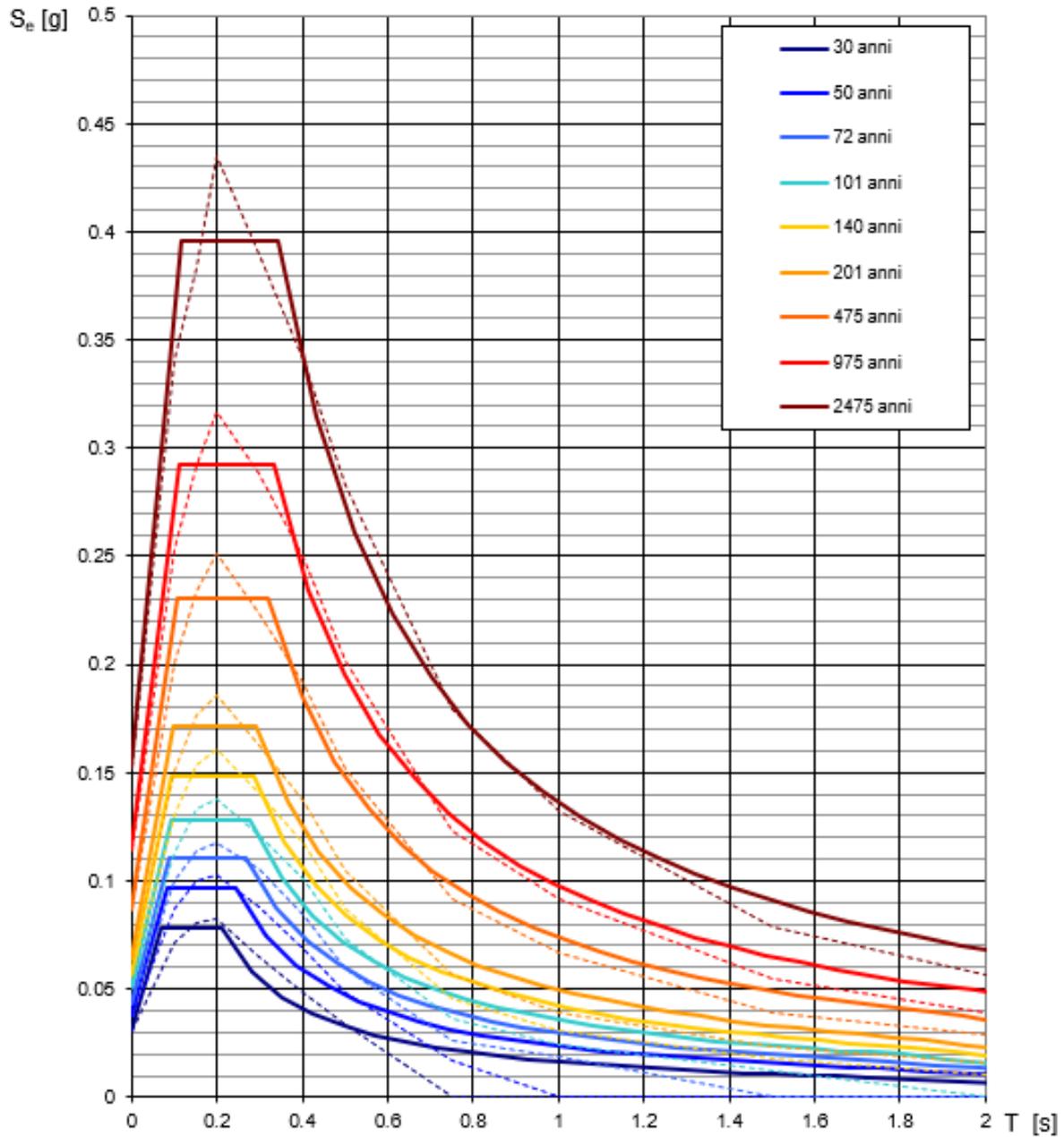


Figura 48. Valori dei parametri a_g , F_0 e T_{C^*} col periodo di ritorno T_R . Comune di Levico Terme



NOTA:

Con linea continua si rappresentano gli spettri di Normativa, con linea tratteggiata gli spettri del progetto S1-INGV da cui sono derivati.

Figura 49. Spettri di risposta elastici per i periodi di ritorno T_R di riferimento. Comune di Levico Terme

TR [anni]	a_g [g]	F_0	T_{C^*}
30	0.031	2.558	0.209
50	0.038	2.592	0.245
72	0.044	2.548	0.266
101	0.051	2.545	0.277
140	0.057	2.617	0.284
201	0.065	2.663	0.288
475	0.090	2.625	0.316
975	0.118	2.546	0.325
2475	0.159	2.564	0.336

Tabella 12. Valori dei parametri di a_g , F_0 , T_{C^*} per i periodi di ritorno T_R di riferimento. Comune di Caldonazzo

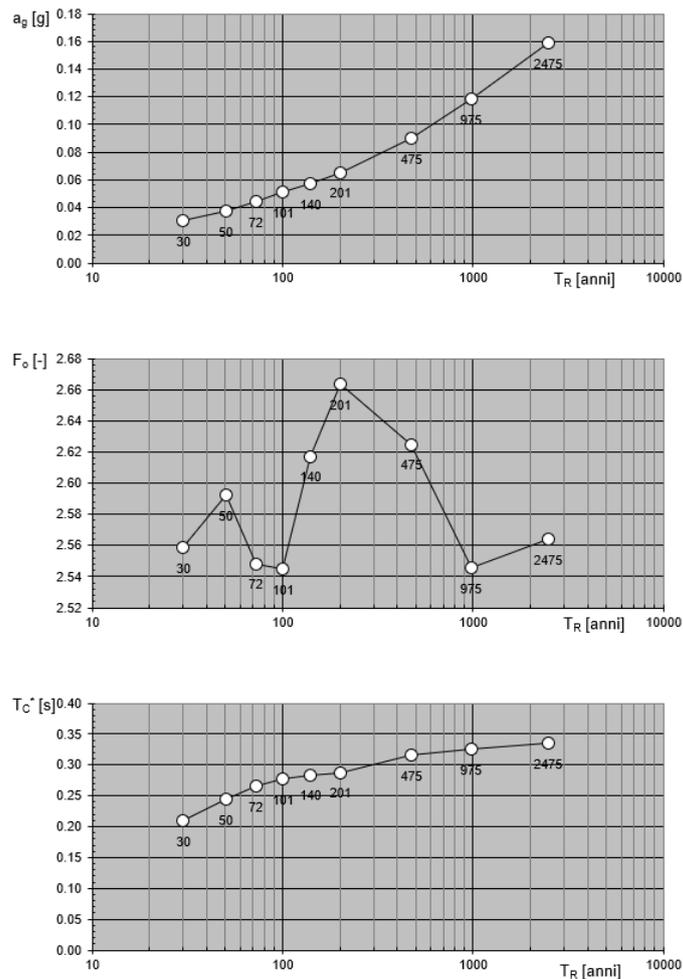
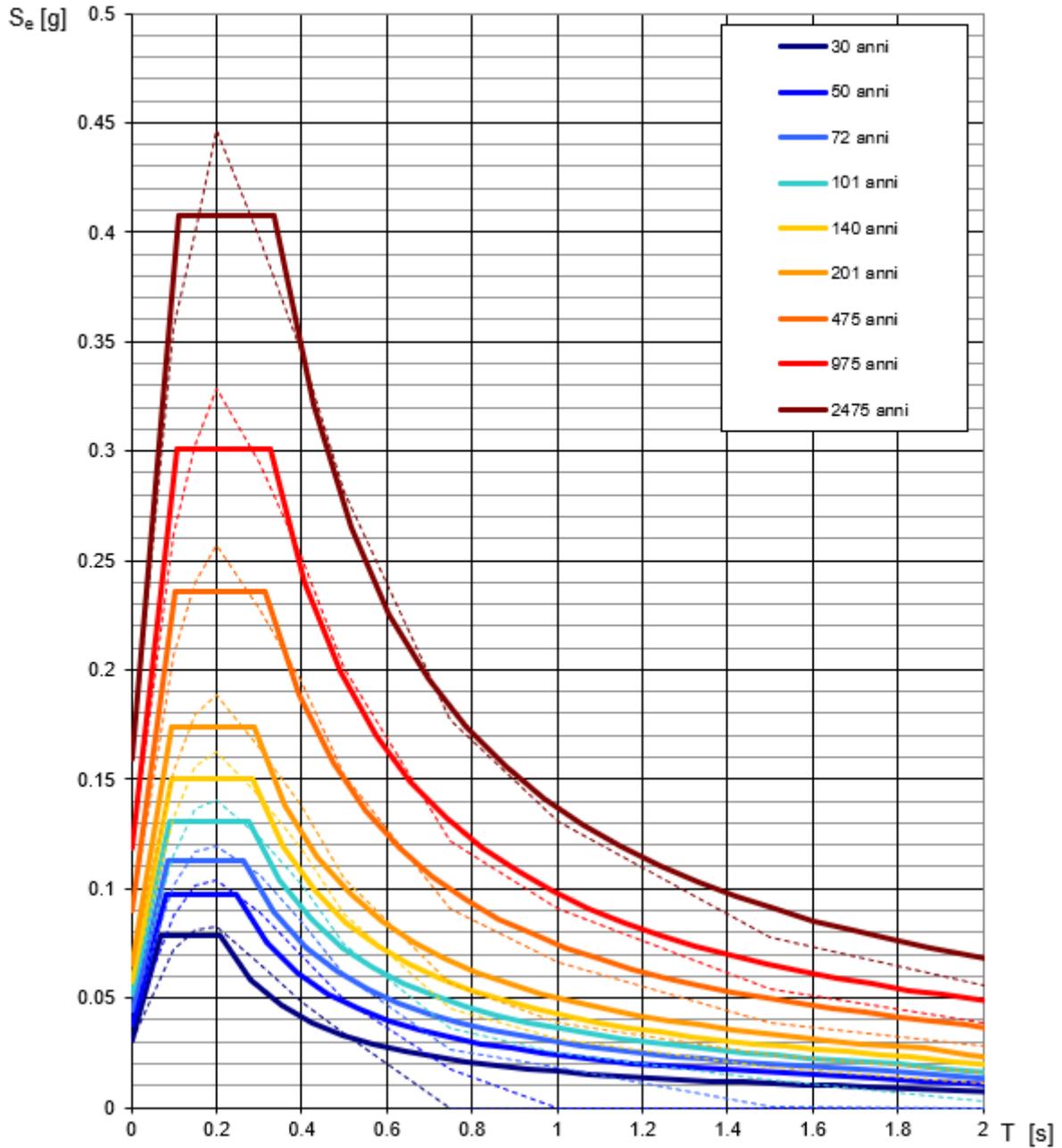


Figura 50. Valori dei parametri a_g , F_0 e T_{C^*} col periodo di ritorno T_R . Comune di Caldonazzo



NOTA:

Con linea continua si rappresentano gli spettri di Normativa, con linea tratteggiata gli spettri del progetto S1-INGV da cui sono derivati.

Figura 51. Spettri di risposta elastici per i periodi di ritorno T_R di riferimento. Comune di Caldonazzo

TR [anni]	a_g [g]	F_0	T_{C^*}
30	0.030	2.553	0.207
50	0.037	2.584	0.243
72	0.043	2.556	0.265
101	0.050	2.533	0.278
140	0.056	2.614	0.284
201	0.064	2.672	0.288
475	0.086	2.665	0.317
975	0.115	2.549	0.327
2475	0.154	2.570	0.337

Tabella 13. Valori dei parametri di a_g , F_0 , T_{C^*} per i periodi di ritorno T_R di riferimento. Comune di Calceranica Lago

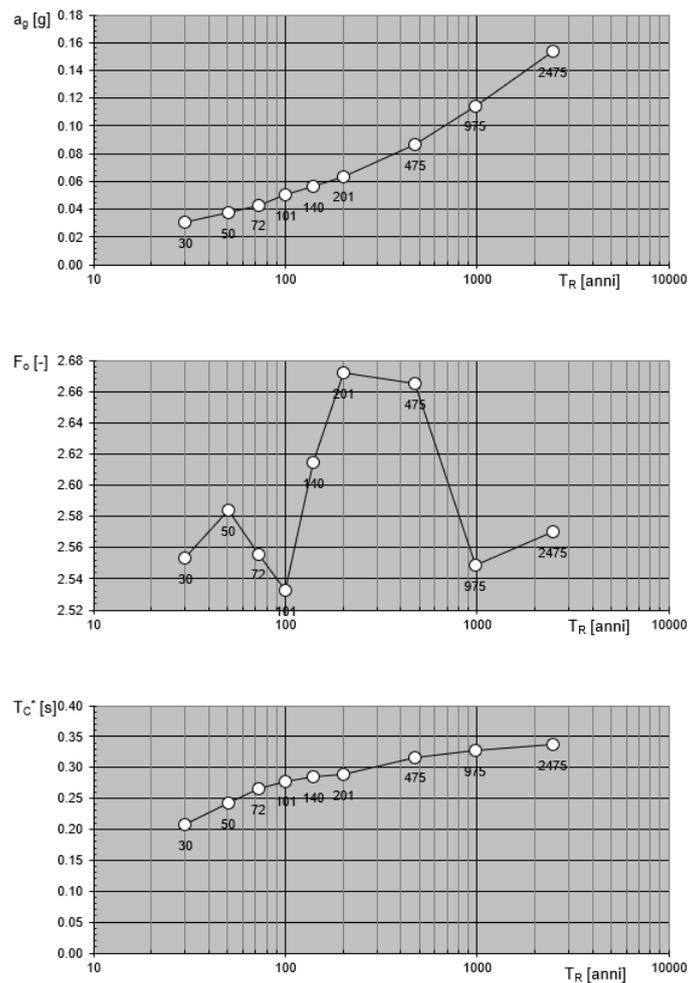
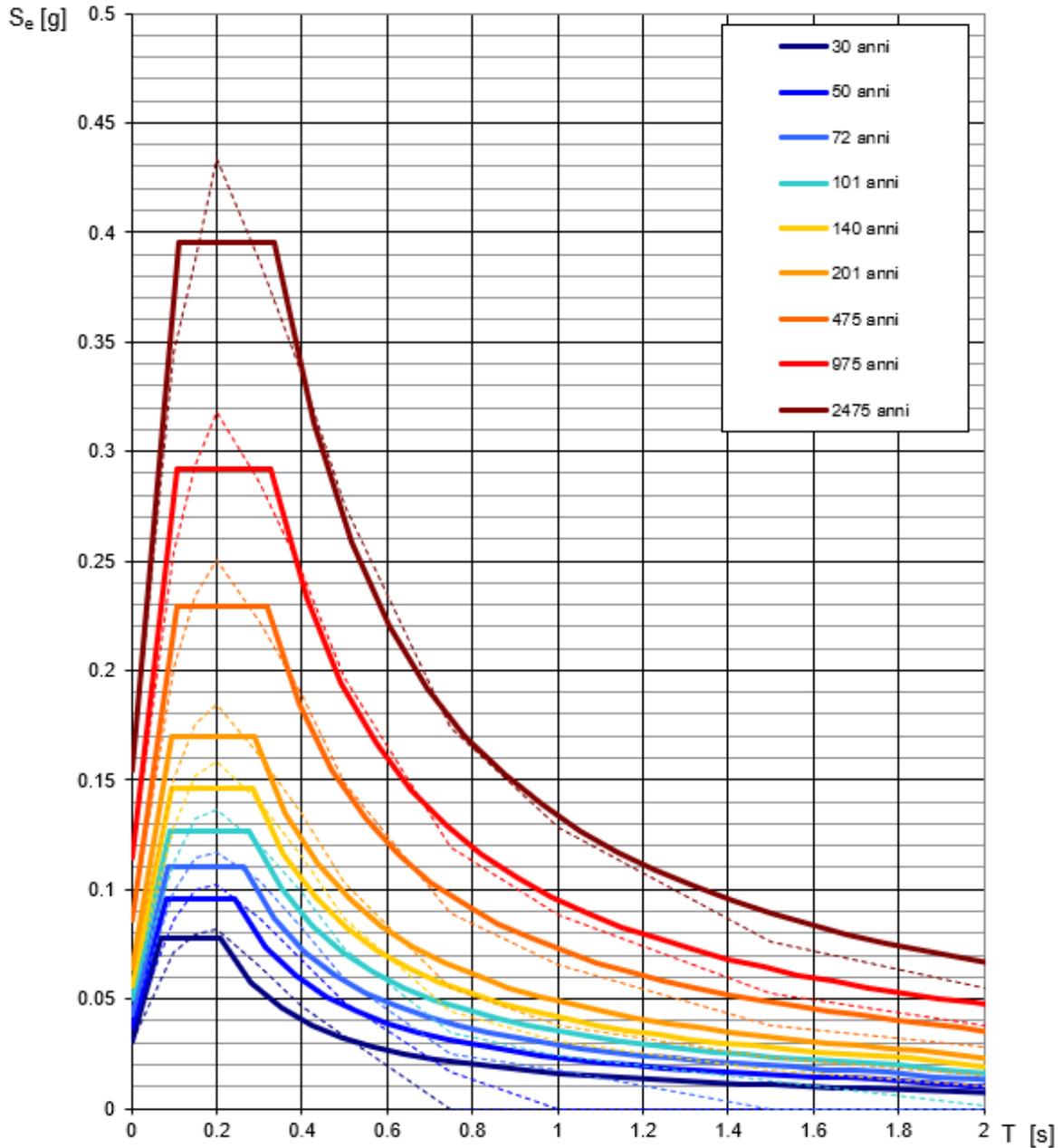


Figura 52. Valori dei parametri a_g , F_0 e T_{C^*} col periodo di ritorno T_R . Comune di Calceranica Lago



NOTA:

Con linea continua si rappresentano gli spettri di Normativa, con linea tratteggiata gli spettri del progetto S1-INGV da cui sono derivati.

Figura 53. Spettri di risposta elastici per i periodi di ritorno T_R di riferimento. Comune di Calceranica Lago

TR [anni]	a_g [g]	F_0	T_{C^*}
30	0.030	2.551	0.206
50	0.037	2.583	0.242
72	0.043	2.553	0.264
101	0.050	2.538	0.278
140	0.056	2.611	0.284
201	0.064	2.668	0.287
475	0.087	2.656	0.316
975	0.115	2.548	0.325
2475	0.155	2.561	0.335

Tabella 14. Valori dei parametri di a_g , F_0 , T_{C^*} per i periodi di ritorno T_R di riferimento. Comune di Bosentino

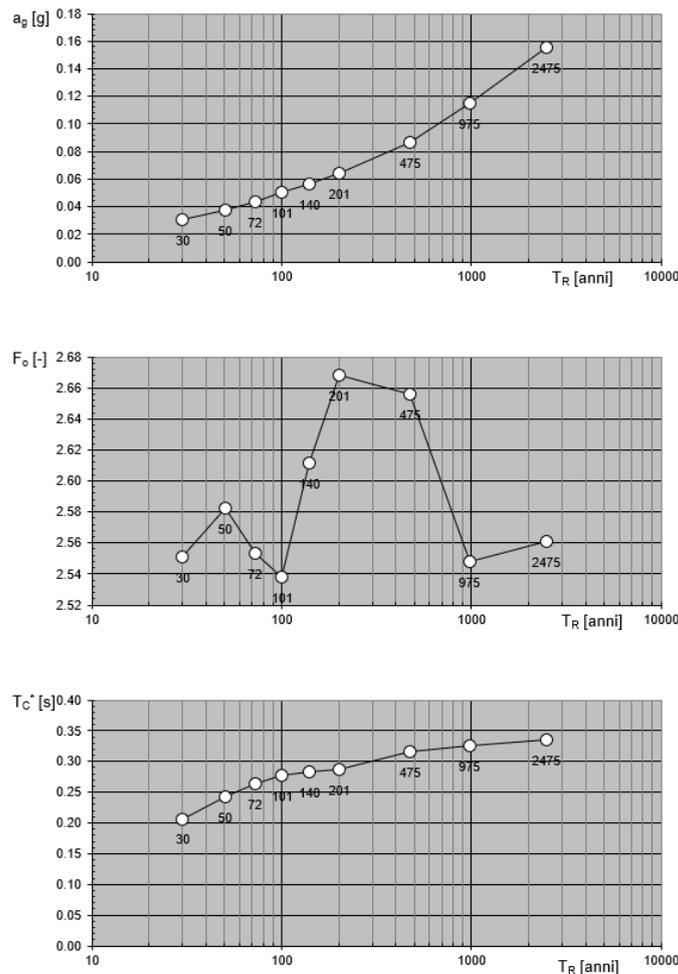
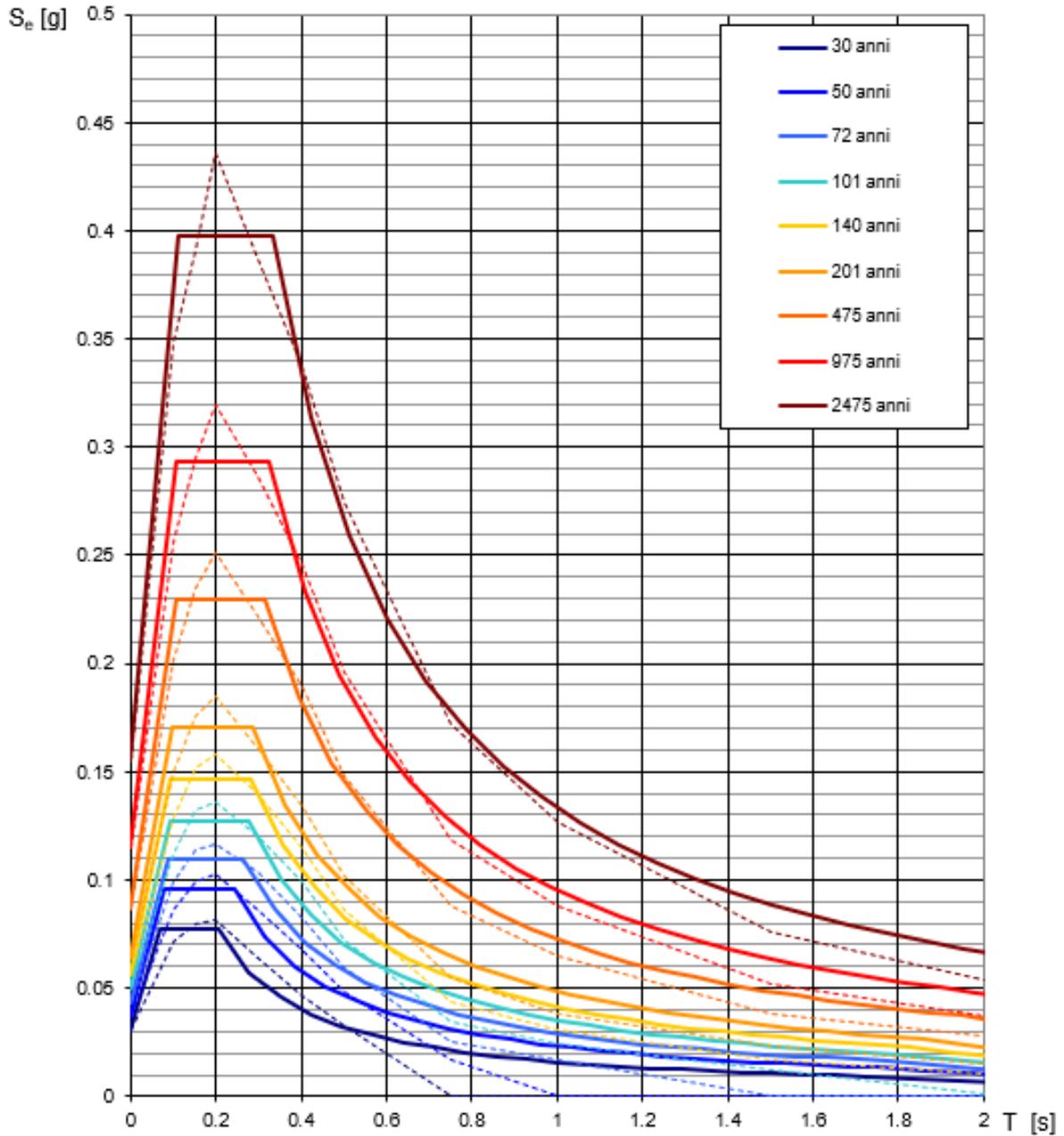


Figura 54. Valori dei parametri a_g , F_0 e T_{C^*} col periodo di ritorno T_R . Comune di Bosentino



NOTA:

Con linea continua si rappresentano gli spettri di Normativa, con linea tratteggiata gli spettri del progetto S1-INGV da cui sono derivati.

Figura 55. Spettri di risposta elastici per i periodi di ritorno T_R di riferimento. Comune di Bosentino

TR [anni]	a_g [g]	F_0	T_{C^*}
30	0.028	2.533	0.200
50	0.035	2.555	0.226
72	0.039	2.567	0.257
101	0.045	2.515	0.281
140	0.051	2.503	0.296
201	0.057	2.568	0.306
475	0.076	2.669	0.329
975	0.095	2.697	0.344
2475	0.131	2.605	0.361

Tabella 15. Valori dei parametri di a_g , F_0 , T_{C^*} per i periodi di ritorno T_R di riferimento. Comune di Pergine Valsugana

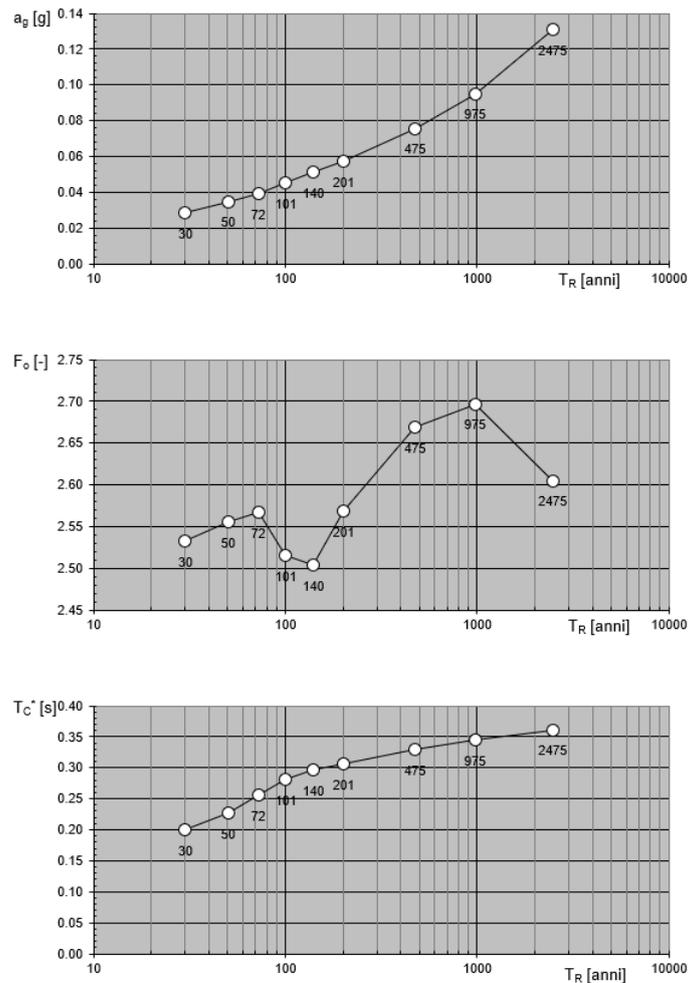
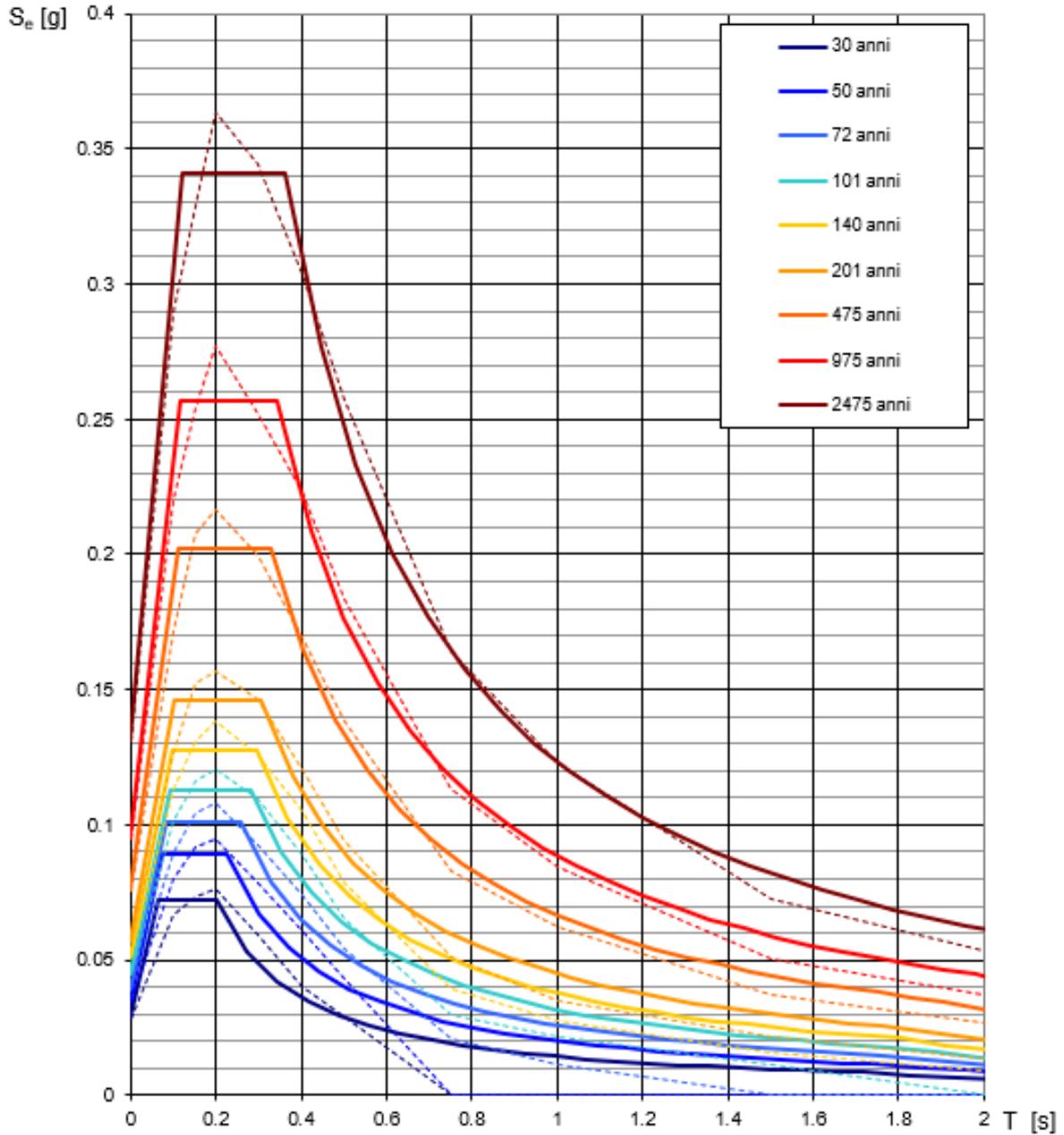


Figura 56. Valori dei parametri a_g , F_0 e T_{C^*} col periodo di ritorno T_R . Comune di Pergine Valsugana



NOTA:

Con linea continua si rappresentano gli spettri di Normativa, con linea tratteggiata gli spettri del progetto S1-INGV da cui sono derivati.

Figura 57. Spettri di risposta elastici per i periodi di ritorno T_R di riferimento. Comune di Pergine Valsugana

TR [anni]	a_g [g]	F_0	T_{c^*}
30	0.027	2.511	0.195
50	0.033	2.533	0.220
72	0.038	2.547	0.250
101	0.043	2.521	0.274
140	0.048	2.491	0.293
201	0.054	2.548	0.307
475	0.070	2.680	0.332
975	0.087	2.720	0.353
2475	0.120	2.616	0.374

Tabella 16. Valori dei parametri di a_g , F_0 , T_{c^*} per i periodi di ritorno T_R di riferimento. Comune di Civezzano

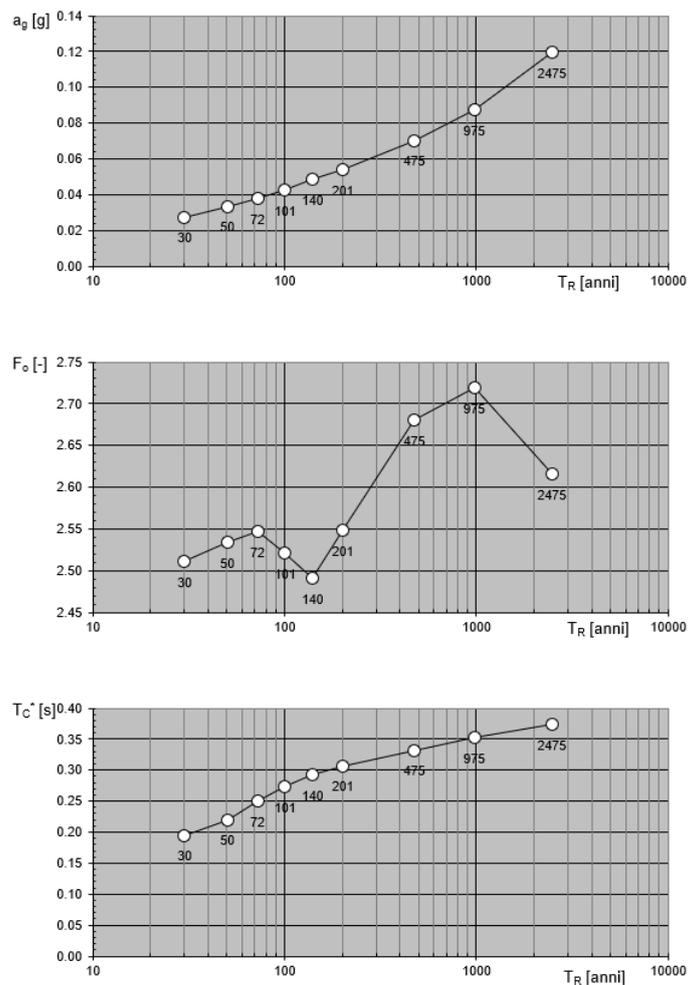
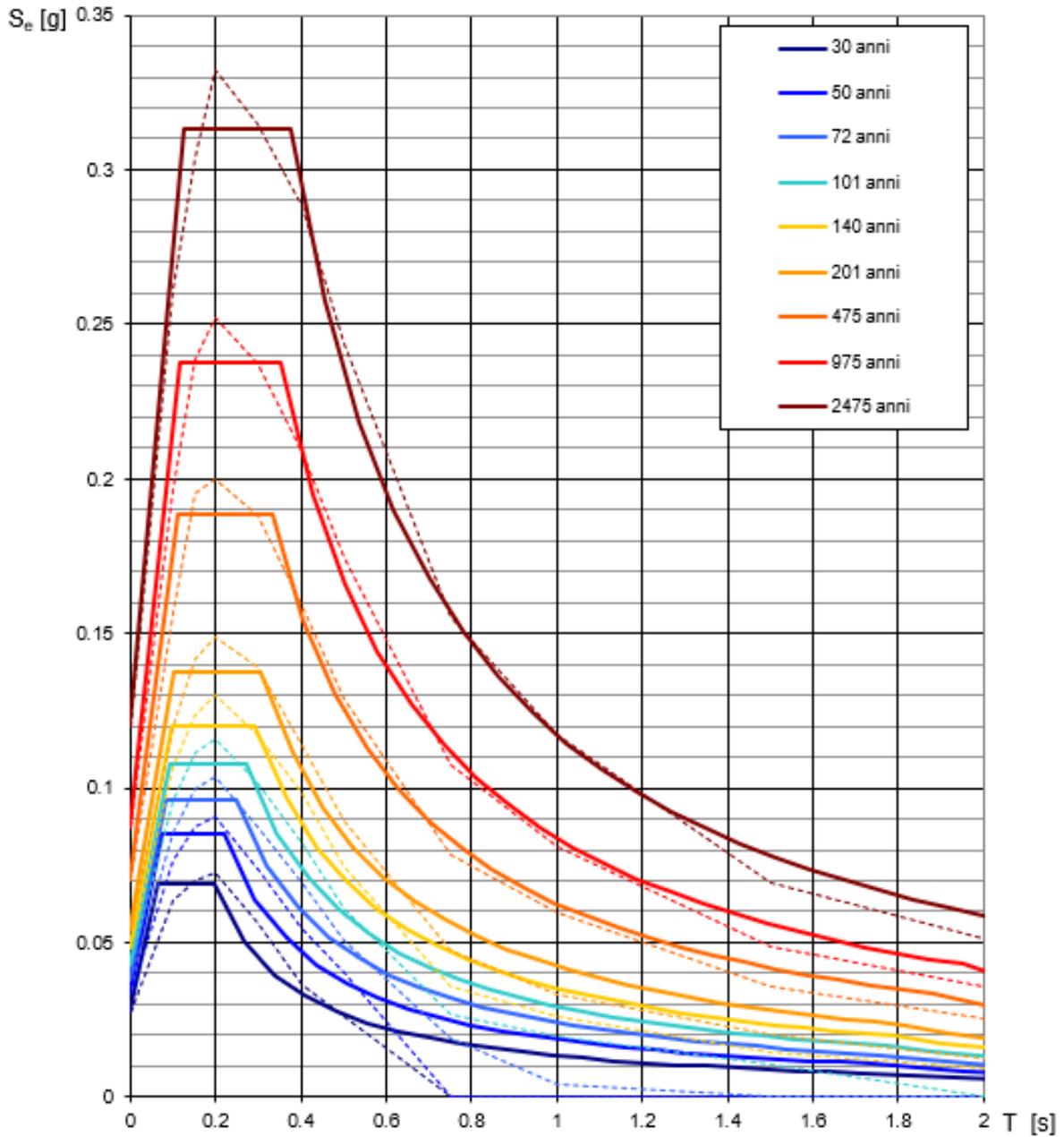


Figura 58. Valori dei parametri a_g , F_0 e T_{c^*} col periodo di ritorno T_R . Comune di Civezzano



NOTA:

Con linea continua si rappresentano gli spettri di Normativa, con linea tratteggiata gli spettri del progetto S1-INGV da cui sono derivati.

Figura 59. Spettri di risposta elastici per i periodi di ritorno T_R di riferimento. Comune di Civezzano

TR [anni]	a_g [g]	F_0	T_{C^*}
30	0.027	2.509	0.194
50	0.034	2.533	0.219
72	0.038	2.546	0.248
101	0.043	2.516	0.273
140	0.049	2.498	0.291
201	0.054	2.548	0.305
475	0.072	2.663	0.327
975	0.089	2.712	0.344
2475	0.123	2.595	0.362

Tabella 17. Valori dei parametri di a_g , F_0 , T_{C^*} per i periodi di ritorno T_R di riferimento. Comune di Trento

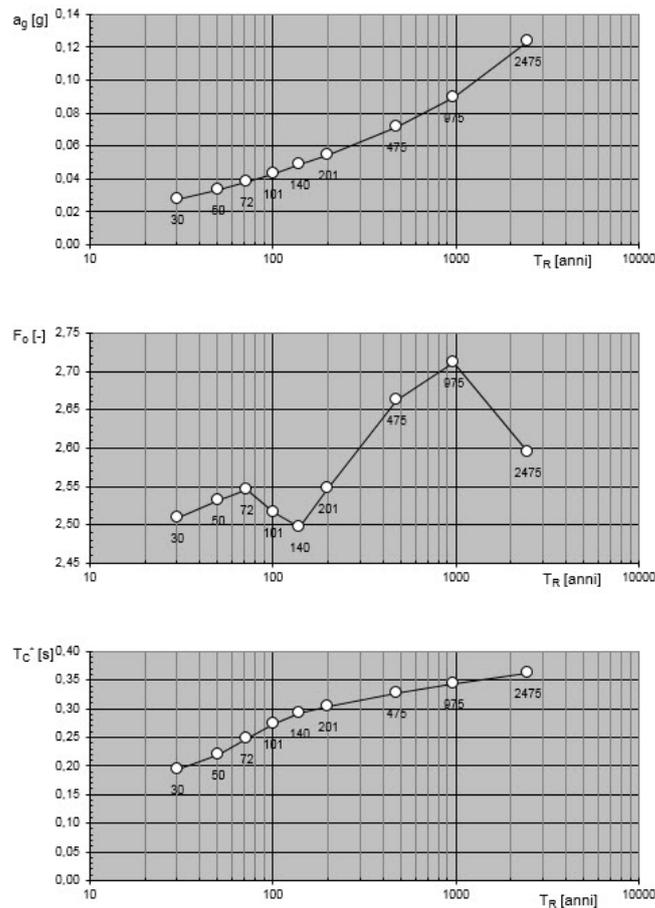
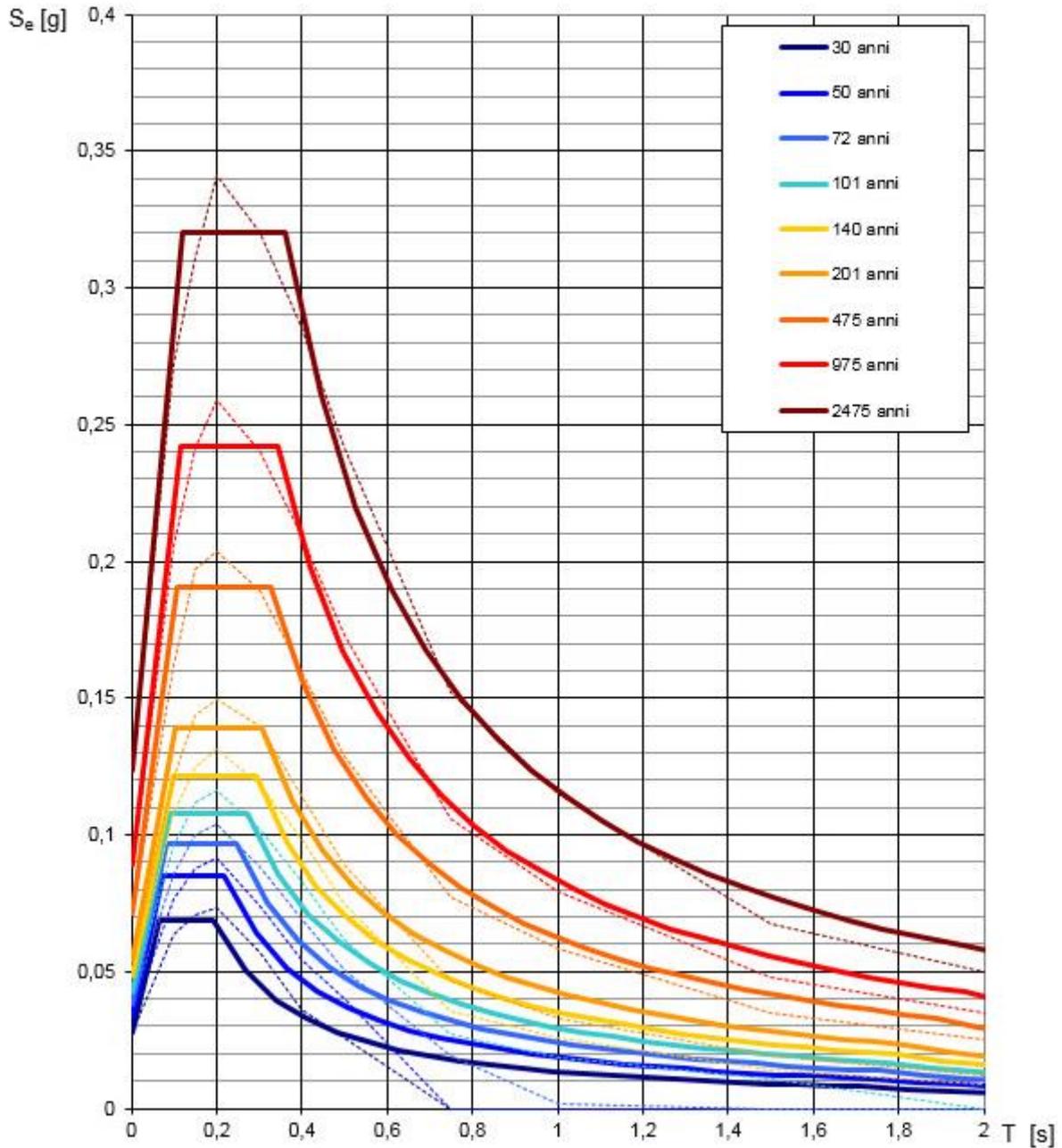


Figura 60. Valori dei parametri a_g , F_0 e T_{C^*} col periodo di ritorno T_R . Comune di Trento



NOTA:

Con linea continua si rappresentano gli spettri di Normativa, con linea tratteggiata gli spettri del progetto S1-INGV da cui sono derivati.

Figura 61. Spettri di risposta elastici per i periodi di ritorno T_R di riferimento. Comune di Trento

10.3 Sismicità storica

In base alla consultazione del “Database di osservazioni macrosismiche di terremoti di area italiana al di sopra della soglia del danno” (<https://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15/>), e del “Catalogo dei Forti Terremoti 760 a.C.-1997 | CFTI” (<http://storing.ingv.it/cfti/cfti5/>), come è stato evidenziato da Viganò (2009), il comparto giudicario-lessineo risulta caratterizzato da eventi sismici moderati ($M_w < 5$).

Nel seguito 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 ferroviaria (Tabella 18÷Tabella 27), laddove disponibili, al fine di meglio inquadrare la sismicità del territorio attraversato.

Le informazioni riportate di seguito derivano dalla consultazione del DBMI15, il database macrosismico utilizzato per la compilazione del Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani CPTI15, realizzato con il contributo parziale del progetto INGV-DPC S1.

Pertanto, nelle successive tabelle si intende:

- I: Intensità al sito (scala MCS);
- Ax: area epicentrale;
- Np: numero complessivo delle località per le quali è fornita la valutazione dell'intensità nei rispettivi database;
- Io: Intensità epicentrale nella scala MCS;
- Mw: Magnitudo momento.

Effetti	In occasione del terremoto del:	Ax	Np	Io	Mw
I[MCS]	Data				
4	1873 06 29 03 58	Alpago Cansiglio	197	9-10	6.29
5	1885 12 29	Alpago Cansiglio	47	6	4.96
F	1890 03 26 20 10	Bellunese	48	6	4.82
4-5	1891 06 07 01 06 14	Valle d'Illasi	403	8-9	5.87
4	1895 04 14 20 17 30	Ljubljana	810	8-9	5.98
F	1895 06 10 01 47	Prealpi Trevigiane	73	6	4.85
4-5	1928 03 27 08 32	Carnia	359	9	6.02
5	1943 07 24 01 44	Feltrino	29	7	5.07
2-3	1959 04 26 14 45	Carnia	122	7-8	5.21
5-6	1976 05 06 20 00 13.17	Friuli	770	9-10	6.45
3	1976 12 13 05 24	Garda settentrionale	128	7	4.9

Effetti	In occasione del terremoto del:	Ax	Np	Io	Mw
3	1983 11 09 16 29 52	Parmense	850	6-7	5.04
4-5	1989 09 13 21 54 1.5	Prealpi Vicentine	779	6-7	4.85
4	2001 07 17 15 06 15.27	Val Venosta	657	5-6	4.78

Tabella 18. Storia sismica di Borgo Valsugana (TN)

Effetti	In occasione del terremoto del:	Ax	Np	Io	Mw
I[MCS]	Data				
3	1951 05 15 22 54	Lodigiano	179	6-7	5.17
3-4	1976 12 13 05 24	Garda settentrionale	128	7	4.9
4-5	1989 09 13 21 54 1.5	Prealpi Vicentine	779	6-7	4.85
4-5	1994 10 24 23 22 047.7	Val Lagarina	75	5	4.15
3-4	2001 07 17 15 06 15.27	Val Venosta	657	5-6	4.78

Tabella 19. storia sismica di Roncegno Terme (TN)

Effetti	In occasione del terremoto del:	Ax	Np	Io	Mw
I[MCS]	Data				
4	1976 12 13 05 24	Garda settentrionale	128	7	4.9
5	1989 09 13 21 54 1.5	Prealpi Vicentine	779	6-7	4.85
4-5	2001 07 17 15 06 15.27	Val Venosta	657	5-6	4.78

Tabella 20. storia sismica di Novaledo (TN)

Effetti	In occasione del terremoto del:	Ax	Np	Io	Mw
I[MCS]	Data				
F	1891 06 07 01 06 14	Valle d'Illasi	403	8-9	5.87
4	1895 04 14 20 17 30	Ljubljana	810	8-9	5.98
2-3	1908 07 10 02 13 35	Carnia	119	7-8	5.31

Effetti	In occasione del terremoto del:	Ax	Np	Io	Mw
3	1924 12 12 03 29	Carnia	78	7	5.42
5	1928 03 27 08 32	Carnia	359	9	6.02
4-5	1931 04 14 22 13	Valli Giudicarie	160	6	4.77
5	1936 10 18 03 10	Alpago Cansiglio	269	9	6.06
3	1959 04 26 14 45	Carnia	122	7-8	5.21
5-6	1976 05 06 20 00 13.17	Friuli	770	9-10	6.45
6	1976 12 13 05 24	Garda settentrionale	128	7	4.9
5	1989 09 13 21 54 1.5	Prealpi Vicentine	779	6-7	4.85
4-5	1994 10 24 23 22 047.7	Val Lagarina	75	5	4.15
4-5	2001 07 17 15 06 15.27	Val Venosta	657	5-6	4.78
3-4	2002 02 14 03 18 02.48	Carnia	338	5-6	4.67

Tabella 21. storia sismica di Levico Terme (TN)

Effetti	In occasione del terremoto del:	Ax	Np	Io	Mw
I[MCS]	Data				
4	1895 04 14 20 17 30	Ljubljana	810	8-9	5.98
3	1907 04 20 13 25	Alpi Retiche	28	6	4.76
5-6	1976 05 06 20 00 13.17	Friuli	770	9-10	6.45
5	1976 12 13 05 24	Garda settentrionale	128	7	4.9
5-6	1989 09 13 21 54 1.5	Prealpi Vicentine	779	6-7	4.85
4-5	1994 10 24 23 22 047.7	Val Lagarina	75	5	4.15
3-4	2001 07 17 15 06 15.27	Val Venosta	657	5-6	4.78
3	2002 02 14 03 18 02.48	Carnia	338	5-6	4.67
NF	2002 11 13 10 48 03.19	Franciacorta	768	5	4.21

Tabella 22. storia sismica di Caldonazzo (TN)

Effetti	In occasione del terremoto del:	Ax	Np	Io	Mw
I[MCS]	Data				
5-6	1976 05 06 20 00 13.17	Friuli	770	9-10	6.45
5	1976 12 13 05 24	Garda settentrionale	128	7	4.9
5	1989 09 13 21 54 1.5	Prealpi Vicentine	779	6-7	4.85
4-5	1994 10 24 23 22 047.7	Val Lagarina	75	5	4.15
4	2001 07 17 15 06 15.27	Val Venosta	657	5-6	4.78
NF	2002 02 14 03 18 02.48	Carnia	338	5-6	4.67

Tabella 23. storia sismica di Calceranica Lago (TN)

Effetti	In occasione del terremoto del:	Ax	Np	Io	Mw
I[MCS]	Data				
5	1989 09 13 21 54 1.5	Prealpi Vicentine	779	6-7	4.85
3-4	2001 07 17 15 06 15.27	Val Venosta	657	5-6	4.78

Tabella 24. storia sismica di Bosentino (TN)

Effetti	In occasione del terremoto del:	Ax	Np	Io	Mw
I[MCS]	Data				
F	1890 03 26 20 10	Bellunese	48	6	4.82
3	1894 02 09 12 48 05	Valle d'Illasi	116	6	4.74
4-5	1895 04 14 20 17 30	Ljubljana	810	8-9	5.98
F	1895 06 10 01 47	Prealpi Trevigiane	73	6	4.85
3-4	1897 01 27 01 35	Prealpi Vicentine	16	4-5	4.11
2-3	1908 07 10 02 13 35	Carnia	119	7-8	5.31
3	1951 05 15 22 54	Lodigiano	179	6-7	5.17
2-3	1959 04 26 14 45	Carnia	122	7-8	5.21
5-6	1976 05 06 20 00 13.17	Friuli	770	9-10	6.45
5	1976 12 13 05 24	Garda settentrionale	128	7	4.9

Relazione geologica	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IT1J	10	R 69 RG	GE 0001 001	A	117 di 171

4	1989 09 13 21 54 1.5	Prealpi Vicentine	779	6-7	4.85
3	1994 10 24 23 22 047.7	Val Lagarina	75	5	4.15
4	2001 07 17 15 06 15.27	Val Venosta	657	5-6	4.78
4-5	2002 02 14 03 18 02.48	Carnia	338	5-6	4.67

Tabella 25. storia sismica di Pergine Valsugana (TN)

Effetti	In occasione del terremoto del:	Ax	Np	Io	Mw
I[MCS]	Data				
5	1873 06 29 03 58	Alpago Cansiglio	197	9-10	6.29
5-6	1976 05 06 20 00 13.17	Friuli	770	9-10	6.45
4	1976 12 13 05 24	Garda settentrionale	128	7	4.9
4-5	1989 09 13 21 54 1.5	Prealpi Vicentine	779	6-7	4.85
4	1994 10 24 23 22 047.7	Val Lagarina	75	5	4.15
3-4	2001 07 17 15 06 15.27	Val Venosta	657	5-6	4.78
3-4	2002 02 14 03 18 02.48	Carnia	338	5-6	4.67

Tabella 26: storia sismica di Calceranica Lago (TN)

Effetti	In occasione del terremoto del:	Ax	Np	Io	Mw
I[MCS]	Data				
7	1348 01 25	Alpi Giulie	89	9	6.63
G	1410 06 10 21	Verona	5		
2	1703 01 14 18	Valnerina	197	11	6.92
2	1703 01 16 13 30	Appennino laziale-abruzzese	22		
6	1719 12 12 19	Valli Giudicarie	2	5	4.16
F	1743 02 20	Ionio settentrionale	84	9	6.68
3	1756 02 26	Valle del Brenta	3	4	3.70
4-5	1776 07 10	Prealpi Friulane	19	8-9	5.82
4	1785 07 19 22 30	Val Lagarina	5	4	3.70
4-5	1812 10 25 07	Pordenonese	34	7-8	5.62

Effetti	In occasione del terremoto del:	Ax	Np	Io	Mw
F	1826 06 24 12 15	Garda occidentale	20	5	4.62
4-5	1827 04 02 00 20	Bassa Engadina, Ardez	10	6	5.00
3-4	1836 06 12 02 30	Asolano	26	8	5.53
3-4	1851 08 03	Valli Giudicarie	15	6	4.92
4-5	1859 01 20 07 55	Prealpi Trevigiane	36	6	4.80
3-4	1868 05 22 21 15	Garda settentrionale	11	5	4.40
6	1873 06 29 03 58	Alpago Cansiglio	197	9-10	6.29
4	1875 03 17 23 51	Costa romagnola	144	8	5.74
5	1885 12 29	Alpago Cansiglio	47	6	4.96
4	1887 02 23 05 21 5	Liguria occidentale	1511	9	6.27
F	1890 03 26 20 10	Bellunese	48	6	4.82
4	1891 06 07 01 06 1	Valle d'Illasi	403	8-9	5.87
4	1892 01 05	Garda occidentale	93	6-7	4.96
3	1892 08 09 07 58	Valle d'Alpone	160	6-7	4.91
3	1894 02 09 12 48 0	Valle d'Illasi	116	6	4.74
4-5	1894 11 27 05 07	Bresciano	183	6	4.89
4	1895 04 14 20 17 3	Ljubljana	810	8-9	5.98
3-4	1895 06 10 01 47	Prealpi Trevigiane	73	6	4.85
4	1897 01 27 01 35	Prealpi Vicentine	16	4-5	4.11
5	1900 03 04 16 55	Asolano	98	6-7	5.05
4	1901 10 30 14 49 5	Garda occidentale	289	7-8	5.44
2-3	1904 03 10 04 23 0	Slovenia nord-occidentale	57		
2-3	1908 07 10 02 13 3	Carnia	119	7-8	5.31
4-5	1909 01 13 00 45	Emilia Romagna orientale	867	6-7	5.36
4	1914 10 27 09 22	Lucchesia	660	7	5.63
3-4	1920 09 07 05 55 4	Garfagnana	750	10	6.53
4	1924 12 12 03 29	Carnia	78	7	5.42
4	1926 01 01 18 04 0	Carniola interna	63	7-8	5.72
3	1929 04 20 01 10	Bolognese	109	7	5.36
4-5	1931 04 14 22 13	Valli Giudicarie	160	6	4.77
NF	1934 05 04 13 56	Carnia	80	6	4.69
5	1936 10 18 03 10	Alpago Cansiglio	269	9	6.06

Effetti	In occasione del terremoto del:	Ax	Np	Io	Mw
F	1942 06 20 14 42	Garda settentrionale	2	5	4.16
4	1943 07 24 01 44	Feltrino	29	7	5.07
3	1951 05 15 22 54	Lodigiano	179	6-7	5.17
NF	1952 01 18 01 36	Pordenonese	108	5	4.44
3-4	1959 04 26 14 45	Carnia	122	7-8	5.21
5	1960 02 19 02 30	Valli Giudicarie	50	6	4.81
4	1961 11 23 01 12 0	Prealpi bergamasche	119	6-7	4.86
4-5	1967 12 30 04 19	Emilia Romagna orientale	40	6	5.05
5-6	1968 06 22 12 21 3	Val Lagarina	27	6-7	4.74
3-4	1970 04 19 18 16 3	Garda occidentale	65	5	4.55
4	1971 07 15 01 33 2	Parmense	228	8	5.51
4	1972 10 25 21 56 1	Appennino settentrionale	198	5	4.87
4	1975 01 11 15 54	Monte Baldo	13	5-6	4.42
6	1976 09 11 16 35 0	Friuli	40	7-8	5.60
6	1976 09 15 09 21 1	Friuli	54	8-9	5.95
4	1976 12 13 05 24	Garda settentrionale	128	7	4.90
F	1977 04 03 03 18 1	Friuli	25	5	4.51
4-5	1977 09 16 23 48 0	Friuli	94	6-7	5.26
3-4	1978 12 05 15 39 0	Romagna	34	4-5	4.61
3-4	1978 12 12 15 14 4	Dolomiti Friulane	56	5-6	4.35
3	1979 02 09 14 44	Bergamasco	73	6	4.78
F	1979 04 18 15 19 1	Friuli	72	6-7	4.66
3	1980 12 23 12 01 0	Piacentino	69	6-7	4.57
3-4	1983 11 09 16 29 5	Parmense	850	6-7	5.04
5-6	1989 09 13 21 54 0	Prealpi Vicentine	779	6-7	4.85
5	1994 10 24 23 22 4	Val Lagarina	75	5	4.15
3	1996 10 15 09 55 5	Pianura emiliana	135	7	5.38
3-4	2001 07 17 15 06 1	Val Venosta	657	5-6	4.78
4	2002 02 14 03 18 0	Carnia	338	5-6	4.67
F	2008 12 23 15 24 2	Parmense	291	6-7	5.36
3	2011 07 17 18 30 2	Pianura lombardo-veneta	73	5	4.79

Tabella 27. Storia sismica di Trento (TN)

10.4 Microzonazione Sismica della Provincia Autonoma di Trento

Come noto, la Microzonazione Sismica indaga i possibili effetti di sito dovuti allo scuotimento generato da un terremoto in profondità. Tali effetti possono essere amplificati sulla superficie in funzione delle caratteristiche stratigrafiche e topografiche. La Microzonazione sismica può essere suddivisa in tre livelli di approfondimento (Primo, Secondo e Terzo Livello), progressivamente implementati, a partire da una descrizione qualitativa o semi-quantitativa dei fenomeni, fino ad una loro specifica e dettagliata definizione quantitativa.

Negli anni recenti, per l'intero territorio Trentino è stata redatta dal Servizio Geologico della Provincia la "Carta della Microzonazione Sismica di Primo Livello" (Figura 62) che individua in modo qualitativo settori omogenei dal punto di vista del comportamento sismico, valutando possibili amplificazioni di tipo stratigrafico o topografico. Nell'elaborato cartografico sono identificate come zone stabili prive di amplificazioni locali quelle caratterizzate da substrato roccioso affiorante o sub-affiorante in presenza di topografia con acclività inferiore ai 15°. Le zone suscettibili di amplificazioni locali di tipo topografico sono quelle ove il substrato presenta acclività maggiore di 15°. Le amplificazioni stratigrafiche locali si individuano invece in corrispondenza delle aree con depositi di versante e quelle lungo le vallate con depositi a granulometria grossolana o medio-fine. In presenza di depositi medio-fini si attendono i massimi effetti di amplificazione locale. Le zone suscettibili di instabilità sono, infine, quelle caratterizzate da movimenti gravitativi soggetti a potenziale innesco a seguito del sisma. In Figura 63 è riportato un estratto di tale cartografia riferito all'area di progetto.

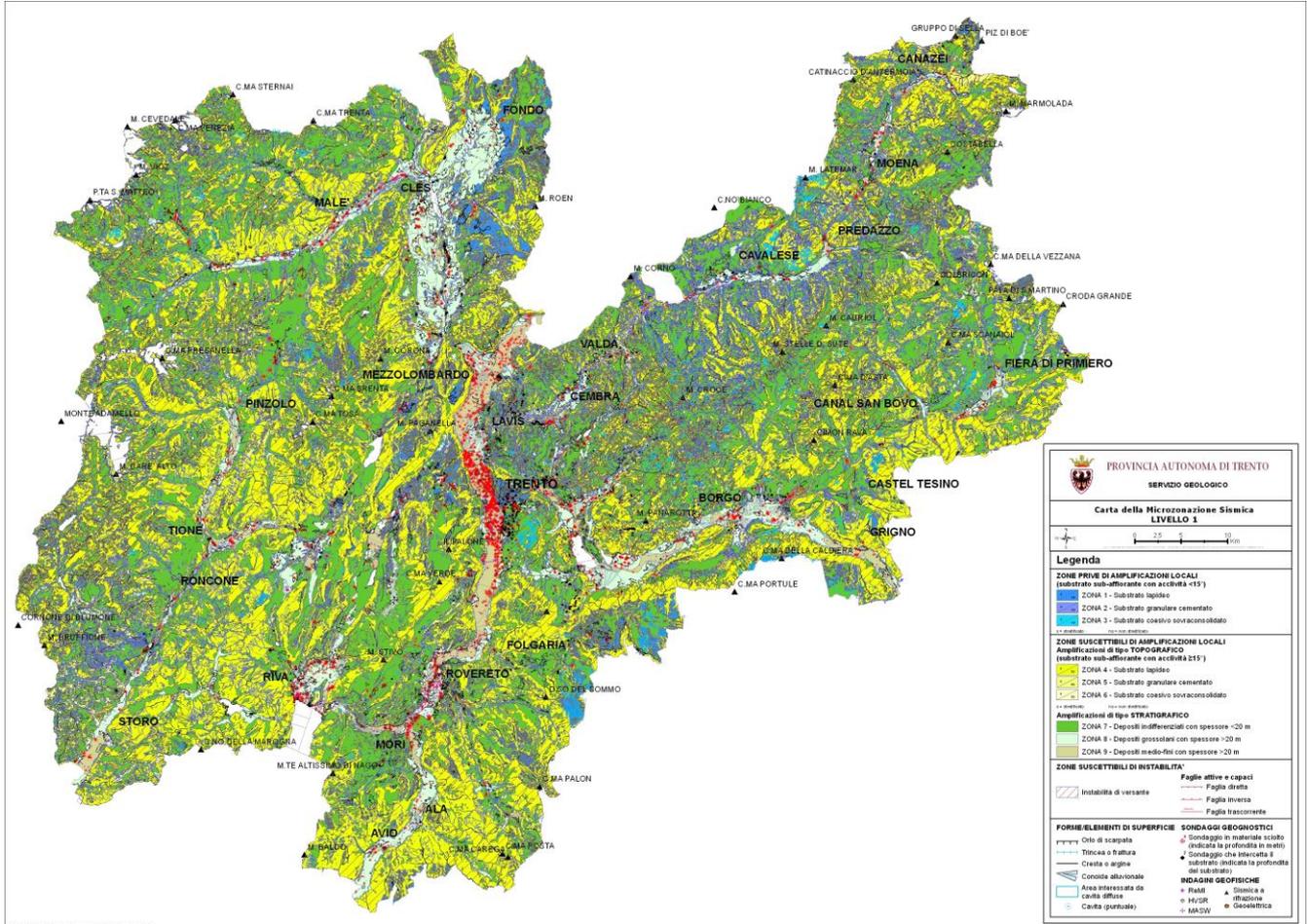


Figura 62. Carta di Microzonazione sismica di 1° livello (estratto da

http://www.protezionecivile.tn.it/binary/pat_protezione_civile/primop_territorio/mzs_A4.1330431791.jpg)

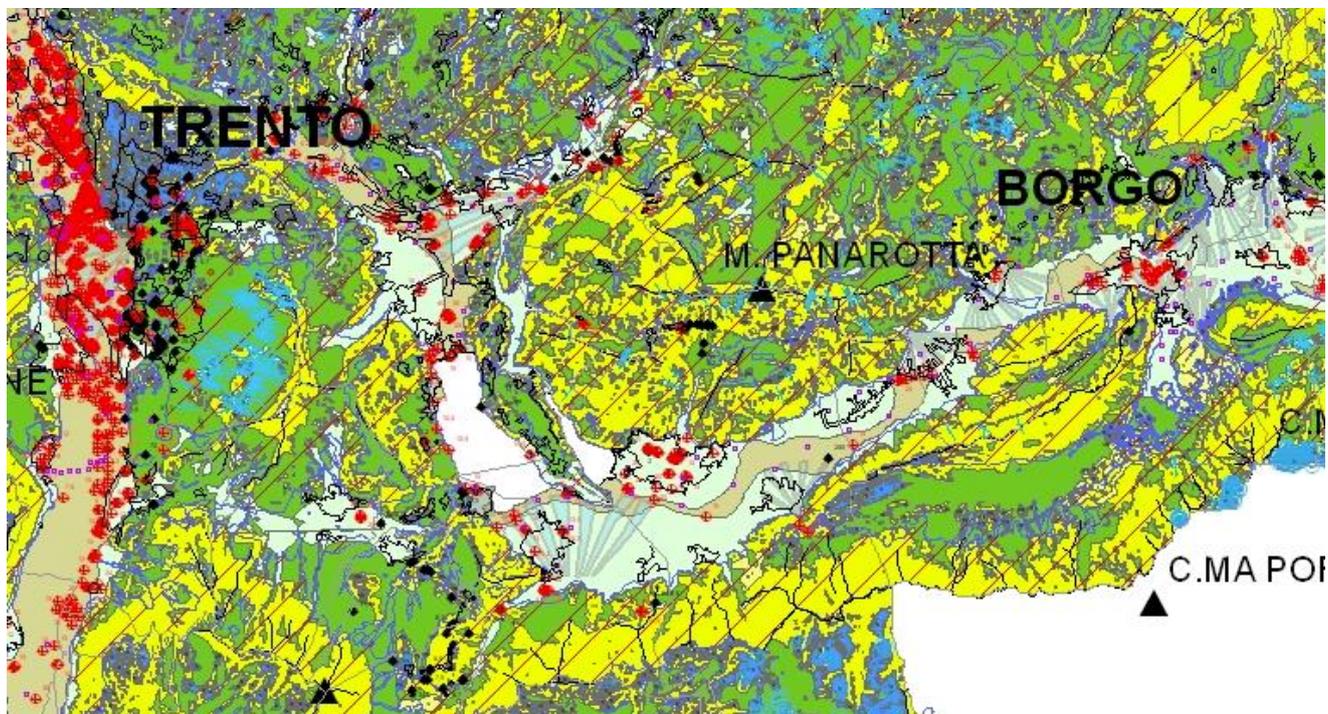


Figura 63. Stralcio della carta di microzonazione sismica di 1° livello per l'area di sviluppo del tracciato ferroviario

10.5 Magnitudo di riferimento

Sulla base delle originali elaborazioni relative alla definizione delle sorgenti sismogenetiche (DISS 2.0-2001) è stato elaborato un modello sintetico che descrive la localizzazione delle sorgenti di potenziali futuri terremoti, la magnitudo massima che questi potranno raggiungere ed i *rate* di sismicità attesa zona per zona. Questo modello, che si pone come base per la redazione della carta di pericolosità sismica (Figura 64) è rappresentato dalla mappa delle zone sismogenetiche ZS9 (Meletti & Valensise, 2004).

In base alla zonazione sismogenetica ZS9 del territorio nazionale, la sismicità in Italia può essere distribuita in 36 zone, a ciascuna delle quali è associata una legge di ricorrenza della magnitudo, espressa in termini di magnitudo momento M_w .

Nel caso di siti che ricadono al di fuori di tali zone, si dovrà eseguire un'analisi accoppiata magnitudo-distanza per il calcolo del valore di magnitudo in relazione alla distanza minima di ogni sito dalle zone sismogenetiche circostanti.

Il territorio in oggetto non ricade all'interno di nessuna zona sismogenetica, ma è ubicato a 60 km dalla zona sismogenetica 905 "Friuli – Veneto orientale" ($M_w=6.60$), a 22 km dalla zona sismogenetica 906 "Garda Veronese" ($M_w=6.60$) e a 46 km dalla zona sismogenetica 907 "Bergamasco" ($M_w=6.14$); si dovrà quindi procedere all'analisi magnitudo-distanza in riferimento a tali zone sismogenetiche. In particolare, si verifica per ciascuna zona se la magnitudo della zona sismogenetica $M_w(i)$ è inferiore o superiore alla magnitudo $M_s(i)$ fornita dalla seguente relazione:

$$M_{s(i)} = 1 + 3 \cdot \log(R_i) \quad (\text{Aiello E., 2014})$$

dove R_i è la minima distanza del sito dalla zona sismogenetica i .

Nel caso in oggetto, i due valori di $M_s(i)$ così definiti risultano:

$$M_{s(905)} = 1 + 3 \cdot \log(60) = 6.33$$

$$M_{s(906)} = 1 + 3 \cdot \log(22) = 5.03$$

$$M_{s(907)} = 1 + 3 \cdot \log(46) = 5.99$$

Nel caso in cui almeno una $M_s(i)$ calcolata per le zone sismogenetiche circostanti sia inferiore alla $M_w(i)$ della stessa zona per la quale è stata calcolata $M_s(i)$, si assume come M_w il valore di Magnitudo più alto tra le zone sismogenetiche circostanti; se invece tutte le $M_s(i)$ calcolate sono superiori alle $M_w(i)$, si determina la magnitudo con il metodo della disaggregazione (<http://esse1-gis.mi.ingv.it/>).

Nel caso in oggetto, tutte le $M_s(i)$ calcolate sono inferiori alle M_w delle sorgenti sismogenetiche; pertanto può essere definita la seguente magnitudo di riferimento $M = 6,60$.

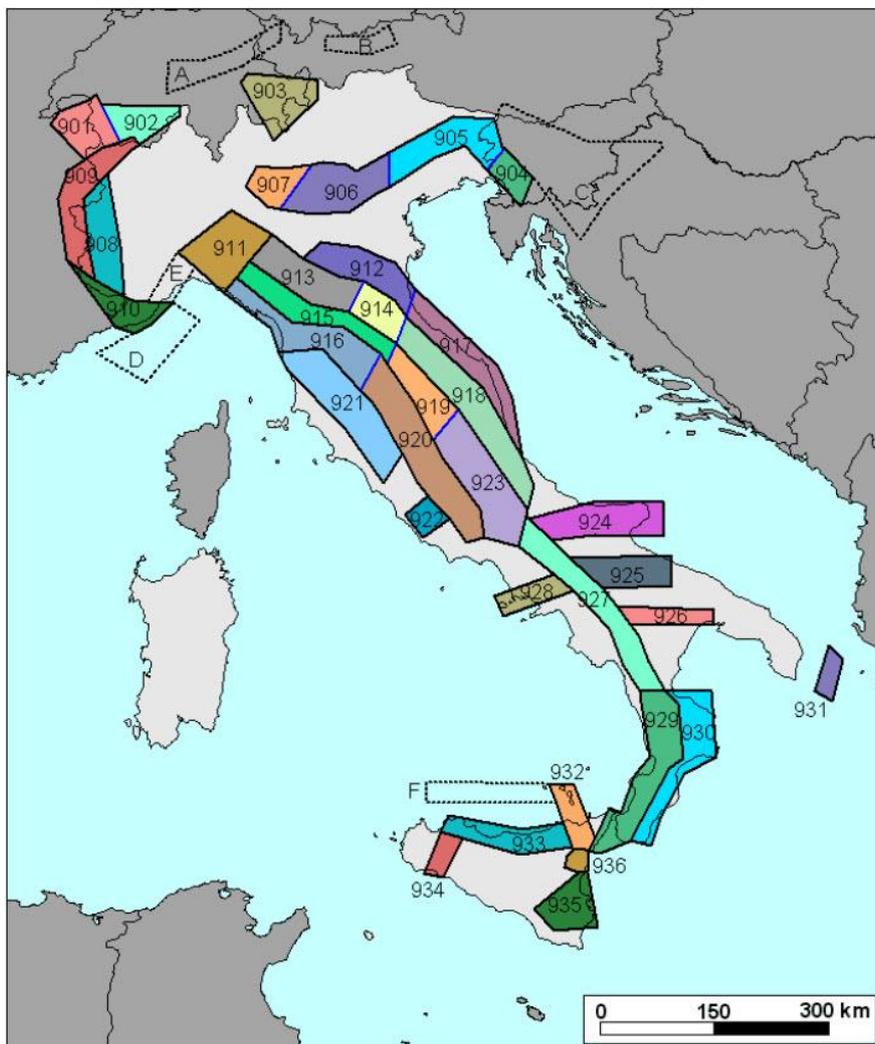


Figura 64. Zone sismogenetiche per la mappa di pericolosità sismica di base di riferimento

Nome ZS	Numero ZS	M_{wmax}
Colli Albani, Etna	922, 936	5.45
Ischia-Vesuvio	928	5.91
Altre zone	901, 902, 903, 904, 907, 908, 909, 911, 912, 913, 914, 916, 917, 920, 921, 926, 932, 933, 934	6.14
Medio-Marchigiana/Abruzzese, Appennino Umbro, Nizza Sanremo	918, 919, 910	6.37
Friuli-Veneto Orientale, Garda-Veronese, Garfagnana-Mugello, Calabria Jonica	905, 906, 915, 930	6.60
Molise-Gargano, Ofanto, Canale d'Otranto	924, 925, 931	6.83
Appennino Abruzzese, Sannio - Irpinia-Basilicata	923, 927	7.06
Calabria tirrenica, Iblei	929, 935	7.29

Figura 65. Valori di M_{wmax} per le zone sismogenetiche di ZS9

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	ELETTRIFICAZIONE TRENTO-BASSANO DEL GRAPPA LOTTO 1: Tratta Trento-Borgo Valsugana Est					
	Relazione geologica	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
	IT1J	10	R.69 RG	GE 0001.001	A	125 di 171

10.6 Parametri per la determinazione dell'azione sismica di riferimento

Ai sensi del D.M. 17/01/2018, ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto deve essere valutata l'influenza delle condizioni litologiche e geomorfologiche locali, determinando quindi la corrispondente categoria (o tipo) di sottosuolo nonché le condizioni topografiche del sito di interesse.

10.6.1 Categoria di sottosuolo

La determinazione del tipo di sottosuolo, secondo normativa, si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, $V_{S,eq}$ (in m/s), definita dall'espressione:

$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{S,i}}}$$

Dove:

- h_i : spessore dell'i-esimo strato;
- $V_{S,i}$: velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato;
- N: numero di strati;
- H: profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_S non inferiore a 800 m/s.

Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio $V_{S,eq}$ è definita dal parametro $V_{S,30}$, ottenuto ponendo $H=30$ m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità (NTC, 2018).

Il Dipartimento di Protezione Civile della Provincia Autonoma di Trento ha recentemente prodotto una cartografia delle caratteristiche sismiche dei suoli consultabile on-line (ultimo aggiornamento relativo a gennaio 2020 - <http://www.protezionecivile.tn.it/territorio/Cartografia/cartografiatematica/-Cartografiasismica/pagina9.html>). Tale cartografia individua la classificazione sismica dei suoli di fondazione, in particolare per le aree coperte da depositi detritici e/o depositi alluvionali. Come espressamente dichiarato, la cartografia in questione è stata realizzata dall'analisi di dati distribuiti non omogeneamente nel territorio, e, pertanto, non deve essere considerata come una classificazione univoca e definitiva. Da Figura 66 a Figura 75 si riportano degli stralci cartografici, con relative indagini sismiche realizzate e valori di V_{S30} associati. Le immagini sono state suddivise in 10 zone, da Borgo Valsugana a Trento. Salvo le aree ove non sono previste amplificazioni stratigrafiche (condizione di roccia sub-affiorante), il tracciato ferroviario attraversa, tendenzialmente, suoli di **tipo B**, tipicamente i depositi di conoidi, e suoli di **tipo C**, tipicamente depositi di piana alluvionale.

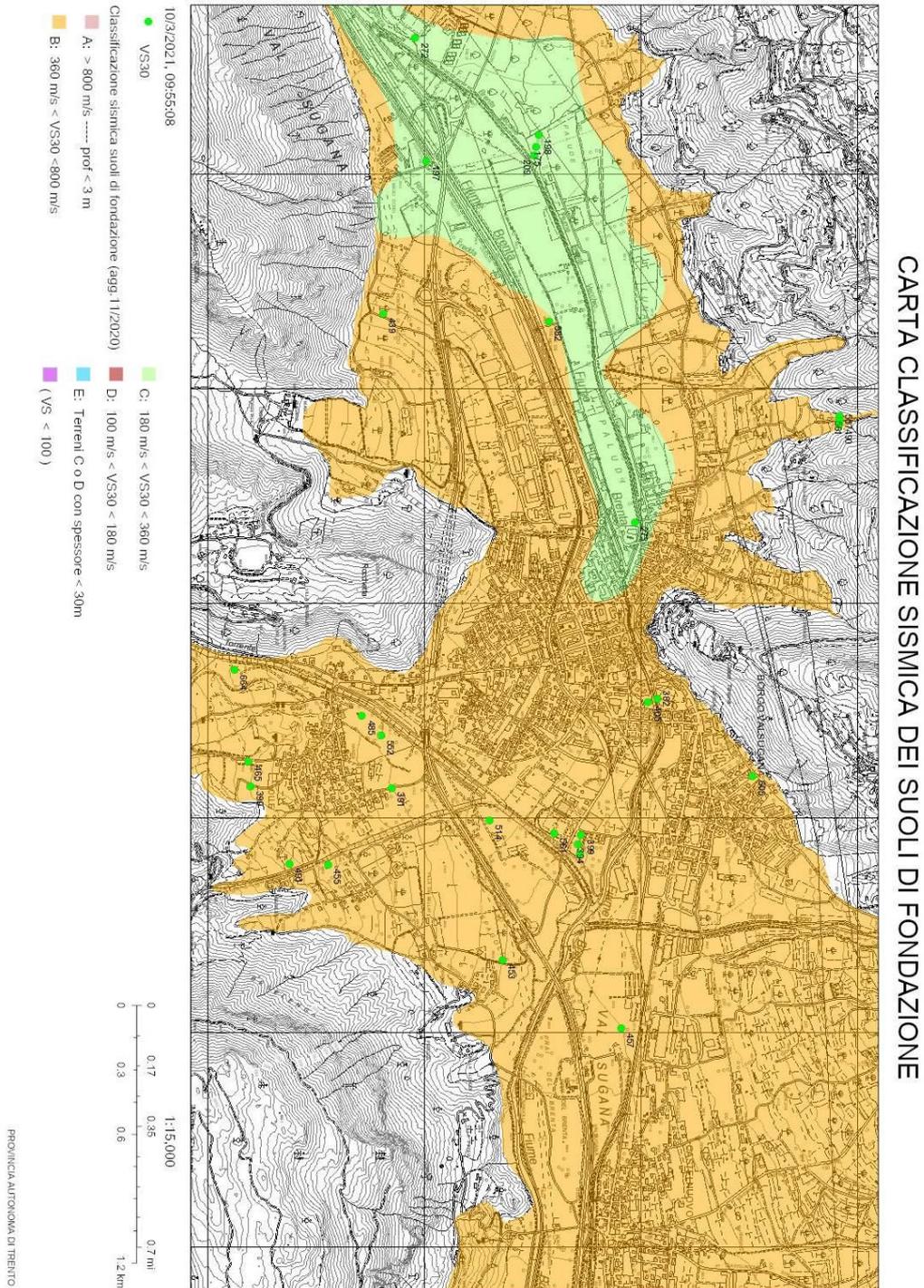


Figura 66. Carta di classificazione sismica dei suoli di fondazione – zona 1 (estratto da <https://patn.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=a57e8327199f4db6acdb2f15d3048615>)

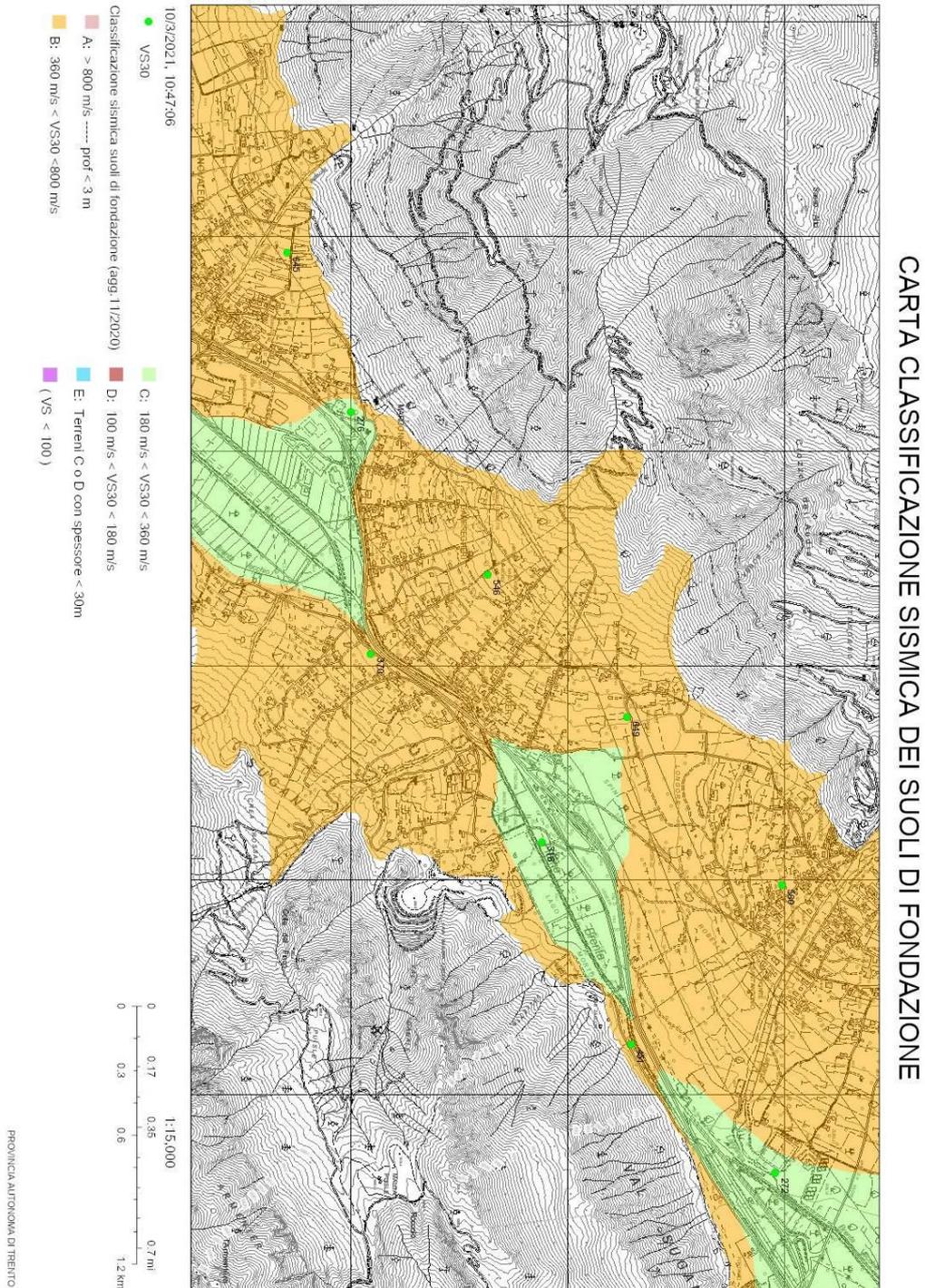


Figura 67. Carta di classificazione sismica dei suoli di fondazione – zona 2 (estratto da <https://patn.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=a57e8327199f4db6acdb2f15d3048615>)

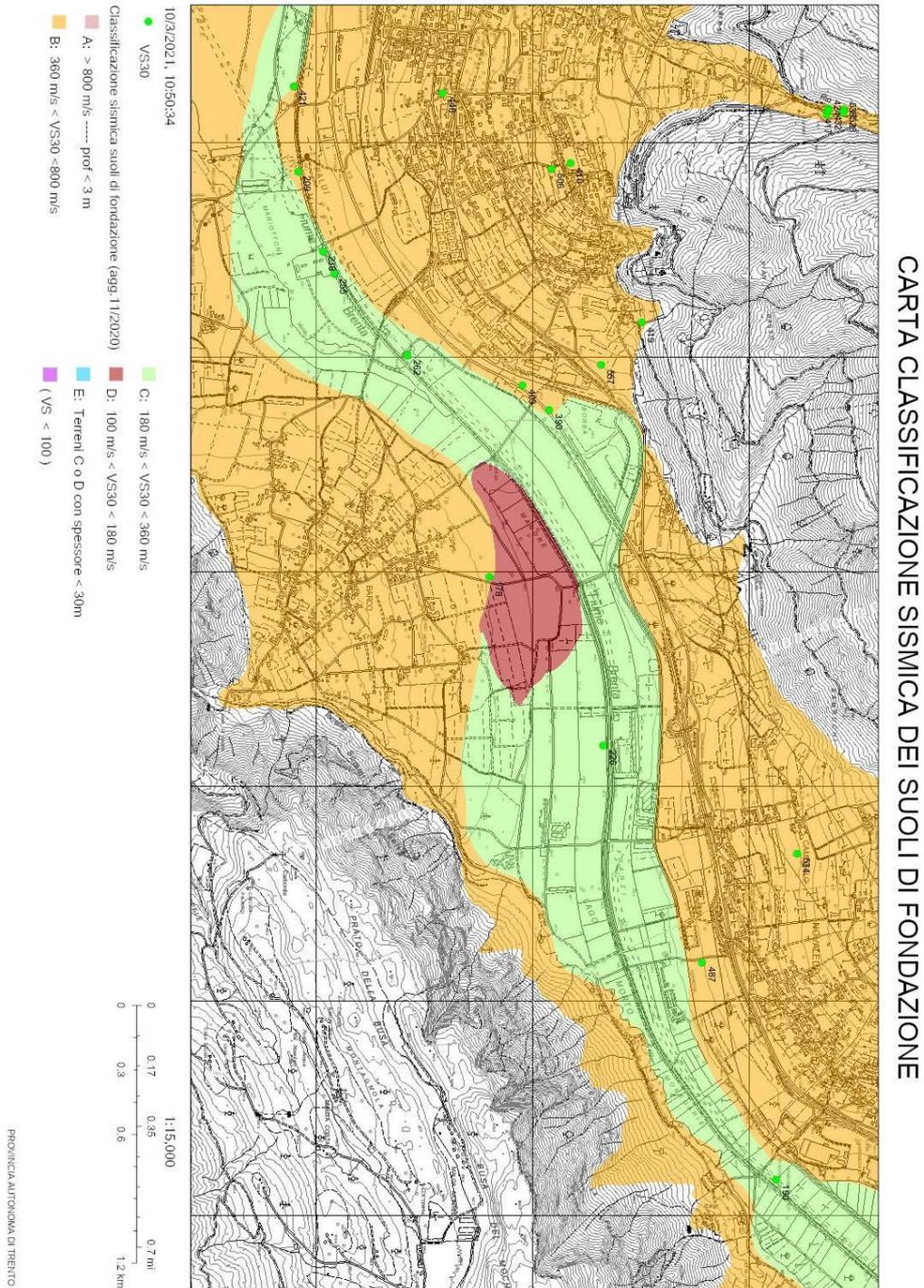


Figura 68. Carta di classificazione sismica dei suoli di fondazione – zona 3 (estratto da <https://patn.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=a57e8327199f4db6acdb2f15d3048615>)

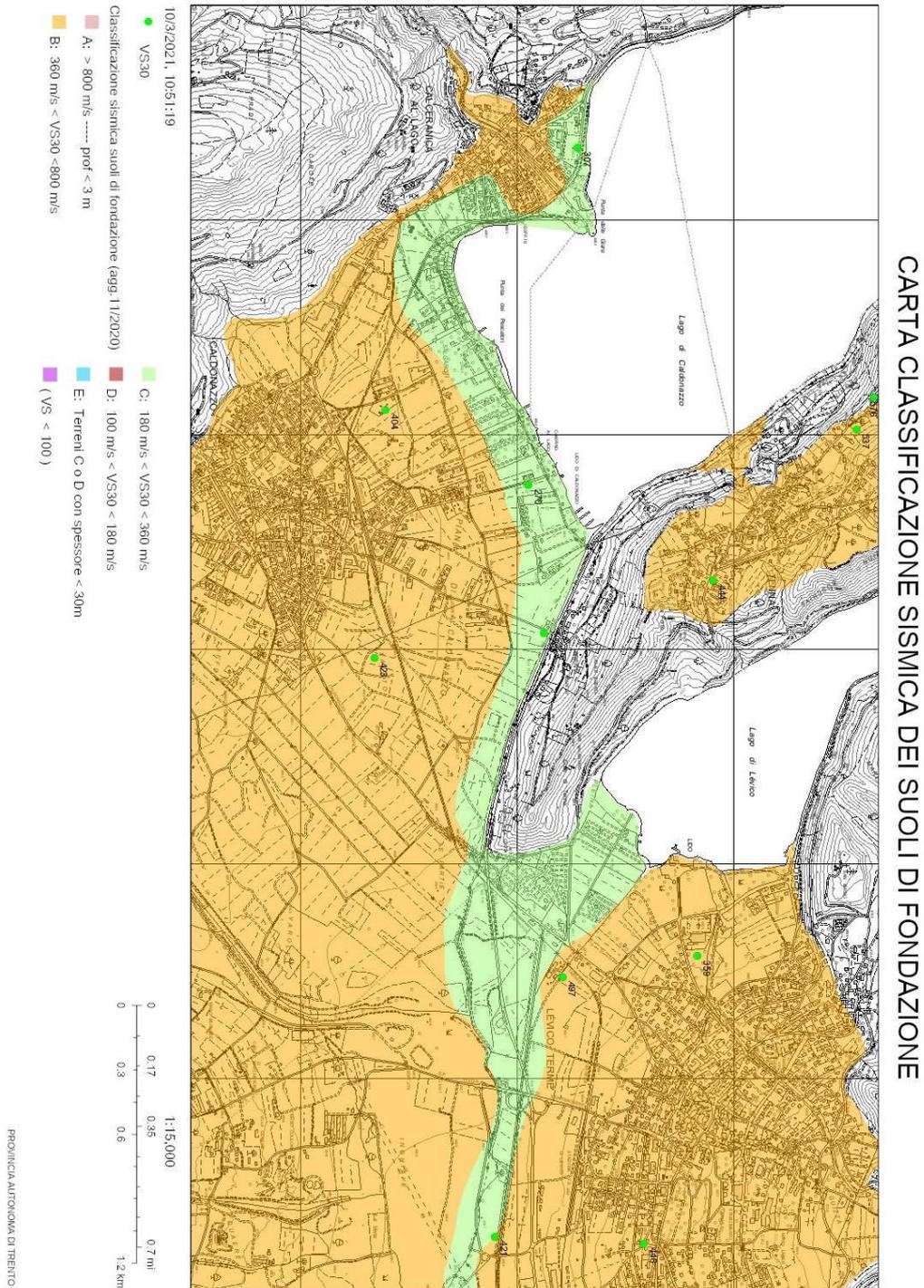


Figura 69. Carta di classificazione sismica dei suoli di fondazione – zona 4 (estratto da <https://patn.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=a57e8327199f4db6acdb2f15d3048615>)

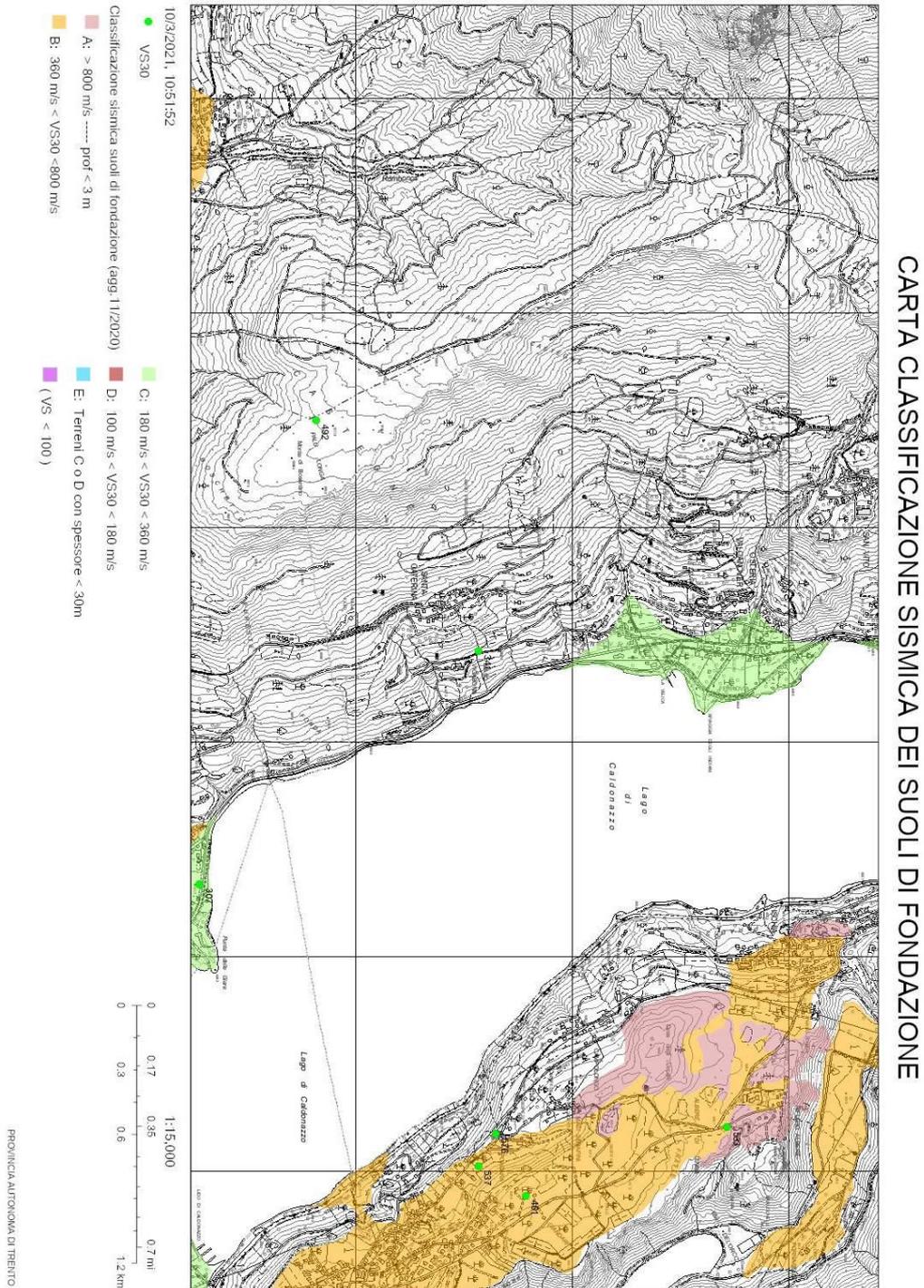


Figura 70. Carta di classificazione sismica dei suoli di fondazione – zona 5 (estratto da <https://patn.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=a57e8327199f4db6acdb2f15d3048615>)

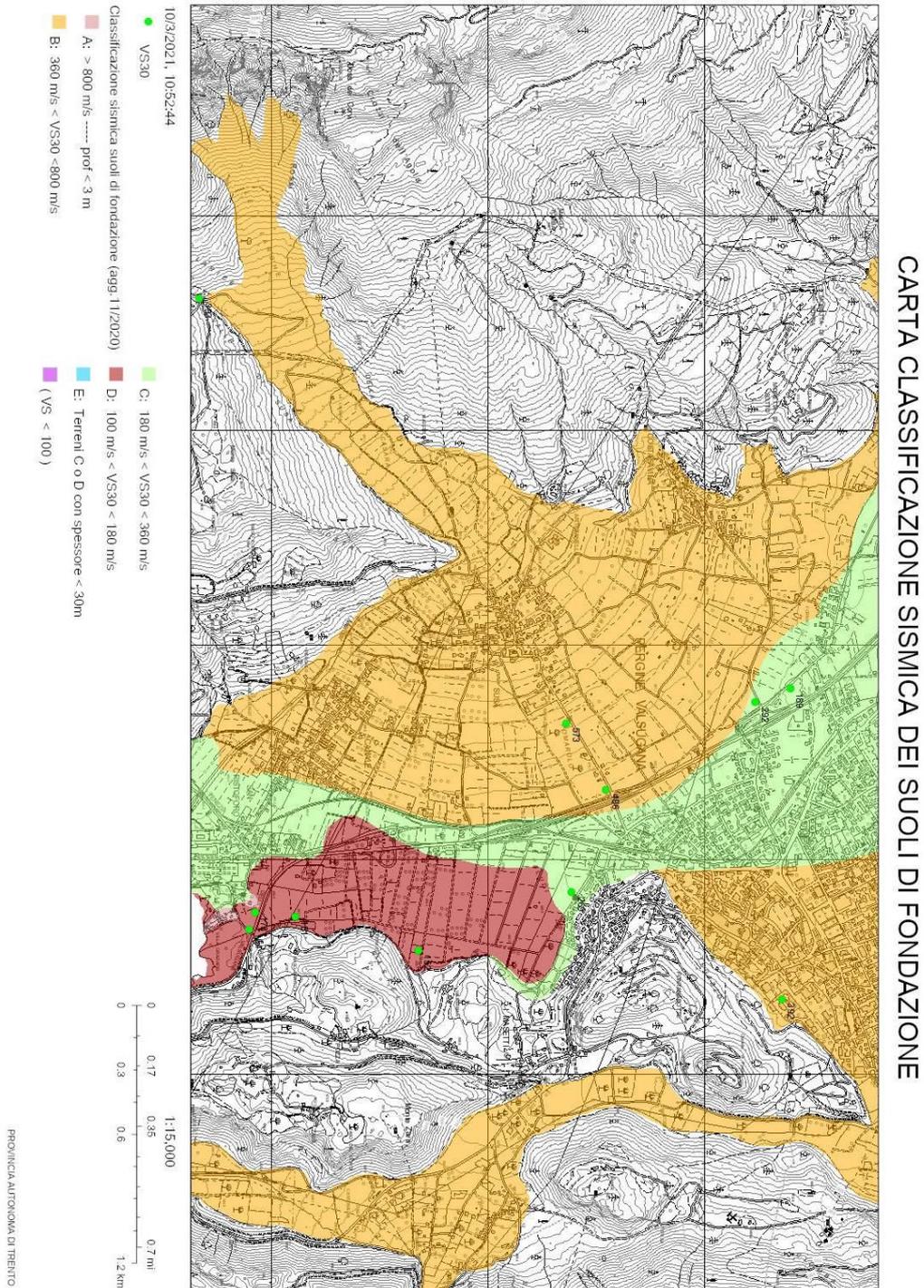


Figura 71. Carta di classificazione sismica dei suoli di fondazione – zona 6 (estratto da <https://patn.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=a57e8327199f4db6acdb2f15d3048615>)

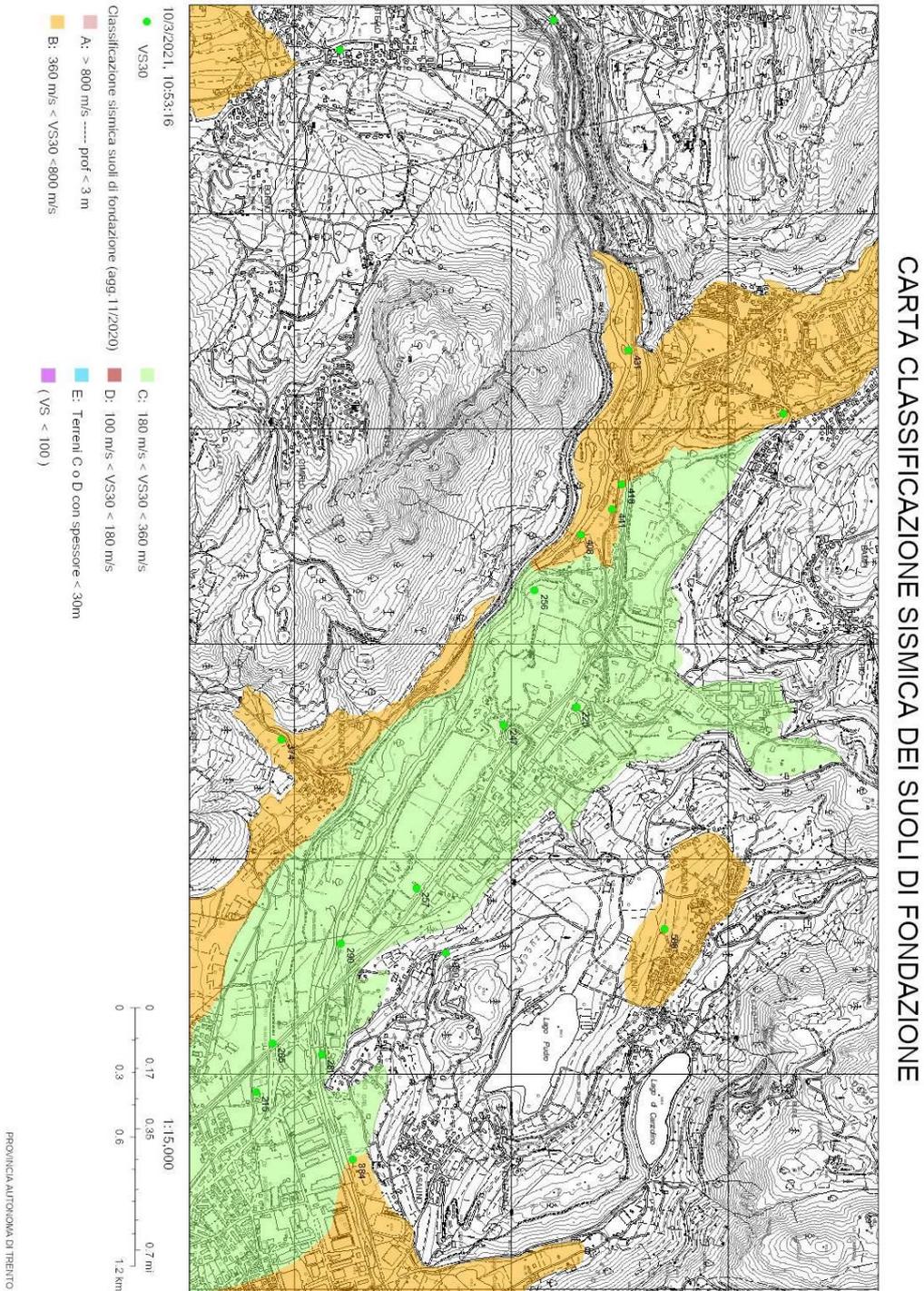


Figura 72. Carta di classificazione sismica dei suoli di fondazione – zona 7 (estratto da <https://patn.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=a57e8327199f4db6acdb2f15d3048615>)

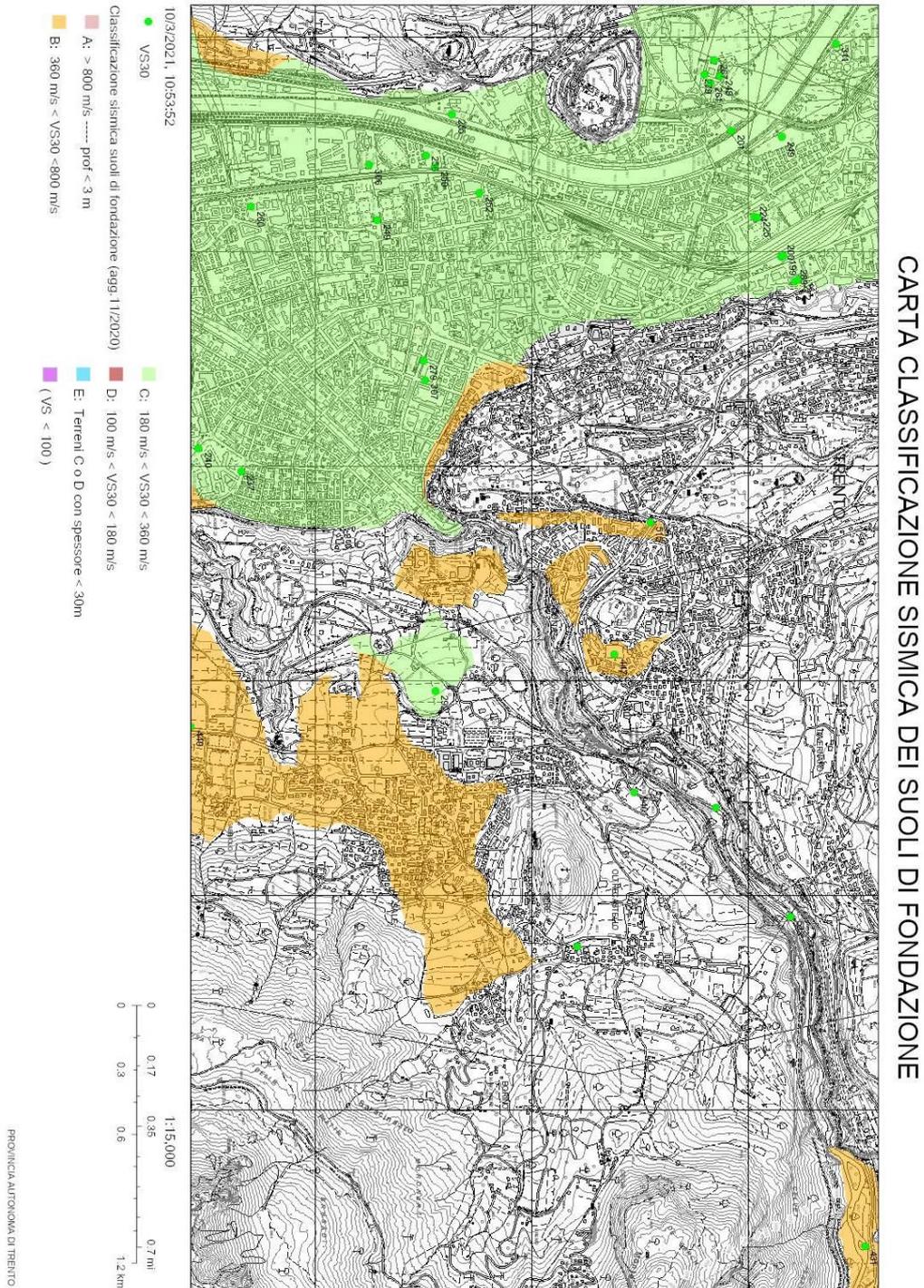


Figura 73. Carta di classificazione sismica dei suoli di fondazione – zona 8 (estratto da <https://patn.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=a57e8327199f4db6acdb2f15d3048615>)

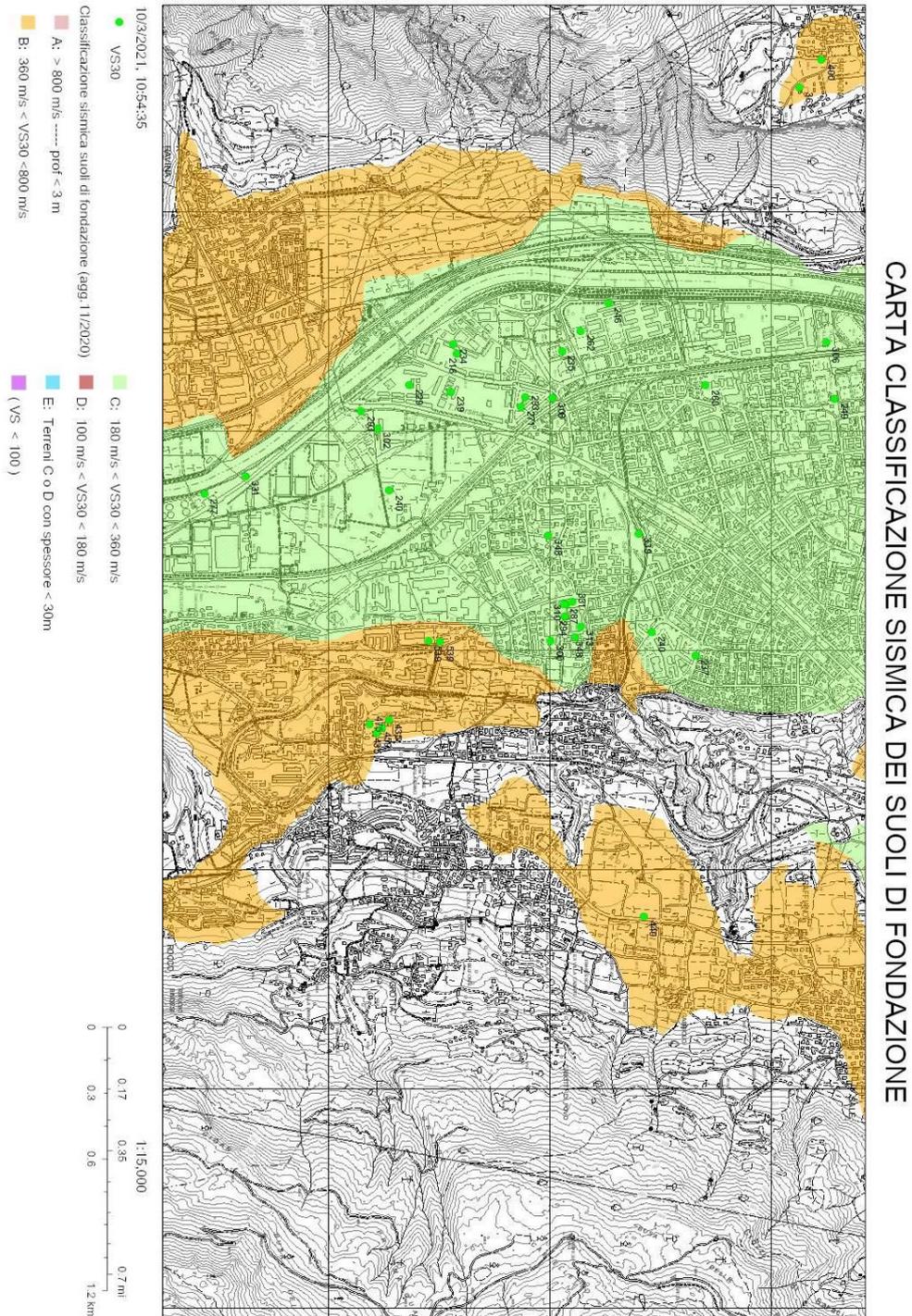


Figura 74. Carta di classificazione sismica dei suoli di fondazione – zona 9 (estratto da <https://patn.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=a57e8327199f4db6acdb2f15d3048615>)

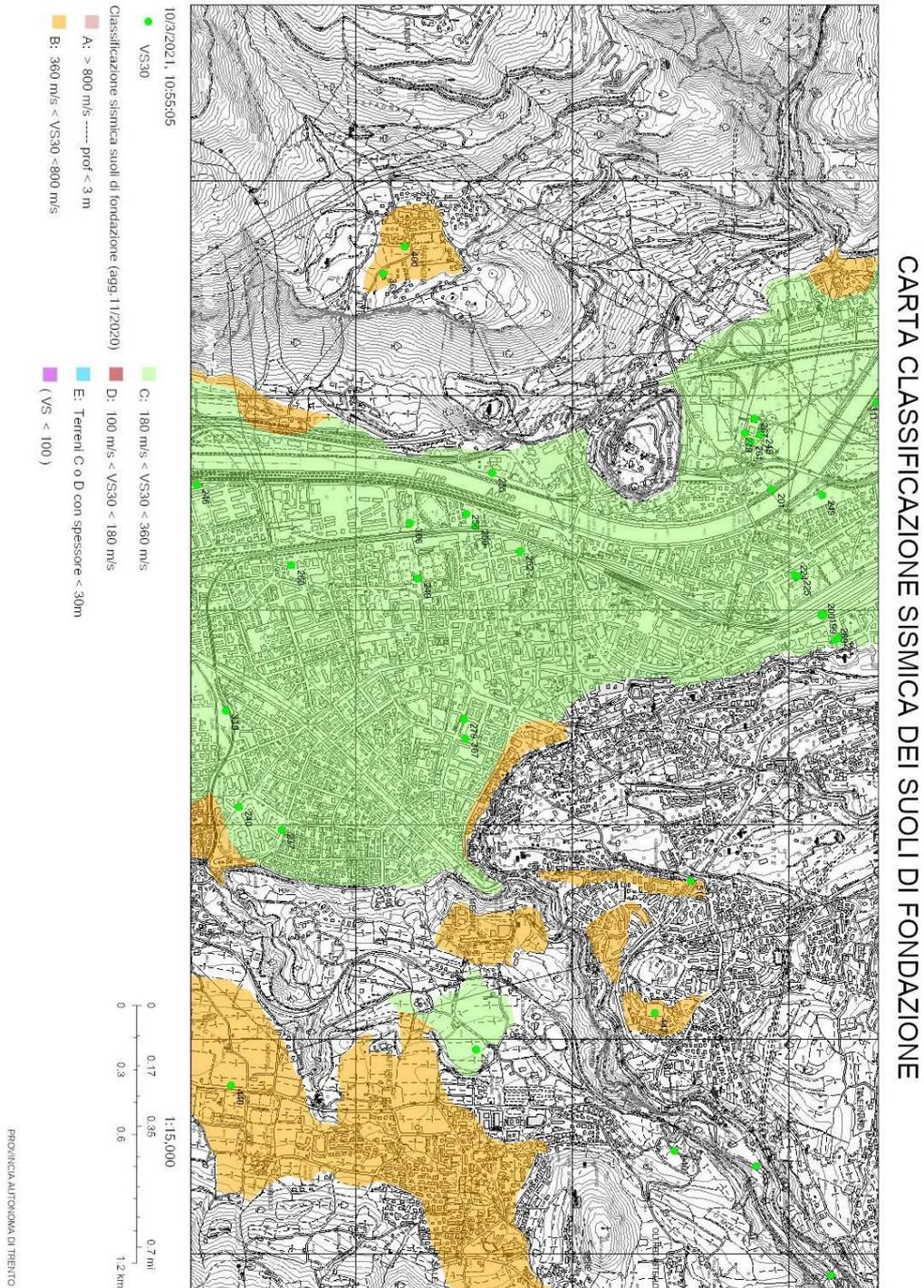


Figura 75. Carta di classificazione sismica dei suoli di fondazione – zona 10 (estratto da <https://patn.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=a57e8327199f4db6acdb2f15d3048615>)

Ad integrazione della carta di classificazione sismica dei suoli sopra riportata, nel 2021 sono state realizzate le seguenti indagini geofisiche:

- n. 3 prove di tipo M.A.S.W.;
- n. 2 prove HVSR;
- n. 5 prove *Down Hole* realizzate nei fori di sondaggio TN4, TN5, TN7, TN8 e TN9.

La documentazione di dettaglio è riporta nel documento IT1J10R69IGGE0005001A.

Per quanto concerne le prove M.A.S.W., nella seguente Tabella 28 si riportano i risultati dell'indagine in termini di velocità delle onde S e di categoria di sottosuolo a fini sismici. Le indagini HVSR sono state realizzate in prossimità delle prove M.A.S.W.. In Figura 76 e Figura 77 è riportata l'ubicazione delle prove.

Prova	Località	$V_{Seq(0-30)}$ [m/s]	Categoria sottosuolo
M.A.S.W. 1	Gionghi	366	B
M.A.S.W. 2 – HVSR2	Caldonazzo	450	B
M.A.S.W. 3 – HVSR1	S. Rocco	519	B

Tabella 28. Risultati dell'indagine M.A.S.W.

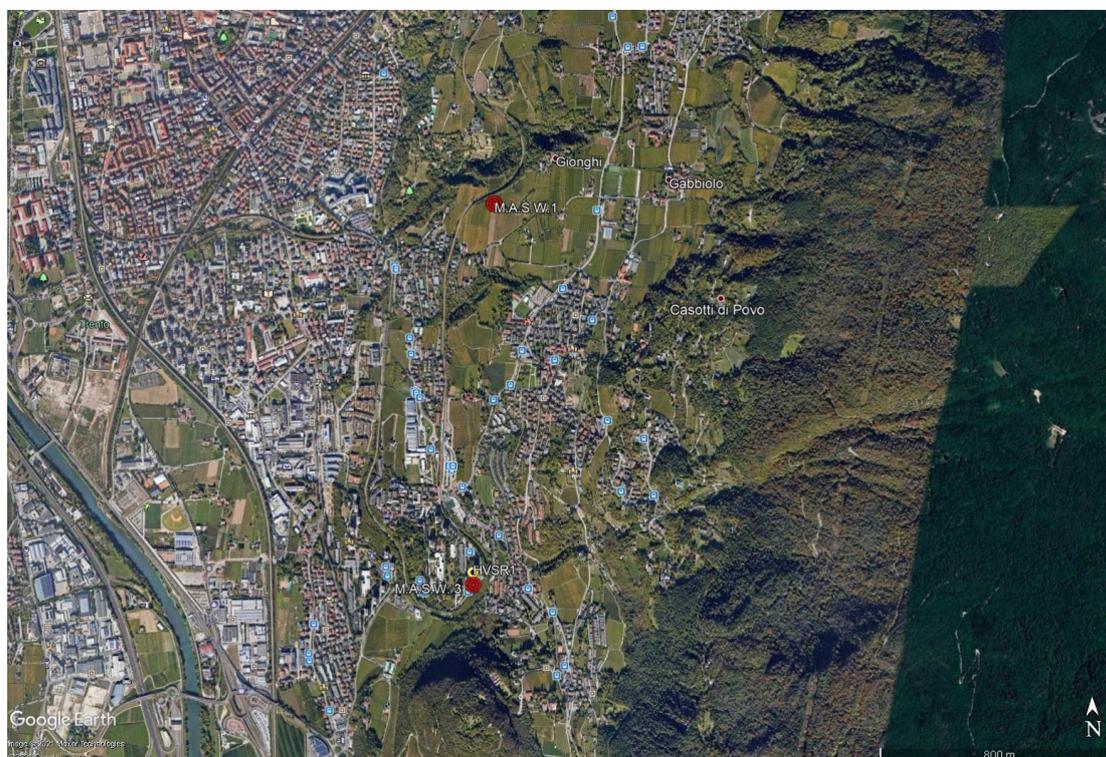


Figura 76. Ubicazione prove M.A.S.W. 1, M.A.S.W. 3 e HVSR1

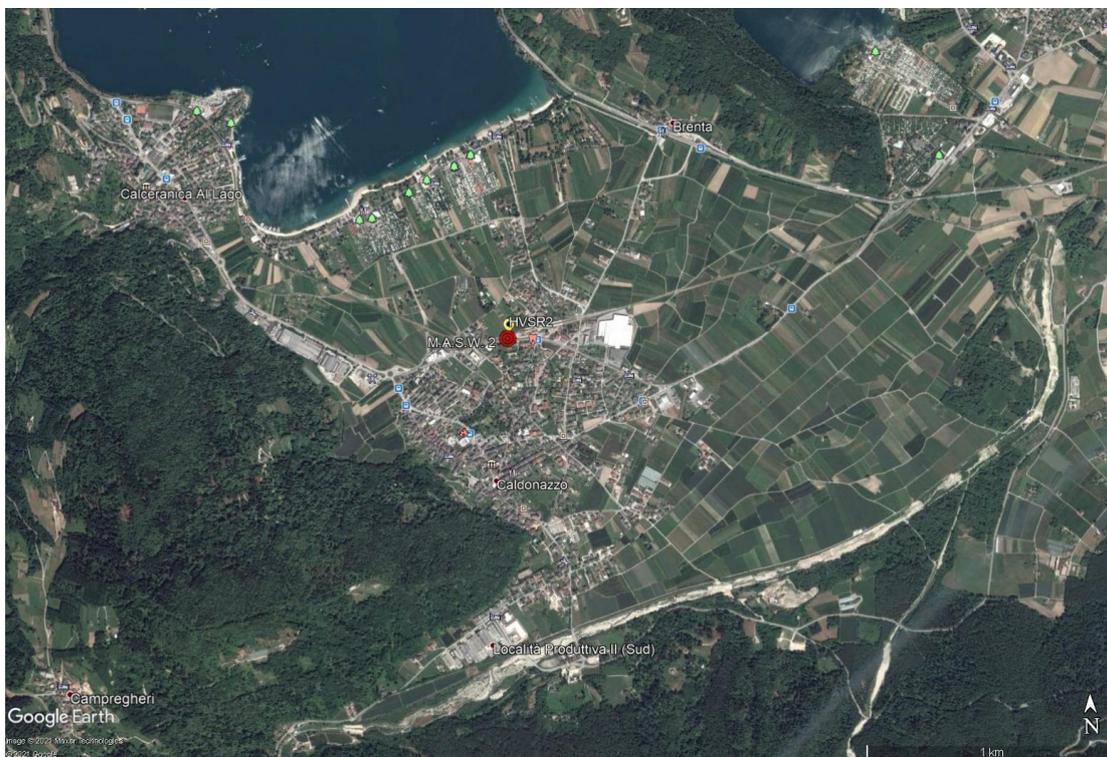


Figura 77. Ubicazione prove M.A.S.W. 2 e HVSR2

Per quanto riguarda l'indagine *Down Hole*, nella seguente Tabella 29 si riportano i risultati dell'indagine in termini di velocità delle onde S e della categoria di sottosuolo a fini sismici. L'indagine è stata realizzata entro 5 dei 6 sondaggi realizzati nella campagna indagini 2021. L'ubicazione delle indagini è riportata nella carta geologica (IT1J10R69G4GE0001001A÷IT1J10R69G4GE0001005A) e nella carta ubicazione stop geologici, stazioni geomeccaniche e indagini geognostiche (IT1J10R69G4GE0005001A÷IT1J10R69G4GE0005005A).

Sondaggio	Località	$V_{seq(0-30)}$ [m/s]	Categoria sottosuolo
TN4	Roncogno	436	B
TN5	Pergine Valsugana	332	C
TN7	Borgo Valsugana	439	B
TN8	Campregheri	353	C
TN9	Roncegno	312	C

Tabella 29. Risultati dell'indagine *Down Hole*

10.6.2 Condizioni topografiche

Per quanto concerne le caratteristiche della superficie topografica, la maggior parte del tracciato in esame ricade in aree localizzate in ambito di pianura o alla base dei versanti. Le morfologie possono essere ricondotte ad una delle configurazioni superficiali semplici previste nel D.M. 17/01/2018 in Tabella 3.2.III. In particolare, la maggior parte della tratta può essere classificata come **categoria T1**: *“Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$ ”, caratterizzata da un coefficiente di amplificazione topografica $S_T = 1,0$ ”.*

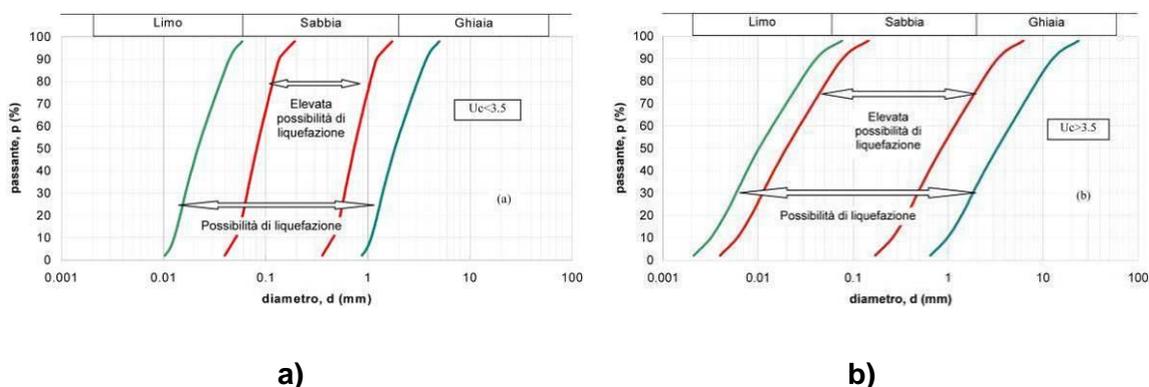
Le uniche emergenze topografiche sono presenti nell'area delle gole del Fersina, indicativamente tra la pk 31 e pk 35. Per questa tratta è necessario calcolare il coefficiente secondo quanto riportato nelle NTC 2018: *“La variazione spaziale del coefficiente di amplificazione topografica è definita da un decremento lineare con l'altezza del pendio o del rilievo, dalla sommità o dalla cresta, dove ST assume il valore massimo riportato nella Tab. 3.2.V, fino alla base, dove ST assume valore unitario”.* In base a questo enunciato, il coefficiente di amplificazione può essere stimato in 1,15.

10.7 Considerazioni preliminari sulla liquefazione

In terreni saturi sabbiosi sollecitati, in condizioni non drenate, da azioni cicliche dinamiche, il termine liquefazione comprende una serie di fenomeni associati alla perdita di resistenza al taglio o ad accumulo di deformazioni plastiche. L'avvenuta liquefazione si manifesta, in presenza di manufatti, attraverso la perdita di capacità portante e/o lo sviluppo di elevati cedimenti e rotazioni.

In base ad D.M. 17/01/2018, la verifica di liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

1. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti minori di 0.1g;
2. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
3. depositi costituiti da sabbie pulite, con resistenza penetrometrica normalizzata $(N_1)_{60} > 30$ oppure $q_{c1N} > 180$, dove $(N_1)_{60}$ è il valore della resistenza, determinata in prove penetrometriche dinamiche (SPT), normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa, e q_{c1N} è il valore della resistenza, determinata in prove penetrometriche statiche (CPT), normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
4. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nel grafico a), nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3.5$ e nel grafico b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3.5$.



Per il raffronto puntuale agli aspetti richiesti da normativa si rimanda alle verifiche geotecniche specialistiche. In questa sede, in via preliminare, si segnala che le accelerazioni massime attese al piano campagna, in condizioni di campo libero, risultano essere al limite definito da normativa, ovvero a_g compreso tra 0.050-0.100 (Figura 41), e per quanto concerne la falda, nelle aree sopra menzionate, essa risulta al di sopra del limite di 15 m da p.c..

11 CONCLUSIONI

Il presente documento illustra i risultati dello studio geologico realizzato nell'ambito del Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica relativo al Lotto 1 –Trento - Borgo Valsugana Est della Elettificazione della linea Trento – Bassano del Grappa.

Il tracciato ferroviario si sviluppa sia in un contesto di fondovalle, afferente alla Valsugana, al torrente Fersina e al fiume Adige, sia in un contesto pedemontano nel circondario di M. Marzola dove, nella tratta delle gole del torrente Fersina, il tracciato ferroviario si sviluppa in quattro gallerie naturali (Malpensada, Serra, Albi e Cantaghel). Una ulteriore galleria, insistente in depositi quaternari, è presente il località San Rocco (galleria San Rocco).

La definizione dell'assetto geologico è derivata dal recepimento della cartografia geologica e delle 508 stratigrafie disponibili nel *database* della Provincia Autonoma di Trento, integrata dal rilievo geologico dell'area, consistente in 53 stop geologico-geomeccanici, e dall'esecuzione di 6 sondaggi a carotaggio continuo, 3 prove M.A.S.W. , 2 prove HVSR, 5 prove *Down Hole*, 2 tomografie elettriche e 2 sondaggi elettrici verticali (SEV).

Dal punto di vista geologico, la maggior parte dei terreni di sedime della ferrovia è costituito da depositi quaternari fluviali e fluvioglaciali dei fondovalle e delle conoide laterali agli assi vallivi; questi terreni sono generalmente costituiti da blocchi, ghiaie e sabbie con intercalazioni di depositi limoso-argillosi. Laddove il tracciato ferroviario insiste nei primi rilievi di M. Marzola, il terreno di sedime della linea è costituito da formazioni geologiche afferenti al dominio Sudalpino, costituito da filladi di Basamento, dalle unità vulcano-sedimentarie permiane, costituite da vulcaniti, siltiti, arenarie e dolomie, sino alla formazioni carbonatiche giurassiche (Gruppo dei Calcari Grigi); tipicamente, al di sopra delle formazioni di substrato insistono depositi glaciali, detritici, riporti e, a zone, depositi di frana. Le gallerie presenti nelle gole del Fersina attraversano la Formazione di Monte Zugna, porzione basale del Gruppo dei Calcari Grigi.

La morfologia dell'area è costituita dalle piane alluvionali del fiume Brenta, del torrente Fersina, del fiume Adige e dai primi rilievi di M. Marzola in una zona morfologicamente poco accidentata. È di notevole interesse il tratto che corre all'interno delle gole del Fersina dove le litologie carbonatiche formano pareti sub-verticali di altezza superiore a 100 metri. Proprio in questo contesto, la pericolosità da caduta massi è particolarmente accentuata. Le pareti sub-verticali, la cui ossatura è costituita dai calcari del Gruppo dei Calcari Grigi, sono potenzialmente in grado di rilasciare blocchi rocciosi anche di notevoli dimensioni. Questo assetto è evidenziato, in dettaglio, nella Carta della Pericolosità della Provincia Autonoma di Trento. Lungo il tracciato ferroviario sono altresì presenti alcuni punti ove il pericolo da caduta massi non è trascurabile (vedasi paragrafo 9 per i dettagli).

Per quanto concerne l'assetto idrogeologico, i depositi quaternari presentano tipicamente permeabilità medio-alte, con a luoghi depositi fini a permeabilità bassa. La permeabilità dei terreni è sempre per porosità. Le formazioni geologiche di substrato presentano generalmente permeabilità medie per fratturazione, ad eccezione delle formazioni appartenenti al Gruppo dei Calcari Grigi che presentano permeabilità media per fratturazione e carsismo. In questo gruppo di formazioni non si escludono quindi fenomeni carsici in grado di veicolare i flussi di acqua lungo vie di drenaggio preferenziale.

Dal punto di vista della sismicità, l'area oggetto di studio presenta una sismicità medio-bassa ed è classificata in zona 3. I terreni sono tipicamente classificati come suoli di tipo B o di tipo C. La magnitudo di riferimento è stata stimata $M_w = 6.6$. Non sussistono elementi per poter escludere a priori il rischio di liquefazione dei depositi quaternari.

12 BIBLIOGRAFIA

Dati di base

1. Provincia Autonoma di Trento - RFI (2008), "Potenziamento asse ferroviario Monaco-Verona, Linea di accesso sud Fortezza-Verona, Lotto 3 - Circonvallazione di Trento e Rovereto - Progetto Preliminare- RELAZIONI e TAVOLE.
2. Crosta (2002), "Convenzione per lo Studio dei fenomeni di instabilità di versante del Monte Marzola (prov. Trento) - RELAZIONE FINALE e allegati".
3. Provincia Autonoma di Trento, "Database dei dati geologici in scala 1:10.000".
4. Portale Geocartografico Trentino e Servizio Geologico della Provincia Autonoma di Trento, "Sondaggi stratigrafici a carotaggio continuo - Database online <http://www.territorio.provincia.tn.it/portal/server.pt/community/sondaggi/771/sondaggi/21171>".
5. Italferr (2016 e successive integrazioni) - Progetto Preliminare del Lotto 3 – Circonvallazione di Trento e Rovereto, Accesso Sud alla Galleria di Base del Brennero, Quadruplicamento della linea Fortezza – Verona.
6. Provincia Autonoma di Trento – "Campagna di sismica a riflessione per studi idrogeologici nel Trentino centro-meridionale." 1996

Letteratura

- Avanzini M., Bargossi G.M., Borsato A., Castiglioni G.B., Cucato M., Morelli C., Prosser G. & Sapezza A. (2007) - Note illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000, foglio 026.
- Bargossi G.M., Bondi M., Landini F. & Morten L. (1981) - Il Granodiorite di Monte Croce (Alto Adige, Nord Italia). Rend. Soc. Ital. Miner. Petrol., 38 (1): 155-162.
- Barton N., Lien R., Lunde J. (1974) Engineering Classification of Rock Masses for the Design of Tunnel Support. Rock Mechanics. Springer Verlag Vol. 6 pp. 189-236.
- Bazzoli G. and Visintainer M. (2006) - "Arsenic in rocks and groundwaters in Trentino (Italy). Arsenic removal from water for human consumption: state of compliance activities. Presentazione a convegno: 'Die ARGE Alp und die Qualitätssicherung des Trinkwassers im Alpenraum', Innsbruck, giugno."
- Bieniawski R.T. (1989), Engineering Rock Mass Classification Wiley p.251.
- Bosellini A. (1968) - Paleogeologia pre-anisica delle Dolomiti centro-settentrionali. Mem. Acc. Naz. Lincei, s. 8, 9: 3-32.
- Borsato A., (2000) "Acquiferi carsici in Trentino, caratteristiche chimico fisiche, idrogeologia, vulnerabilità e inquinamento. Museo Tridentino di Scienze naturali, rapporto inedito".
- Borsato A., (2009) "Studio isotopico sulle acque delle sorgenti presenti sul fianco vallivo sinistro della Val d'Adige,".
- Broglia Loriga C., Goczan F., Haas J., Lenner K., Neri C., Oravec Scheffer A., Posenato R., Szabo I. & Toth Makk A. (1990) - The Lower Triassic sequence of the Dolomites (Italy) and Transdanubian Mid-Mountains (Hungary) and their correlation. Mem. Sc. Geol., 42: 41-103.

Broglia Loriga C., Masetti D. & Neri C. (1983) - La Formazione di Werfen nelle Dolomiti occidentali: sedimentologia e biostratigrafia. Riv. Ital. Paleont. Strat., 88 (1982): 501-598.

Castellarin A., Fesce A.M., Picotti V., Pini G.A., Prosser G., Sartori R., Selli L., Cantelli L. & Ricci R. (1988) - Structural and kinematic analysis of the Giudicarie deformation belt. Implications for compressional tectonics of Southern Alps. Min. Petr. Acta, v. 30: 287-310, Bologna.

Cirilli S. (2010) - Upper Triassic-lowermost Jurassic palynology and palynostratigraphy: a review. Geological Society London Special Publication.

Civita M. (1973) "Proposte operative per la legenda delle carte idrogeologiche," Boll. Soc. Naturalisti in Napoli, 1973.

Comune di Trento (2003), "Studio per la delimitazione preliminare di aree di rispetto di pozzi d'acqua per consumo umano. Gruppo Trentino Servizi, Servizio Ambiente."

Comune di Trento (2003), "Sezioni geologiche del fondovalle cittadino."

Cristofolini T. e Trener G. B., "L'acquedotto della Città di Trento – Relazione tecnica e studio geologico. Mem. Mus. St. Nat. Ven. Trid., Trento." 1926.

Dematteis A., Kalamaras G., and Eusebio A., (2001) "A systems approach for evaluating spring drawdown due to tunneling," in AITES-ITA World Tullen Congress, Vol1, Session 1-4.

Davis S.N. and DE WIEST R.J.M. (1966). Hydrogeology. (New York: John Wiley & Sons).

De Zanche V., Mietto P. (1986), Stratigrafia delle "Zwischenbildungen" (Triassico Medio) nei dintorni di Trento. Mem. Di Scienze Geologiche già Memorie degli Istituti di Geologia e Mineralogia dell'Università di Padova, Vol. XXXVIII, pagg. 479-488.

Di Battistini G., Bargossi G.M., Spotti G. & Toscani L. (1988) - Andesites of the Late Hercynian volcanic sequence in Trentino-Alto Adige (northern Italy). Rend. Soc. Ital. Miner. Petrol., 43: 1087-1100.

DISS Working Group (2018). Database of Individual Seismogenic Sources (DISS), Version 3.2.1: A compilation of potential sources for earthquakes larger than M 5.5 in Italy and surrounding areas. <http://diss.rm.ingv.it/diss/>, Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia; doi:10.6092/INGV.IT-DISS3.2.1

Farabegoli E., Pisa G. & Ott E. (1977) - Risultati preliminari sull'Anisico della conca di Agordo e dell'alta Val di Zoldo (Dolomiti sudorientali). Boll. Soc. Geol. It., 95: 659-703

Felber et al. (2000), "Indagini sismiche e geognostiche nelle valli del Trentino meridionale (Val d'Adige, Valsugana, Valle del Sacra, Valle delle Chiese), Italia".

Freeze R.A. and Cherry J.A. (1979) Groundwater. (Englewood Cliffs NJ: Prentice Hall)

Fuganti, F. Defrancesco, and G. Bollettinari (1994) - "La circolazione idrica sotterranea nel massiccio della Vigolana (Trento) con considerazioni sulla geochimica del Magnesio," Atti Acc. Rov. Agiati, vol. a. 243, VI, pp. 295 – 346.

Fuganti A., Bazzoli G., and Morteani G., (1997) "The Quaternary evolution of the Adige Valley near the city of Trento (Northern Italy) as deduced from wells and radiocarbon dating. Preliminary results," Stud. Trentini di Sci. Nat., vol. 73, pp. 93–97.

Geoalp Studio Geologico Associato, (2004) "Indagini idrogeologiche nel Comune di Vigolo Vattaro.

Valutazione della situazione delle captazioni esistenti e della possibilità di incremento della loro portata. Comune di Vigolo Vattaro, rapporto inedito”

Ghetti & Neri (1983) - "La Formazione di Werfen (Trias inferiore) della Valsugana (Trento)".

Giovannini S. (1999), "Studio dell'interazione fra impianti domestici di dispersione delle acque reflue e gli acquiferi del versante occidentale della Marzola. Tesi di diploma inedita. Università degli Studi di Trento, Dip. Ingegneria dell'Ambiente e delle Risorse."

Guidoboni E., Ferrari G., Mariotti D., Comastri A., Tarabusi G., Sgattoni G., Valensise G. (2018) - CFTI5Med, Catalogo dei Forti Terremoti in Italia (461 a.C.-1997) e nell'area Mediterranea (760 a.C.-1500). Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV). doi: <https://doi.org/10.6092/ingv.it-cfti5>

Guidoboni E., Ferrari G., Tarabusi G., Sgattoni G., Comastri A., Mariotti D., Ciuccarelli C., Bianchi M.G., Valensise G. (2019), CFTI5Med, the new release of the catalogue of strong earthquakes in Italy and in the Mediterranean area, Scientific Data 6, Article number: 80 (2019). doi: <https://doi.org/10.1038/s41597-019-0091-9>

ICMS (2008) – Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica. Dipartimento della Protezione Civile e Conferenza delle Regioni e Province autonome; 3 voll e 1 DVD.

ISPRA (2010), "Note illustrative alla Carta Geologica d'Italia, scala 1:50.000 - Foglio 60 Trento".

ISPRA (2012), "Note illustrative alla Carta Geologica d'Italia, scala 1:50.000 - Foglio 43 Mezzolombardo".

Meletti C. & Valensise G. (2004). Zonazione sismogenetica ZS9, appendice 2 al Rapporto conclusivo, in: Gruppo di lavoro (2004). Redazione della mappa di pericolosità sismica prevista dall'Ordinanza PCM 3274 del 20 marzo 2003. Rapporto conclusivo per il Dipartimento della Protezione Civile, INGV, Milano-Roma, aprile 2004, 65 pp. + 5 appendici.

Mietto P., Andretta R., Broglio Loriga C., Buratti N., Cirilli S., De Zanche V., Furin S., Gianolla P., Manfrin S., Muttoni G., Neri C., Nicora A., Posenato R., Preto N., Rigo M., Roghi G., Spötl C. - A Candidate Of The Global Boundary Stratotype Section And Point For The Base Of The Carnian Stage (Upper Triassic): GSSP at the base of the canadensis Subzone (FAD of Daxatina) in the Prati di Stuares/Stuares Wiesen section (Southern Alps, NE Italy) – Albertiniana, v.36, pp. 78-97.

Mietto Paolo, Stefano Manfrin, Nereo Preto, Manuel Rigo, Guido Roghi, Stefano Furin, Piero Gianolla, Renato Posenato, Giovanni Muttoni, Alda Nicora, Nicoletta Buratti, Simonetta Cirilli, Christoph Spötl, Jahandar Ramezani and Samuel A. Bowring - The Global Boundary Stratotype Section and Point (GSSP) of the Carnian Stage (Late Triassic) at Prati di Stuares/Stuares Wiesen Section (Southern Alps, NE Italy) – on-line

Neri C. & Posenato R. (1988) - New biostratigraphical data on uppermost Werfen Formation of Western Dolomites (Trento, Italy). Geol. Paläont. Mitt. Innsbruck, 14/3 (1985): 83-107

Pisa G., Farabegoli E. & Ott E. (1978) - Stratigrafia e paleogeografia dei terreni anisici della conca di Agordo e dell'alta Val di Zoldo (Dolomiti sudorientali). Mem. Soc. Geol. It., 18 (1978): 63-92

Provincia Autonoma di Trento - Servizio Geologico - Marco Avanzini (2006), "Fogli Trento e Mezzolombardo - Le unità sedimentarie: nomenclatura, proposte, problemi"

P.A.T.-RFI, "Relazione Idrogeologica - [ACTP-10.01.01-08V1RO] - Potenziamento asse ferroviario Monaco-Verona, Linea di accesso SUD, Fortezza Verona, Lotto 3, Circonvallazione di Trento Rovereto, Progetto preliminare," 2008.

Relazione geologica	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IT1J	10	R 69 RG	GE 0001 001	A	144 di 171

P.A.T.-RFI, "10.01.02a - Allegato 1 - Censimento generale risorse e schede monitoraggio, parte prima." 2008.

P.A.T.-RFI, "10.01.02b - Allegato 1 - Censimento generale risorse e schede monitoraggio, Parte seconda." 2008.

Provincia Autonoma di Trento, "Relazione Idrologica - Linea ferroviaria del Brennero - Quadruplicamento della tratta Verona Fortezza nel territorio della Provincia di Trento, Soluzioni in sinistra Adige, Progetto preliminare," 2003.

PAT-RFI, "Relazione Idrologica - [ACTP-10.04.00-08V0RO] - Potenziamento asse ferroviario Monaco-Verona, Linea di accesso SUD, Fortezza Verona, Lotto 3, Circonvallazione di Trento Rovereto, Progetto preliminare," 2008

Provincia Autonoma di Trento, "Relazione Idrogeologica - Progetto preliminare del nuovo lotto 3 - Circonvallazione di Trento Rovereto e studio di fattibilità delle tratte di completamento ricadenti nel territorio della Prov. di Trento," 2008.

P.A.T.-RFI, "10.01.03 - Relazione idrogeologica e idrologica, Allegato 2 alla relazione, risorse monitorate." 2008.

P.A.T.-RFI, "10.01.04a - Allegato 3 alla relazione analisi chimiche - parte a." 2008.

P.A.T.-RFI, "10.01.04b - Allegato 3 alla relazione, analisi chimiche - parte b." 2008.

P.A.T., "Criteri e metodologia per la redazione a l'aggiornamento delle carta della pericolosità" 2020.

Paternoster S. (2010), "Assistenza geologica nelle prove di pozzo e nei cantieri di dewatering. Corso COPGAI, Ottobre 2010: assistenza geologica in corso d'opera nell'ambito della direzione lavori."

Progetto RIASPAT (2009), "Prima caratterizzazione idrochimica delle sorgenti ad uso potabile della provincia di Trento" <http://www.protezionecivile.tn.it/territorio/geologia/idrogeologia/pagina5.html> .

Quaranta N. (2000) - "Protezione delle risorse idriche sotterranee per uso idropotabile nel fondovalle atesino: l'acquifero del conoide del Torrente Avisio (TN)," IGEA, vol. 15,.

Rettori R. (1995) - Foraminiferi del Trias inferiore e medio della Tetide: revisione tassonomica, stratigrafia ed interpretazione filogenetica. Pub. du Département de Géol. et Paléont. Genève, 18.

Rovida A., Locati M., Camassi R., Lolli B., Gasperini P. (2019). Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (CPTI15), versione 2.0. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV). <https://doi.org/10.13127/CPTI/CPTI15.2>

Rovida A., Locati M., Camassi R., Lolli B., Gasperini P. (2020). The Italian earthquake catalogue CPTI15. Bulletin of Earthquake Engineering, 18(7), 2953-2984. <https://doi.org/10.1007/s10518-020-00818-y>

Salaj J., Borza K. & Samuel O. (1983) – Triassic Foraminifera of the West Carpathians. Geolog. Ustav. Dinya Stura, 213 pp.

R. Torri, A. Dematteis, and L. Delle Piane, "Drawdown hazard of springs and wells in tunneling: predictive model and verification," in Proc. XXXV IAH Congress, Groundwater and Ecosystems, Lisbon 17-21 Sept., 2007, pp. 1–10.

Turc L. (1954), "Calcul du bilan de l'eau: evaluation en fonction des precipitation et des temperatures," IAHS, vol. 37.

Thornthwaite C. W. (1948), "An approach toward a rational classification of climate," Geogr. Rev., vol. 38, pp. 55–94.

Santoro M. (1970), "Sulla applicabilità della formula di Turc per il calcolo dell'evapotraspirazione effettiva in Sicilia," in Atti I Conv. Intern. Acque Sott., I.A.H., Palermo.

Valensise G. e Pantosti D. (2001), "Database of Potential Sources for Earthquakes larger than M 5.5 in Italy".

Viganò A. (2009), "Crustal deformation of a sector of the Southern Alps adjacent to the Po plain (Northern Italy): an integrated study. PHD thesis, dottorato di ricerca in Scienze ambientali XXI ciclo Università degli studi dell'Insubria"

Visintainer P., "Studio idrogeologico finalizzato alla caratterizzazione dell'acquifero di fondovalle compreso nel territorio del Comune di Trento – Comune di Trento, Ufficio Geologico".

Relazione geologica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IT1J	10	R 69 RG	GE 0001 001	A	146 di 171

Appendice 1 - Elenco pozzi e sorgenti

Relazione geologica ed idrogeologica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IB0Q	3A	R69RG	GE 00 01 001	A	147 di 171

La tabella seguente riporta l'elenco dei pozzi (296) rappresentati nella carta idrogeologica.

X_GB	Y_GB	Codice Progressivo
1663740	5102125	2
1663619	5098641	22
1663585	5098761	23
1663521	5098503	24
1663711	5099284	31
1663980	5099301	32
1666494	5104748	68
1664491	5101948	83
1682759	5099070	87
1675936	5097112	94
1675445	5094925	95
1686723	5101756	96
1668920	5105559	104
1664541	5100494	114
1674450	5096195	115
1678204	5096279	117
1670980	5096586	133
1671009	5096535	134
1663855	5106304	140
1663909	5106328	141
1663889	5102844	142
1663842	5103624	156
1683727	5099236	158
1683662	5099327	160
1664131	5104449	162
1672243	5104236	169
1674230	5103092	179
1663851	5100379	186

X_GB	Y_GB	Codice Progressivo
1663830	5102733	192
1671528	5103734	204
1662481	5106388	210
1666404	5103804	213
1666412	5103787	214
1666581	5105523	219
1664287	5100562	222
1670384	5105893	257
1670331	5105874	258
1688630	5102281	263
1664837	5101182	272
1664806	5101184	273
1664519	5100313	276
1676998	5097132	303
1676998	5097085	304
1677002	5097041	305
1676968	5097117	306
1677063	5097083	307
1678130	5096161	308
1663586	5099099	329
1663537	5101155	344
1663398	5099535	345
1663458	5099995	346
1663248	5101450	348
1663676	5100806	349
1663623	5100883	350
1663121	5101629	351
1691284	5103089	359

Relazione geologica ed idrogeologica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IB0Q	3A	R69RG	GE 00 01 001	A	148 di 171

X_GB	Y_GB	Codice Progressivo
1664401	5103923	410
1663368	5101015	411
1670339	5105800	412
1670331	5105788	413
1663574	5100802	414
1674976	5104560	419
1663729	5099768	437
1673339	5101994	500
1663770	5100563	511
1662920	5098368	530
1664863	5098511	531
1663045	5101926	533
1664536	5102350	558
1672767	5099941	580
1663647	5101473	587
1666437	5106297	588
1672896	5102401	614
1672897	5102357	615
1672910	5102401	631
1672333	5104131	637
1672342	5104144	638
1672334	5104169	639
1680594	5098485	645
1664140	5100387	680
1676444	5096362	682
1673142	5100660	683
1676811	5097528	684
1673070	5102511	685
1674877	5104688	690
1671789	5103954	691

X_GB	Y_GB	Codice Progressivo
1674902	5104606	692
1662991	5101979	693
1672925	5101559	704
1665071	5098281	716
1668142	5104209	717
1674337	5096261	738
1673742	5097102	739
1664281	5101896	741
1684110	5097693	743
1672313	5104020	745
1672794	5102883	746
1663338	5101197	750
1663278	5101411	751
1664261	5101046	760
1673329	5101151	768
1673252	5101132	769
1663462	5101208	795
1663783	5100517	796
1663521	5101187	797
1663487	5101185	798
1664020	5101350	799
1664002	5101519	800
1663992	5101561	801
1664906	5100852	802
1664916	5100886	803
1664029	5098241	833
1673785	5096888	838
1674085	5096558	839
1674138	5096544	841
1663372	5101380	853

Relazione geologica ed idrogeologica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IB0Q	3A	R69RG	GE 00 01 001	A	149 di 171

X_GB	Y_GB	Codice Progressivo
1672291	5105050	854
1672640	5099514	870
1689905	5103503	871
1664906	5098345	881
1664772	5098297	893
1662307	5100346	895
1663790	5106137	902
1665111	5099112	924
1685816	5100837	945
1685890	5100869	946
1683996	5100066	955
1664975	5099724	956
1665032	5099657	957
1664821	5099585	958
1664866	5100122	963
1662589	5105856	970
1663630	5098261	977
1663615	5100644	989
1663601	5100689	990
1663661	5100693	991
1663587	5100634	992
1674473	5100425	996
1674545	5104464	997
1664898	5102393	1010
1664810	5100231	1023
1662650	5105046	1026
1662195	5106373	1027
1662575	5106062	1055
1682009	5098990	1066
1664044	5105763	1078

X_GB	Y_GB	Codice Progressivo
1671902	5105794	1096
1663279	5104048	1128
1663295	5103770	1129
1670931	5104166	1149
1671216	5103816	1150
1663611	5100987	1163
1671011	5104785	1178
1663652	5103237	1188
1663516	5102912	1189
1663696	5102912	1190
1663628	5102762	1191
1663597	5103026	1192
1663647	5102698	1193
1663682	5103105	1194
1664693	5101137	1219
1664626	5101253	1220
1664670	5101219	1221
1682093	5098577	1224
1664392	5100169	1233
1663840	5100744	1238
1664895	5101694	1266
1664854	5101695	1267
1664759	5101683	1268
1682625	5098761	1281
1680804	5098577	1321
1664862	5098997	1323
1663481	5099888	1372
1664930	5099543	1375
1664442	5099314	1377
1664189	5098610	1378

Relazione geologica ed idrogeologica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IB0Q	3A	R69RG	GE 00 01 001	A	150 di 171

X_GB	Y_GB	Codice Progressivo
1679117	5097313	1402
1681723	5097972	1411
1679263	5097334	1426
1682434	5099209	1440
1663419	5099932	1455
1663580	5098402	1456
1670666	5104594	1457
1670784	5104522	1458
1663648	5101716	1459
1663617	5101614	1460
1675371	5094881	1464
1675337	5094865	1465
1663868	5099233	1466
1662425	5105395	1468
1668518	5106097	1469
1673122	5102599	1479
1663684	5103397	1484
1673455	5097287	1497
1672293	5103626	1498
1682878	5098264	1501
1663113	5102814	1508
1664131	5099219	1542
1663963	5099587	1546
1663915	5099798	1547
1680176	5096668	1560
1672735	5101458	1562
1673352	5102257	1566
1690988	5102583	1579
1672174	5105107	1581
1672987	5102404	1582

X_GB	Y_GB	Codice Progressivo
1665714	5106269	1584
1665700	5106075	1585
1673449	5101712	1592
1662386	5106055	1605
1683291	5099597	1613
1678087	5095263	1631
1683074	5098947	1644
1665114	5098486	1675
1679577	5097066	1700
1663337	5105579	1701
1664369	5100263	1720
1664375	5100217	1721
1664395	5100214	1722
1678799	5097069	1741
1670519	5105266	1759
1670418	5105383	1760
1679087	5096516	1776
1679082	5096495	1777
1679117	5096518	1778
1662210	5106320	1779
1662228	5104335	1783
1666406	5104624	1784
1666412	5104727	1785
1672964	5104645	1801
1677811	5096100	1816
1680012	5096652	1821
1680023	5096648	1822
1678500	5095884	1832
1672742	5101299	1927
1675069	5097993	1949

Relazione geologica ed idrogeologica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IB0Q	3A	R69RG	GE 00 01 001	A	151 di 171

X_GB	Y_GB	Codice Progressivo
1672150	5104880	1954
1663740	5100617	1955
1667962	5105349	2000
1668883	5105551	2001
1663094	5105483	2019
1664992	5098261	2027
1677881	5096126	2048
1676219	5097125	2075
1662745	5106137	2077
1663850	5102088	2086
1677378	5098222	2112
1662636	5104997	2113
1663998	5105939	2134
1677365	5098084	2145
1678173	5096247	2147
1665768	5106312	2180
1666174	5105774	2181
1665846	5105863	2182
1676118	5097164	2207
1671880	5105495	2208
1666350	5103734	2218
1666369	5103725	2219
1663691	5099604	2223
1663149	5102745	2224
1663340	5098200	2265
1664635	5103137	2269
1664531	5101189	2314
1662969	5105691	2323
1663618	5098509	2336
1663103	5105824	2340

X_GB	Y_GB	Codice Progressivo
1663532	5098277	2344
1663556	5098358	2345
1664376	5101690	2348
1676246	5096544	2380
1670505	5105245	2384
1681374	5098786	2394
1662610	5105082	2409
1664902	5100116	2410
1663635	5098574	2437
1663680	5099161	2439
1663696	5099167	2440
1663147	5105838	2465
1663144	5105838	2466
1662067	5106048	2467
1664852	5100606	2475
1666182	5102282	2483
1663899	5099864	2495
1672244	5104853	2499
1662655	5105228	2512
1664035	5101734	2513
1663658	5100440	2514
1663688	5100503	2515
1663939	5100438	2525
1672488	5103048	2543
1664387	5101151	2546
1663689	5105365	2616
1672913	5103076	2716
1682967	5098657	2764
1663569	5098796	2766
1663534	5098485	2771



ASSE FERROVIARIO MONACO - VERONA
ACCESSO SUD ALLA GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO
QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA - VERONA
LOTTO 3A: CIRCONVALLAZIONE DI TRENTO

Relazione geologica ed idrogeologica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IB0Q	3A	R69RG	GE 00 01 001	A	152 di 171

La tabella seguente riporta l'elenco delle sorgenti (686) rappresentate nella carta idrogeologica. Viene indicato il codice sorgente, il nome della sorgente le coordinate di emergenza.

Codice sorgente	Nome	X_GB	Y_GB
482	ponte alto origine	1666319.296	5104558.765
483	loc.montesei brazzaniga	1673320.179	5104869.286
484	loc.valbona	1672744.844	5105746.608
485	pissol	1672610.62	5105659.575
520	celva fontana	1668259.029	5104702.123
525	busneck	1675003.331	5104505.81
526	loc.maso cargadora	1674796.172	5104212.084
527	ciomba 1	1674746.325	5103600.096
528	moretta	1671232.19	5103357.93
529	slavini	1670833.796	5102697.097
530	loc.ronzesco	1669466.739	5104073.683
531	ronzesco	1669502.528	5103885.302
532	casare	1669065.457	5103717.334
533	mazzon	1669920.294	5103537.794
534	tof	1670049.286	5103434.794
535	dos lungo	1669879.291	5103270.8
536	marocche	1669751.291	5102509.41
537	valgrande alta	1669932.275	5102489.803
538	loc.malga tomba	1670067.585	5102143.901
655	maso refatti	1674714.356	5106030.806
656	loc.ternabi	1674375.608	5106301.176
657	cisti	1674784.362	5106507.802
658	peschere	1674122.349	5106147.802
735	ca' de neza	1668208.172	5104102.496
736	loc.ca' de nera	1668296.223	5103955.826
737	loc.brenz baracca	1667979.662	5103527.447
738	loc.piana nova	1667993.009	5103186.394
739	loc.moronar alta	1668567.733	5103301.843
740	val cannelle	1668782.247	5103298.586
741	stellar	1669049.361	5103069.097
742	rio slavina bassa	1667444.274	5102750.792
743	foll	1666290.19	5102843.548
744	galleria gabbiolo	1667212.266	5102481.786
745	gabbiolo ex salvadori	1666690.251	5102046.795
746	ancona	1666644.26	5102079.795
747	camina	1666350.251	5101704.787
748	benvenuti	1666277.247	5101510.794

Codice sorgente	Nome	X_GB	Y_GB
749	tre fontane	1666293.247	5101496.794
750	casotti di gabbiolo alta	1667019.26	5102318.792
759	verga	1677820.713	5102276.195
761	malga montagna grande	1678846.507	5102396.685
763	cima storta	1679974.824	5102410.424
865	fontanelle	1686802.86	5100203.919
866	fontanelle	1686856.551	5100117.418
867	malga puisle	1687237.404	5100272.123
868	m.ga rizzon	1687938.019	5100915.919
869	m.ga rizzon	1687968.911	5101003.761
870	m.ga rizzon	1688236.039	5100931.782
871	maso piagaro	1689058.838	5101310.904
872	visle	1688811.76	5101461.485
873	visle	1688320.144	5101564.574
874	sopra maso dordi	1688126.557	5101647.174
875	dordi	1688300.064	5101859.159
876	fontane	1688044.435	5101776.195
877	rosta fredda	1687914.951	5101763.694
878	p.f. 794/4 c.c. rovegno	1687810.167	5101772.313
879	visle	1687743.475	5101715.822
880	zaccon	1687671.382	5101456.167
881	fonte del ghebo	1687933.233	5102305.914
896		1679211.696	5092265.664
897		1679143.114	5092258.643
898		1679119.844	5092202.571
899	malga zochi sx	1679213.291	5092689.778
900	malga zochi dx	1679203.29	5092725.779
901	rio bianco destra	1679256.109	5092988.469
902	vecchia monterovere	1678531.282	5092345.783
903		1678406.168	5092309.301
904	rio bianco alta	1678533.484	5094563.529
905	lochere media	1678418.479	5094654.532
906	maso ximeli	1673723.149	5096232.7
907	stohl 5	1674017.193	5095703.845
908	maso murari	1674115.196	5095689.845
909	stohl 1	1674374.195	5095533.842
910	stohl 3	1674214.201	5095449.838

Codice sorgente	Nome	X_GB	Y_GB
911	stohl 6	1674198.192	5095369.845
912	stohl 7	1674227.194	5095287.842
914	stohl 4	1674326.195	5095400.837
915	stohl 2	1674327.194	5095468.839
916	fonte ferruginosa	1674555.202	5095507.842
917	stohl 8 - agostini	1674039.199	5095335.842
918	berta	1674968.206	5095509.844
919	loc.villa aurora	1673070.502	5097898.951
920	vigabona	1672913.27	5098141.171
921	santa caterina	1672327.207	5098099.844
922	loc.maso vigobona	1672732.779	5098418.923
923	loc. maso vigabona	1672660.907	5098364.181
924	viga bona	1672591.176	5098423.051
925	santa lucia	1672169.605	5098224.334
926	loc.maso pergher	1672182.926	5098279.324
927	loc.maso pergher	1671947.192	5098392.903
928	loc.aoni	1671858.69	5098451.122
929	fontana del bergher	1672070.827	5098733.398
930	loc.maso begher	1671936.225	5098741.667
931	loc.maso eccher	1671684.979	5098745.974
932	loc.le acque	1671567.816	5098649.481
933	loc.sottopreda	1671692.611	5098973.266
934	loc.pradi	1671792.984	5098984.848
935	begher	1671888.227	5099087.84
936	maso canela	1672205.703	5099033.413
937	valletta	1672447.748	5098958.615
938	loc.prá della ciesa	1672558.781	5099075.378
939	loc. fratte	1672332.587	5099208.457
940	loc.sotto maso pocher	1672180.725	5099342.206
941	loc. mosler	1671923.009	5099307.193
942	maso lunz	1671367.369	5099502.008
943	loc.pra'grand	1671289.696	5099318.365
944	loc.pra' grand	1671211.734	5099354.075
945	loc. le ave	1671276.938	5099604.808
946	tomaselli	1671156.226	5099623.827
947	soda	1671144.016	5099659.047
948	loc. le ave	1671342.27	5099667.1

Codice sorgente	Nome	X_GB	Y_GB
949	boscatti bassa	1671439.443	5099809.322
950	toldo	1671457.825	5099921.614
951	doss dei rorati	1671837.903	5099901.999
952	loc. doss dei roratti	1671871.663	5099868.879
953	loc. maso dolzer	1671833.212	5099766.567
954	loc. i dossi	1672000.976	5099862.56
955	loc. maso ossler	1672328.251	5099593.241
956	loc. ciesure	1672327.872	5099747.413
957	loc. ciesuretti	1672399.254	5099774.574
958	loc. erle	1672284.192	5099845.873
959	loc.le ciesure	1672254.461	5099820.583
960	loc.erle	1672215.731	5099909.153
961	loc.pianezza	1672369.625	5100009.956
962	loc.val del pintarel	1671587.051	5100356.4
963	loc.maso pusterl	1671220.767	5100753.93
964	loc. rifugio alpino	1670642.008	5100011.805
965	laghetti nord	1670533.994	5099828.501
966	loc. ai laresi	1672168.176	5097251.262
967	maso genevi	1672321.089	5097148.183
968	foresta	1672644.741	5097762.354
969	fontana di valar	1674705.511	5103193.851
970	fontanon	1674723.378	5102862.657
971	loc.fontanelle	1674870.75	5102556.885
972	loc.fontanelle	1674954.152	5102482.415
975	rastel	1673360.59	5101496.526
976	pozza	1673707.064	5101172.437
977	pozza	1673714.044	5101097.446
978	gli erti	1674302.952	5099264.771
979	valle	1675049.799	5098231.263
1017	sabine	1687070.772	5105172.807
1018	grube	1686905.076	5104986.033
1019	grube alta	1686839.774	5104869.79
1020	grube	1687222.276	5104762.372
1021	grube	1687236.967	5104989.746
1022	prá di scala alta	1687355.951	5105004.437
1023	ganarini alta	1687709.802	5105008.8
1024	bessa	1687830.806	5105169.804

Codice sorgente	Nome	X_GB	Y_GB
1025	ganarini media	1687768.803	5104914.799
1026	ganarini bassa	1687887.807	5104939.801
1027	caumi	1688141.815	5104891.802
1028	battisti	1688231.818	5104963.804
1029	i canai	1688513.047	5105154.34
1030	ai canai	1688635.011	5105162.271
1031	cescatti	1688770.835	5104884.807
1032	palaieri	1688656.441	5104915.407
1033	casoni	1688265.099	5104814.692
1034	trozzo	1688359.741	5104668.1
1035	rampelotti	1688377.772	5104517.557
1036	marchi bassa	1688237.817	5104588.797
1037	dosso	1688139.814	5104588.796
1038	bienati	1687337.639	5104461.037
1039	san nicolo'	1687125.631	5104203.051
1040	passerotto	1687067.698	5103792.183
1041	roveri	1687122.13	5103803.634
1042	loa	1686950.044	5103427.386
1043	maso moro	1687104.928	5103320.575
1044	maso albio	1687194.501	5103402.157
1045	maso albio	1687259.914	5103560.111
1046	roneri	1687307.035	5103584.102
1047	sasso	1687786.802	5104146.785
1048	colla	1687803.802	5103758.779
1049	bezzeli	1687981.448	5103968.674
1050	/standa	1688070.531	5104120.837
1051	rauti	1687964.647	5103647.148
1052	acqua della rauta	1688148.813	5103788.802
1053	zaconati	1688115.752	5103838.903
1054	rauti	1688011.778	5103668.819
1055	cola	1688173.283	5103726.421
1056	pozza	1688216.285	5103762.402
1057	pra'	1688314.499	5103982.817
1058	/valle	1688539.036	5104138.762
1059	valle	1688561.597	5104228.954
1060	masi croce	1689043.743	5104769.927
1061	visentini	1689019.842	5104409.801

Relazione geologica ed idrogeologica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IB0Q	3A	R69RG	GE 00 01 001	A	158 di 171

Codice sorgente	Nome	X_GB	Y_GB
1062	visentini	1689127.175	5104282.849
1063	val del livello	1689074.703	5103886.722
1064	onea	1688888.256	5103712.457
1065	ronera	1688553.646	5103673.013
1066	/pra	1688339.949	5103830.144
1067	romera	1688339.529	5103770.363
1068	quinto boale	1688235.315	5103458.877
1069	maso rigo	1688078.459	5103217.381
1070	acqua del savaro	1687866.632	5103001.046
1071	maso savaro	1688663.068	5103222.766
1072	ca' borgogna	1689183.975	5103077.858
1073	uta	1689908.91	5104322.897
1074	villa casagrande (sopra)	1690095.656	5104129.925
1075	masi fratte	1690864.91	5104097.72
1076	chizzole pian dei libardi	1681119.878	5101926.856
1077	loc. la montagnola	1681266.532	5101761.754
1078	loc. la montagnola	1681257.981	5101635.002
1079	loc. malga delle rose	1681284.632	5101555.061
1080	salare	1680269.356	5101163.828
1081	buon ritiro	1680426.54	5101032.307
1082	loc. maso acler	1680503.431	5100647.642
1083	loc.maso libardoni	1680676.857	5100735.635
1084	loc. maso libardoni	1680865.383	5100683.335
1085	ronca 1	1680365.703	5100202.775
1086	loc. malga delle rose	1681316.743	5101643.633
1087	selva	1680243.336	5099617.835
1088	loc. bocchetto	1680645	5099816.531
1089	prati di monte	1680705.605	5100197.457
1090	la presa bassa	1681541.364	5100439.826
1091	la presa alta	1681546.364	5100465.827
1092	sambuchi	1681657.367	5100337.836
1093	loc. sotto malga presa	1681472.773	5100636.559
1094	loc. malga presa	1681344.32	5100801.87
1095	baito frisanco	1681171.363	5100716.828
1096	cestele-filippi	1681673.334	5101374.591
1097	prati di monte	1681803.827	5101231.29
1098	zen	1682009.385	5101382.824

Codice sorgente	Nome	X_GB	Y_GB
1099	albi alta	1682042.385	5101319.323
1100	albi vecchia	1682043.885	5101276.833
1102	loc.borba	1681971.532	5101072.999
1103	borba 1	1681995.381	5100786.825
1104	borba 2	1681990.381	5100746.834
1105	busa bertoldi	1681977.38	5100627.832
1106	dordi	1684729.882	5100735.924
1107	terme roncegno	1685364.449	5102489.507
1108	lazzareti alta	1676458.405	5099263.625
1109	lazzareti bassa	1676448.405	5099231.625
1110	boze	1676608.409	5099070.624
1111	sant'antonio	1676795.415	5099098.625
1112	parestei bassa	1677523.598	5098767.226
1113	parestei	1677592.44	5098825.627
1114	fratta	1677749.446	5098916.629
1134	sopra salmo	1691348.433	5100907.293
1136	le rosse	1691294.311	5100078.037
1137	nogara	1690722.661	5099791.617
1138	villa argentina	1689874.332	5099601.778
1139	villa argentina	1689862.952	5099420.975
1140	villa marchetto	1689849.07	5098820.684
1141	birba	1689165.467	5099135.825
1142	villa benetti	1689249.939	5098650.907
1143	gomion bassa	1688686.447	5097187.827
1144	hotel legno	1688152.789	5097435.519
1145	hotel legno	1688145.378	5097350.137
1146	fonte minerale val paradiso	1686445.41	5097795.825
1147	piociosa	1685530.797	5097456.354
1148	albi	1684191.368	5096925.838
1149	fonte acqua del nosellaro	1683724.362	5097045.838
1150	malga costa	1683558.356	5096763.83
1151	baron beppe	1683059.348	5096995.833
1160	sopra dordi	1685162.942	5096920.013
1161	acqua nera bassa	1682029.331	5095981.826
1165	fontanelle	1679367.28	5096548.842
1166	loc.spiazza alto	1677388.277	5092725.31
1167	spiazza alto	1677702.908	5092745.632

Codice sorgente	Nome	X_GB	Y_GB
1168	loc.baita cianci acqua	1677746.318	5092878.057
1169	val dei laresi alta	1676513.246	5093555.804
1170	val dei laresi bassa	1676452.244	5093601.805
1171	palon vecchia	1676416.239	5093837.813
1172	la fontanella	1677205.022	5094220.741
1173	loc.aonè (maso bagiani)	1674399.414	5094152.824
1174	loc. maso piatelle	1673818.67	5094908.145
1175	ca' del primo	1673579.748	5094613.502
1176	laghetto campregheri	1673584.189	5094571.55
1177	laghetti campregheri	1673604.46	5094546.16
1178	laghetti sud campregheri	1673588.6	5094502.298
1179	campregheri	1673396.445	5094565.028
1180	amperiala nord	1673713.794	5094420.476
1181	amperiala	1673718.905	5094374.125
1182	amperiala sud 1	1673718.145	5094332.693
1183	amperiala sud 2	1673717.046	5094281.071
1184	filari	1673809.068	5094269.652
1185	crozon	1673495.323	5094082.482
1186	maso strada	1673691.09	5093914.228
1187	strada 2	1673795.763	5093903.689
1188	conci 2	1673558.862	5093586.185
1189	conci	1673560.232	5093537.174
1190	a 'uni dei baizi	1673108.988	5093825.089
1191	stedile	1672946.313	5093907.47
1192	baito del la piera	1672634.309	5093645.458
1193	stedila	1672592.31	5093568.455
1194	fontana vecia	1672766.738	5093567.719
1195	martinelli sud	1672792.517	5093325.098
1196	xantacher	1672826.328	5093182.68
1197	cimitero centa	1673111.156	5093202.237
1198	paldaofi	1673328.901	5093225.57
1199	sotto lombri	1672796.702	5092971.086
1200	ss fianco lambri	1672707.53	5092994.686
1201	lambri	1672712.721	5092945.794
1202	tornante lambri	1672721.202	5092893.162
1203	al bosco (nordola)	1672554.786	5092992.294
1204	albio (forestale)	1672099.596	5093011.32

Codice sorgente	Nome	X_GB	Y_GB
1205	capitel	1672053.015	5092969.248
1206	broi	1672183.02	5092806.664
1207	muos	1672484.199	5092706.794
1208	palù mous	1672493.314	5092710.835
1209	valle	1672874.008	5092688.497
1210	acquetta	1673725.352	5092388.425
1211	valimpach	1673684.683	5092206.478
1212	fontanelle	1672772.441	5092246.21
1213	masere dei fontani	1672599.005	5092391.004
1214	doss	1672572.895	5092345.682
1215	fontani 4 a	1672521.463	5092408.564
1216	fontani	1672404.051	5092417.363
1217	fontani 2 a	1672437.662	5092353.971
1218	fontani 3	1672461.014	5092293.499
1219	valletta destra stauderi	1672218.667	5092386.16
1220	stauderi	1672169.496	5092356.148
1221	zelè	1672011.46	5092498.021
1222	prai piani	1671802.104	5092629.694
1223	fondi	1671439.195	5092672.792
1224	campioni	1671851.668	5092360.395
1225	castagnari - girardi	1673460.426	5094545.908
1226	val cioli sup.nord	1671817.358	5092312.293
1227	val cioli alta	1671838.69	5092255.571
1277	sopra madonna del feles	1671540.252	5097145.554
1281	del vivaio rombonos	1670999.988	5098057.298
1282	pradi malga (prato)	1671023.23	5098174.099
1283	prai malga vivaio	1670941.418	5098202.238
1284	strada prai malga	1670968.069	5098254.799
1285	laghetti sud	1670539.372	5099634.149
1286	frain nord	1670307.246	5099460.565
1287	frain sud	1670366.246	5099385.564
1288	colarè	1670273.242	5099105.56
1290	colare' bassa	1670111.237	5098988.557
1291	stavo alta	1669741.223	5098243.544
1306	slavazzi	1671295.242	5096447.541
1307	roca	1671217.187	5095194.617
1311	val della prea	1671430.194	5093450.799

Codice sorgente	Nome	X_GB	Y_GB
1312	fontanelle bassa sx	1671495.193	5093670.807
1313	fontanelle alta	1671549.197	5093437.799
1314	vaneselle	1671748.197	5093008.427
1315	somi	1673245.346	5095688.736
1316	loc.maso marini	1673225.583	5095891.393
1317	al pozat	1673197.728	5096215.024
1318	castello	1670990.251	5097231.688
1319	della frega	1671562.254	5097296.556
1320	loc.sopra m.puller	1672178.937	5100658.421
1321	sotto maso puller	1672171.427	5100743.592
1322	loc. maso ungherle	1671601.344	5100555.513
1323	loc. maso ungherle	1671514.182	5100645.263
1324	loc. maso poper	1671616.127	5100943.978
1325	loc. maso poper	1671765.2	5100861.438
1326	loc.sopra maso kronst	1671967.255	5100960.822
1328	fontana maso sercer	1671899.254	5101033.822
1329	loc. maso pergher	1672089.049	5101127.476
1330	fontanelle	1671981.257	5101181.825
1331	pr há della casara	1670985.26	5101640.817
1332	fontana santa	1670157.264	5101858.809
1333	pragonal	1670343.266	5101689.809
1334	mughi	1669848.247	5100753.813
1335	benefizi	1670366.247	5100528.817
1336	acqua fagota	1670101.598	5100164.67
1337	loc.sotte sorg.predagrana	1670313.592	5100114.792
2968	caola	1691201.831	5104242.676
3057	maso poffen	1685983.809	5105322
3058	desene di sotto	1686394.951	5105253.063
3059	la pretta	1686385.011	5105116.11
3060	poffem	1686253.826	5105095.239
3061	poffen	1686224.285	5105037.748
3062	poffen	1686228.655	5105017.667
3063	poffen	1686202.315	5105068.598
3064	pr há dei larici	1685734.45	5104912.951
3065	baile	1685759.739	5104628.777
3066	salembis	1686089.75	5104706.781
3067	pra' delle crosette	1686464.762	5104843.786

Codice sorgente	Nome	X_GB	Y_GB
3068	s.anna	1686504.753	5104627.283
3069	auseri	1686551.764	5104491.781
3070	pirga	1686286.316	5104494.109
3071	pirga	1686307.146	5104437.678
3072	pirga	1686252.604	5104338.156
3073	pirga	1686199.822	5104352.516
3074	crozzi	1685879.452	5104193.88
3075	fontanazzi	1685874.691	5104002.967
3076	fontanazzi	1686160.42	5104121.391
3077	pamele	1686262.334	5104219.154
3078	loa	1686375.367	5104180.194
3079	loa	1686307.615	5104149.743
3080	monti belleri	1686374.377	5104089.503
3081	pacheri	1686421.098	5104052.442
3082	bocheri	1686967.276	5104053.327
3083	lagon	1686657.195	5103784.55
3084	maso paglia	1686569.743	5103884.211
3085	crameri	1686315.704	5103814.047
3086	crameri	1686245.802	5103887.458
3087	crameri	1686062.176	5103701.893
3088	scali	1686976.194	5103150.321
3099	clavim	1684314.395	5104941.839
3100	paicovel	1684136.689	5104716.764
3101	valletta alta	1684973.715	5104746.772
3102	valletta bassa	1684898.712	5104559.768
3103	crozzi	1684696.513	5103935.876
3104	maileri 2	1684863.458	5103897.827
3105	fodra	1685058.465	5104074.821
3106	fraineri	1685284.462	5104061.823
3107	bernardi bassa o destra	1685060.193	5103311.669
3108	bernardi alta o sinistra	1685105.034	5103348.079
3109	salcheri	1685544.727	5103118.179
3110	fonti termali	1685435.082	5102565.549
3111	larganzoni	1685509.724	5102596.74
3112	cofleri	1685727.693	5102951.398
3113	cofleri	1685718.322	5102896.257
3114	cofleri	1685820.595	5102874.707

Codice sorgente	Nome	X_GB	Y_GB
3115	scalvini	1685914.978	5102738.286
3116	malga romani	1683151.657	5104467.751
3117	cadenzi	1685743.582	5102528.171
3118	pori di cadenzi	1685979.339	5102428.821
3119	stecè	1678825.305	5099231.84
3120	tamazo	1678963.313	5099744.839
3121	rossati	1678203.585	5101060.921
3122	rossati	1678198.867	5101092.122
3123	zuc (vetriolo)	1678218.441	5101528.378
3124	(baruchelli)loc.parlù	1678151.13	5101661.109
3125	parlu'	1678064.257	5101686.629
3126	fruet	1678720.497	5101487.671
3127	cappuccio	1678511.239	5101295.367
3128	albergo trento	1678596.872	5101402.299
3129	acqua debole di vetriolo	1678845.5	5101238.668
3130	acqua forte di vetriolo	1678998.284	5101577.574
3131	loc.zona acqua forte	1679401.89	5101634.648
3132	loc.acqua forte	1679405.99	5101504.146
3133	comunale	1679748.53	5101326.676
3134	pian della casara	1680209.546	5101411.681
3135	sgrizzole	1680409.553	5101547.685
3136	marziana	1680160.353	5101179.827
3137	marziana bassa	1680165.352	5101082.826
3144	sotto la zona slompi	1675120.263	5101933.419
3151	loc.buneri	1676721.01	5101277.493
3152	menegol	1677091.523	5101418.318
3153	loc.conchla	1677327.605	5101962.177
3154	erla alta	1677921.741	5101479.515
3155	erla bassa	1677875.328	5101351.833
3156	loc.bolbis	1677555.506	5101101.637
3157	loc.bolbis	1677563.185	5100955.995
3158	visintainer	1675176.461	5100309.51
3159	visintainer	1675042.846	5100303.188
3160	visintainer	1674959.604	5100318.978
3161	croz de la ghinga	1675091.436	5100133.227
3309		1683841.745	5094193.874
3310	sparvieri	1683809.664	5094152.123

Codice sorgente	Nome	X_GB	Y_GB
3351		1677875.169	5092373.38
3352		1677815.347	5092349.399
3353	loc. veneziani	1677754.073	5092468.713
3354	loc. veneziani	1677826.624	5092587.017
3355	coel	1677733.27	5092674.79
3356		1677719.071	5092558.826
3543	loc.maso del baldo	1662530.26	5099726.93
3544	maso margon	1662628.2	5099467.799
3545	maso maset	1662847.189	5098891.796
3546	val dell'acqua bassa	1662785.726	5098739.364
3547	limonare	1663045.241	5098619.526
3548	belvedere bassa	1662711.12	5101443.417
3552	fontane media	1662073.246	5102539.758
3553	fontane bassa	1662131.247	5102567.759
3554	val delle tovole	1661796.097	5103302.491
3555	s.antonio	1662047.187	5103783.278
3556	acqua fresca	1661670.431	5104010.405
3626	fontana dei gai	1668944.43	5101024.314
3627	fontanelle	1667282.247	5101316.795
3628	valdacole	1666775.245	5101161.797
3629	node	1666554.238	5100903.802
3630	maso alberti	1666228.642	5101004.929
3631	bernabè	1666052.224	5100594.802
3632	ex istituto suore	1665899.231	5100589.8
3633	fontanazzi (grisenti)	1666326.212	5099737.808
3634	fontanazzi sx (furlani)	1666320.211	5099645.807
3635	loc.s.rocco	1666119.206	5099549.813
3636	pianizza	1666198.208	5099555.804
3637	margoni	1666130.205	5099462.812
3638	fontanelle	1666060.202	5099265.81
3639	val del bis	1666161.203	5099154.81
3640	albi	1667848.574	5099587.645
3641	masi pianizza	1667120.199	5098567.826
3921	ravina nuova	1662512.085	5100370.475
3922	val dell'orsa vecchia	1661494.281	5104462.736
8615	goio	1679417.334	5100602.834
8616	salina	1677802.449	5099018.631

Codice sorgente	Nome	X_GB	Y_GB
8617	salina alta	1677906.434	5099237.945
8618	vettorazzi	1680541.365	5101216.831
8619	malga broi	1682418.4	5101765.823
8622	acquedotto pelauchi	1689006.841	5104317.799
8624	monegarie	1683683.378	5098748.834
8654	seghetta	1678208.458	5092522.587
8784	gomion alta	1688707.447	5097162.827
8785	val paradiso	1687459.884	5097331.003
8786	loc. lavassi	1689884.331	5098608.4
8788	pinei	1690524.493	5098508.822
8821	s.giorgio	1689769.501	5101118.826
8969	colle delle alborelle	1675539.549	5094567.404
8970	palon nuova	1676413.239	5093828.813
8971	rio bianco bassa	1678434.478	5094836.538
8972	lochere bassa	1678358.266	5094717.814
8973	lochere alta	1678369.27	5094428.814
8974	fovo	1677877.274	5092723.782
8977	vena	1679114.28	5096551.841
8978	menegoni	1674419.192	5095856.844
8979	fontanelle bassa dx	1671520.194	5093660.807
9005	boschetti alta	1686346.802	5102853.881
9006	boschetti bassa	1686387.294	5102845.501
9007	valletta media	1684971.715	5104684.771
9008	larganza	1684688.037	5105020.934
9013	maileri dx	1685113.455	5103601.824
9014	maileri 1	1685169.457	5103633.825
9033	rio sella	1681867.323	5096179.832
9034	acqua nera media	1682084.333	5095970.826
9035	acqua nera alta	1682101.834	5095969.326
9419	praggia	1690276.832	5105069.964
9422	val dell'acqua alta	1662745.705	5098730.784
9423	maso maset alta (lunelli)	1662839.189	5098876.796
9425	p.f. 715/1 c.c. ravina	1662576.703	5099963.592
9426	belvedere alta	1662462.775	5101552.895
9430	maso colleva	1665169.031	5101285.878
9431	san bartolomeo	1665239.973	5101277.008
9432	galleria s. rocco	1665521.222	5100557.795

Codice sorgente	Nome	X_GB	Y_GB
9433	camina bassa	1666261.248	5101658.796
9435	castagnari	1666364.23	5100464.805
9436	ripartitore	1666306.227	5100279.803
9437	chistè	1666361.228	5100266.803
9438	bolognani	1666311.227	5100290.803
9450	alla caora	1661322.666	5099925.786
9469	alta valle	1681890.743	5099900.611
9470	caudina	1681830.586	5100828.014
9471	ronca 6	1680667.454	5100339.679
9472	ronca 11	1680875.721	5100355.1
9473	ronca 12	1680934.463	5100332.291
9474	ronca 13	1680967.084	5100371.671
9475	ronca 3	1680564.881	5100356.918
9476	maso tesobbo	1684905.682	5101966.385
9477	ronca 2	1680418.545	5100214.055
9482	canzana	1675783.268	5099924.839
9534	san cristoforo	1673225.261	5100836.827
9535	visintainer	1673842.569	5100197.037
9537	pisol	1672970.59	5105824.892
9538	poz	1672046.361	5105978.431
9539	buss	1672080.446	5106392.026
9541	galleria cantanghel origine	1668316.718	5105608.604
9542	valle dell'acqua	1669847.29	5103264.8
9543	fontana prudela bassa	1670421.274	5102311.807
9544	fontana prudela alta	1670366.271	5102189.805
9547	acqua dei tamarisi	1670673.797	5104357.113
9548	rio slavina alta	1667523.265	5102725.793
9549	fontanabotte	1674008.296	5102919.822
9559	p.f. 2373 c.c. trento	1661898.214	5106010.285
9561	scala	1662191.275	5104291.745
9563	alla croce dx	1661783.354	5103000.558
9564	alla croce sx	1661788.054	5103008.758
9565	pontera	1662073.065	5103558.677
9566	p.f. 770 c.c. sardagna	1661907.295	5103912.117
9567	pradi	1661923.865	5103846.937
9568	la cava	1662336.415	5102934.215
9569	madonnina	1662294.114	5102909.934

Codice sorgente	Nome	X_GB	Y_GB
9570	maso costa	1662957.257	5102801.762
9573	moggioli	1667094.268	5102925.789
9575	oltrecastello	1667123.217	5103863.709
9577	pantè' 2	1666289.989	5103846.337
9578	ponte alto uscita	1666241.292	5104281.771
9579	cestari	1665905.099	5104774.311
9580	broilo	1665769.309	5105080.762
9581	galleria cantanghel	1665160.293	5104786.761
9582	beneficio san leonardo	1664979.69	5104870.549
9583	fontana santa	1664909.182	5105255.552
9584	pradiscola	1665102.26	5105706.589
9585	beghel 1	1665981.367	5105490.799
9586	beghel 2	1665942.357	5105600.76
9588	benefizi	1665247.317	5106122.745
9589	tavernaro	1666327.205	5105522.724
9590	villamontagna	1667110.238	5106279.593
9591	maderno	1665536.234	5106173.589
9592	piazze	1664702.385	5106061.116
9643	ciomba 2	1674761.886	5103616.577
9644	ciomba 3	1674763.406	5103580.326
9645	ciomba 4	1674809.937	5103564.427
9648	stal media	1676629.326	5102408.827
9653	san giorgio	1673972.694	5105010.437
9654	petri	1674212.091	5104972.748
9746	ca' de neza	1668245.913	5104083.097
9747	loc.ca' de nera	1668332.695	5104120.678
9748	loc.ca' de nera	1668364.906	5104105.499
9749	loc.ca' de nera	1668193.723	5104179.257
9750	ca' de neza	1668114.789	5104007.304
9751	loc.ca' de nera	1668121.621	5104211.356
9760	romera	1688328.188	5103663.901
9761	romera	1688248.426	5103647.41
9902	albi media	1682048.385	5101274.833
9903	salti	1682080.383	5100696.834
9904	mogni	1683589.375	5098671.833
9958	vela principale	1662136.111	5104083.502
9959	pegoretti	1666248.291	5104179.77

Codice sorgente	Nome	X_GB	Y_GB
9969	feles	1670917.36	5095190.674
9986	canalet	1673305.959	5094840.227
10048	san nicolò	1685527.867	5100193.36
10052	prà di scala bassa	1687452.604	5104981.757
10069	ave	1671147.236	5099741.828
10157	villa salvotti	1662514.923	5104493.711
10165	non denominata	1666592.532	5105711.18
10166	non denominata	1666003.21	5105747.032
10167	non denominata	1668074.636	5106016.854
10179	loc. fratte	1661755.304	5104144.697
10180	non denominata	1662126.4	5103972.131
10181	maso tabarelli	1662315.844	5103924.123
10182	acqua fresca	1661926.574	5103726.236
10183	candriai	1661337.468	5103420.015
10184	sardagna	1661774.255	5103152.759
10185	fontane bassa - pozzetto	1662140.248	5102569.759
10186	fontane alta	1661889.241	5102400.764
10188	gabbio	1667124.264	5102500.785
10189	casotti di gabbio bassa	1666994.26	5102325.792
10191	non denominata	1669284.726	5104143.832
10192	conci stelar	1669031.391	5103075.407
10193	val delle mole	1667696.959	5102780.936
10194	non denominata	1667901.529	5103360.065
10195	non denominata	1668059.107	5103934.353
10198	non denominata	1662160.935	5100019.227
10199	non denominata	1662104.11	5099691.294
10201	fontanazzi dx (furlani)	1666314.212	5099708.807
10203	non denominata	1663043.881	5098643.897
10260	merlezzo	1676613.064	5098515.177
10269	bepo e la barbera	1662000.417	5105007.368
10314	maso cantanghel	1668131.454	5105552.86
10320	boscatti alta	1671405.823	5099826.732
10363	cadenzi	1685768.703	5102504.951
10384	marchi alta	1688225.817	5104597.797
10521	baita la montagnola	1681329.254	5101730.204
10530	campestrini luca	1688359.103	5105309.031
10536		1680083.881	5101328.739

Codice sorgente	Nome	X_GB	Y_GB
10540	Fontana Malga Tomba	1669979.693	5102156.94
10548	bruna	1688143.815	5104939.803
10574	frisanchi	1678362.292	5100955.241
10575	compet	1678163.557	5101193.273
10577		1675010.739	5098406.655
10585	prae di borgo loc. maresane	1689949.085	5099755.662
10618	moia	1666029.307	5105348.758
10621	casare bassa	1669253.712	5103772.627
10625	valdcole bassa	1666593.18	5101075.534
10653	galleria montevideo	1661669.289	5104910.733
10656	ai goi	1679643.341	5100535.834
10661	ribasso miniera pamera	1686039.476	5104090.82
10662	miniera pamera	1686001.476	5104177.821
10666	alla croce centrale	1661786.254	5103003.758
10670	fontanazzi centrale (furlani)	1666326.212	5099696.807
10672	val dell'orsa nuova	1661485.281	5104464.736
10673	val dell'orsa nuova - pozzetto	1661470.281	5104460.736
10694	albi bassa 1	1682035.385	5101268.833
10695	albi bassa 2	1682044.385	5101250.832
10696	albi bassa 3	1682039.885	5101245.832
10703	maso maset dx (lunelli)	1662828.188	5098861.796
10704	maso maset centrale (lunelli)	1662849.189	5098881.796
10705	maso maset sx (lunelli)	1662865.189	5098887.796
10714	col delle fontanelle	1681478.392	5102352.825
10732	valgrande bassa	1669929.275	5102509.803
10739	conci	1670688.345	5106294.785
10740	corradini	1662032.281	5104314.743
10743	acqua bianca	1665595.223	5100492.796
10787	risorgive vena	1679089.28	5096516.85
10788	le fontanelle	1674425.199	5096082.851
10796	erika	1674571.202	5095537.843
10799	val dei tabaccari	1671198.192	5093965.814
10818	selva	1667263.268	5102572.788
10819	gabbio basso (ripartitore)	1667083.263	5102484.785
10825	mosè	1667065.261	5102223.792
10826	maso celva	1669543.318	5104855.783
10831	elvira	1666950.259	5102326.791

Codice sorgente	Nome	X_GB	Y_GB
10838	dalmè	1673193.261	5100893.827
10853	pisaporco	1680699.306	5094920.813
10854	maestranzi - tomasi	1666030.286	5104195.767
10856	bernardi	1667164.27	5103020.781
10857	bazzanella	1666451.218	5100095.803
10858	barcatta	1666954.239	5101206.8
10859	ossena	1667030.241	5101220.801
10866	s. antonio	1682555.618	5100487.684
10882	feles	1671295.246	5097059.55
10883	prada	1672026.259	5096781.555
10890	vela secondaria	1662135.112	5104090.502
10909	boschetto	1684618.677	5096521.627
10910	rincher	1683237.663	5105280.765
10912	crosette	1686433.761	5104889.787
10927	acqua nera media dx	1682084.593	5095987.597
10928	grube bassa	1686992.779	5104805.79
10970	val scura	1678178.48	5093349.858
10972	fratte	1671969.569	5097035.628
10973		1671721.052	5097135.823
11029	croz del cius	1675025.404	5104778.683