

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



U.O. INFRASTRUTTURE NORD

PROGETTO PRELIMINARE

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

**LINEA A.V. /A.C. TORINO – VENEZIA Tratta MILANO – VERONA
Lotto funzionale QUADRUPPLICAMENTO EST IN USCITA DA BRESCIA**

**RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E
SISMICA**

SCALA:

-

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

I N O W 0 0 R 6 9 R G G E 0 0 0 5 0 0 1 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato	Data
A	Emissione Esecutiva	F.M.Carli	Maggio 2019	F.M: Carli	Maggio 2019	A. Campanella	Maggio 2019	F. Marchese	

Maggio 2019
ITALFERR S.p.A.
Dot. Geologo Francesco MARCHESI
RUPP UO GEOLOGIA, GEOMORFOLOGIA, IDROGEOLOGIA E SISMICA
Ordine Geologi Lazio n. 179 ES

File: IN0W00R69RGGE0005001A.doc

n. Elab.:

CUP: F81H9100000008

INDICE

1	PREMESSA	5
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	6
3	INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO	7
3.1	INQUADRAMENTO GEOLOGICO	8
3.1.1	Aspetto strutturale.....	8
3.1.2	Aspetto stratigrafico.....	9
3.2	INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO	16
3.3	INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO E IDROGRAFICO	22
4	CARTOGRAFIA DEL RISCHIO E VINCOLI TERRITORIALI	30
4.1	VINCOLO IDROGEOLOGICO E PAESAGGISTICO	30
4.2	CARTOGRAFIA DEL RISCHIO.....	34
5	DESCRIZIONE STRATIGRAFICA DI DETTAGLIO	38
6	INDAGINI.....	40
6.1	PREMESSA	40
6.2	CAMPAGNA INDAGINI ITALFERR 2019 (PFTE QUADRUPPLICAMENTO BRESCIA EST)	40
6.2.1	Indagini in Sito.....	40
6.3	CAMPAGNA INDAGINI ITALFERR 2018 (PFTE TRAMVIA DI BRESCIA).....	41
6.4	CAMPAGNA INDAGINI ITALFERR 2013 (AV-AC MI-VR MITIGAZIONE ACUSTICA)	42
6.5	POZZI PER ACQUA (GEOPORTALE DELLA LOMBARDIA E BANCA DATI DELL'ISPRA)	43
7	INQUADRAMENTO SISMICO.....	45
7.1	PREMESSA	45
7.2	ZONAZIONE SISMICA DEL PGT DEL COMUNE DI BRESCIA	46
7.3	STRUTTURE TETTONICHE E AREE SISMOGENETICHE.....	49
7.4	DEFINIZIONE DELL'AZIONE SISMICA DI PROGETTO	52
7.5	ANALISI DI PERICOLOSITÀ RISPETTO AL FENOMENO DELLA LIQUEFAZIONE	58

Relazione geologica, geomorfologica e idrogeologica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
INOW	00 R 69	RG	GE 0005 001	A	3 di 93

7.5.1	<i>Metodo di Analisi</i>	60
7.5.2	<i>CRR da correlazione su prove SPT</i>	62
7.5.3	<i>Risultati e considerazioni conclusive</i>	64
8	CONCLUSIONI	65
	ALLEGATIO 1 - RISULTATI DELLE VERIFICHE A LIQUEFAZIONE SULLA BASE DI PROVE SPT	69
	ALLEGATO 2 – STRATIGRAFIA SONDAGGIO BIBLIOGRAFICO 2018	75
	ALLEGATO 3 – STRATIGRAFIE SONDAGGI BIBLIOGRAFICI 2013	78
	ALLEGATO 4 – STRATIGRAFIE INDAGINI BANCA DATI ISPRA E BANCA DATI GEOPORTALE LOMBARDIA	83

Relazione geologica, geomorfologica e idrogeologica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
INOW	00 R 69	RG	GE 0005 001	A	4 di 93

DOCUMENTI ALLEGATI

Id	Scala	Codifiche Italferr																				
		I	N	0	W	0	0	R	6	9	N	5	G	E	0	0	0	1	0	0	1	A
Carta geologica con elementi di geomorfologia	1:5000	I	N	0	W	0	0	R	6	9	N	5	G	E	0	0	0	1	0	0	1	A
Profilo geologico in asse al binario pari	1:5000/500	I	N	0	W	0	0	R	6	9	F	Z	G	E	0	0	0	1	0	0	1	A
Carta idrogeologica	1:5000	I	N	0	W	0	0	R	6	9	N	5	G	E	0	0	0	2	0	0	1	A
Profilo idrogeologico in asse al binario pari	1:5000/500	I	N	0	W	0	0	R	6	9	F	Z	G	E	0	0	0	2	0	0	1	A
Indagini geofisiche	-	I	N	0	W	0	0	R	6	9	I	G	G	E	0	0	0	2	0	0	1	A
Sondaggi e stratigrafie	-	I	N	0	W	0	0	R	6	9	S	G	G	E	0	0	0	2	0	0	1	A

	LINEA A.V. /A.C. TORINO – VENEZIA Tratta MILANO – VERONA Lotto funzionale QUADRUPPLICAMENTO EST IN USCITA DA BRESCIA PROGETTO PRELIMINARE					
Relazione geologica, geomorfologica e idrogeologica	COMMESSA INOW	LOTTO 00 R 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE 0005 001	REV. A	FOGLIO 5 di 93

1 PREMESSA

Il presente documento costituisce la Relazione Geologica, Geomorfologica, Idrogeologica e Sismica redatta nell'ambito del Progetto preliminare del Quadruplicamento est in uscita da Brescia della linea A.V. /A.C. Torino – Venezia, tratta Milano-Verona.

Lo studio raccoglie e sintetizza le informazioni attualmente disponibili derivanti sia da fonti bibliografiche sia da indagini geognostiche realizzate da Italferr e n. 3 sondaggi geognostici alla profondità di 30 m da p.c. e 3 prove geofisiche MASW.

In sintesi, nei paragrafi seguenti, verranno approfondite le seguenti tematiche:

1. Inquadramento geografico;
2. Inquadramento generale dell'area di studio comprendente gli aspetti geologici, geomorfologici ed idrogeologici;
3. Cartografia del rischio e vincoli territoriali;
4. Descrizione delle indagini geognostiche pregresse;
5. Descrizione stratigrafica di dettaglio lungo il tracciato;
6. Inquadramento sismico dell'area, definizione dell'azione sismica e della magnitudo di riferimento.

A corredo della presente relazione è stata redatta la cartografia geologica e idrogeologica di riferimento con relativi profili elaborati sulla base delle informazioni stratigrafiche e idrogeologiche disponibili lungo la tratta.

	LINEA A.V. /A.C. TORINO – VENEZIA Tratta MILANO – VERONA Lotto funzionale QUADRUPPLICAMENTO EST IN USCITA DA BRESCIA PROGETTO PRELIMINARE												
Relazione geologica, geomorfologica e idrogeologica	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>INOW</td> <td>00 R 69</td> <td>RG</td> <td>GE 0005 001</td> <td>A</td> <td>6 di 93</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	INOW	00 R 69	RG	GE 0005 001	A	6 di 93
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
INOW	00 R 69	RG	GE 0005 001	A	6 di 93								

2 **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

- UNI EN 1997-1 - Eurocodice 7 – Progettazione geotecnica – Parte 1: Regole generali.
- UNI EN 1997-2 - Eurocodice 7 - Progettazione geotecnica – Parte 2: Indagini e prove nel sottosuolo.
- O.P.C.M. n. 3274 del 20/03/2003 e s.m.i., “Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica” e successive modifiche ed integrazioni.
- O.P.C.M. n. 3519 del 28/04/2006, "Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone".
- D.M. 17/01/2018, “Norme tecniche per le costruzioni”.
- D.M. 06/05/2008, integrazione al D.M. 14/01/2008.
- Circ. Min. II.TT. 02/02/2009, n. 617, “Istruzioni per l'applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 14/01/2008”.
- Circ. Min. II.TT. 05/08/2009, “Nuove norme tecniche per le costruzioni approvate con decreto del Ministro delle infrastrutture 14 gennaio 2008 - Cessazione del regime transitorio di cui all'articolo 20, comma 1, del decreto-legge 31 dicembre 2007, n. 248”.
- Decreto Ministeriale del 17 gennaio 2018 - Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni», G.U. n.42 del 20.2.2018, Supplemento Ordinario n.8.
- RFI DTC SI AG MA IFS 002 A del Dic. 2018: Manuale di progettazione delle Opere Civili – Parte II – Sezione 7 – Geologia.
- Tariffa IG di RFI in vigore nel 2018.
- RFI DTC SI SP IFS 001 B del 22-12-2018 “Capitolato generale tecnico di appalto delle opere civili – Sez. 3 – Rilievi geologici e indagini geognostiche”.
- D.M. 11.03.1988: “Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle opere di fondazione”. (DPR. 5 ottobre 2010, n. 207 artt. 52-53).
- RFI DTC INC LG IFS 001 A del 21-12-2012 – “Linea guida per la definizione della graduatoria di priorità dei tratti dell'infrastruttura ferroviaria interessati da fenomeni di dissesto idrogeologico, in base al valore di rischio ferroviario”.
- RFI DTC INC LG IFS 002 A del 09-07-2018 – “Procedure e interventi di protezione della sede dai fenomeni di dissesto idrogeologico”.

3 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

L'area d'interesse si sviluppa nel settore orientale della regione Lombardia, tra la parte orientale del comune di Brescia, il comune di Rezzato ed il comune di Mazzano. Il territorio comunale di Brescia occupa una superficie di 90.34 km² e presenta un massimo altimetrico pari a circa 874 m s.l.m. in corrispondenza del rilievo del M. Maddalena ed un minimo di circa 104 m s.l.m. in prossimità del confine meridionale. Il comune di Rezzato è collocato lungo il margine delle Prealpi Bresciane con il bordo padano, occupa una superficie di 18.21 km² e presenta un massimo altimetrico pari a circa 437 m s.l.m., in corrispondenza del Monte Fieno ed un minimo di circa 131 m s.l.m. presso il confine con Castenedolo. Il comune di Mazzano occupa una superficie di 15.73 km² ed è situato ad una quota di circa 153 m s.l.m..

Il percorso relativo all'opera in progetto è individuato in Figura 3-1, evidenziato dal tracciato in rosso.

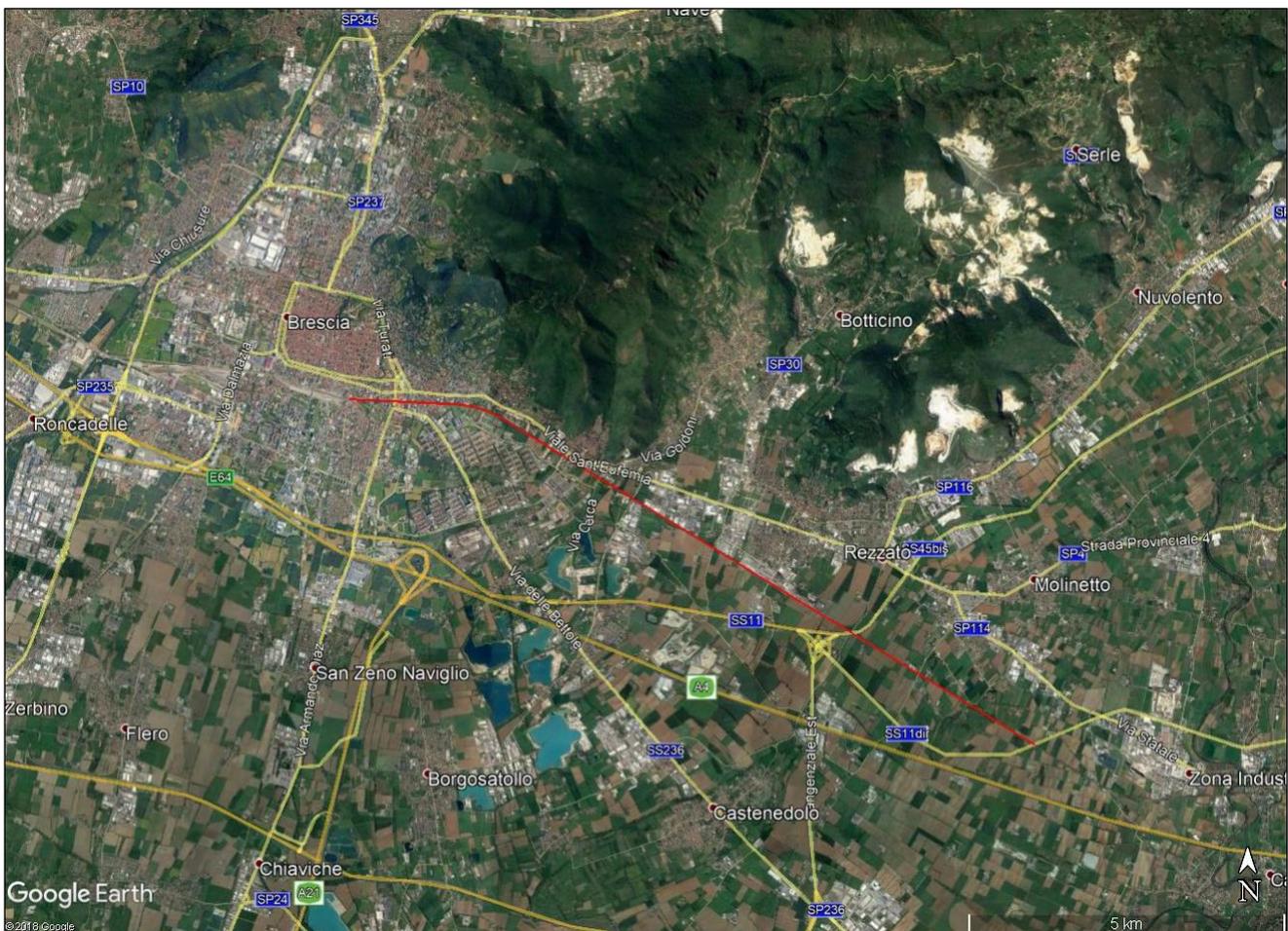


Figura 3-1 - Immagine aerea dell'area di Brescia, in rosso si evidenzia il tracciato oggetto di quadruplicamento. (Immagine da Google Earth).

	LINEA A.V. /A.C. TORINO – VENEZIA Tratta MILANO – VERONA Lotto funzionale QUADRUPPLICAMENTO EST IN USCITA DA BRESCIA PROGETTO PRELIMINARE					
Relazione geologica, geomorfologica e idrogeologica	COMMESSA INOW	LOTTO 00 R 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE 0005 001	REV. A	FOGLIO 8 di 93

3.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

3.1.1 *Assetto strutturale*

L'area interessata dal tracciato oggetto di quadruplicamento è situata in corrispondenza dell'alta pianura lombarda, tra la zona montana-collinare inserita nell'ambiente prealpino che si raccorda mediante una fascia pedemontana al settore di pianura. Gli elementi che hanno formato la pianura, così come appare attualmente, sono l'attività neotettonica, l'azione dei ghiacciai e l'attività dei corsi d'acqua, che hanno depositato i materiali presenti in sito. L'elemento tettonico più significativo nell'ambito del territorio in esame è rappresentato dal sovrascorrimento del Monte Maddalena, piano di dislocazione orientato circa in senso NNE - SSW (direzione giudicariense) localmente disturbato da faglie trasversali, che ha portato i litotipi della Corna (vedi paragrafo 3.1.2) ad accavallarsi, scorrendo verso Est, su terreni più recenti ripiegati a costituire la struttura sinclinale di Botticino Sera. La porzione meridionale del sovrascorrimento ricade nel territorio di Brescia, a NW della località Caionvico (Figura 3-2), dove assume un andamento meridiano. L'area di studio, compresa nel settore prealpino bresciano orientale, è caratterizzata da un substrato roccioso rappresentato da unità stratigrafiche mesozoiche a litologia carbonatica ed in subordine calcareo-marnosa. Il substrato roccioso è interessato dalla presenza di coperture di origine gravitativa, di limitato spessore, derivanti dall'alterazione del substrato roccioso e accumulate in genere alla base dei versanti, nelle zone di rottura di pendio o in corrispondenza del bordo della pianura. Nel settore di pianura si hanno depositi alluvionali riferibili essenzialmente agli scaricatori glaciali quaternari ripresi successivamente dai corsi d'acqua Rio Rino, Rio della Valle di Virle ed il Fiume Chiese.

La successione carbonatica mesozoica è stata intensamente interessata da sovrascorrimenti e strutture plicative durante il Miocene. I sistemi di dislocazione che interessano il substrato roccioso sono globalmente riconducibili alle direttrici tettoniche regionali ed identificabili con il Sistema Orobico o della Val Trompia, il Sistema Giudicariense ed il Sistema Dinarico. Il sovrascorrimento di Monte Maddalena può essere considerato la prosecuzione del sovrascorrimento di Tignale-Tremosine e risulta l'elemento strutturale principale dell'intera regione prealpina orientale bresciana. Si tratta di una struttura di importanza regionale ascrivibile alla fase di deformazione giudicariense ed è in grado di esercitare un forte controllo sulle strutture minori.

Il fianco occidentale della struttura sinclinale di Botticino, al cui nucleo affiora la Scaglia Lombarda (paragrafo 3.1.2) verso W, viene in contatto stratigrafico con i più recenti termini del Medolo (calcarei più o meno marnosi), i cui litotipi si spingono fino a ridosso del centro storico della città di Brescia.

I depositi presenti nell'area di studio appartengono, in gran parte, al cosiddetto "Livello fondamentale della pianura", costituito da sedimenti in prevalenza grossolani, appartenenti agli eventi fluvioglaciali del Riss e del Würm. Si tratta di materiale proveniente dalle cerchie moreniche e trasportato dai corsi d'acqua, successivamente ridepositato dopo una selezione granulometrica. Si nota infatti una progressiva diminuzione della granulometria dei sedimenti da Nord a Sud. La separazione tra i due eventi fluvioglaciali è stato oggetto di dispute accademiche; gli Autori della Cartografia Ufficiale (Boni et alii) sottolineano che i depositi denominati "fgw" rappresentano gli eventi wurmiani, mentre quelli denominati "fg" sono considerati da alcuni autori come depositi più antichi (Riss), mentre da altri come una variazione granulometrica verso monte dell'unità precedente. La linea delle risorgive, situata qualche chilometro a sud rispetto all'area di interesse, è la separazione tra le due unità stratigrafiche.

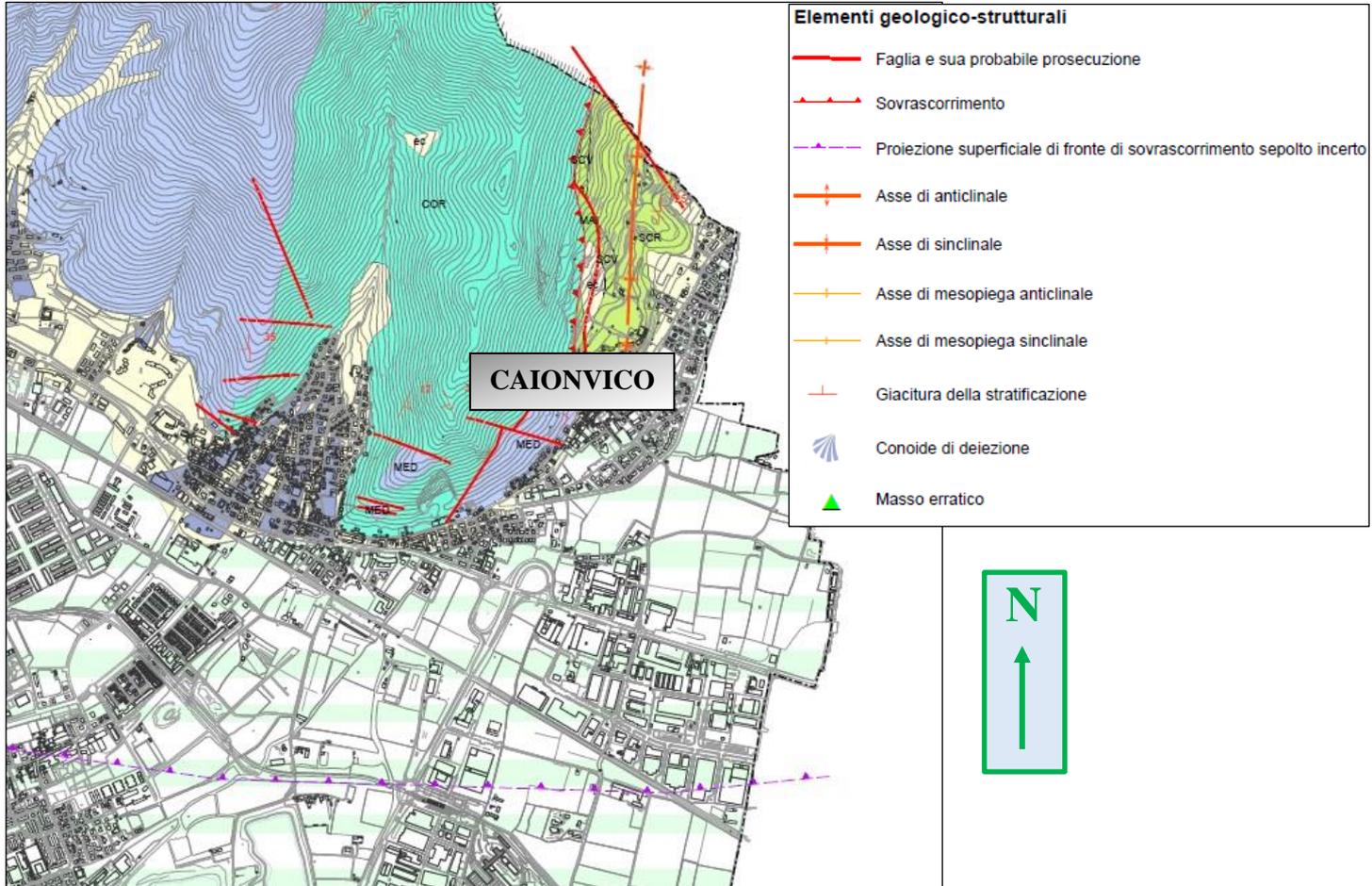


Figura 3-2 – Stralcio della Carta Geologico-Strutturale allegata al Piano di Governo del Territorio del comune di Brescia e legenda delle diverse componenti geologiche e strutturali. Porzione meridionale del sovrascorrimento. Scala 1: 15.000.

3.1.2 Assetto stratigrafico

Il tracciato oggetto di studio interseca il territorio comunale di Brescia e si prolunga, verso sud est; in direzione dei comuni di Rezzato e Mazzano. Il territorio di interesse è caratterizzato da un'ampia zona pianeggiante ascrivibile ai depositi fluviali e fluvioglaciali trasportati dai corsi d'acqua e principalmente dal Fiume Mella e dal Fiume Chiese, i cui conoidi alluvionali sono costituiti prevalentemente da depositi grossolani ghiaiosi e sabbiosi, a tratti limosi. Soprattutto nella porzione occidentale del territorio i depositi fluviali sono caratterizzati dalla presenza di una matrice argilloso-limosa a tratti abbondante. La fascia di raccordo tra la pianura ed i versanti montuosi è caratterizzata dalla presenza di depositi eluviali e/o colluviali e da falde e coni di detrito che possono generalmente essere considerati inattivi in quanto stabilizzati e colonizzati. Si tratta di depositi costituiti da elementi rocciosi di varia pezzatura, generalmente a spigoli vivi, immersi in matrice limoso-argillosa più o meno abbondante. Nei coni di detrito, di solito, aumenta la frazione grossolana rispetto alla matrice. I rilievi montuosi presenti all'interno del territorio sono costituiti da rocce prevalentemente calcaree e stratificate di età mesozoica con la sola eccezione del colle della Badia modellato in depositi clastici cementati più recenti di età miocenica. I terreni interessati dal tracciato (evidenziato in rosso nelle Figura 3-3, Figura 3-4, Figura 3-6) sono costituiti da depositi alluvionali e fluvioglaciali, sedimentati a partire dalla glaciazione del Riss. Nella cartografia mostrata nelle immagini Figura 3-3, Figura 3-4 (con rispettiva legenda in

	LINEA A.V. /A.C. TORINO – VENEZIA Tratta MILANO – VERONA Lotto funzionale QUADRUPPLICAMENTO EST IN USCITA DA BRESCIA PROGETTO PRELIMINARE					
	Relazione geologica, geomorfologica e idrogeologica	COMMESSA INOW	LOTTO 00 R 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE 0005 001	REV. A

Figura 3-5)Figura 3-6 è stata utilizzata la suddivisione presente nel Piano di Governo del Territorio dei tre comuni interessati. Di seguito viene descritto l'assetto stratigrafico:

- **Successione Mesozoica** (dal più recente al più antico):

- *Scaglia Lombarda (SCR e SCV)*: Affiora solamente lungo il versante orientale del M. Maddalena ed è suddivisa in Scaglia Rossa (SCR) e Scaglia Variiegata (SCV). La prima è costituita da marne calcaree fogliettate, talora argillose e calcari marnosi rosa e rossi; la seconda presenta affioramenti più ridotti ed è costituita da marne fogliettate, talora argillose cui seguono verso l'alto stratigrafico calcari marnosi scagliosi. (Eocene inf. – Barremiano).
- *Maiolica (MAI)*: Affiora in corrispondenza della dorsale M. Picastello – M. Ratto. È costituita da calcari biancastri compatti, ben stratificati, con selci chiare, passanti verso l'alto stratigrafico a calcari più o meno marnosi a stratificazione sottile con selci scure alternati a marne scagliose. (Barremiano – Titoniano).
- *Gruppo del Selcifero Lombardo (SLO)*: Argille silicee con letti di selce seguite da calcari marnosi e marne con lenti e noduli di selce con intercalazioni di argilliti silicee e selci stratificate, passanti verso l'alto stratigrafico a calcari marnosi rossi con selce rossastra in lenti. Questa litologia affiora solo lungo le pendici meridionali della dorsale M. Picastello – M. Ratto. (Titoniano inf. – Calloviano sup.).
- *Gruppo di Concesio (CON)*: Affiora lungo le pendici meridionali della dorsale M. Picastello – M. Ratto ed in corrispondenza del versante NW del Colle di S. Giuseppe. Si tratta di calcari marnosi prevalentemente grigiastri stratificati, separati da sottili giunti marnoso argillosi, passanti ad arenarie, con intercalazioni di marne grigio-verdastre. (Baiociano inf. – Toarciano inf.).
- *Gruppo del Medolo (MED)*: Si tratta, tra i terreni mesozoici, dell'unità arealmente più diffusa sul territorio di Brescia. Sono costituiti da calcari generalmente marnosi ben stratificati, talora con letti e noduli di selce, con intercalazioni più o meno abbondanti in marne, marne argillose o argilliti grigio-verdastre. (Aaleniano inf. – Hettangiano).
- *Formazione della Corna (COR)*: Questa formazione affiora lungo il versante orientale del M. maddalena ed è costituito da calcari talora dolomitici, in genere compatti. (Hettangiano – Retico inf.).

- **Depositi quaternari:**

- *Depositi eluviali e/o colluviali (ec)*: Sono costituiti da sabbie e ghiaie a supporto di matrice limosa e argillosa, che a tratti può divenire predominante. Localmente risultano ricoperti da argille rosse di origine residuale di prevalente derivazione colluviali. Si trovano al margine dei rilievi collinari calcarei e costituiscono le fasce di raccordo con i depositi della pianura con i quali spesso si interdigitano nelle porzioni più distali. (Olocene).
- *Depositi alluvionali antichi (at), recenti o attuali (aa) del Fiume Mella*: Depositi che costituiscono il vasto conoide alluvionale del Fiume Mella, che deve la sua deposizione all'attività del corso d'acqua durante il quaternario in diretta connessione con i rilevanti fenomeni erosivi che interessavano i retrostanti rilievi montuosi della Val Trompia. (Olocene).
- *Alluvioni fluvioglaciali e fluviali (fg)*: Si tratta di depositi alluvionali più antichi associati alle alluvioni fluvioglaciali dai quali frequentemente risultano indistinguibili. Sono costituiti da depositi ghiaiosi, sabbiosi e limosi con strato di alterazione superficiale argilloso, localmente ricoperti da

Relazione geologica, geomorfologica e idrogeologica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
INOW	00 R 69	RG	GE 0005 001	A	11 di 93

coltre limosa. Si sviluppa principalmente nella porzione di pianura orientale e sud-orientale, dove sono caratterizzati da un'origine più francamente fluvioglaciale. (Olocene inf.? – Pleistocene sup.).

Il tracciato, evidenziato in rosso in Figura 3-3Figura 3-4Figura 3-6 (passante per i comuni di Brescia, Rezzato e Mazzano) interseca, per tutta la lunghezza, depositi alluvionali fluvioglaciali “fg” (si veda la carta e profilo geologico redatti a corredo del presente studio, INOW00R69N4GE0001001A), caratterizzati da depositi ghiaiosi, sabbiosi e limosi. Il percorso del progetto, in corrispondenza del comune di Brescia, presenta un tratto caratterizzato da depositi eluvio e/o colluviali (ec) dell'Olocene e sono presenti conoidi di deiezione (Figura 3-3).

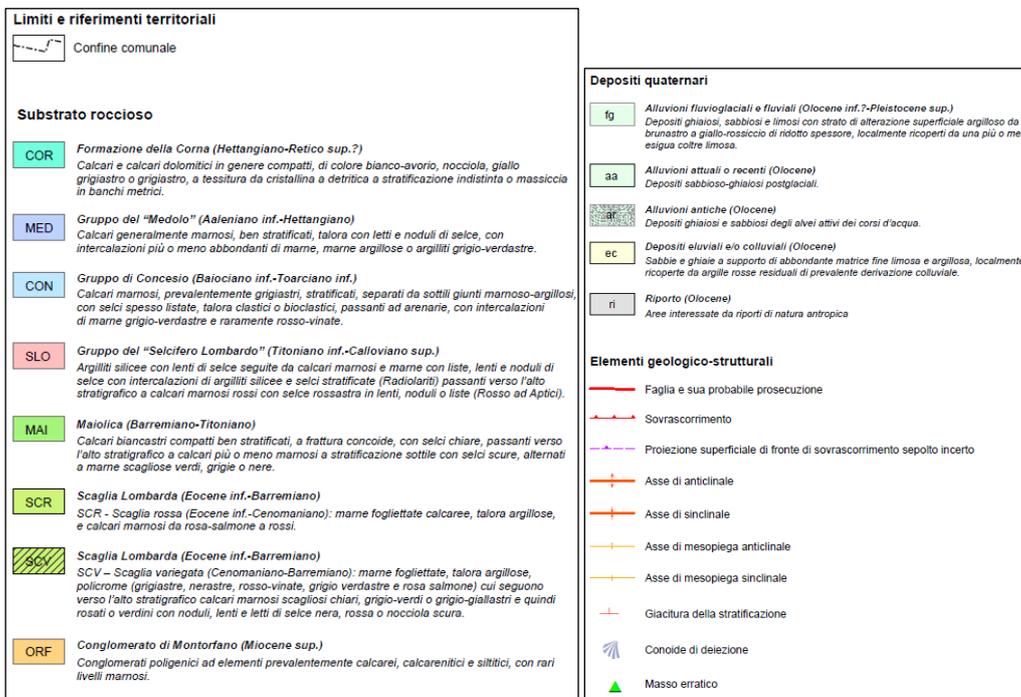
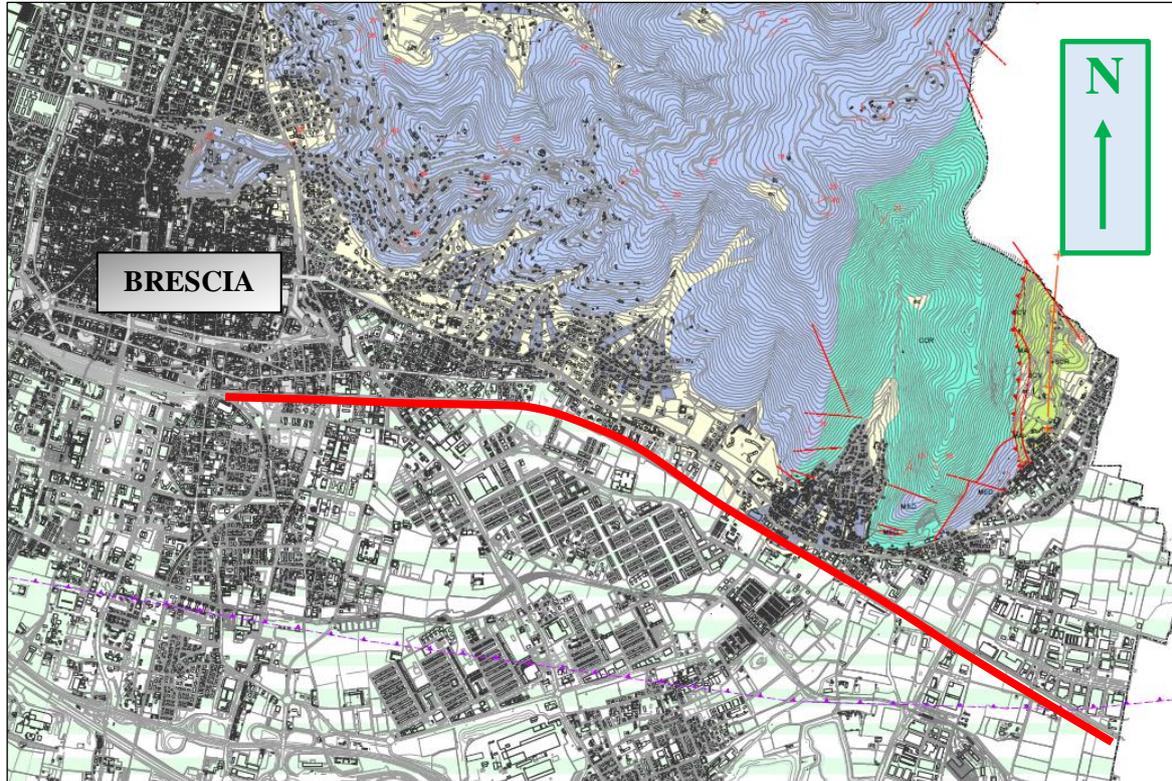


Figura 3-3 – Stralcio della Carta Geologico-Strutturale allegata al Piano di Governo del Territorio del comune di Brescia e legenda delle diverse componenti geologiche e strutturali. In rosso si evidenzia il tracciato oggetto di quadruplicamento. Scala 1: 15.000.

Relazione geologica, geomorfologica e idrogeologica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
INOW	00 R 69	RG	GE 0005 001	A	13 di 93

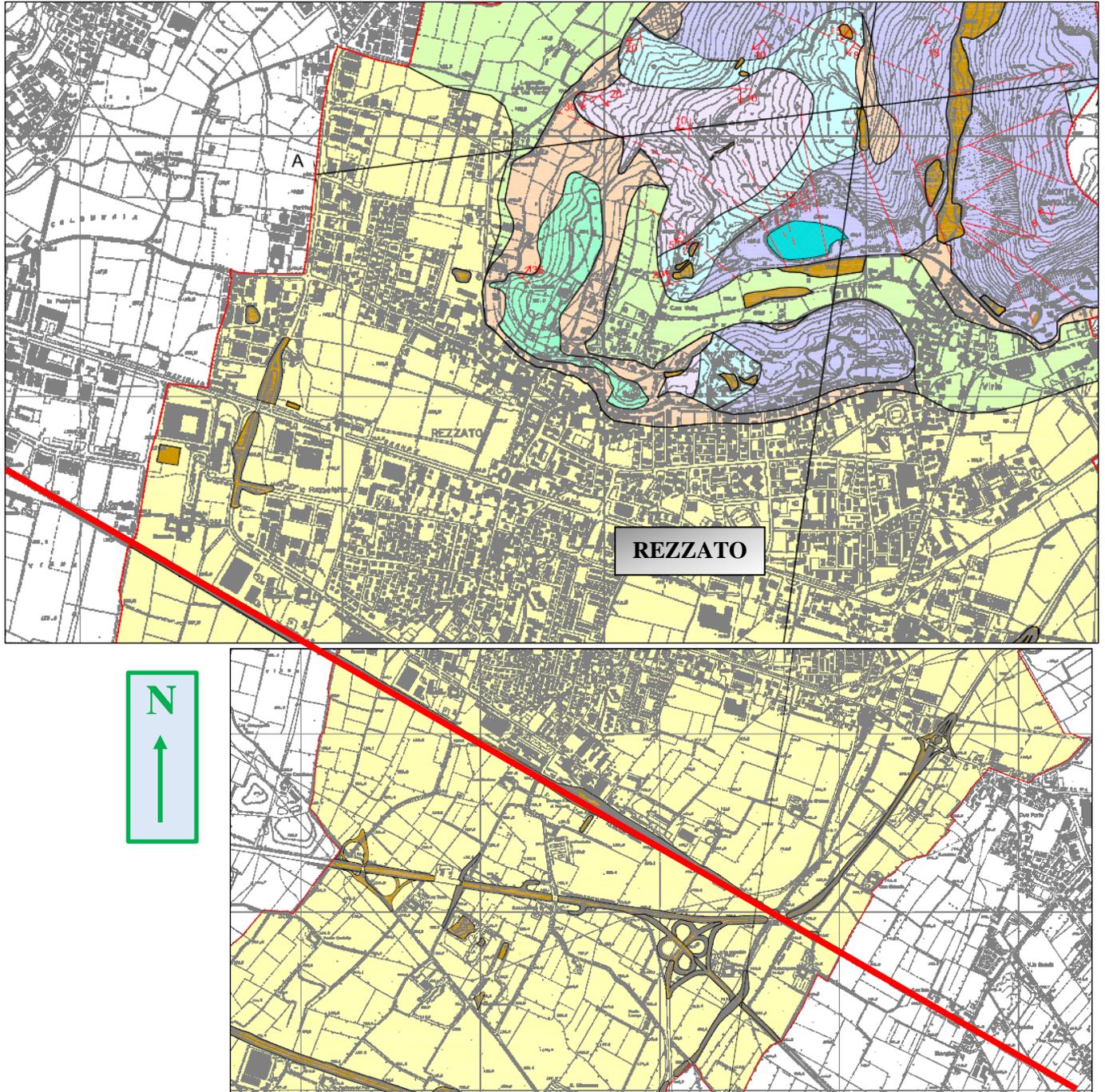


Figura 3-4 – Stralcio della Carta Geologico-Strutturale allegata al Piano di Governo del Territorio del comune di Rezzato. In rosso si evidenzia il tracciato oggetto di quadruplicamento. Scala 1: 5.000.

Relazione geologica, geomorfologica e idrogeologica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
INOW	00 R 69	RG	GE 0005 001	A	14 di 93

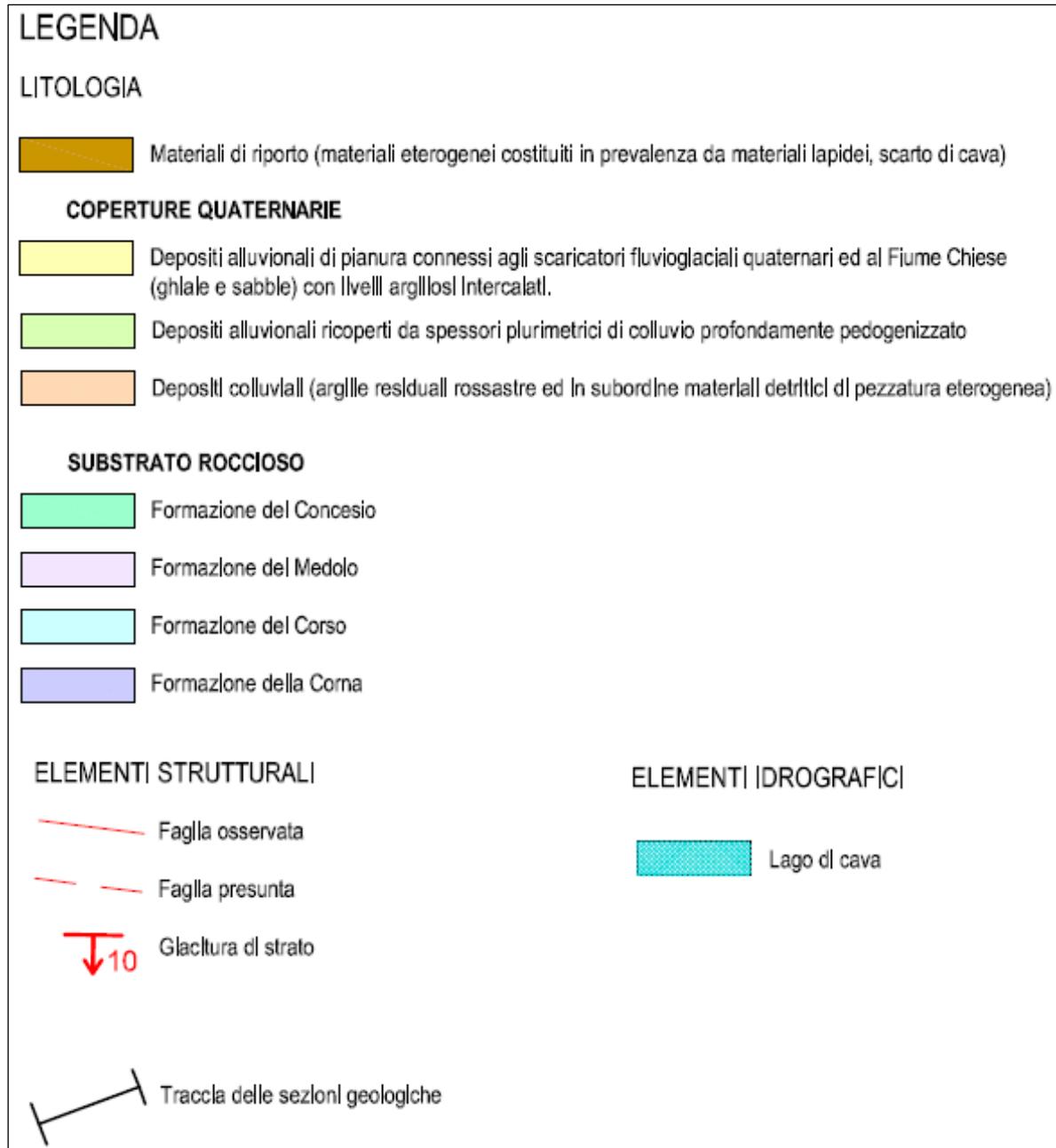
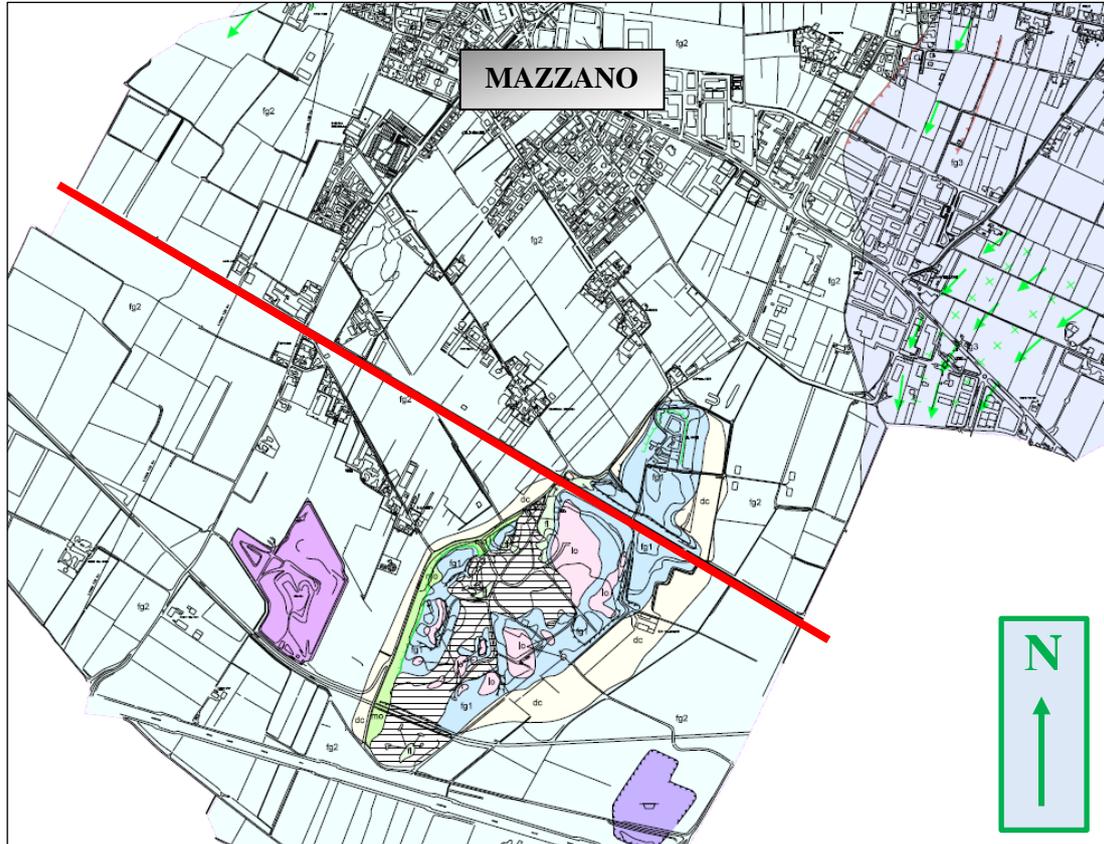


Figura 3-5 – Legenda della Carta Geologico-Strutturale allegata al Piano di Governo del Territorio del comune di Rezzato.



LEGENDA	
Substrato roccioso	
Co	CORNA. Calcari compatti di colore bianco avorio, a tessitura da cristallina a detritica, con stiloliti, in strati potenti o indistinti, localmente con facies brecciata. Lias medio-inf.
Cs	CORSO. Calcari biancastri e rosati, ben stratificati, con rare selci. Domeriano-Sinemuniano inf.
Depositi quaternari	
mo	Depositi glaciali cementati e conglomerati fluviali. Pleistocene inferiore.
fi	Depositi fluviali di origine valsabbina. Pleistocene medio.
fg1	Ghiaie fluvioglaciali intensamente pedogenizzate. Pleistocene medio.
lo	Coltri loessiche disposte sulle ghiaie fluvioglaciali dell'unità precedente sulla Collina di Ciliverghe. Pleistocene medio - Pleistocene superiore.
lc	Coltri loessiche su depositi colluviali. Pleistocene medio.
fg2	Depositi fluvioglaciali ghiaioso-sabbiosi costituenti il livello fondamentale della pianura, con tracce di un'antica rete di canali intrecciati (braided) - Sandur di Molinetto. Pleistocene superiore.
fg3	Depositi fluvioglaciali tardivi prevalentemente ghiaiosi. Pleistocene superiore.
dc	Depositi colluviali prevalentemente argillosi, localmente detritici.
la	Coperture limoso-argillose arrossate derivanti da dissoluzione carsica.

Figura 3-6 – Stralcio della Carta Geologico-Strutturale allegata al Piano di Governo del Territorio del comune di Mazzano e legenda delle diverse componenti geologiche. In rosso si evidenzia il tracciato oggetto di quadruplicamento. Scala 1: 5.000.

	LINEA A.V. /A.C. TORINO – VENEZIA Tratta MILANO – VERONA Lotto funzionale QUADRUPPLICAMENTO EST IN USCITA DA BRESCIA PROGETTO PRELIMINARE					
	Relazione geologica, geomorfologica e idrogeologica	COMMESSA INOW	LOTTO 00 R 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE 0005 001	REV. A

3.2 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

L'area oggetto di studio si sviluppa in pianura (Figura 3-7Figura 3-9Figura 3-11), con quote che variano da 130 a 170 m s.l.m. circa, su un'area sub pianeggiante con blande ondulazioni del piano campagna, coincidente con i ripiani dei depositi alluvionali e fluvio-glaciali in cui è modellato il settore della pianura dei territori comunali. Il progetto del percorso del quadruplicamento si sviluppa alla destra orografica del Fiume Mella ed alla sinistra orografica del F Chiese, fiumi a carattere torrentizio. Il F. Mella, maggiore corso d'acqua presente nell'area di studio, si presenta con modestissime scarpate rispetto al livello fondamentale della pianura; il paleoalveo più evidente del fiume è situato ad Est dell'attuale corso d'acqua ed è attualmente attraversato dal modesto Torrente Garza, che è il maggiore collettore delle acque meteoriche della città di Brescia. Il corso del Mella è rettilineo, segno di una regimazione iniziata in epoca antica. Il dislivello con la pianura circostante è di circa 2÷4 metri, con argini (spesso in muratura) che permettono un'ulteriore sopraelevazione di 1÷2 metri. Gli interventi antropici ed il corso rettilineo, unito a numerose opere trasversali come briglie, soglie e traverse, rendono stabile il profilo di fondo. La fisiografia dell'area è particolarmente complessa per la presenza, nella parte settentrionale, dei grandi laghi lombardi orientali (Iseo e Garda), di zone collinari e prealpine a rilievo pronunciato e della pianura nella parte centro meridionale.

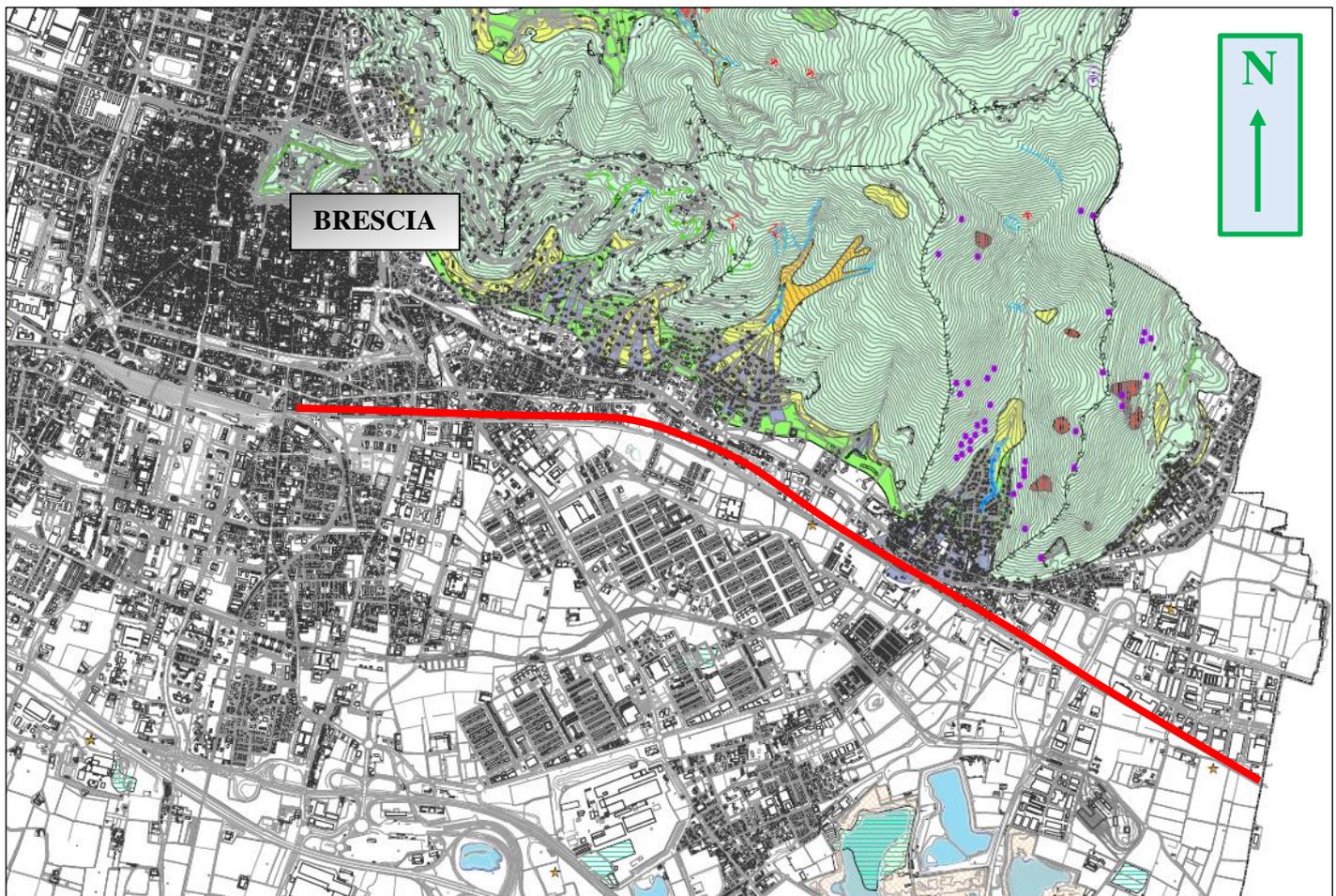
Il territorio in esame può essere suddiviso, dal punto di vista geomorfologico, in due ambiti principali: gli anfiteatri morenici (gardesano e sebino) ed il livello fondamentale della pianura, ed in altri due, minori per estensione, le Prealpi e le valli fluviali, di seguito descritte:

- *Prealpi*: Tra il Lago di Garda ed il Lago d'Iseo, immediatamente a nord della pianura, è presente la fascia prealpina. Si tratta di una zona collinare con rilievi che mediamente non superano gli 800 m s.l.m., i versanti sono spesso ripidi con pendenze comprese tra il 26 ed il 60 %. Le colline sono formate da rocce sedimentarie, principalmente calcari, nelle aree più meridionali; dolomie ed arenarie nell'area più settentrionale. Nei fondovalle ed ai piedi dei versanti sono presenti depositi alluvionali e colluvi deposti durante il quaternario.
- *Anfiteatri morenici*: Le colline moreniche lombarde sono il prodotto dell'attività dei ghiacciai quaternari; nella provincia bresciana gli anfiteatri morenici sono presenti in due aree distinte, la parte nord-orientale nei pressi del Lago di Garda e quella nord-occidentale in corrispondenza del lago d'Iseo. In entrambe le aree sono individuabili cordoni morenici risalenti alle glaciazioni rissiana e würmiana. Nella zona gardesiana le colline sono disposte su cordoni concentrici, ritenuti essere di età rissiana i cordoni più esterni, e würmiana quelli più interni. Secondo studi più recenti (Cremaschi, 1988, 1990a, 1990b) le cerchie rissiane potrebbero essere ritenute di età würmiana, ma tale ipotesi non è universalmente accettata. Anche nell'anfiteatro sebino possono essere individuate numerose cerchie alle quali sono state attribuite età diverse, anche qui i cordoni morenici più esterni vengono in genere ritenuti di età più antiche.
- *Livello fondamentale della pianura*. Al suo interno è possibile distinguere tre diverse porzioni, ascrivibili a quelle che sono definite come "alta", "media" e "bassa" pianura. **L'alta pianura** è presente nella parte settentrionale della provincia, si presenta con superficie debolmente ondulata che sono le conoidi pedemontane, costruite in passato dagli apporti dei torrenti fluvio-glaciali e successivamente rimodellate dai corsi d'acqua. Questo tratto di pianura ha composizione prevalentemente ghiaiosa o ghiaioso sabbiosa e pendenza media compresa tra 0.80-0.4 %. **La media pianura** è presente in due lembi, uno occidentale ed uno orientale. La porzione occidentale, compresa tra i corsi dell'Oglio e del Mella, ha composizione sabbioso ghiaiosa ed è caratterizzata dalla diffusa presenza di risorgive. La porzione orientale è meno ghiaiosa della precedente, e la pendenza media è compresa tra 0.4-0.15 %. **La bassa pianura** si sviluppa nella metà meridionale della provincia di Brescia tra i corsi d'acqua dell'Oglio e del Chiese. Ha una superficie leggermente ondulata ed incisa dal F. Mella e da corsi d'acqua minori a sud. È costituita da sedimenti a composizione limoso-sabbiosa ed ha un'acclività media compresa tra 0.25-0.11%.

Relazione geologica, geomorfologica e idrogeologica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
INOW	00 R 69	RG	GE 0005 001	A	17 di 93

- Valli fluviali:** I principali corsi d'acqua della pianura bresciana sono l'Oglio, il Mella ed il Chiese; l'Oglio scorre nella parte occidentale e meridionale della provincia, ha una valle ampia e terrazzata che può raggiungere i 5 km di larghezza ed ha inciso profondamente il livello fondamentale della pianura, con un fondovalle posto ad una profondità che varia dai 2 ai 15 metri rispetto alle aree circostanti. La valle del Fiume Mella si presenta meno incassata, scorre in un letto depresso rispetto alla pianura. Sono presenti lungo la valle piccoli terrazzi formatisi durante l'Olocene. Il fiume Chiese, analogamente al precedente, ha una valle poco incassata con piccoli terrazzi, il suo corso in pianura è di tipo meandriforme.



**Figura 3-7 – Stralcio della Carta Geomorfologica allegata al Piano di Governo del Territorio del comune di Brescia.
 Scala 1: 15.000.**

Relazione geologica, geomorfologica e idrogeologica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
INOW	00 R 69	RG	GE 0005 001	A	18 di 93

Elementi geomorfologici

	Accumulo di paleofrana di dimensioni ridotte, complessivamente stabilizzato.
	Corpo di frana attiva e/o recente.
	Corpo di frana di ridotte dimensioni, non cartografabile.
	Tratto di versante interessato da frane di crollo.
	Zona interessata da ruscellamento diffuso.
	Conoide di deiezione.
	Traccia di paleoalveo.
	Aree golenali e aree depresse di origine antropica prossime all'alveo del F. Mella o del T. Garza potenzialmente allagabili ove non protette da arginature.
	Tratto di corso d'acqua interessato da intensa attività erosiva.
	Crinale.
	Orlo di scarpata morfologica:
	a) modellata da più fenomeni concomitanti
	b) di origine antropica
	Orlo di scarpata fluviale.
	Orlo di scarpata delimitante paleosuperficie.
	Masso erratico.
	Grotta di origine carsica.
	Dolina.
	Ambito Territoriale Estrattivo (A.T.E.).
	Laghetto di cava.
	Discariche attive.
	Discariche cessate.
	Area interessata da ritombamenti.
	Area interessata da riporti.
	Area interessata da riporti storici.

Limiti e riferimenti territoriali

 Confine comunale

Unità geomorfologiche

	Area subpianeggiante o con blande ondulazioni del piano campagna, coincidente con i ripiani dei depositi alluvionali e fluvio-glaciali in cui è modellato il settore di pianura del territorio comunale e, parzialmente, con la fascia esterna dei depositi eluvio-colluviali. STABILE
	Area a bassa acclività corrispondente alle fasce di raccordo tra il settore di pianura e/o i fondovalle secondari con le pendici montuose, modellata in depositi eluviali e/o colluviali. DA STABILE A SUFFICIENTEMENTE STABILE
	Area coincidente con le pendici montuose modellate in roccia affiorante o subaffiorante, dotata di acclività da media a elevata. COMPLESSIVAMENTE STABILE
	Area corrispondente a porzioni di versante ad acclività da media a elevata impostata in coltri eluvio-colluviali alquanto potenti e a vario grado di cementazione. DA SUFFICIENTEMENTE STABILE A MEDIAMENTE STABILE
	Area interessata da acclività da media a elevata, modellata in una coltre di prevalente origine detritica, alquanto potente e mobilizzabile da parte delle acque torrentizie. POTENZIALMENTE INSTABILE

Figura 3-8 – Legenda della Carta Geomorfologica allegata al Piano di Governo del Territorio del comune di Brescia.

Relazione geologica, geomorfologica e idrogeologica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
INOW	00 R 69	RG	GE 0005 001	A	19 di 93

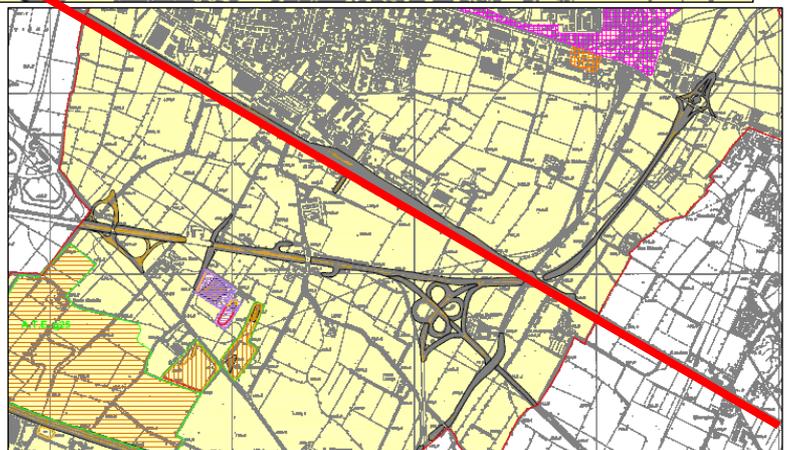
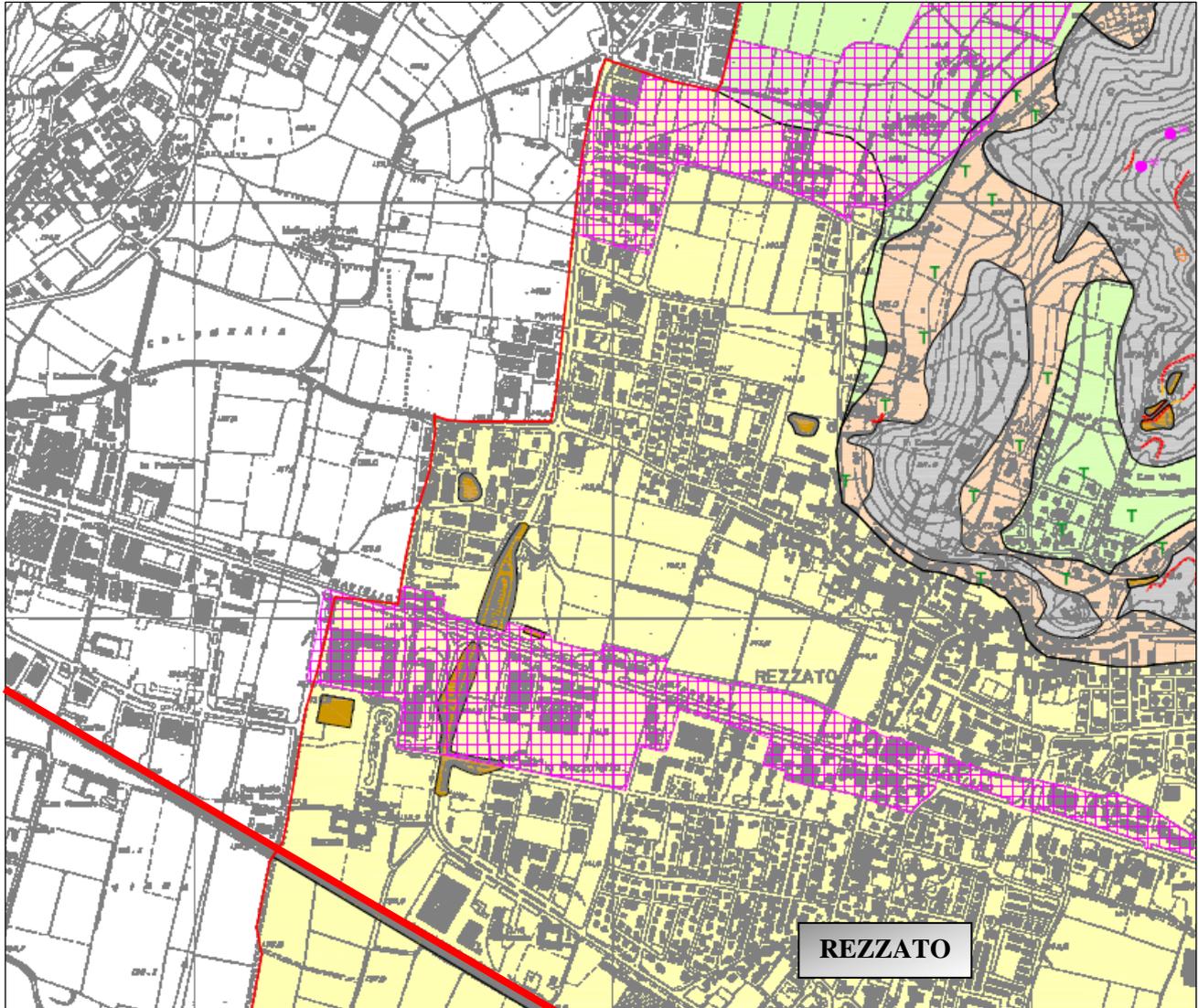


Figura 3-9 – Stralcio della Carta Geomorfológica allegata al Piano di Governo del Territorio del comune di Rezzato. Scala 1: 5.000.

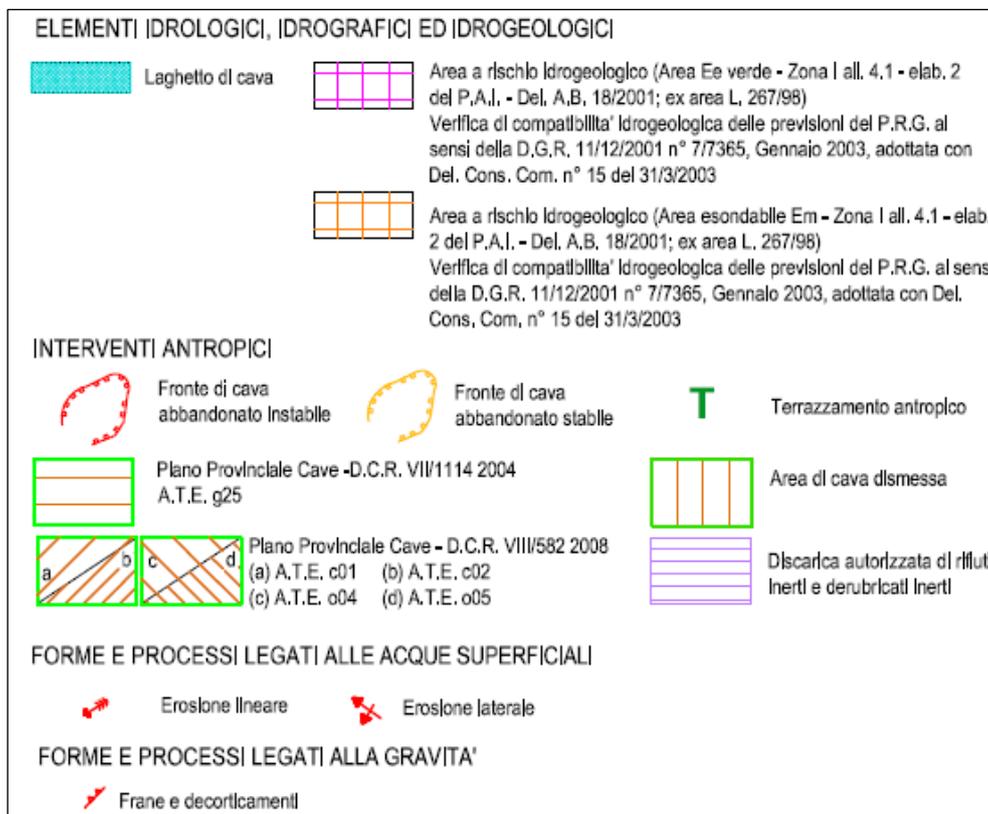
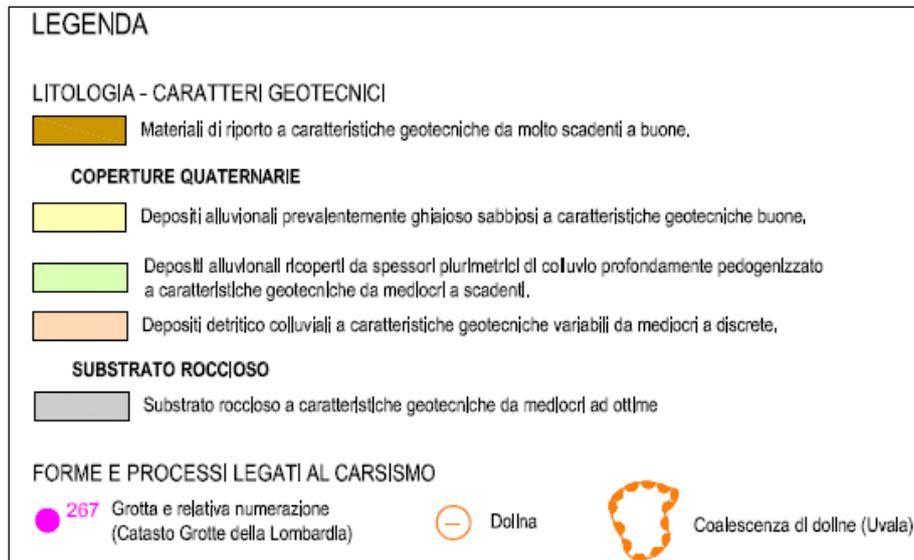


Figura 3-10 – Legenda della Carta Geomorfológica allegata al Piano di Governo del Territorio del comune di Rezzato.

Relazione geologica, geomorfologica e idrogeologica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
INOW	00 R 69	RG	GE 0005 001	A	21 di 93

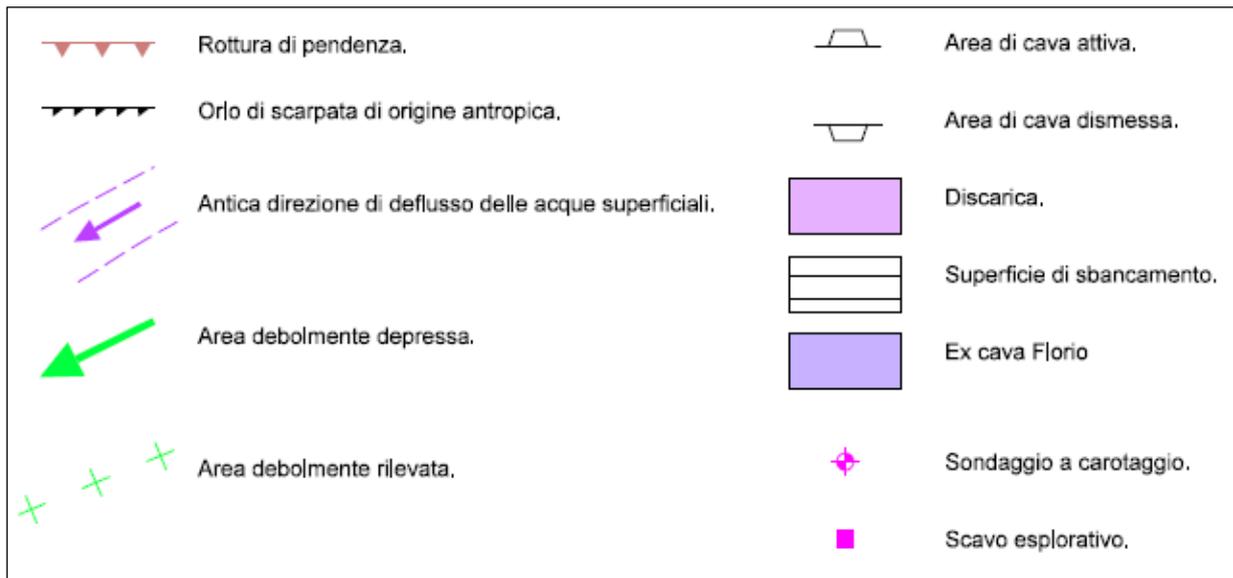
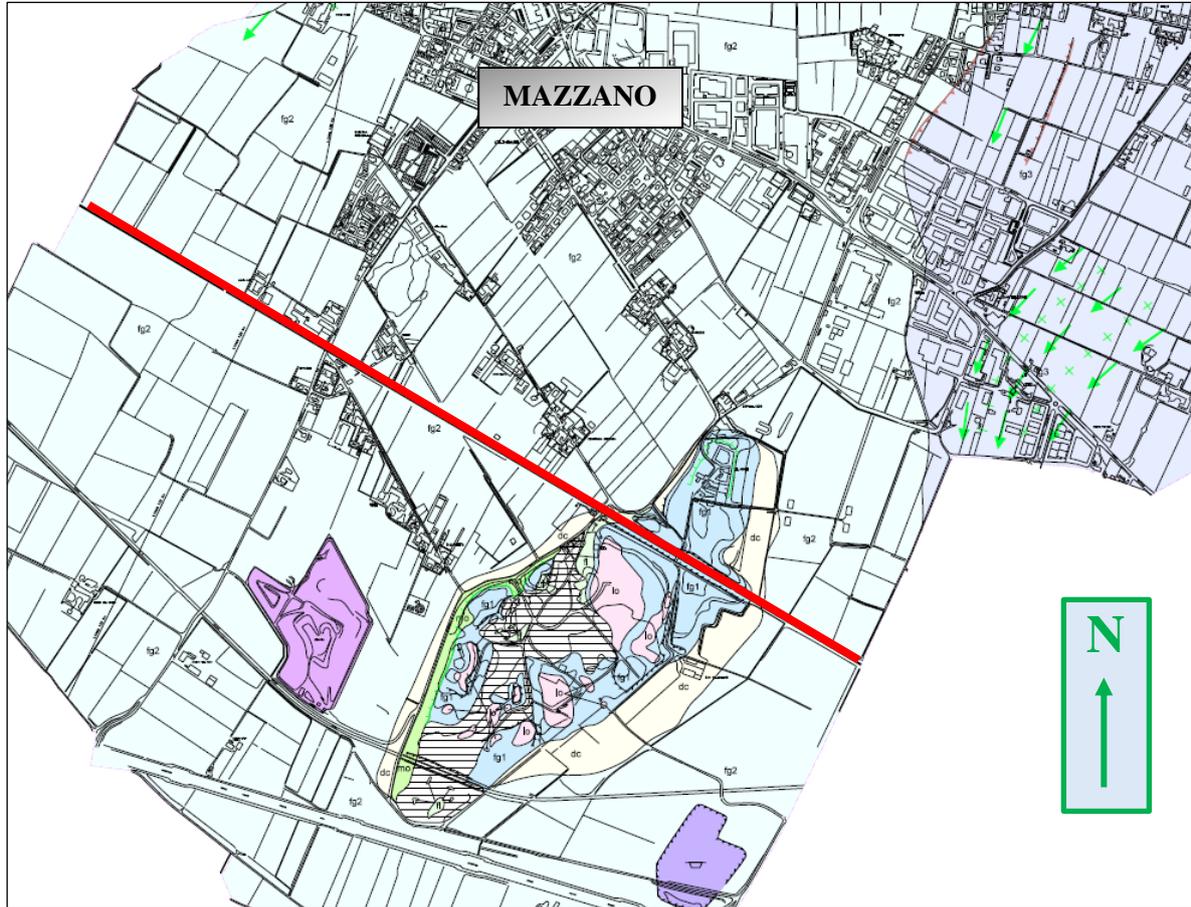


Figura 3-11 – Stralcio della Carta Geologico Geomorfologica allegata al Piano di Governo del Territorio del comune di Mazzano e legenda delle diverse componenti geomorfologiche. In rosso si evidenzia il tracciato oggetto di quadruplicamento. Scala 1: 5.000.

	LINEA A.V. /A.C. TORINO – VENEZIA Tratta MILANO – VERONA Lotto funzionale QUADRUPPLICAMENTO EST IN USCITA DA BRESCIA PROGETTO PRELIMINARE					
	Relazione geologica, geomorfologica e idrogeologica	COMMESSA INOW	LOTTO 00 R 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE 0005 001	REV. A

3.3 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO E IDROGRAFICO

Il sottosuolo del comune di Brescia è stato oggetto di numerosi studi ed anche grazie alla perforazione di numerosi pozzi profondi è stato possibile definire, negli anni, alcune unità idrogeologiche, fino alla profondità di circa 200 m dal p.c., che sono costituite da litotipi con caratteristiche idrogeologiche abbastanza omogenee.

La pianura bresciana, come tutta la Pianura Padana, è interessata dalla circolazione di flussi idrici nel sottosuolo che, attraversando litotipi diversi per natura e permeabilità, assumono caratteri differenti. L'alta permeabilità dei terreni presenti nell'area settentrionale e centrale, nonché l'abbondante alimentazione idrica, determinano la presenza di una considerevole circolazione idrica sotterranea. Questa ha luogo all'interno di una potente coltre alluvionale le cui caratteristiche litologiche e il cui assetto strutturale favoriscono la formazione di un acquifero multistrato. Per ciò che riguarda l'area montana e collinare, la circolazione delle acque sotterranee è funzionale alla permeabilità dei litotipi presenti ed alle forme morfologiche.

I depositi alluvionali che definiscono in superficie il territorio (Figura 3-12Figura 3-14Figura 3-16), sono costituiti prevalentemente da depositi che caratterizzano le zone di pianura, costituiti da materiali porosi a tessitura prevalentemente grossolana (soprattutto ghiaiosa e ghiaioso-sabbiosa). La loro permeabilità, mediamente elevata o molto elevata, è comunque variabile in funzione della granulometria e del grado di cementazione e può risultare localmente molto ridotta in superficie, per via della presenza di coltri di alterazione argillose o di coperture di natura limosa.

Questa unità idrogeologica, denominata "ghiaioso-sabbiosa" (Denti, Lauzi, Sala, Scesi, 1988), è potente mediamente 30 m da p.c. con locali inspessimenti fino a circa 40 m da p.c. Localmente, alla profondità compresa tra 20 e 30 m dal p.c., può essere presente uno strato limoso argilloso, che secondo alcuni autori, è attribuibile a depositi fluvioglaciali più antichi. La permeabilità dei depositi ghiaioso sabbiosi è mediamente elevata. Più in profondità è presente l'unità conglomeratica", costituita da materiali conglomeratici, sabbiosi ed arenacei con intercalazioni argillose e ghiaiose. Questa unità spinge fino a circa 100 m di profondità, soprattutto nel settore settentrionale. Nella zona centrale è di circa 50 m, mentre verso sud lo spessore dell'unità conglomeratica tende a diminuire significativamente. Questa unità rappresenta la principale roccia serbatoio, dalla quale emungono i pozzi pubblici e privati presenti nel comune di Brescia. All'interno dell'unità sono presenti livelli argillosi e limosi posti a differenti profondità, che possono determinare, localmente, una compartimentazione dell'acquifero che assume un carattere semiconfinato dato che non ha una sufficiente estensione areale. Per questo motivo l'acquifero mantiene le caratteristiche di falda libera e presenta un basso grado di protezione rispetto agli inquinanti provenienti dalla superficie.

Inferiormente si rinviene l'unità Villafranchiana", rappresentata da argille e argille limose con intercalazioni ghiaiose o ghiaioso-sabbiose e rare lenti torbose. Tale unità è stata determinata fino alla profondità massima di 170-200 m dal piano campagna, nel corso della perforazione di pozzi pubblici. I livelli ghiaiosi sabbiosi grossolani, contenuti all'interno dei depositi argillosi possono contenere falde confinate utilizzate a scopo acquedottistico.

Le unità idrogeologiche sopra descritte corrispondono alle seguenti unità idrostratigrafiche definite secondo la terminologia introdotta da studi recenti (AAVV, Geologia degli Acquiferi padani della Regione Lombardia, Regione Lombardia 2002).

- Unità ghiaioso – sabbiosa – Gruppo Acquifero A (Pleistocene Medio – Sup.);
- Unità Conglomeratica – Gruppo Acquifero B (Pleistocene Medio);
- Unità Argillosa Sabbiosa – Gruppo Acquifero C e D (Pleistocene Medio – Inf.)

	LINEA A.V. /A.C. TORINO – VENEZIA Tratta MILANO – VERONA Lotto funzionale QUADRUPPLICAMENTO EST IN USCITA DA BRESCIA PROGETTO PRELIMINARE					
	Relazione geologica, geomorfologica e idrogeologica	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
	INOW	00 R 69	RG	GE 0005 001	A	23 di 93

Il percorso della tratta soggetta a quadruplicamento, evidenziata in rosso in Figura 3-13Figura 3-15Figura 3-17, incontra i depositi alluvionali attuali e recenti. Si tratta dei depositi alluvionali che caratterizzano le zone di pianura del territorio di Brescia, Rezzato e Mazzano, costituiti da materiali porosi a tessitura prevalentemente grossolana che ospitano falde libere più o meno protette. La loro permeabilità, mediamente elevata o molto elevata è comunque variabile in funzione della loro granulometria e del grado di cementazione e può risultare localmente molto ridotta in superficie, per via della presenza di coltri di alterazione argillose o di coperture di natura limosa.

Il tratto interessato dal quadruplicamento in corrispondenza della zona orientale del comune di Brescia (Figura 3-12), è impostato su depositi eluvio e/o colluviali, falde e coni di detrito inattivi. Si tratta di depositi che interessano le fasce di raccordo morfologico tra i rilievi e le zone di pianura. La loro permeabilità, in genere da media a scarsa, è comunque variabile in funzione della granulometria ed in particolare della distribuzione della frazione fine, nonché del grado di cementazione. Dove la componente terrigena fine è prevalente la permeabilità può ridursi fortemente.

Per quanto concerne il livello della falda è possibile ricostruirne l'andamento sia utilizzando la cartografia tematica del Piano di Governo del territorio, sia utilizzando i dati bibliografici a disposizione. Seguendo l'andamento delle linee isofreatiche della carta idrogeologica del comune di Brescia (in Figura 3-12), relative a gennaio 1994, nella zona orientale queste aumentano da E a W lungo la tratta di interesse (da 116 a 120m s.l.m.). Proseguendo verso il comune di Rezzato, le linee isofreatiche, riferite a febbraio 200, tendono a diminuire raggiungendo valori di 117 m s.l.m., per poi aumentare di circa 1 m entro la fine del comune (Figura 3-14). L'ultima parte del tracciato in esame, ricadente nel comune di Mazzano, presenta un livello isofreatico (riferito a febbraio 2004) pressoché costante (117 m s.l.m. visibile in Figura 3-16). Nell'elaborato IN0W00R69N4GE0002001A redatto a corredo del presente studio, e comprendente il profilo idrogeologico elaborato lungo la tratta, è possibile osservare il livello della superficie piezometrica, la quale rimane pressoché costante lungo tutta la tratta. Per quanto concerne i sondaggi realizzati per la presente fase progettuale ed i sondaggi bibliografici a disposizione, i dati relativi al livello di falda disponibili sono riportati in Tabella 3-1. Si ricorda che tali dati sono stati registrati in corso di perforazione, e quindi potrebbero essere soggetti ad errori dovuti alla non ancora avvenuta stabilizzazione della falda.

Tabella 3-1 – Livelli di falda registrati durante l'esecuzione dei sondaggi

Sondaggio	Anno	Livello di falda (m da p.c.)	Quota falda (m s.l.m.)
N1	2019	-12.3	114.9
N3	2019	Falda assente (profondità sondaggio 30 m)	n.d.
S1	2013	-19.10	118.5
S2	2013	-17.70	112.3

La struttura idrogeologica è determinata dalle successioni glaciali e dagli eventi alluvionali dei corsi d'acqua che attraversano l'area. Ad esse si associa la neotettonica e l'andamento irregolare del substrato roccioso. Le strutture idrogeologiche più rilevanti sono legate agli antichi alvei dei corsi d'acqua, che spesso si discostano dagli attuali. Il paleoalveo del fiume Mella, da cui il corso attuale dista alcuni chilometri, incide profondamente l'unità villafranchiana, con depositi prevalentemente conglomeratici spessi circa 150 metri. Tale paleoalveo risulta essere un notevole acquifero, con portate specifiche che variano da 20 l/s*m a 5 l/s*m.

Relazione geologica, geomorfologica e idrogeologica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
INOW	00 R 69	RG	GE 0005 001	A	24 di 93

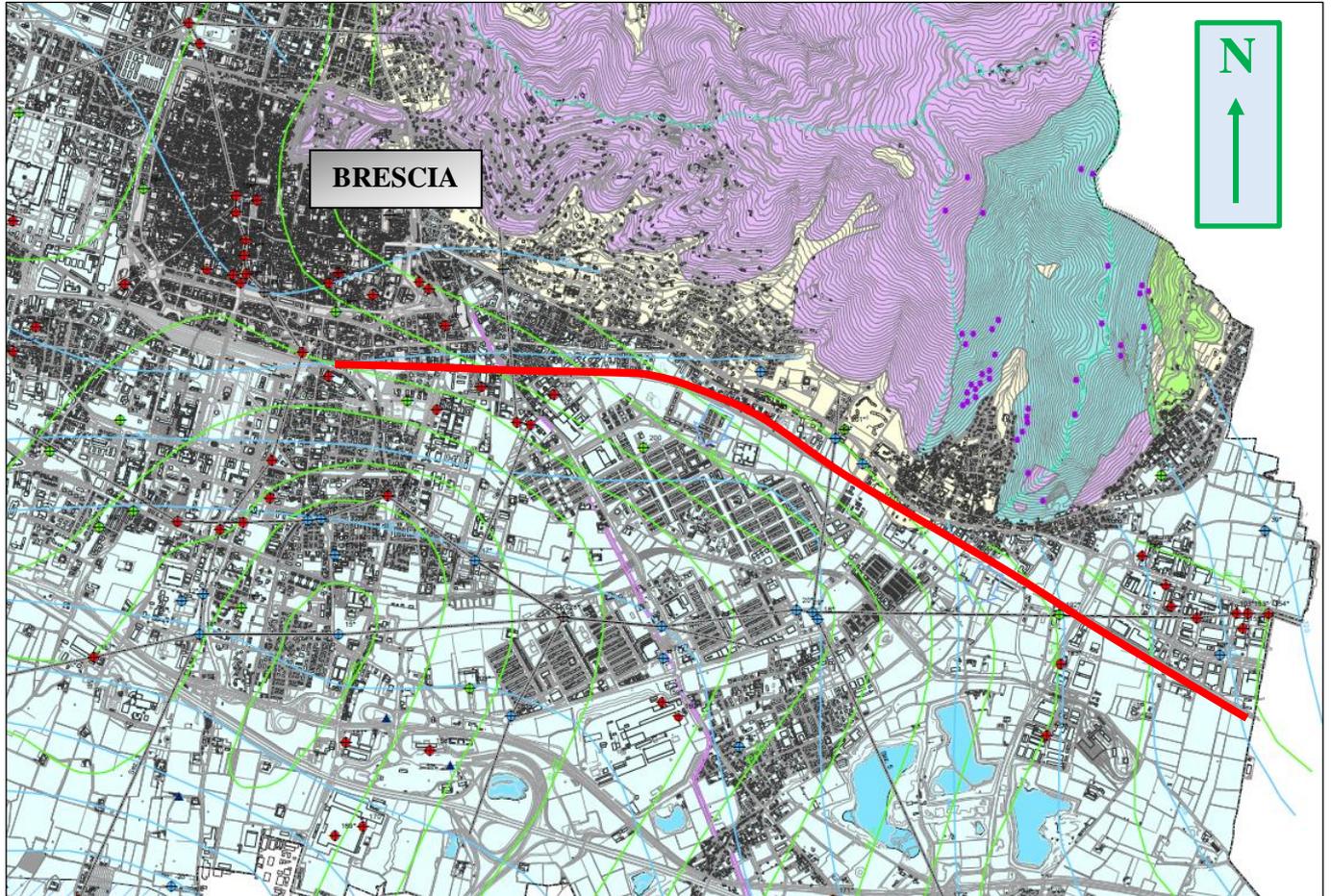


Figura 3-12 – Stralcio della Carta Idrogeologica allegata al Piano di Governo del Territorio del comune di Brescia.
Scala 1: 15.000.

Relazione geologica, geomorfologica e idrogeologica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
INOW	00 R 69	RG	GE 0005 001	A	25 di 93

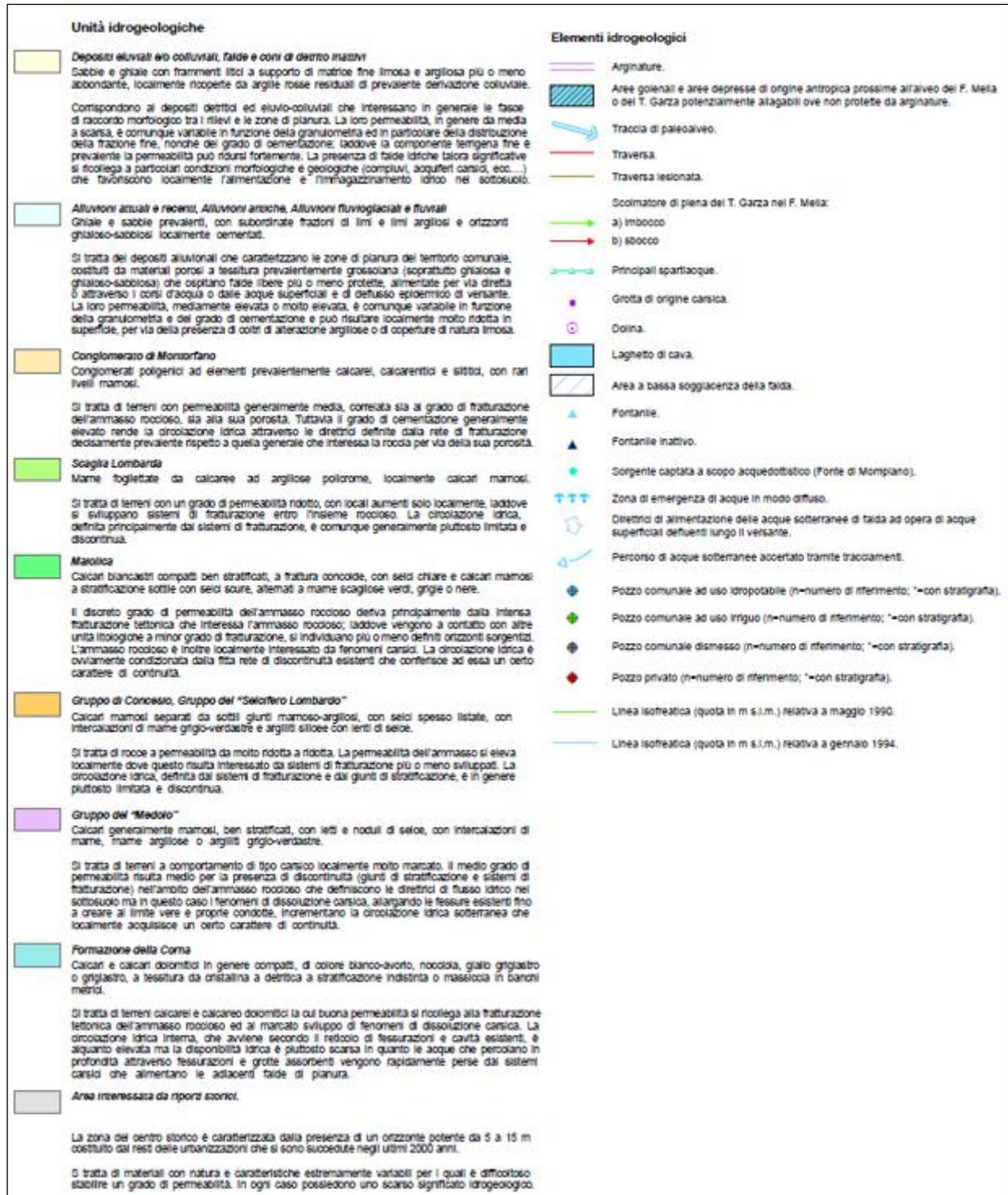


Figura 3-13 – Legenda della Carta Idrogeologica allegata al Piano di Governo del Territorio del comune di Brescia.

Relazione geologica, geomorfologica e idrogeologica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
INOW	00 R 69	RG	GE 0005 001	A	26 di 93

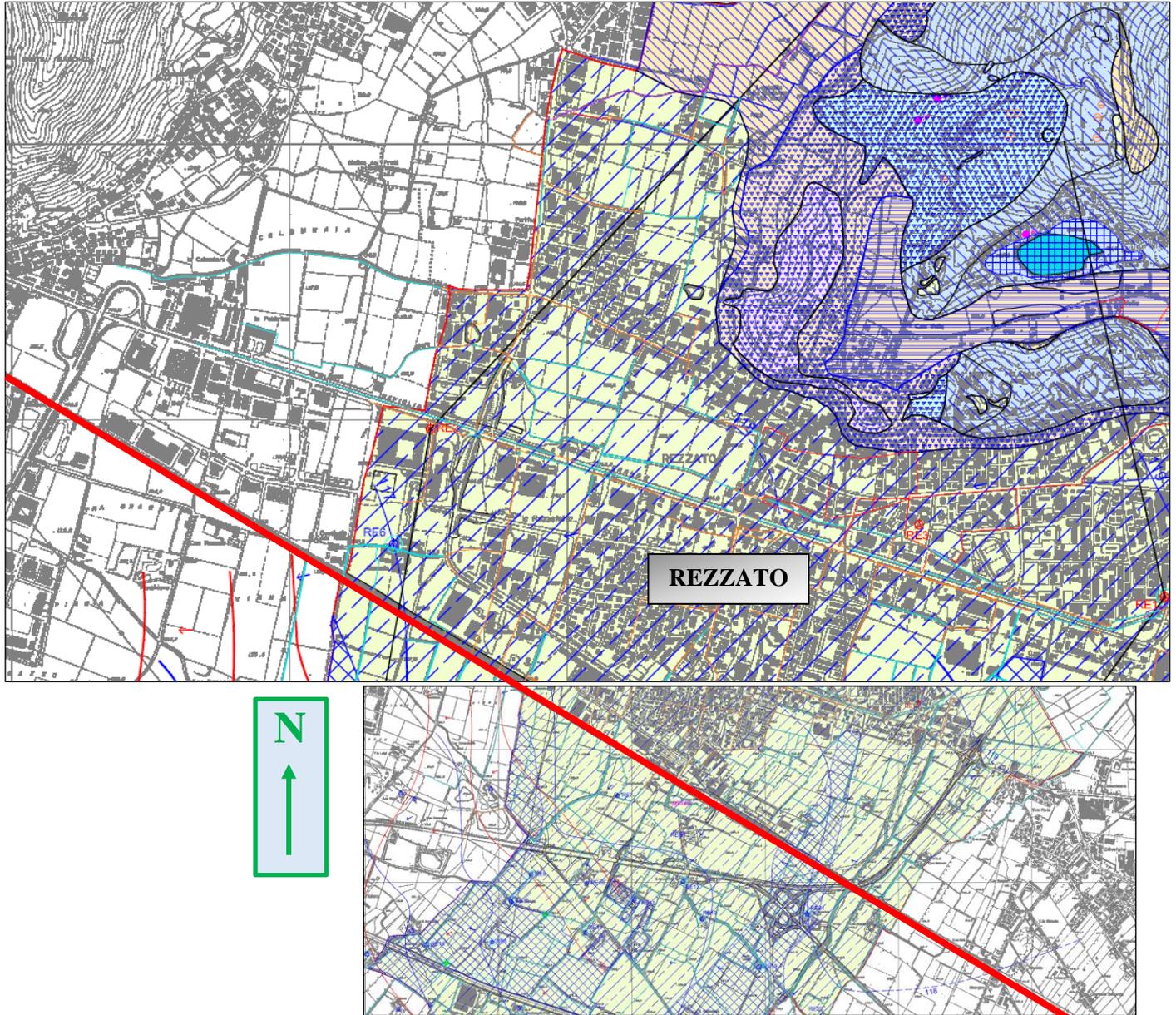


Figura 3-14 – Stralcio della Carta Idrogeologica allegata al Piano di Governo del Territorio del comune di Rezzato.
Scala 1: 5.000.

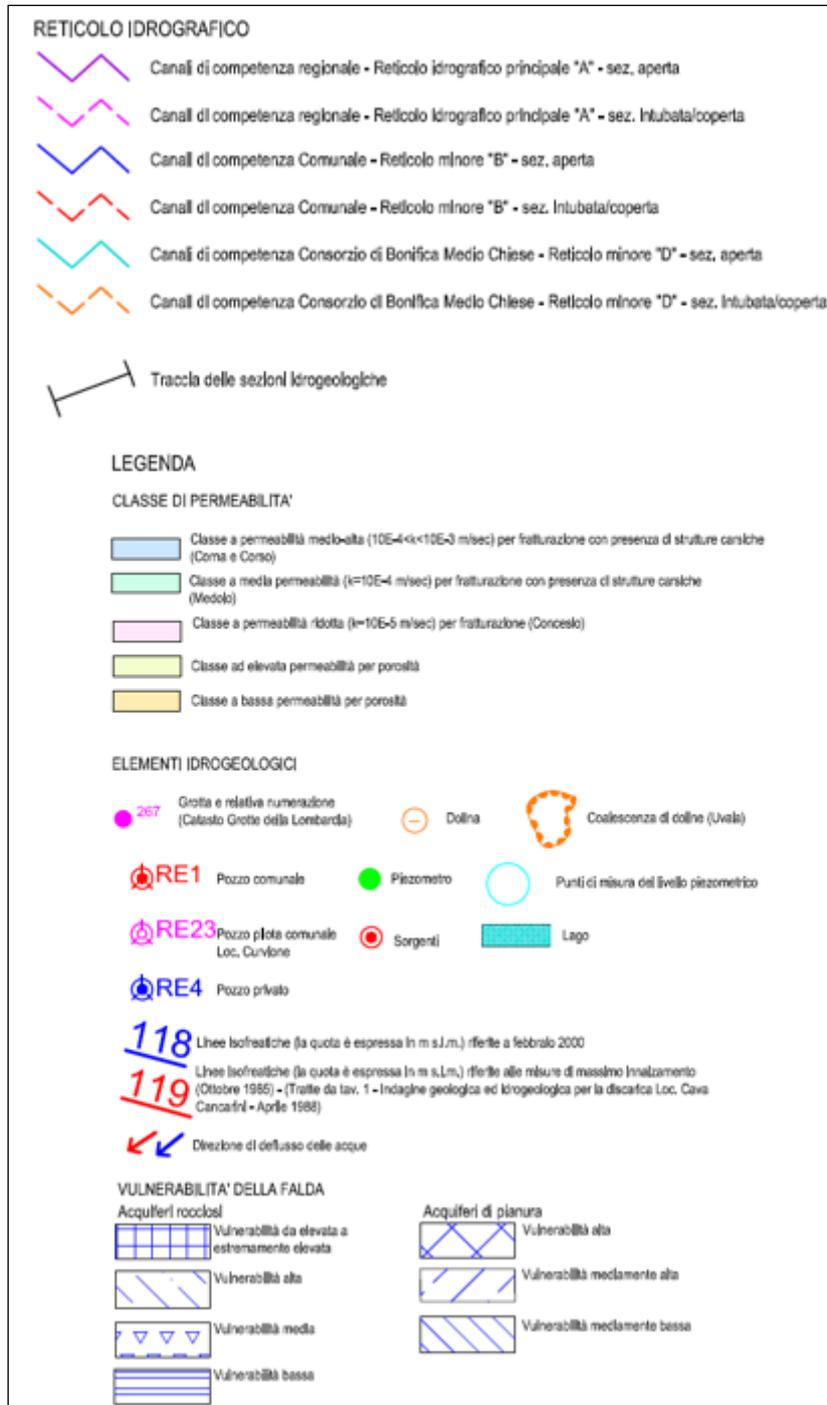


Figura 3-15 – Legenda della Carta Idrogeologica allegata al Piano di Governo del Territorio del comune di Rezzato.

Relazione geologica, geomorfologica e idrogeologica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
INOW	00 R 69	RG	GE 0005 001	A	28 di 93

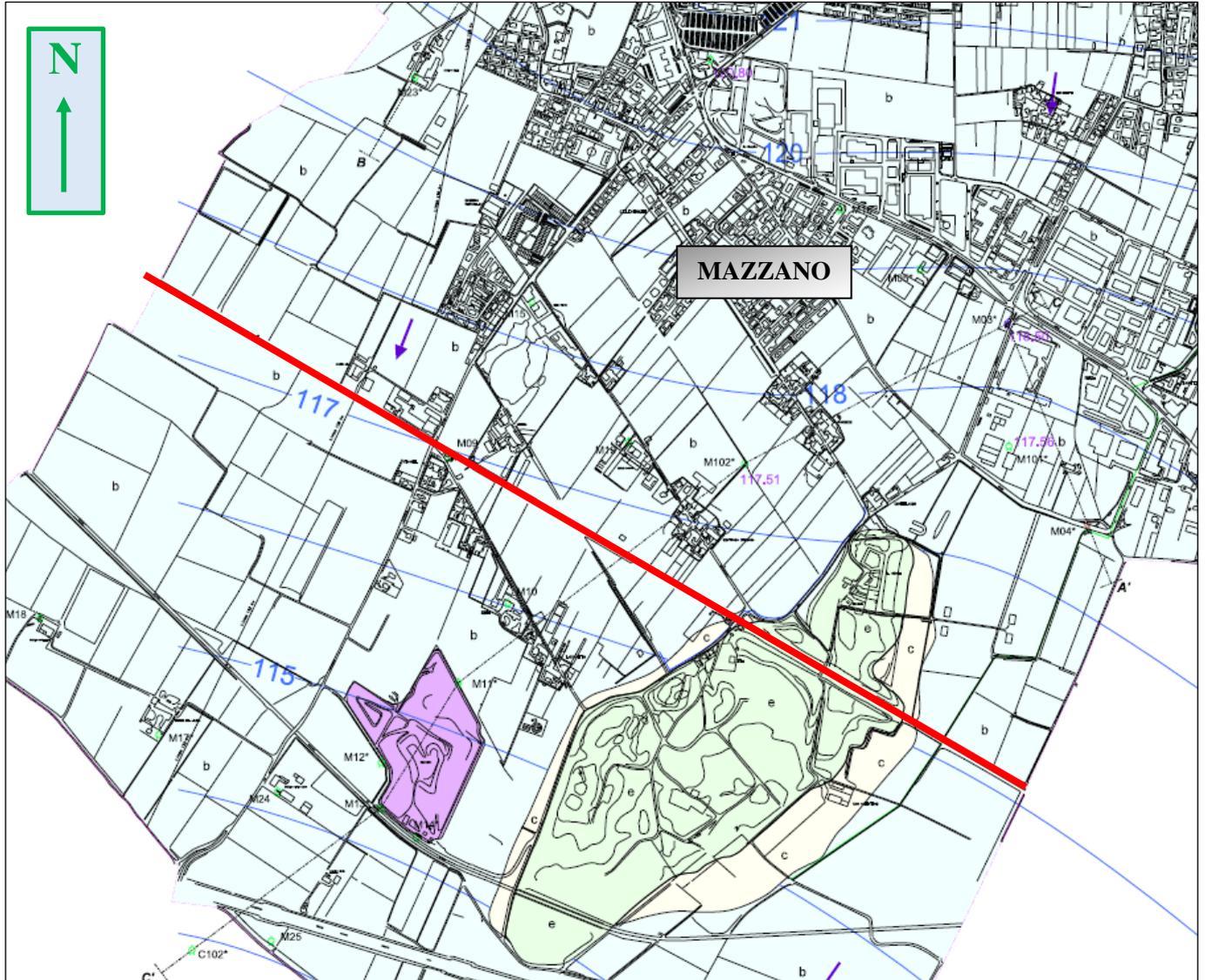


Figura 3-16 – Stralcio della Carta Idrogeologica allegata al Piano di Governo del Territorio del comune di Mazzano.
Scala 1: 5.000.

LEGENDA

SUBSTRATO ROCCIOSO

	LITOLOGIA	PERMEABILITA' DELL'ACQUIFERO	COPERTURA PEDOLOGICA	GRADO DI VULNERABILITA' DELLE ACQUE SOTTERRANEE
a	Corna, Corso	Per fessurazione, generalmente alta; localmente molto alta per carsismo	Suoli da sottili a molto sottili, con tessitura argillosa	Generalmente alto; elevato in presenza di inghiottitoi e doline

DEPOSITI QUATERNARI

	LITOLOGIA	PERMEABILITA' DELL'ACQUIFERO	COPERTURA PEDOLOGICA	GRADO DI VULNERABILITA' DELLE ACQUE SOTTERRANEE
b	Depositi fluvioglaciali ghiaioso-sabbiosi	Alta per porosità	Suoli moderatamente profondi, solo localmente sottili, con tessitura da franco limoso-argillosa a franco argillosa	Medio
c	Depositi colluviali prevalentemente argillosi	Per porosità bassa	Suoli molto profondi, con tessitura argillosa	Generalmente basso
d	Depositi morenici, depositi di origine mista, depositi residuali, depositi colluviali	Per porosità, variabile da media a bassa in funzione della granulometria	Circolazione idrica localizzata e di scarsa entità	Generalmente basso
e	Depositi di varia litologia costituenti la Collina di Ciliverghe	Globalmente bassa	Suoli molto profondi, con tessitura da franco argillosa a franco limoso-argillosa	Basso

Elementi idrografici



Area soggetta ad allagamenti.



Reticolo idrico principale di competenza regionale (Rio Rudone e Roggia Stradelle).



Reticolo idrico minore di competenza Comunale.

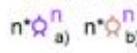


Aste idriche gestite dal Consorzio di Bonifica Medio Chiese di interesse idraulico, paesistico o ambientale.



Aste idriche private per l'esercizio di concessioni di acque pubbliche di interesse idraulico, paesistico o ambientale.

Elementi idrogeologici



Pozzo comunale: a) captato a scopo acquedottistico; b) dismesso (n = sigla di riferimento; * = con stratigrafia; n̄ = quota falda m s.l.m. riferita a febbraio 2004).



Pozzo privato (n = sigla di riferimento; * = con stratigrafia; n̄ = quota falda m s.l.m. riferita a febbraio 2004).



Linea isopiezometrica e relativa quota in m s.l.m. riferita a febbraio 2004.



Direzione di deflusso della falda.



Discarica.



Traccia di sezione idrogeologica.

Figura 3-17 – Legenda della Carta Idrogeologica allegata al Piano di Governo del Territorio del comune di Mazzano.

4 CARTOGRAFIA DEL RISCHIO E VINCOLI TERRITORIALI

4.1 VINCOLO IDROGEOLOGICO E PAESAGGISTICO

La cartografia relativa ai vincoli territoriali interferenti con il tracciato oggetto di studio è suddivisa tra i comuni di Brescia, Rezzato e Mazzano. Lo stralcio cartografico riportato in Figura 4-1 riporta i vincoli cartografati presso il comune di Brescia; in particolare si può notare come il tracciato sia per buona parte del suo percorso all'interno del comune di Brescia, adiacente ad un'area classificata, secondo il Piano di Gestione del rischio Alluvioni (2016), come Zona I, ovvero area potenzialmente a rischio inondazioni per eventi di piena con tempo di ritorno uguale o inferiore a 50 anni (Ambito territoriale RSCM). Il tracciato inoltre interseca in numerosi punti aree sottoposte a vincolo di polizia idraulica, fasce di rispetto dei corpi idrici, ed in particolare il Reticolo Minore gestito dai Consorzi di bonifica. Non si segnala l'interferenza con le aree di rispetto di captazioni ad uso idropotabile.

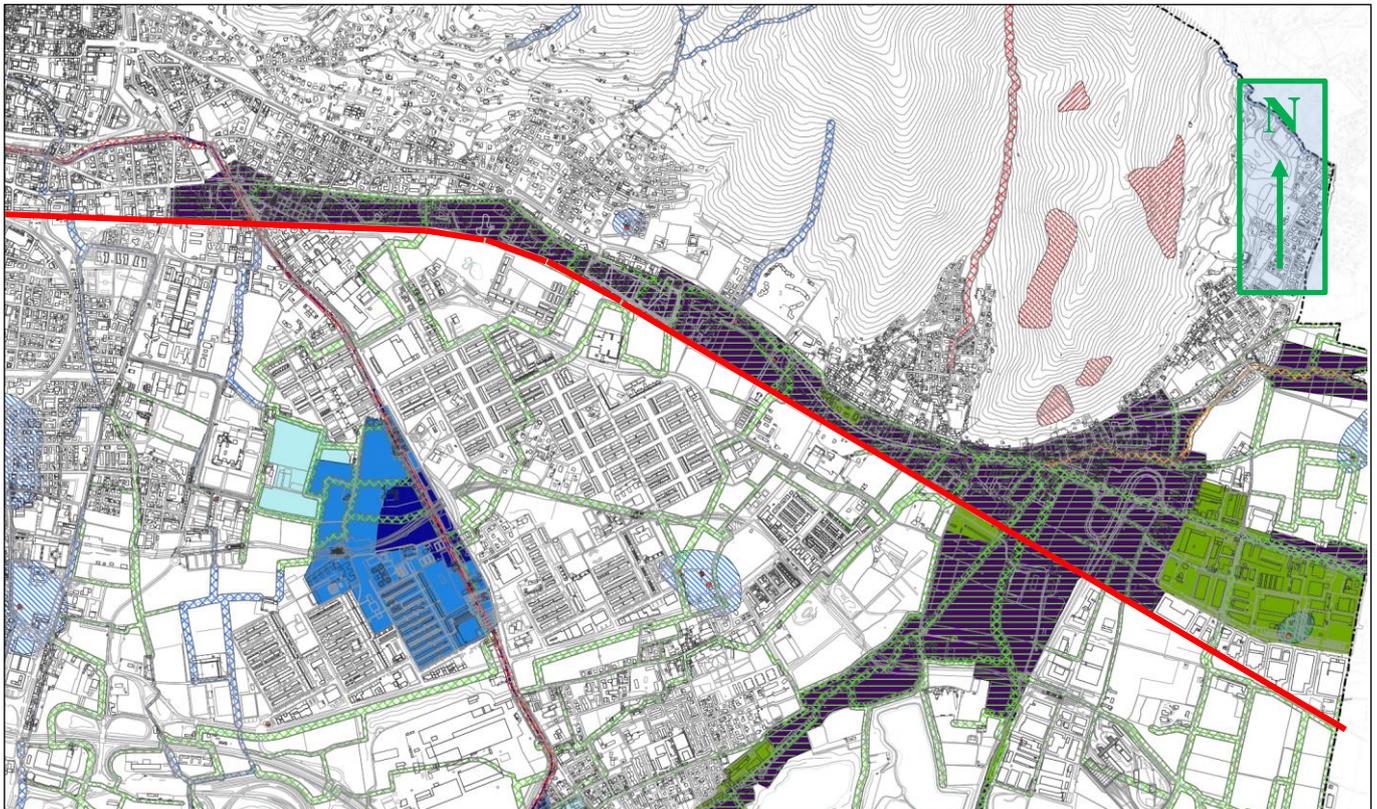
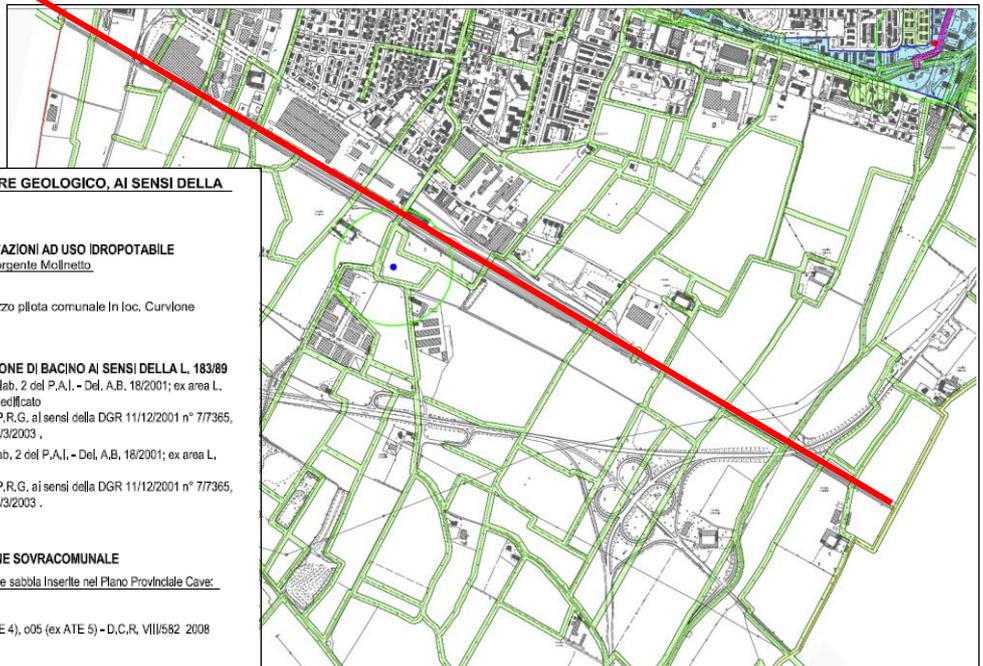
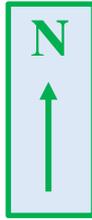


Figura 4-1 – Stralcio della Carta dei vincoli (2018) allegata al Piano di Governo del territorio del comune di Brescia (in rosso è evidenziato il tracciato oggetto di studio) e legenda. Scala 1: 15.000.



Figura 4-2 – Legenda della Carta dei Vincoli allegata al Piano di Governo del Territorio del comune di Brescia

Il tratto ferroviario compreso nel comune di Rezzato (Figura 4-3) interseca anche in questo caso, in numerosi punti, aree sottoposte a vincolo di polizia idraulica, fasce di rispetto dei corpi idrici, ed in particolare il Reticolo Minore gestito dal Consorzio di Bonifica Medio Chiese. Inoltre, il tracciato interseca la zona di rispetto del Pozzo pilota comunale in località Curvione.



AMBITI SOGGETTI A VINCOLI NORMATIVI DI CARATTERE GEOLOGICO, AI SENSI DELLA D.G.R. 8/7374 DEL 28/05/2008

AREE SOGGETTE A VINCOLI DI SALVAGUARDIA DELLE CAPTAZIONI AD USO IDROPOTABILE

Aree di salvaguardia dei pozzi comunali di Rezzato e della sorgente Molinetto

- Zona di tutela assoluta,
- Zona di rispetto,
- Pozzo pilota comunale in loc. Curvione

AREE SOGGETTE A VINCOLI DERIVANTI DALLA PIANIFICAZIONE DI BACINO AI SENSI DELLA L. 183/89

Aree a rischio idrogeologico elevato R3 (Zona I all. 4,1 - elab. 2 del P.A.I. - Del. A.B. 18/2001; ex area L. 267/98), a) interna al centro edificato; b) esterna al centro edificato
Verifica di compatibilità idrogeologica delle previsioni del P.R.G. ai sensi della DGR 11/12/2001 n° 77365, Gennaio 2003, adottata con Del. Cons. Com. n° 15 del 31/3/2003.

Aree a rischio idrogeologico medio R2 (Zona I all. 4,1 - elab. 2 del P.A.I. - Del. A.B. 18/2001; ex area L. 267/98); a) aree esondabili Em.
Verifica di compatibilità idrogeologica delle previsioni del P.R.G. ai sensi della DGR 11/12/2001 n° 77365, Gennaio 2003, adottata con Del. Cons. Com. n° 15 del 31/3/2003.

AREE SOGGETTE A VINCOLI DERIVANTI DALLA PIANIFICAZIONE SOVRACOMUNALE

Aree di cava di calcari e carbonati, di pietre ornamentali e di ghiaia e sabbia inserite nel Piano Provinciale Cave:

- A.T.E. c01 (ex ATE n.1), c02 (ex ATE n.2), c04 (ex ATE 4), c05 (ex ATE 5) - D.C.R. VIII/582 2008
- A.T.E. g25 (ex ATE 25) - D.C.R. VII/1114 2004

AREE SOGGETTE A VINCOLI DI POLIZIA IDRAULICA

Aree di pertinenza del corso d'acqua esondabile in concomitanza di piene ordinarie e/o soggetta a fenomeni erosivi collegati all'attività idrica

- Fascia ad alto grado di tutela del reticolo idrografico principale "A" (All. A - DGR 7/13950 del 1/08/2003)
- Fascia ad alto grado di tutela del reticolo idrografico minore "B" (All. B - DGR 7/13950 del 1/08/2003)
- Aree di pertinenza dei canali di bonifica del Consorzio Medio Chiese -
 Fascia di competenza consorziale del reticolo minore "D"

Figura 4-3 – Stralcio con legenda della Carta dei Vincoli (2011) allegata al Piano di Governo del territorio del comune di Rezzato. In rosso si evidenzia il tracciato oggetto di quadruplicamento.

Infine, il tratto ferroviario compreso nel comune di Mazzano (Figura 4-4), interseca in due punti le fasce di rispetto del Reticolo idrico minore di competenza comunale. Non si segnala l'interferenza con la zona di rispetto di opere di captazione ad uso idropotabile.

Relazione geologica, geomorfologica e idrogeologica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
INOW	00 R 69	RG	GE 0005 001	A	33 di 93

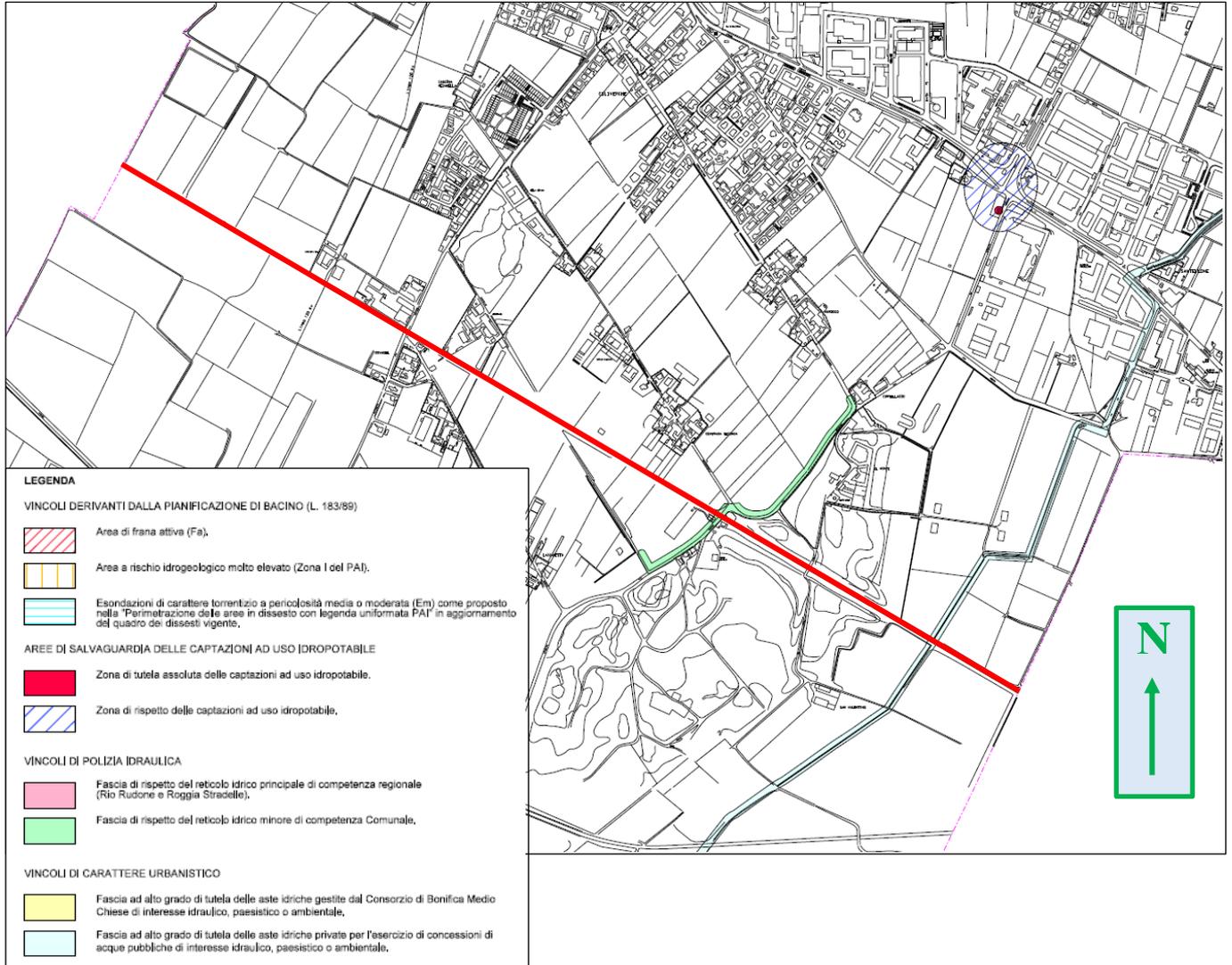


Figura 4-4 – Stralcio con legenda della Carta dei Vincoli allegata al Piano di Governo del territorio del comune di Mazzano. In rosso si evidenzia il tracciato oggetto di quadruplicamento.

4.2 CARTOGRAFIA DEL RISCHIO

Per quanto concerne la cartografia del rischio, lo stralcio cartografico riportato in Figura 4-5 (Carta PAI-PGRA 2018 del PGT comunale) riporta le medesime informazioni riportate nella cartografia dei vincoli; in particolare si evidenzia come il tracciato sia per buona parte del suo percorso all'interno del comune di Brescia, adiacente ad un'area classificata secondo il Piano di Gestione del rischio Alluvioni (2016) come Zona I, ovvero area potenzialmente a rischio inondazioni per eventi di piena con tempo di ritorno uguale o inferiore a 50 anni (Ambito territoriale RSCM). Essendo l'area in esame posta in pianura alluvionale, non si segnalano aree di frana in prossimità della linea ferroviaria.

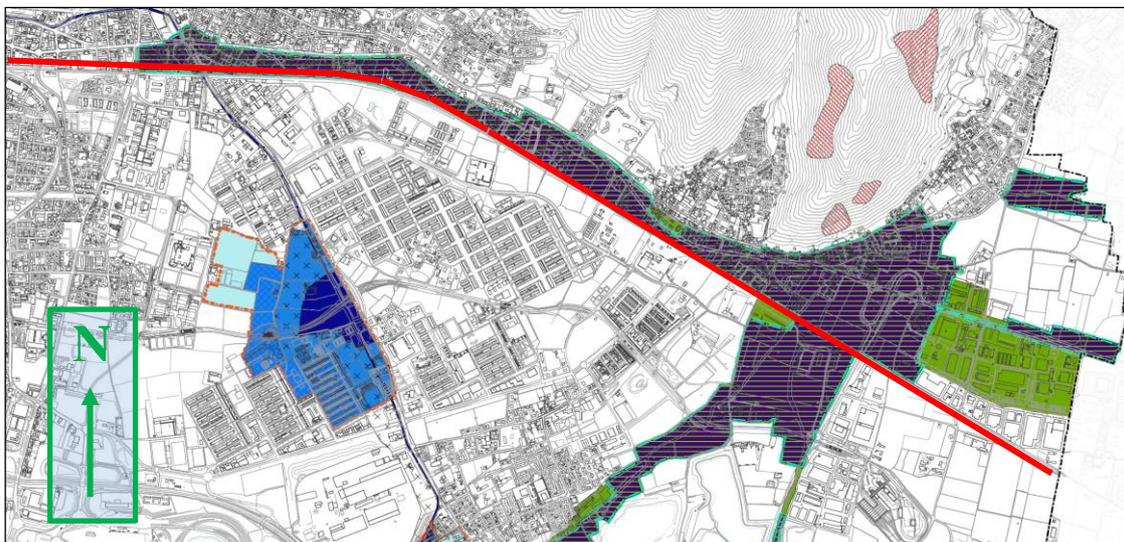


Figura 4-5 – Stralcio della Carta PAI-PGRA (2018) allegata al Piano di Governo del territorio del comune di Brescia. In rosso si evidenzia il tracciato oggetto di quadruplicamento.

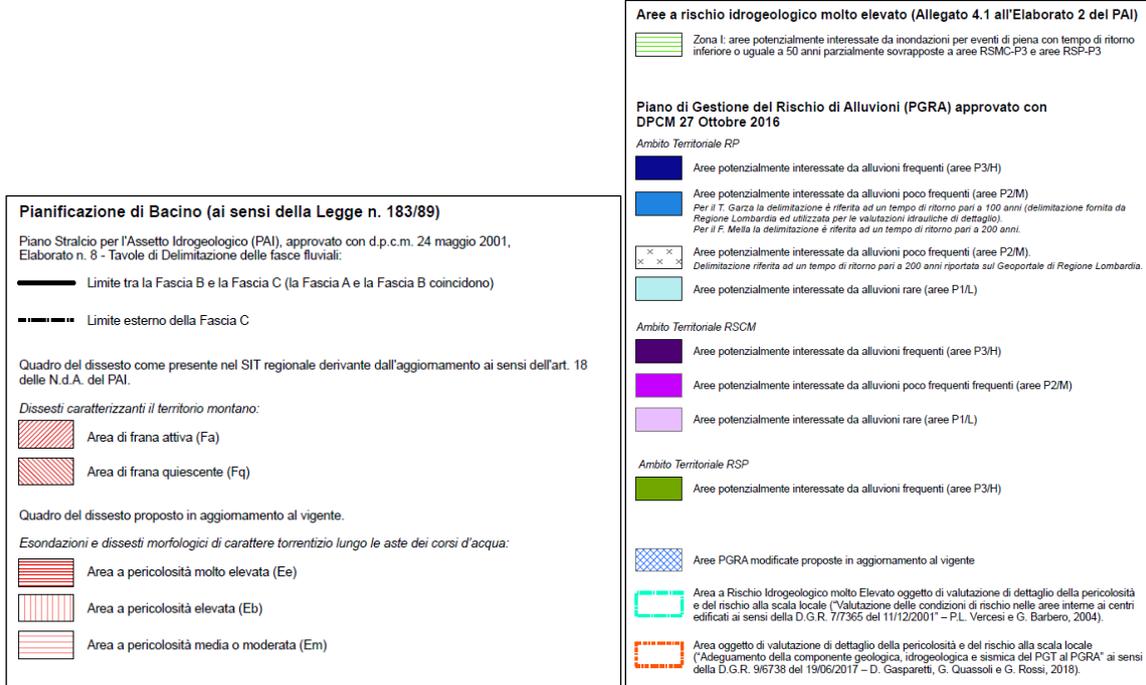


Figura 4-6 – Legenda della Carta PAI-PGRA allegata al Piano di Governo del territorio del comune di Brescia

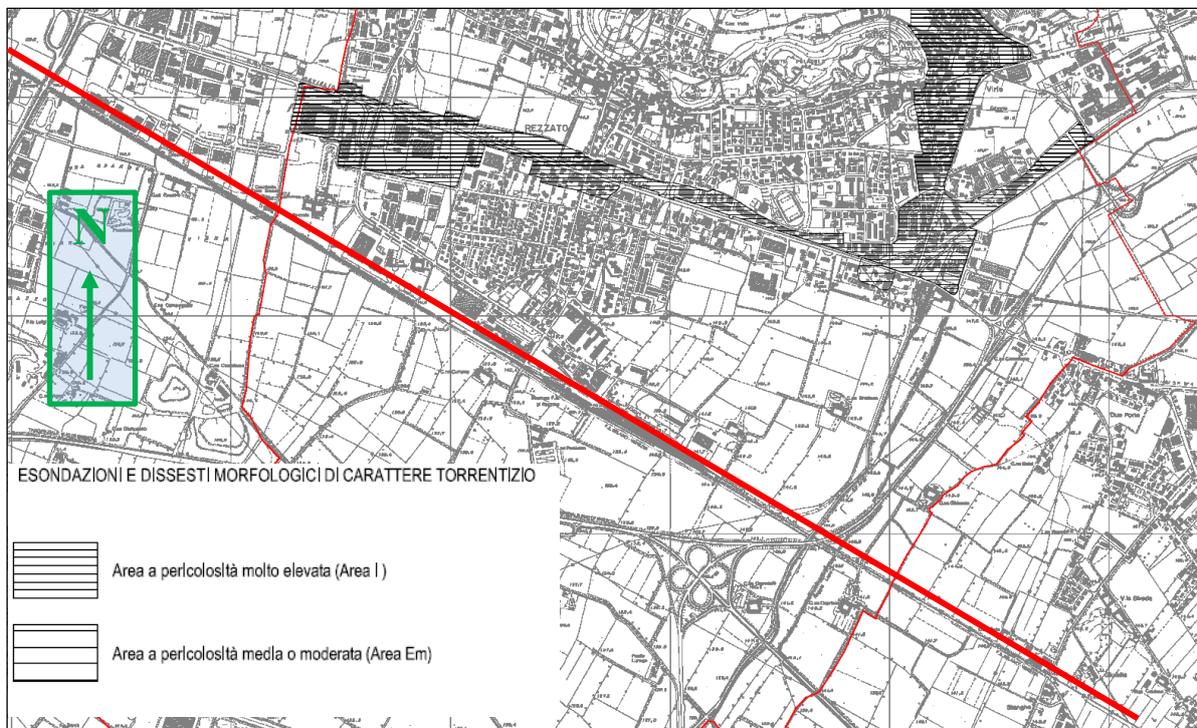


Figura 4-7 – Stralcio della Carta del dissesto con legenda uniformata PAI (2011) allegata al Piano di Governo del Territorio del comune di Rezzato. In rosso si evidenzia il tracciato oggetto di quadruplicamento.

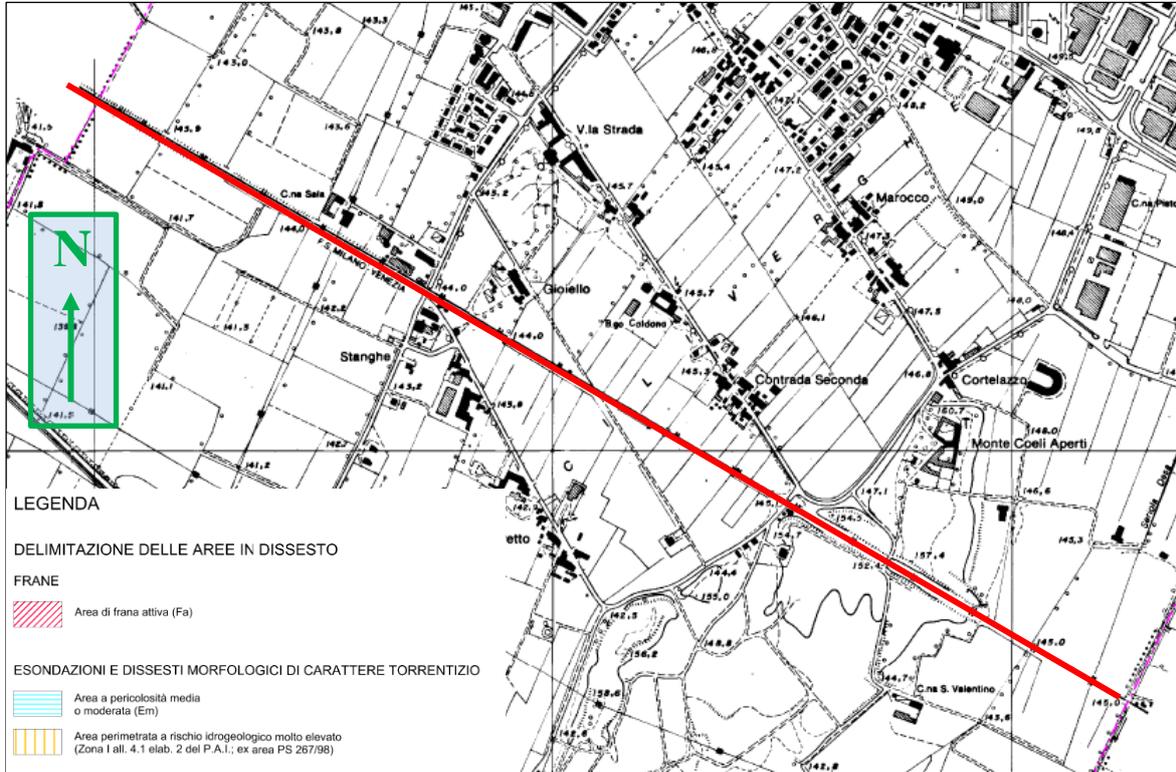
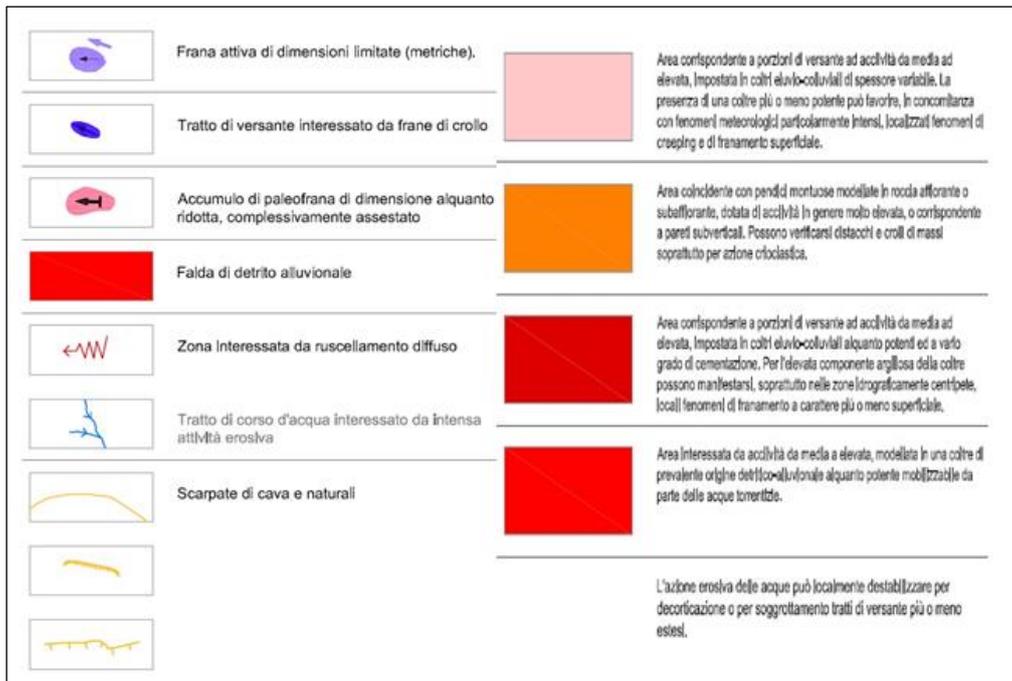


Figura 4-8 – Stralcio della Carta del dissesto con legenda uniformata PAI (2011) allegata al Piano di Governo del Territorio del comune di Mazzano. In rosso si evidenzia il tracciato oggetto di quadruplicamento.



Relazione geologica, geomorfologica e idrogeologica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
INOW	00 R 69	RG	GE 0005 001	A	37 di 93

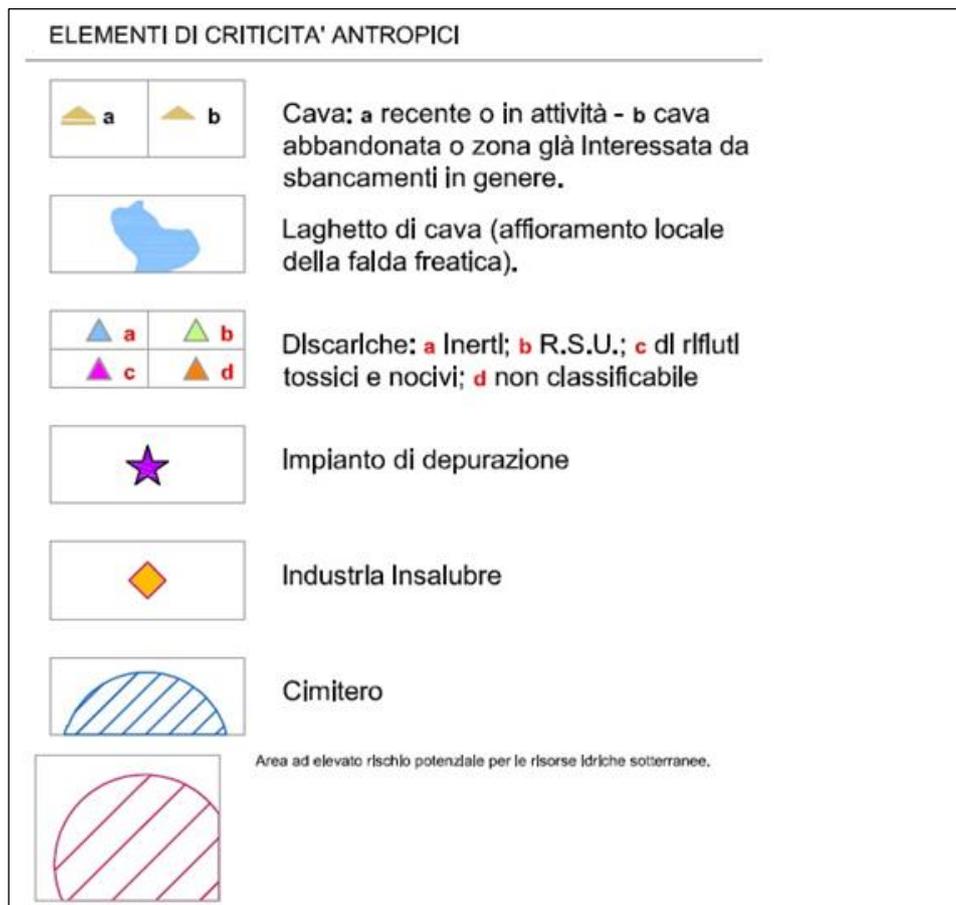
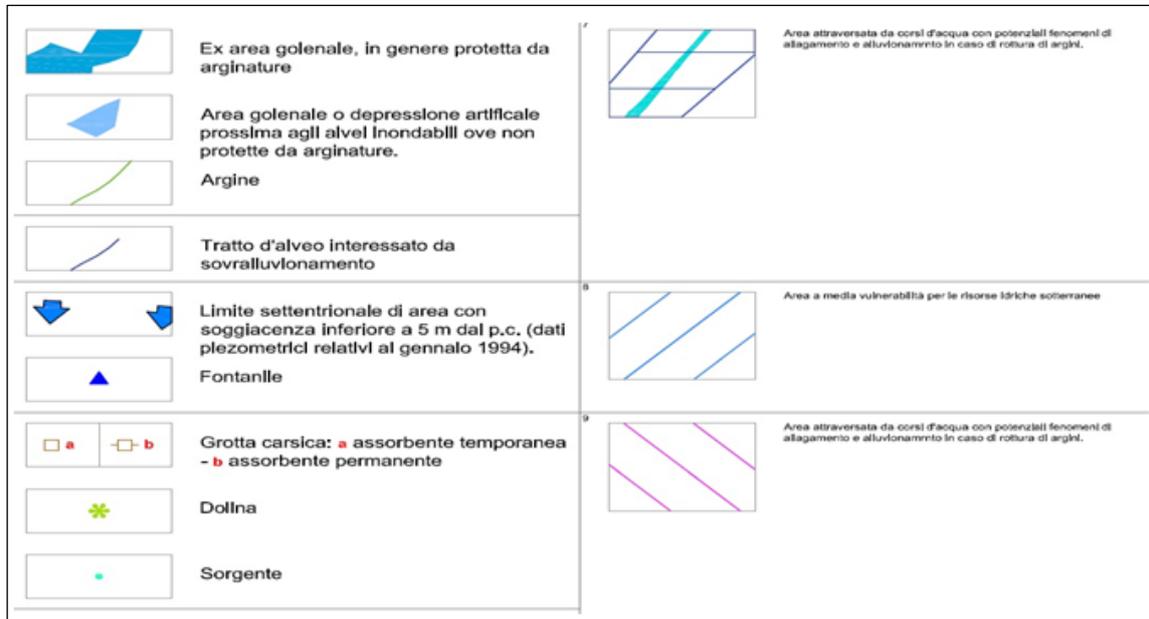


Figura 4-9 – Stralcio della Carta del rischio idrogeologico allegata al Piano di Governo del Territorio del comune di Brescia (in rosso è evidenziato il tracciato oggetto di studio) e legenda. Scala 1: 15.000.

	LINEA A.V. /A.C. TORINO – VENEZIA Tratta MILANO – VERONA Lotto funzionale QUADRUPPLICAMENTO EST IN USCITA DA BRESCIA PROGETTO PRELIMINARE					
	Relazione geologica, geomorfologica e idrogeologica	COMMESSA INOW	LOTTO 00 R 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE 0005 001	REV. A

5 DESCRIZIONE STRATIGRAFICA DI DETTAGLIO

Nel presente paragrafo viene effettuata una descrizione di dettaglio della stratigrafia lungo il tracciato della linea, con particolare riferimento ai profili geologici elaborati a partire dai sondaggi effettuati a supporto della progettazione. Tale profilo viene riportato nell'elaborato IN0W00R69N4GE0001001A – Carta e profilo geologico.

Lungo tutta la tratta in esame, la linea ferroviaria attraversa la pianura lombarda ed è interamente impostata su alluvioni fluvioglaciali e fluviali (*fg* in paragrafo 3.1.2), ad esclusione della tratta compresa tra le progressive chilometriche 97+900 e 98+510 caratterizzata dalla presenza di depositi eluvio e/o colluviali (*ec* in paragrafo 3.1.2).

Facendo riferimento al profilo geologico di riferimento e partendo dalla zona orientale di Brescia, dove ha inizio l'intervento, fino al limite dello stesso comune (tra le progressive chilometriche 94+680 e 100+800), la tratta in esame è stata investigata dai sondaggi: S1, S2, N1, S3 e dai pozzi per acqua: D6C164682313, 19321, 19324, 19308, 19315, 19328 e 19332. Il sondaggio S1 individua uno spessore di circa 3 m di limo sabbioso, seguito da ghiaia con sabbia e limo, terminando con circa 2.5 m di limo con sabbia fino alla massima profondità investigata dal sondaggio (30 m). Proseguendo verso est la tratta interseca il sondaggio S2 intorno alla pk 94+880, il quale conferma quanto individuato dal precedente, depositi fluvioglaciali lungo tutta la verticale investigata. Spostandosi in prossimità della pk 95+520 il pozzo D6C164682313 (profondo 162 m) individua, al di sotto di materiale di riporto, uno spessore di 6 m di ghiaia con sabbia, seguito da 4 m di limo il quale poggia su uno spessore di 24 m di ghiaia caratterizzato da una lente centimetrica di ciottoli (19 m dal p.c.) e da una lente decimetrica di limo alla profondità di 29 m dal p.c.. Il primo spessore di ghiaia con sabbia, di quest'ultimo sondaggio, tende ad inspessirsi a ridosso del sondaggio successivo (N1) situato alla pk 96+280. Questo identifica un primo spessore di limo argilloso (1.5 m) che poggia su uno strato di ghiaia con sabbia dello spessore di 13 m, che a sua volta si imposta su sabbia limosa, intercalata da spessori metrici di ghiaia e sabbia. Procedendo in direzione sud est lungo la ferrovia, la tratta interseca il pozzo per acqua 19321, che, come il precedente sondaggio, individua un primo spessore di limo (8 m) poggiante su limo con ghiaia fino alla massima profondità investigata dalla verticale (60 m). Proseguendo lungo la linea, essa è intersecata dal pozzo per acqua 1324, posto al limite tra il fluvioglaciale ed i depositi eluvio colluviali. Esso è caratterizzato da limo lungo tutta la profondità investigata (62 m), intervallata da spessori metrici di limo con ghiaia. A ridosso di questo sondaggio, in corrispondenza della pk 97+900, si sviluppa un'area caratterizzata da depositi eluvio colluviali, costituiti da sabbie e ghiaie a supporto di matrice limosa e argillosa, che si sviluppano verticalmente per una profondità di circa 8 m, le quali poggiano sui depositi limosi del fluvioglaciale, che a loro volta sono seguiti dai depositi ghiaiosi anch'essi appartenenti alle alluvioni fluvioglaciali. In prossimità della pk 98+510 riaffiorano i depositi fluvioglaciali che si impongono lungo tutta la tratta ferroviaria studiata. Proseguendo da quest'ultima progressiva in direzione del comune successivo, la linea ferroviaria interseca il sondaggio S3 (pk99+400), che si estende verticalmente per una profondità di 40 m. Esso identifica la presenza di depositi fluvioglaciali caratterizzati da sabbia con ghiaia, intervallati da lenti di ghiaia e lenti di limo sabbioso. Gli ultimi quattro pozzi per acqua che hanno permesso di indagare il sottosuolo del comune di Brescia sono il: 19308 (pk 99+600), 19315 (pk 99+820), 19328 (pk 100+060), 19332 (pk 100+480). Questi individuano depositi granulari associabile ai depositi fluvioglaciali lungo tutta la verticale investigata. Il pozzo 19315 presenta una lente di limo da 29 a 32 m di profondità, la quale si inspessisce in corrispondenza del pozzo successivo (19328) che la identifica tra i 26 ed i 38 m di profondità. Questa lente tende nuovamente a ridurre il proprio spessore (in prossimità del pozzo 19332) ed infine si chiude oltre il pozzo 20240 (situato nel comune di Rezzato in corrispondenza della pk 101+240).

Lasciando il comune di Brescia, la tratta ferroviaria interseca il comune di Rezzato, che si sviluppa dalla pk 100+800 alla pk 104+100. Questa tratta è stata investigata dai pozzi per acqua 20240, 20243, 20241 e dal sondaggio N3. Il pozzo 20240, situato in prossimità della pk 101+240, si sviluppa verticalmente per una profondità di 60 m. Esso interseca materiale granulare appartenente alle alluvioni fluvioglaciali per tutta la profondità, intervallate da una lente di limo (precedentemente definita) fra 31 e 34 m di profondità. Procedendo lungo il profilo, il terreno è stato indagato dal sondaggio N3 (pk 102+100) e dal pozzo 20243 (pk 102+520). Questi hanno individuato, al di sotto di uno spessore

Relazione geologica, geomorfologica e idrogeologica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
INOW	00 R 69	RG	GE 0005 001	A	39 di 93

di 2 m di limo il primo e di materiale di riporto il secondo, ghiaia appartenente ai depositi fluvioglaciali. Proseguendo lungo l'ultimo tratto appartenente al comune di Rezzato, è presente il pozzo 20241 (pk 103+720), che si estende verticalmente per una profondità di 60 m, ed è caratterizzato da un primo spessore di 6 m di limo sabbioso con ciottoli, seguito da ghiaia con sabbia lungo tutta la profondità ed è intervallato da una lente di ciottoli tra le profondità di 25 e 30 m. Anche questi depositi appartengono alle alluvioni fluvioglaciali e fluviali.

Proseguendo lungo la ferrovia appartenente alla tratta compresa nel comune di Mazzano, il terreno è stato investigato dai pozzi D6D243828534 (pk 104+540), D6D248308273 (pk 105+060) e D6D252818007 (pk 105+380), i quali raggiungono una profondità di 25 m. Questi, al di sotto del materiale di riporto, identificano materiale appartenente ai depositi fluvioglaciali e fluviali.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA A.V. /A.C. TORINO – VENEZIA Tratta MILANO – VERONA Lotto funzionale QUADRUPPLICAMENTO EST IN USCITA DA BRESCIA PROGETTO PRELIMINARE					
	Relazione geologica, geomorfologica e idrogeologica	COMMESSA INOW	LOTTO 00 R 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE 0005 001	REV. A

6 INDAGINI

6.1 PREMESSA

I dati stratigrafici a supporto del presente studio derivano:

- Dalla campagna di indagini in sito eseguita a supporto della presente fase progettuale e costituite da n. 3 sondaggi a carotaggio continuo e da n. 3 prove geofisiche di tipo MASW;
- Dalla campagna di indagini in sito eseguita da Italferr a supporto del progetto di fattibilità tecnico economica della tramvia di Brescia;
- Dalla campagna indagini Italferr del 2013 per gli interventi di mitigazione acustica dell'interconnessione di Brescia ovest e nodo di Brescia nell'ambito del progetto definitivo della linea AV-AC Milano Verona;
- Da sondaggi bibliografici provenienti dall'archivio RFI;
- Da stratigrafie di pozzi per acqua reperite tramite il Geoportale della Regione Lombardia e dell'ISPRA.

6.2 CAMPAGNA INDAGINI ITALFERR 2019 (PFTE QUADRUPPLICAMENTO BRESCIA EST)

6.2.1 Indagini in Sito

A supporto della progettazione è stata condotta una campagna di indagini geognostiche e geofisiche nel mese di aprile 2019, comprendente l'esecuzione di n. 2 sondaggi a carotaggio continuo, n. 3 prove M.A.S.W., n. 3 prove di sismica passiva HVSr. In Tabella 6-1 si riportano le coordinate, la profondità e l'attrezzatura relativa ai sondaggi eseguiti a supporto della progettazione di fattibilità tecnico economica nel 2019.

Tabella 6-1 – Sondaggi campagna Italferr 2019

Sondaggio	Latitudine	Longitudine	Quota (m s.l.m.)	Profondità (m)	Attrezzatura
N1	45°31'44.332"	10°14'41.28"	127.2	30.0	Piezometro Norton 3"
N3	45°30'13.832"	10°18'31.909"	141.4	30.0	Piezometro Norton 3"

In Tabella 6-2 si riportano i risultati delle prove SPT eseguite nei sondaggi.

Tabella 6-2 – Valori di N_{spt} registrati nei sondaggi Italferr 2019

Profondità (m da p.c.)	N1	N3
1,0	9	
3,8		32
4,5		
6,0	26	

Profondità (m da p.c.)	N1	N3
7,0		R
8,5	20	
9,8		65
11,4	27	
12,6		R
13,7	30	
16,0	22	
16,7		70
22,7		63
24,7	43	
27,0		R
27,3	R	
29,1	R	

6.3 CAMPAGNA INDAGINI ITALFERR 2018 (PFTE TRAMVIA DI BRESCIA)

A supporto del presente studio è stato considerato n. 1 sondaggio eseguito nel 2018 a supporto della progettazione della tramvia di Brescia. In tabella Tabella 6-3 si riportano le coordinate, la profondità e l'attrezzatura relativa al sondaggio in oggetto.

Tabella 6-3 – Sondaggi campagna Italferr 2018

Sondaggio	Latitudine	Longitudine	Quota (m s.l.m.)	Profondità (m)	Attrezzatura
S3	45°30'58.97"	10°16'46.52'	135,25	40.0	Piezometro T.A. 3"

In Tabella 6-4 si riportano i risultati delle prove SPT eseguite nel sondaggio.

Tabella 6-4 – Valori di N_{spt} registrati nei sondaggi Italferr 2019

Profondità (m da p.c.)	S3
4,5	51

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA A.V. /A.C. TORINO – VENEZIA Tratta MILANO – VERONA Lotto funzionale QUADRUPPLICAMENTO EST IN USCITA DA BRESCIA PROGETTO PRELIMINARE					
	Relazione geologica, geomorfologica e idrogeologica	COMMESSA INOW	LOTTO 00 R 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE 0005 001	REV. A

Profondità (m da p.c.)	S3
9,0	35
13,5	64
18,0	47
22,5	34

In Tabella 6-5 si riportano i risultati delle prove Lefranc eseguite nel foro di sondaggio.

Tabella 6-5 – Valori di K (m/s) calcolati tramite prove Lefranc eseguite in foro di sondaggio

Profondità prova (m da p.c.)	K (m/s)
8,6	4.29E-05
14,7	1.22E-05

6.4 CAMPAGNA INDAGINI ITALFERR 2013 (AV-AC MI-VR MITIGAZIONE ACUSTICA)

A supporto del presente studio sono stati considerati n. 2 sondaggi eseguiti nel 2013. In Tabella 6-6 si riportano le coordinate, la profondità e l'attrezzatura relativa al sondaggio in oggetto.

Tabella 6-6 – Sondaggi campagna Italferr 2013

Sondaggio	Latitudine	Longitudine	Quota (m s.l.m.)	Profondità (m)	Attrezzatura
S1	45°31'46.10"	10°13'27.53"	135.0	30,0	Piezometro Norton 2"
S2	45°31'45.55"	10°13'34.91"	136.0	30,0	Piezometro Norton 2"

In Tabella 6-7 si riportano i risultati delle prove SPT eseguite nei sondaggi.

Tabella 6-7 – Valori di N_{spt} registrati nei sondaggi Italferr 2013

Profondità (m da p.c.)	S1	S2
3,0		R
3,5	75	
8,0		50
8,7	49	
13,3		41

Profondità (m da p.c.)	S1	S2
14,8	39	
17,8		39
20,8	43	
25,3		61
26,8	49	

In Tabella 6-8 si riportano i risultati delle prove Lefranc eseguite nel foro di sondaggio.

Tabella 6-8 – Valori di K (m/s) calcolati tramite prove Lefranc eseguite in foro di sondaggio

Sondaggio	Profondità prova (m da p.c.)	K (m/s)
S1	9,0	2.37E-05
S1	20,5	2.13E-05
S2	8,5	2.77E-05
S2	24,0	2.04E-05

6.5 POZZI PER ACQUA (GEOPORTALE DELLA LOMBARDIA E BANCA DATI DELL'ISPRA)

A supporto del presente studio sono state considerate, inoltre, le stratigrafie di pozzi per acqua ottenute tramite il Geoportale della Regione Lombardia e dalla banca dati dell'ISPRA, le cui coordinate, quote e profondità sono state riportate, rispettivamente, in Tabella 6-9 e Tabella 6-10.

Tabella 6-9 – Pozzi per acqua (Geoportale della Lombardia)

Pozzo	Latitudine	Longitudine	Quota (m s.l.m.)	Profondità (m)
D6C164682313	44°59'13.592"	10°44'49.70"	129,27	162
D6D243828534	45°29'26.484"	10°20'07.80"	141	25
D6D248308273	45°29'23.77"	10°20'28.23"	143	25
D6D252818007	45°29'14.91"	10°20'48.80"	143,5	24,9

Relazione geologica, geomorfologica e idrogeologica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
INOW	00 R 69	RG	GE 0005 001	A	44 di 93

Tabella 6-10 – Pozzi per acqua (banca dati dell'ISPRA)

Pozzo	Latitudine	Longitudine	Quota (m s.l.m.)	Profondità (m)
19321	45°31'47.47"	10°14'57.57"	127,03	60
19324	45°31'33.33"	10°15'54.54"	132	62
19308	45°30'50.50"	10°16'51.51"	138	50,0
19315	45°31'01.01"	10°17'12.12"	135	55
19328	45°30'57.57"	10°17'21.21"	136	60
19332	45°30'41.41"	10°17'33.33"	137	59
20240	45°30'34.34"	45°18'02.02"	139	60
20243	45°29'49.49"	10°18'34.34"	138	90
20241	45°29'26.26"	10°19'18.18"	138	60

	LINEA A.V. /A.C. TORINO – VENEZIA Tratta MILANO – VERONA Lotto funzionale QUADRUPPLICAMENTO EST IN USCITA DA BRESCIA PROGETTO PRELIMINARE					
	Relazione geologica, geomorfologica e idrogeologica	COMMESSA INOW	LOTTO 00 R 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE 0005 001	REV. A

7 INQUADRAMENTO SISMICO

7.1 PREMESSA

Nel seguito si fornisce un inquadramento dell'area di progetto dal punto di vista della sismicità locale, a partire dall'individuazione delle sorgenti sismiche di interesse e degli effetti macrosismici registrati al sito nel corso di terremoti storici. Successivamente, verrà definita l'azione sismica di progetto facendo diretto riferimento alle indicazioni delle Norme Tecniche per le Costruzioni¹ (nel seguito NTC2018), in funzione delle probabilità di superamento P_{VR} nel periodo di riferimento dell'azione sismica, per la vita nominale delle opere, la loro classe d'uso e i diversi Stati Limite considerati. Con riferimento alle indicazioni normative, la definizione dell'accelerazione verrà fornita in funzione delle coordinate geografiche delle opere.

Ai sensi delle NTC2018, l'azione sismica deve essere innanzitutto determinata in condizioni di campo libero, su sito di riferimento rigido (Categoria A) e superficie topografica orizzontale (Categoria T1), facendo riferimento alle tabelle in allegato in allegato alla edizione 2008 delle NTC; tali tabelle elencano i valori di accelerazione massima al suolo, oltre ai parametri spettrali, in corrispondenza dei punti di una griglia di apertura 5x5 km a coprire il territorio nazionale (vedasi il dettaglio dell'area del Comune di Brescia in Figura 7-1).

Per la localizzazione delle opere in progetto, può essere fatto riferimento alla Figura 7-2 dove vengono altresì indicati i punti sede di indagini geofisiche e geotecniche.

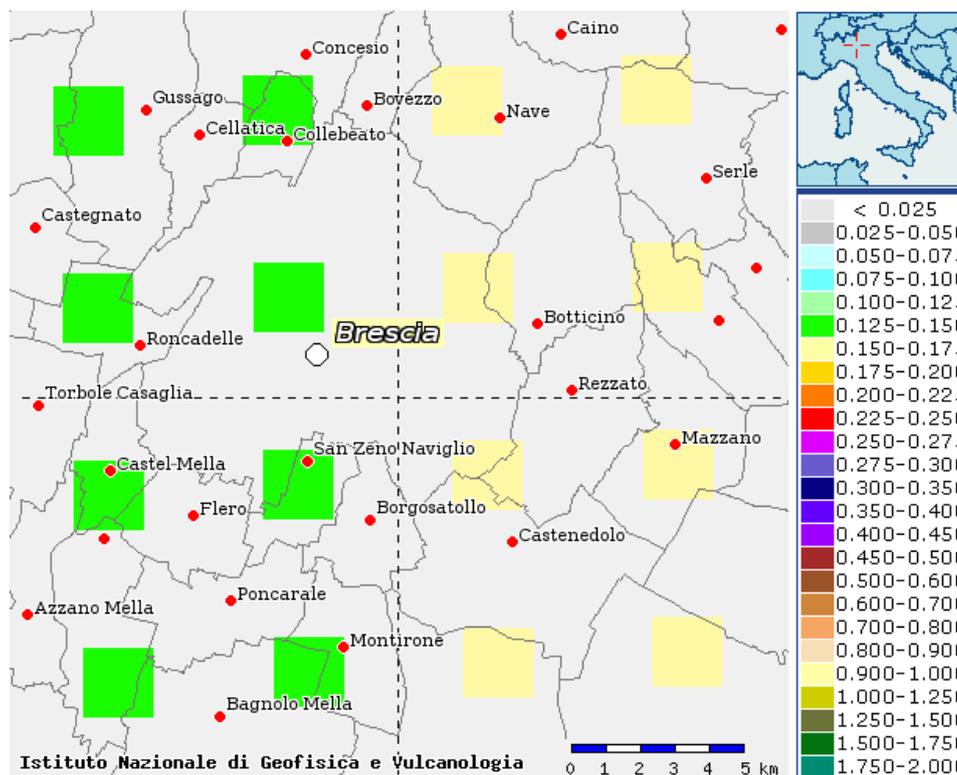


Figura 7-1 – Valori di pericolosità sismica nell'intorno dell'area di progetto da elaborazioni DPC-INGV S1 (<http://esse1-gis.mi.ingv.it/>)

¹ Norme Tecniche per le Costruzioni. Gazzetta Ufficiale n. 42 del 20.02.2018 – Supplemento Ordinario n. 8.

Relazione geologica, geomorfologica e idrogeologica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
INOW	00 R 69	RG	GE 0005 001	A	46 di 93

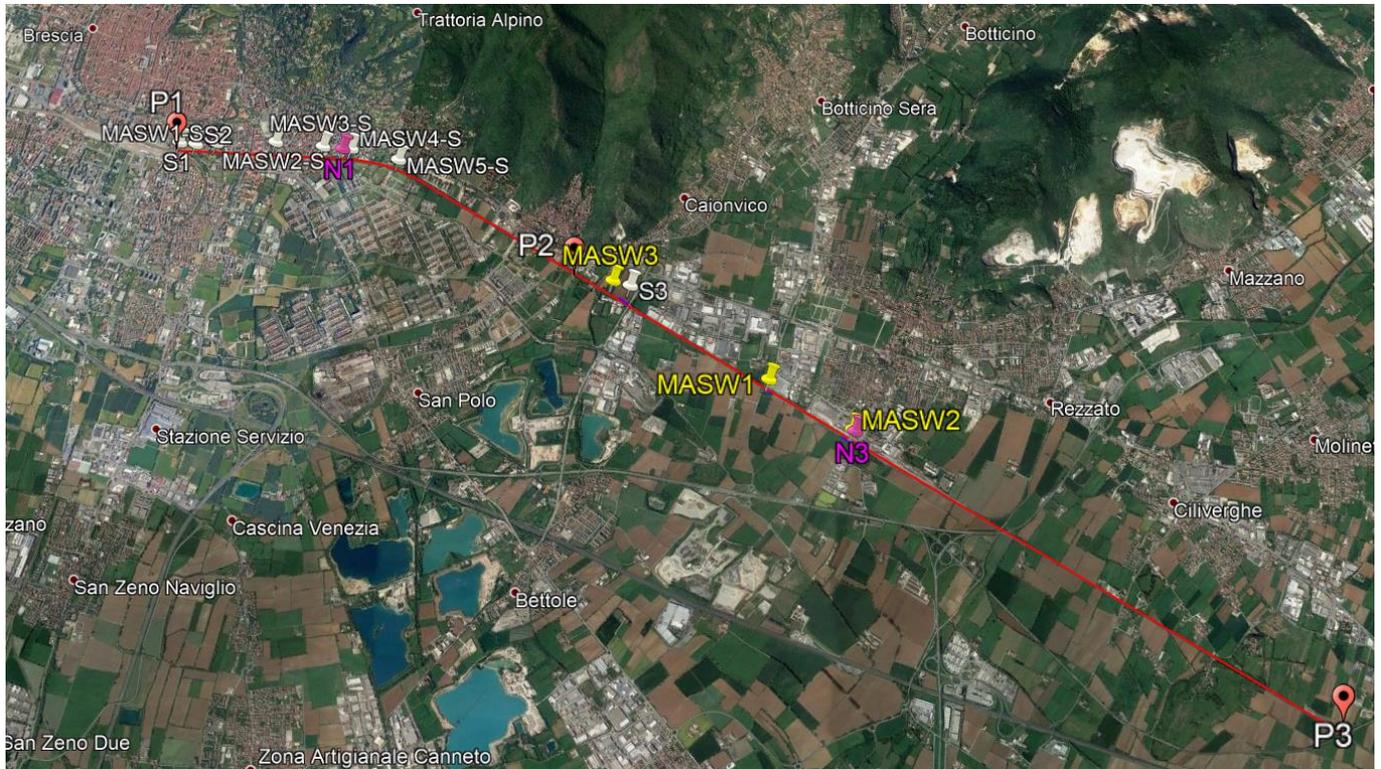


Figura 7-2 – Planimetria delle opere in progetto con la localizzazione dei sondaggi eseguiti.

7.2 ZONAZIONE SISMICA DEL PGT DEL COMUNE DI BRESCIA

Il PGT vigente del comune di Brescia comprende alcuni elaborati di analisi della pericolosità sismica. Di seguito si fa riferimento in particolare agli elaborati di “Adeguamento della componente sismica alla D.G.R. IX/2616 del 30/11/2011 con aggiornamento della carta della fattibilità geologica per le azioni di piano e delle relative norme”.

Tali elaborati comprendono in particolare la “Carta della fattibilità geologica per le azioni di piano”, redatta nel marzo 2018, la quale individua le aree caratterizzate da diverse categorie di sottosuolo. Si riporta in Figura 7-3 uno stralcio di tale carta per le aree interessate dal progetto.

La legenda della “Carta della fattibilità geologica per le azioni di piano” di Figura 7-4 (analisi di Livello 2) riporta le indicazioni relative alla categoria di suolo da prendere in considerazione in fase di progettazione, in funzione delle condizioni stratigrafiche locali. Salvo un primo tratto iniziale, dove la linea si muove in Categoria C, tutto il tracciato si articola in una area classificata in Categoria B. L’indicazione progettuale di ultima colonna va considerata alternativa rispetto all’esecuzione di analisi di Livello 3 (ossia, esecuzione di analisi di risposta sismica locale in accordo alle indicazioni di Allegato 5 al D.G.R. IX/2616 del 30/11/2011). Si vedrà nel seguito come, sulla base della campagna di indagini geofisiche condotta, il tratto iniziale in Categoria C sia stato ulteriormente esteso.

Relazione geologica, geomorfologica e idrogeologica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
INOW	00 R 69	RG	GE 0005 001	A	47 di 93

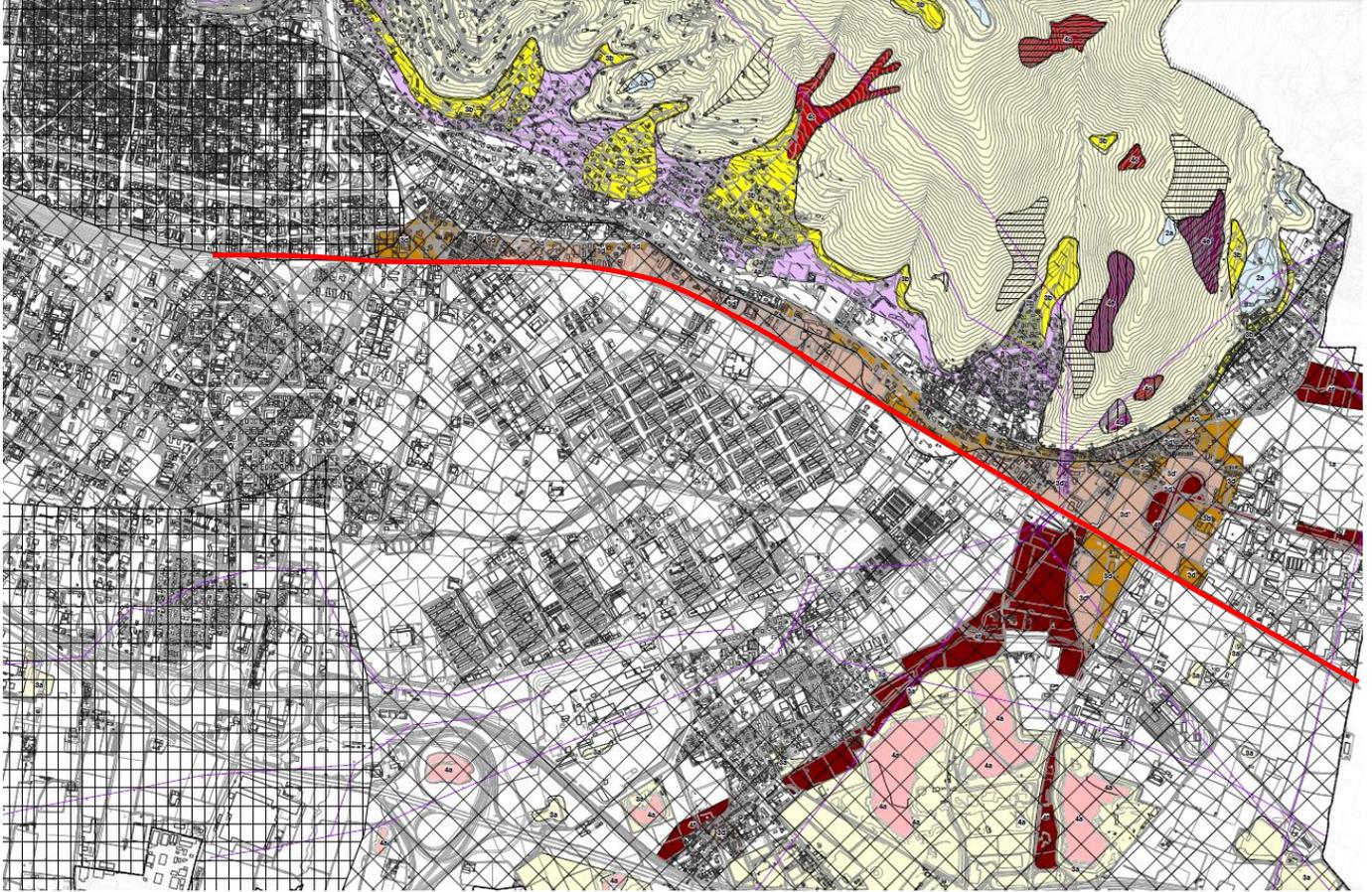


Figura 7-3 – Stralcio della “Carta della fattibilità geologica per le azioni di piano” relativa alla tratta in progetto (in rosso).

Relazione geologica, geomorfologica e idrogeologica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
INOW	00 R 69	RG	GE 0005 001	A	48 di 93

SISMICITA' DEL TERRITORIO

Scenari per i quali è prevista, in fase di progettazione, l'applicazione diretta del terzo livello di approfondimento per la quantificazione dei fenomeni di instabilità e di amplificazione topografica (D.G.R. 30 novembre 2011 n. 9/2616 - All. 5, § 2.3.1 e 2.3.3).

-  Z1a - Zona caratterizzata da movimenti franosi attivi.
-  Z1b - Zona caratterizzata da movimenti franosi quiescenti.
-  Z1c - Zona potenzialmente franosa o esposta a rischio frana.
-  Z3b - Zona di cresta rocciosa e/o cocuzzolo.

Scenari per i quali risulta un Fa maggiore del valore di soglia comunale per la categoria di sottosuolo individuata e al cui interno, in fase di progettazione per tipologie edilizie con periodo proprio compreso tra 0.1 e 0.5 s, è prevista l'applicazione diretta del terzo livello di approfondimento per la quantificazione degli effetti di amplificazione litologica (D.G.R. 30 novembre 2011 n. 9/2616 - All. 5, § 2.3.3) o l'utilizzo dello spettro di norma caratteristico della categoria di sottosuolo superiore (D.G.R. 30 novembre 2011 n. 9/2616 - All. 5, § 2.2.2).

Z4a - Zona di fondovalle e di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi:

-  Z4a - Categoria di sottosuolo identificata B: in fase di progettazione per tipologie edilizie con periodo proprio compreso tra 0.1 e 0.5 s, è prevista l'applicazione diretta del terzo livello di approfondimento per la quantificazione degli effetti di amplificazione litologica (D.G.R. 30 novembre 2011 n. 9/2616 - All. 5, § 2.3.3) o l'utilizzo dello spettro di norma caratteristico della categoria di sottosuolo C (D.G.R. 30 novembre 2011 n. 9/2616 - All. 5, § 2.2.2).
-  Z4a - Categoria di sottosuolo identificata C: in fase di progettazione per tipologie edilizie con periodo proprio compreso tra 0.1 e 0.5 s, è prevista l'applicazione diretta del terzo livello di approfondimento per la quantificazione degli effetti di amplificazione litologica (D.G.R. 30 novembre 2011 n. 9/2616 - All. 5, § 2.3.3) o l'utilizzo dello spettro di norma caratteristico della categoria di sottosuolo D (D.G.R. 30 novembre 2011 n. 9/2616 - All. 5, § 2.2.2).

Z4b - Zona pedemontana di falda di detrito, conoide alluvionale:

-  Z4b - Categorie di sottosuolo identificate C - D - E: in fase di progettazione per tipologie edilizie con periodo proprio compreso tra 0.1 e 0.5 s, si dovrà procedere come segue:
 - nel caso in cui l'indagine geologica-geotecnica prevista dalla normativa nazionale identifichi la presenza di terreni riferibili alle categorie di sottosuolo D o E sarà sufficiente utilizzare lo spettro di norma caratteristico della rispettiva categoria di sottosuolo (D.M. 14 gennaio 2008).
 - nel caso in cui l'indagine geologica-geotecnica prevista dalla normativa nazionale identifichi la presenza di terreni riferibili alla categoria di sottosuolo C è prevista l'applicazione diretta del terzo livello di approfondimento per la quantificazione degli effetti di amplificazione litologica (D.G.R. 30 novembre 2011 n. 9/2616 - All. 5, § 2.3.3) o l'utilizzo dello spettro di norma caratteristico della categoria di sottosuolo D (D.G.R. 30 novembre 2011 n. 9/2616 - All. 5, § 2.2.2).

Figura 7-4 – Stralcio della legenda della “Carta della fattibilità geologica per le azioni di piano” (estratto di Figura 7-3).

	LINEA A.V. /A.C. TORINO – VENEZIA Tratta MILANO – VERONA					
	Lotto funzionale QUADRUPPLICAMENTO EST IN USCITA DA BRESCIA					
PROGETTO PRELIMINARE						
Relazione geologica, geomorfologica e idrogeologica	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	INOW	00 R 69	RG	GE 0005 001	A	49 di 93

7.3 STRUTTURE TETTONICHE E AREE SISMOGENETICHE

L'attività sismica storica nel bresciano rappresenta la naturale continuazione di quella pliocenica e quaternaria. La sismicità crostale rappresenta la maggior parte di quanto registrato dalla Rete Sismica Nazionale Centralizzata gestita da INGV (Istituto Nazionale di Sismica e vulcanologia).

In generale, la sismicità dell'area interessata dal progetto è legata alla tettonica molto complessa del margine padano settentrionale. Le sorgenti sismogenetiche dovrebbero ragionevolmente trovarsi ad una profondità compresa tra 5 e 15 km, in corrispondenza dello scollamento tra il basamento cristallino e la sovrastante copertura sedimentaria.

In termini strettamente sismologici, la Figura 7-5 illustra la distribuzione degli epicentri dei terremoti inclusi nel Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (Rovida et al., 2016). Gli epicentri sono sovrapposti alle sorgenti sismiche del modello di zone sismogenetiche ZS9 (Meletti et al., 2008), alla base dell'attuale mappa di pericolosità del territorio italiano di cui alle Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC2008 e NTC2018). Sono inoltre riportate le principali faglie individuali (ISS) e sistemi di faglie composite (CSS) tratti dal progetto DISS3 (Haller e Basili, 2011). Si osserva come la definizione delle zone sismogenetiche ZS9 corrisponda sia alla distribuzione delle faglie sul territorio nazionale, sia alla distribuzione degli epicentri dei terremoti e delle magnitudo. Il modello sismogenetico racchiude pertanto informazioni sia di natura geologica, sia dettate dalla sismicità storica. Soprattutto, è possibile osservare come gli eventi di maggiore magnitudo siano localizzati in corrispondenza dell'arco alpino, ed in particolare al bordo tra la zona prealpina e le pianure lombarda e friulana. Rilevanti contributi alla sismicità del Nord Italia provengono anche dalle aree dell'Appennino Tosco-Emiliano, con particolare riferimento al terremoto dell'Emilia nel 2012.

Le principali zone sismogenetiche del modello ZS9 che influenzano direttamente la sismicità territorio in esame sono:

- ZS 906, che include terremoti originati nella Pianura Padana i cui dati sono sicuramente più scarsi e di affidabilità incerta, come ad esempio l'evento del Veronese del 1117 di $M_w \sim 6.5$, la cui sorgente non è stata ancora definita in letteratura (Galadini et al., 2001) e del Bresciano del 1222, $M_w \sim 6$, il quale ha interessato una porzione della provincia di Brescia in cui è presente un sistema di faglie inverse.
- ZS 907, che include la parte meridionale delle province di Bergamo e Brescia ed è caratterizzata da una sismicità medio-bassa, con la sola eccezione del terremoto di Soncino del 1802 di $M_w = 5.9$

Procedendo verso Sud, la zona ZS911 delimita l'estremità settentrionale dell'arco appenninico, oltre a comprendere l'arco di Pavia. Si ipotizza che le strutture di questa zona abbiano una funzione di "svincolo" cinematico del sistema in migrazione (Gruppo di Lavoro, 2004). Procedendo sempre verso Sud le zone sismogenetiche seguono longitudinalmente l'asse appenninico, perdendo di interesse in termini di effetti potenziali al sito di progetto al crescere della distanza. Si evidenzia la ZS915 contenente eventi di magnitudo superiori a 6, fra cui il terremoto della Garfagnana del 1920 (Guidoboni et al., 2007).

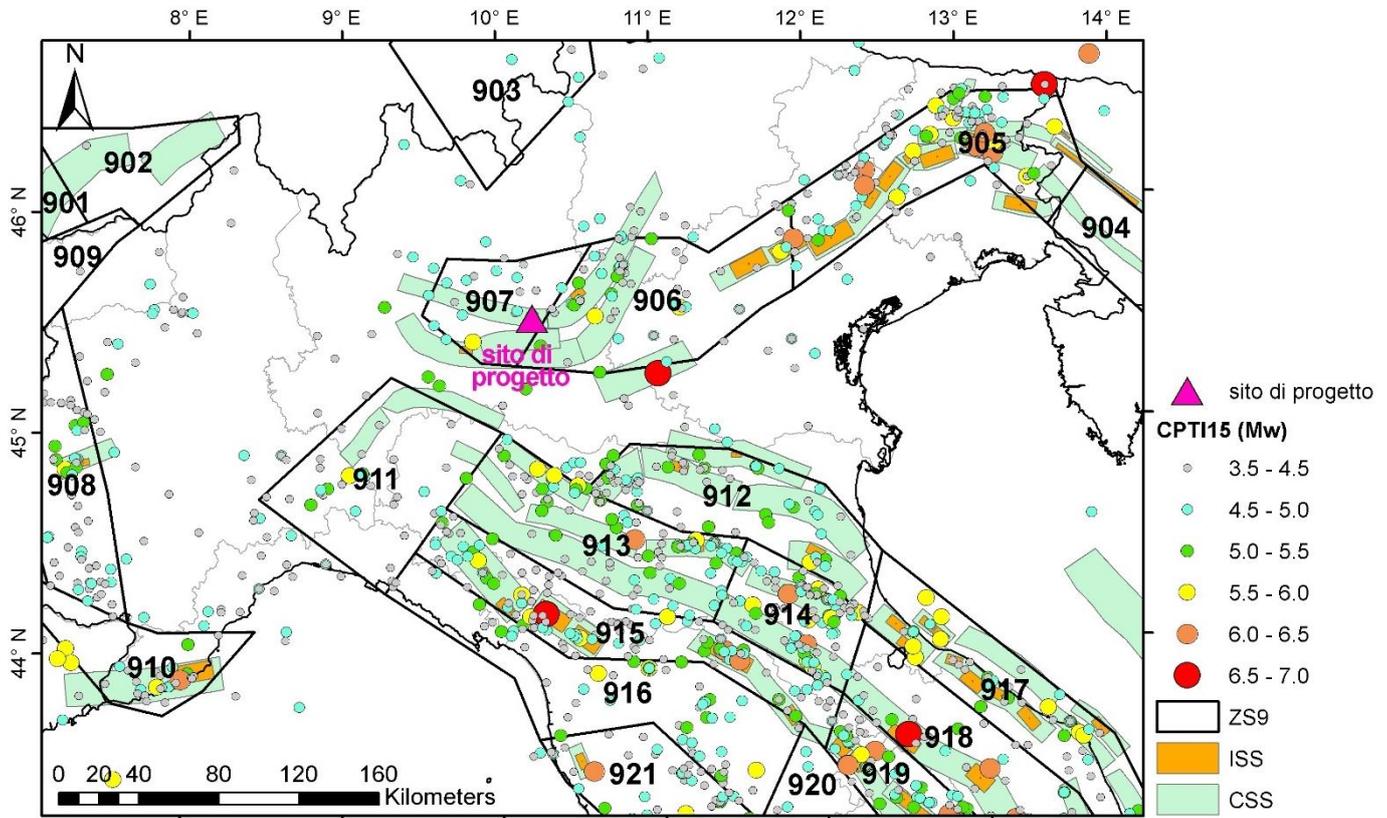


Figura 7-5 – Contesto sismo-tettonico della regione estesa nell’intorno del sito di progetto: i poligoni in nero rappresentano i confini delle sorgenti sismogenetiche del modello ZS9 (Meletti et al., 2008), i cerchi colorati rappresentano gli epicentri dei terremoti inclusi nel catalogo parametrico dei terremoti italiani (CPTI15). I rettangoli arancioni rappresentano le faglie individuali del modello DISS3 mentre quelli verdi i sistemi di faglie composite.

Le potenziali strutture di faglia più vicine all’area di progetto, riportate in Figura 7-6 dal database italiano delle zone sismogenetiche DISS3.2.1 (DISS Working Group 2018), sono costituite da sistemi di faglie composite (CSS), all’interno delle quali vengono classificate alcune sorgenti individuali (ISS). Le strutture più prossime al tracciato sono sinteticamente descritte di seguito ed indicate con la relativa sigla nella stessa Figura 7-6:

- ITCS010: si tratta di una porzione del sistema di faglie compressive a Sud della catena alpina. I dati storici mostrano una diffusione sparsa di fenomeni sismici di magnitudo M_w compresa tra 4.6 e 5. Il terremoto più rilevante di questo sistema è quello di Salò del 30 Ottobre 1901 (M_w 5.7), seguito, a circa un secolo di distanza temporale, praticamente nella medesima area epicentrale, dal terremoto del 24 Novembre 2004 (M_w 5.2). Il terremoto di maggiore intensità attribuito a questa sorgente è quello del Veronese del 3 Gennaio 1117 (M_w 6.6).
- ITCS048 “Giudicarie”, sorgente composta, si estende tra le città di Salò (a sud-ovest) e Trento (a nord-est) e appartiene al sistema di spinta delle Giudicarie alpine meridionali. Un segmento di questa sorgente è stato associato al terremoto di Salò del 1901.
- ITCS002, sorgente composta, appartenente al fronte di spinta più esterno delle Alpi Meridionali, sede di una sismicità di livello inferiore.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA A.V. /A.C. TORINO – VENEZIA Tratta MILANO – VERONA Lotto funzionale QUADRUPPLICAMENTO EST IN USCITA DA BRESCIA PROGETTO PRELIMINARE					
	Relazione geologica, geomorfologica e idrogeologica	COMMESSA INOW	LOTTO 00 R 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE 0005 001	REV. A

- ITCS072: si trova a cavallo di una regione situata a sud-ovest del Lago di Garda. I cataloghi sismici mostrano una scarsa sismicità in questa regione, salvo il terremoto importante del 12 maggio 1802 (M_w 5.9) della valle Oglio. Un altro terremoto distruttivo (M_w 6.1) del 25 dicembre 1222 potrebbe essere associato a questa fonte o alla spinta da Sud.
- ITCS113 “Sirmione” e ITCS114 “Solferino”, sorgenti composite, localizzate nella zona meridionale del lago di Garda, sede di una sismicità di livello inferiore, caratterizzate da valori bassi di magnitudo.
- ITCS115, sorgente composita, appartenente al fronte di spinta più esterno delle Alpi Meridionali. Comprende la sorgente del terremoto della Valle dell’Oglio del 12 Maggio 1802 (M_w 5.9).
- ITCS116, sorgente composita, appartenente al fronte di spinta più esterno delle Alpi Meridionali, sede di una sismicità di livello inferiore.
- ITCS073 “Monte Baldo”; i dati storici e strumentali mostrano una diffusa sismicità di livello medio-inferiore, con allineamento dei segni epicentrali lungo la catena del Monte Baldo. In particolare, i cataloghi storici indicano 9 eventi di magnitudo compresa tra 4.6 e 5.2 (secoli XIX e XX).

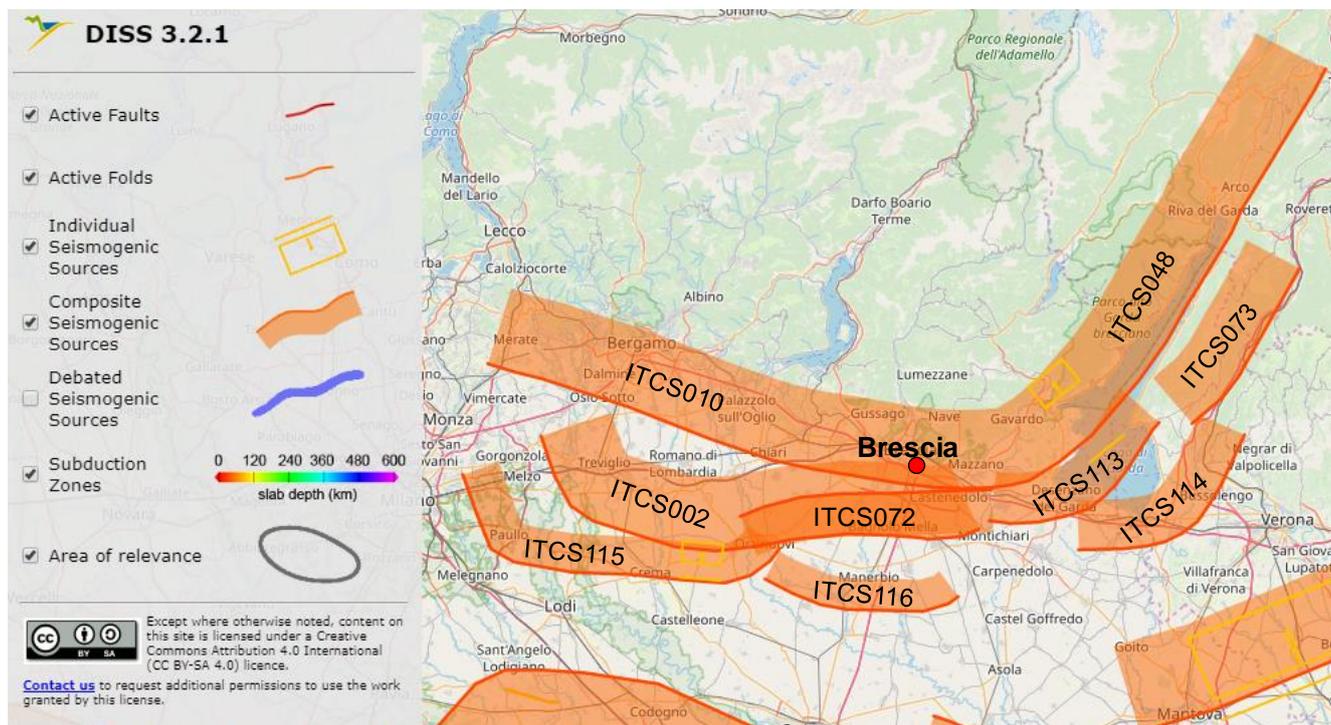


Figura 7-6 – Sorgenti sismogenetiche individuali e composite dal “Database of Individual Seismogenic Sources” (DISS 3.2) rilevanti per l’area in oggetto (cerchio rosso).

Per avere un quadro completo dei livelli di sismicità dell’area di interesse, un utile riferimento è costituito dal Database Macrosismico Italiano DBMI15 (Locati et al., 2016), il quale contiene tutte le informazioni riguardanti le intensità macrosismiche osservate a seguito dei terremoti accaduti fino al 2014. In particolare, la Figura 7-7 viene mostrata la storia in termini di intensità macrosismica associata al Comune di Brescia. Si nota come la frequenza di

eventi sismici in grado di produrre risentimenti al sito sia piuttosto significativa, e che le intensità sismiche massime avvertite raggiungano valori prossimi a 8 (terremoti del 1065 e del 1222). Fra gli altri eventi storici più significativi ($I \geq 6$) si ricordano:

- 1117 Veronese, $I_{MCS} = 7$
- 1774 Bresciano, $I_{MCS} = 6$
- 1799 Castenedolo, $I_{MCS} = 6/7$
- 1894 Franciacorta, $I_{MCS} = 6$
- 1901 Salò, $I_{MCS} = 7$

Sulla base di quanto sopra detto, e delle considerazioni espone ai paragrafi precedenti, l'area di progetto può essere caratterizzata come di sismicità media.

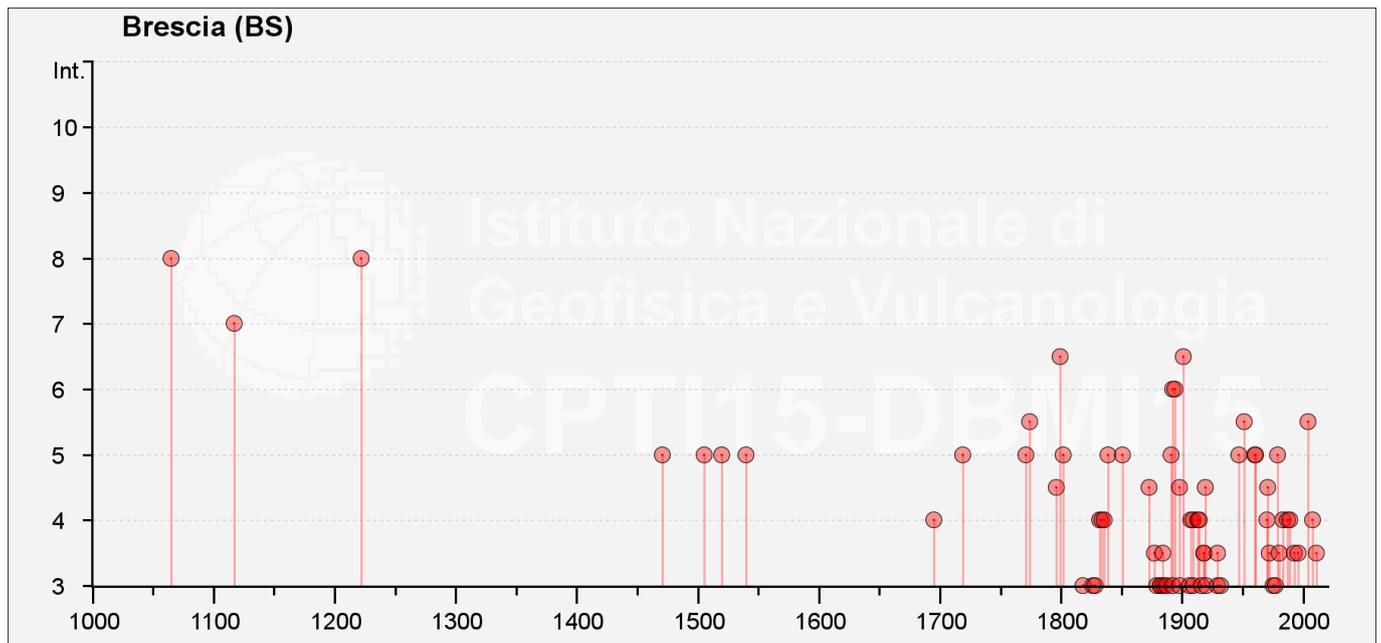


Figura 7-7 – Storia sismica del comune di Brescia (dal catalogo DBMI 2015, Locati et al., 2016).

7.4 DEFINIZIONE DELL'AZIONE SISMICA DI PROGETTO

La definizione dell'azione sismica di progetto per l'opera segue quanto disposto dalle NTC 2018. In particolare, l'azione sismica in base alla quale va valutato il rispetto dei diversi Stati Limite per le strutture in progetto (di esercizio – SLE e Ultimi - SLU) deve essere definita a partire dalla “pericolosità sismica di base” del sito di costruzione, a sua volta esprimibile in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero su suolo rigido, con superficie topografica orizzontale. La definizione dell'azione sismica comprende la determinazione delle ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione $S_e(T)$ con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza P_{VR} nel periodo di riferimento V_R per la vita utile della struttura. Data la probabilità di superamento nel periodo temporale di riferimento, funzione dello Stato Limite considerato per la verifica, la forma degli spettri di risposta di progetto è definita dai seguenti parametri:

Relazione geologica, geomorfologica e idrogeologica

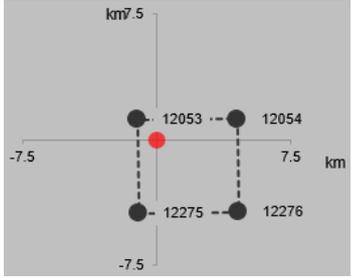
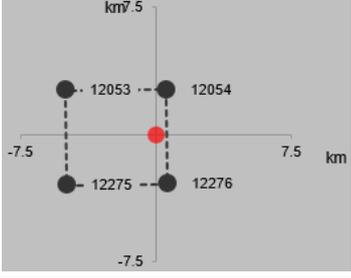
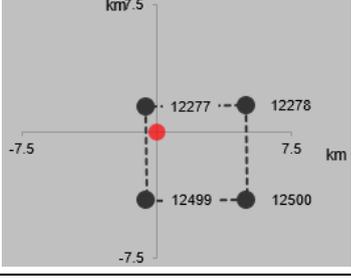
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
INOW	00 R 69	RG	GE 0005 001	A	53 di 93

- a_g accelerazione orizzontale massima per sito rigido e superficie topografica orizzontale;
- 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.

In allegato al Decreto del Ministero delle Infrastrutture 14 gennaio 2008, i valori dei suddetti parametri sono forniti per ognuno dei 10751 nodi del reticolo di riferimento che copre il territorio nazionale. I valori corrispondenti a punti intermedi alla griglia si ottengono per interpolazione sui quattro punti adiacenti. Per definire i valori della pericolosità sismica di base, sono stati scelti 3 punti di interesse lungo il tracciato sede delle opere (inizio, punto intermedio e fine tracciato, i.e. P_1 , P_2 e P_3 in Figura 7-2). In Tabella 7-1, si riporta l'identificativo dei nodi del reticolo di riferimento entro cui è compreso il punto di calcolo dell'azione sismica (elaborazione da foglio di calcolo Spettri di Risposta SPETTRI-NTC v.1.0.3b, distribuito dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, 2009) per ognuno dei 3 punti di interesse.

Il confronto fra i valori del parametro a_g ai diversi punti di riferimento, per i diversi stati limite, riportati in Tabella 7-2, mostra come la variabilità dell'input sismico lungo l'estensione del tracciato sia tutto sommato ridotta. Pertanto, si è assunto quale riferimento per la definizione della pericolosità sismica per tutta l'estensione dell'opera, il punto P_3 , di pericolosità (leggermente) superiore.

Tabella 7-1 – Nodi del reticolo di riferimento nell'intorno di punti scelti lungo il tracciato. Elaborazione da foglio di calcolo Spettri di Risposta SPETTRI-NTC v. 1.0.3b, distribuito dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, 2009.

ID Punto	Longitudine	Latitudine	Localizzazione punti di griglia
P1 – Inizio tracciato	10.224298°	45.530050°	
P2 – Intermedio	10.275142°	45.518477°	
P3 – Fine tracciato	10.363644°	45.481140°	

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA A.V. /A.C. TORINO – VENEZIA Tratta MILANO – VERONA Lotto funzionale QUADRUPPLICAMENTO EST IN USCITA DA BRESCIA PROGETTO PRELIMINARE					
	Relazione geologica, geomorfologica e idrogeologica	COMMESSA INOW	LOTTO 00 R 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE 0005 001	REV. A

Tabella 7-2 – Valori del parametro a_g per gli stati limite di riferimento per i siti di progetto (ottenuti attraverso l'impiego del foglio di calcolo Spettri-NTCver.1.0.3.xls, CSLPP (2009)) per $V_R = 112.5$ anni.

SL	T_R [anni]	a_g [g]		
		P_1	P_2	P_3
SLO	68	0.063	0.063	0.064
SLD	113	0.081	0.082	0.083
SLV	1068	0.200	0.205	0.211
SLC	2193	0.257	0.263	0.268

Vita nominale, vita utile e periodi di ritorno dell'azione sismica

La Vita Nominale V_N di un'opera, intesa come il periodo temporale entro cui l'opera stessa possa essere usata per lo scopo al quale è destinata, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, è così definita dalle NTC2018:

- $V_N \leq 10$ anni, per opere provvisorie e opere provvisionali.
- $V_N \geq 50$ anni, per opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale.
- $V_N \geq 100$ anni, per grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di importanza strategica.

Nel caso in esame, ai fini della definizione dell'azione sismica, i progettisti hanno assunto:

$$V_N = 75 \text{ anni}$$

Con riferimento alle conseguenze di un'interruzione di operatività o di un eventuale collasso in presenza di azioni sismiche, le opere sono suddivise dalle NTC2018 in classi d'uso, la cui appartenenza è stabilita in base all'importanza dell'opera rispetto alle esigenze di operatività a valle di un evento sismico. Nel caso in esame, sulla base delle indicazioni dei progettisti, le opere appartengono alla Classe d'Uso III, ossia:

“Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.”.

Pertanto, sulla base delle indicazioni NTC2018, alla Classe d'Uso III corrisponde un coefficiente d'uso C_U pari a:

$$C_U = 1.5$$

Il periodo di riferimento V_R si ottiene moltiplicando la vita nominale V_N per il coefficiente d'uso C_U . Nel caso in esame:

$$V_R = V_N \times C_U = 75 \times 1.5 = 112.5 \text{ anni}$$

L'azione sismica di progetto va quindi determinata in funzione degli Stati Limite di verifica ed alle corrispondenti probabilità P_{VR} di realizzarsi nel periodo di riferimento V_R .

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA A.V. /A.C. TORINO – VENEZIA Tratta MILANO – VERONA Lotto funzionale QUADRUPPLICAMENTO EST IN USCITA DA BRESCIA PROGETTO PRELIMINARE					
	Relazione geologica, geomorfologica e idrogeologica	COMMESSA INOW	LOTTO 00 R 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE 0005 001	REV. A

Gli Stati Limite di riferimento per verifiche in presenza di sisma, così come definiti nelle NTC2018 al par. 3.2.1 sono:

- Stati Limite Ultimi (SLU):
 - Stato Limite di Salvaguardia della Vita umana, SLV, definito come lo stato limite in corrispondenza del quale la struttura subisce una significativa perdita della rigidità nei confronti dei carichi orizzontali ma non nei confronti dei carichi verticali. Permane un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali.
 - Stato Limite di Prevenzione del Collasso, SLC, stato limite nel quale la struttura subisce gravi danni strutturali, mantenendo comunque un margine di sicurezza per azioni verticali ed un esiguo margine di sicurezza a collasso per carichi orizzontali.
- Stati limite di Esercizio (SLE):
 - Stato Limite di immediata Operatività SLO per le strutture ed apparecchiature che debbono restare operative a seguito dell'evento sismico.
 - Stato Limite di Danno SLD definito come lo stato limite da rispettare per garantire la sostanziale integrità dell'opera ed il suo immediato utilizzo.

Il tempo di ritorno T_R dell'azione sismica di verifica è legato al periodo di riferimento V_R ed alla probabilità di superamento P_{VR} dalla relazione:

$$T_R = - V_R / \ln(1 - P_{VR})$$

Nel caso in esame, i valori di periodo di ritorno dell'azione sismica, per i diversi Stati Limite, sono indicati in Tabella 7-3.

I valori di a_g (accelerazione orizzontale massima su sito rigido e superficie topografica orizzontale), F_0 (valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione lungo il tratto orizzontale) e T_{c^*} (periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale), per il punto di interesse e i periodi di interesse, sono riportati nella sopracitata Tabella 7-3.

Tabella 7-3 – Valori dei parametri a_g , F_0 , T_{c^*} per gli stati limite di riferimento (ottenuti attraverso l'impiego del foglio di calcolo Spettri-NTCver.1.0.3.xls, CSLPP (2009)) per $V_R = 112.5$ anni.

SL	T_R (anni)	a_g (g)	F_0 (-)	T_{c^*} (s)
SLO	68	0.064	2.482	0.250
SLD	113	0.083	2.454	0.258
SLV	1068	0.211	2.452	0.277
SLC	2193	0.268	2.474	0.282

	LINEA A.V. /A.C. TORINO – VENEZIA Tratta MILANO – VERONA Lotto funzionale QUADRUPPLICAMENTO EST IN USCITA DA BRESCIA PROGETTO PRELIMINARE												
Relazione geologica, geomorfologica e idrogeologica	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>INOW</td> <td>00 R 69</td> <td>RG</td> <td>GE 0005 001</td> <td>A</td> <td>56 di 93</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	INOW	00 R 69	RG	GE 0005 001	A	56 di 93
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
INOW	00 R 69	RG	GE 0005 001	A	56 di 93								

Risposta sismica locale

Le NTC2018 definiscono il fattore di sito S come funzione sia della categoria di sottosuolo (S_s), sia dell'andamento della superficie topografica (attraverso il coefficiente S_T):

$$S = S_s \cdot S_T$$

La classificazione del sottosuolo si conduce in base alle condizioni stratigrafiche ed al valore equivalente di velocità di propagazione delle onde di taglio, $V_{s,eq}$ (in m/s), definito 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;

$V_{s,i}$ = valore di 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.

La campagna di indagini geofisiche e geotecniche eseguita nel tratto di interesse (cfr doc. D14U01D69IGGE0005001A) ha compreso l'esecuzione di tre prove SPT in sondaggio N1 e N3 e tre indagini sismiche di superficie con metodologia MASW (MASW1, MASW2 e MASW3), disposte lungo il tracciato come da Figura 7-2.

A supporto del presente studio, sono stati considerati: un sondaggio eseguito nel 2018 per il progetto della tramvia di Brescia (S3 nella Figura 7-2) e n.2 sondaggi eseguiti nel 2013 (rispettivamente S1 e S2 in Figura 7-2). Inoltre, sono state utilizzate, ai fini della classificazione stratigrafica, N. 5 prove geofisiche di tipo MASW eseguite nel 2018 per il Progetto Definitivo del Piano di Risanamento Acustico (MASW1-S, MASW2-S, MASW3-S, MASW4-S e MASW5-S nella Figura 7-2).

I risultati delle prove MASW dalla campagna indagini di 2019, concentrate nella seconda parte del tracciato, restituiscono un valore equivalente di velocità di propagazione delle onde di taglio, $V_{s,eq}$, compreso nell'intervallo 405-4463 m/s (Categoria di suolo B da Tabella 7-4). Per contro, i risultati ricavati dalle prove di MASW eseguite nel 2018 nella prima parte del tracciato, assegnano un valore del parametro $V_{s,eq}$ compreso tra 272 e 342 m/s (Categoria di suolo C da Tabella 7-4).

Dalle sezioni geologiche lungo il tracciato di interesse, si osserva la presenza maggiore di uno strato di limo argilloso sabbioso nella prima parte del tracciato (il tratto A_1 , dall'inizio di tracciato, punto P_1 con Prog. 94+680, fino al punto P_2 con Prog. 98+970 nella Figura 7-2), associabile ad un sottosuolo di categoria C. Nella seconda parte del tracciato (il tratto A_2 , dal punto P_2 con Prog. 98+970 al punto P_3 con Prog. 105+384), tale strato risulta sostituito da una formazione di ghiaia sabbiosa con ciottoli, a spiegare l'incremento di velocità media di propagazione delle onde di taglio rilevato dalle prove MASW; confermando pertanto il sottosuolo nella categoria B.

	LINEA A.V. /A.C. TORINO – VENEZIA Tratta MILANO – VERONA Lotto funzionale QUADRUPPLICAMENTO EST IN USCITA DA BRESCIA PROGETTO PRELIMINARE					
	Relazione geologica, geomorfologica e idrogeologica	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
	INOW	00 R 69	RG	GE 0005 001	A	57 di 93

Tabella 7-4 – Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato. (Tabella 3.2.II delle NTC2018).

Suolo	Descrizione geotecnica
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.
E	Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

Inoltre, i risultati ricavati dalle correlazioni empiriche tra valori N_{SPT} e V_S nel sondaggio N1 confermano la categoria di suolo C per la prima parte del tracciato (denominato **tratto A₁**) mentre i risultati dalle prove SPT nel sondaggio N3 convalidano la categoria di suolo B per la seconda parte del tracciato (denominato **tratto A₂**).

I coefficienti S_S per le categorie di sottosuolo B e C si ottengono dalla seguente espressione (vedi Tabella 3.2.IV del par. 3.2.3 delle NTC2018):

$$S_S = 1.00 \leq 1.40 - 0.40 \cdot F_o \cdot a_g / g \leq 1.20 \quad (\text{Suolo B})$$

$$S_S = 1.00 \leq 1.70 - 0.60 \cdot F_o \cdot a_g / g \leq 1.50 \quad (\text{Suolo C})$$

Per ciò che concerne l'amplificazione topografica, il sito di progetto si colloca su superficie sostanzialmente pianeggiante (cat. T1 - Superficie pianeggiante e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$, in accordo alla Tabella 3.2.III al par.3.2.2. delle NTC2018). Pertanto, il fattore di amplificazione topografica risulta pari a:

$$S_T = 1$$

Sulla base di quanto sopra, i valori del fattore di sito S e dell'azione sismica di progetto $a_{\max} = S \cdot a_g$ per i periodi di ritorno corrispondenti ai diversi stati limite sono riportati in Tabella 7-5.

Si rimanda al testo delle NTC2018 per ogni altra indicazione, ad esempio in merito alla definizione degli spettri elastici di risposta.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA A.V. /A.C. TORINO – VENEZIA Tratta MILANO – VERONA Lotto funzionale QUADRUPPLICAMENTO EST IN USCITA DA BRESCIA PROGETTO PRELIMINARE					
	Relazione geologica, geomorfologica e idrogeologica	COMMESSA INOW	LOTTO 00 R 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE 0005 001	REV. A

Tabella 7-5 – Valori di a_g (accelerazione orizzontale massima su sito rigido e superficie topografica orizzontale) e dei coefficienti di sito S ($S_T=1$) e accelerazione di progetto a_{max} per gli stati limite di riferimento (ottenuti attraverso l'impiego del foglio di calcolo Spettri-NTCver.1.0.3.xls, CSLPP (2009)) per $V_R = 112.5$ anni per due tratti scelti nel tracciato di progetto.

SL	T_R (anni)	a_g (g)	Tratto A1 (da Prog. 94+680 a Prog. 98+970)		Tratto A2 (da Prog. 98+970 a Prog. 105+384)	
			S (-)	a_{max} (g)	S (-)	a_{max} (g)
SLO	68	0.064	1.5	0.096	1.2	0.077
SLD	113	0.083	1.5	0.124	1.2	0.099
SLV	1068	0.211	1.390	0.293	1.193	0.251
SLC	2193	0.268	1.302	0.349	1.135	0.304

7.5 ANALISI DI PERICOLOSITÀ RISPETTO AL FENOMENO DELLA LIQUEFAZIONE

Le NTC2018 al paragrafo 7.11.3.4.2 stabiliscono che la verifica alla liquefazione può essere omessa quando si manifesti una delle seguenti circostanze:

1. Accelerazioni massime attese al piano campagna in condizioni di campo libero minori di 0.1 g;
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 (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e q_{c1N} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione verticale efficace di 100 kPa;
4. Distribuzione granulometrica esterna alle zone comprese tra le curve rappresentate in Figura 7-8 (coefficiente di uniformità $U_c < 3.5$) e Figura 7-9 (coefficiente di uniformità $U_c > 3.5$).

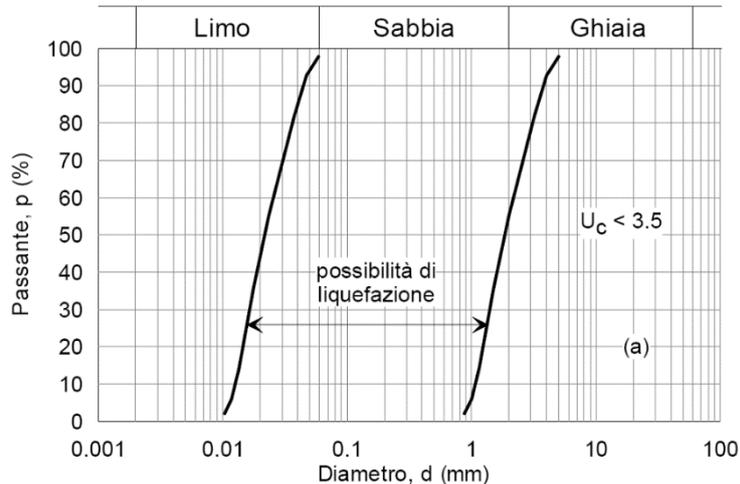


Figura 7-8 – Ambito di potenziale liquefacibilità dei terreni ($U_c < 3.5$).

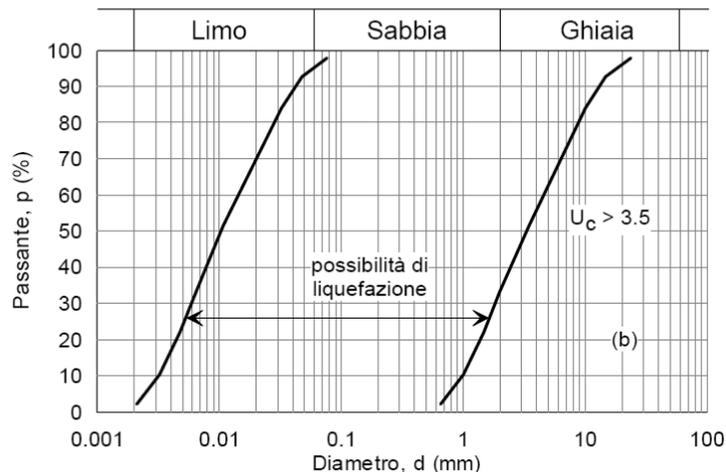


Figura 7-9 – Ambito di potenziale liquefacibilità dei terreni ($U_c > 3.5$).

Per ciò che concerne il valore di magnitudo di riferimento per le verifiche a liquefazione, oltre al quadro sismo-tettonico esposto ai paragrafi precedenti, può essere considerata l'analisi di disaggregazione dei valori di pericolosità sismica (accelerazione su suolo rigido orizzontale) di cui alle NTC2018, fornita quale elaborazione aggiuntiva direttamente dal progetto INGV-DPC S1 (vedi Figura 7-10), qui considerata per il periodo di ritorno dell'azione sismica corrispondente a quello dello stato limite ultimo di verifica (SLV, cfr. i valori di pericolosità sismica al sito riportati in Tabella 7-5).

Il risultato di tale analisi svolta per il punto di griglia più prossimo al sito di progetto (N. 12277) per un periodo di ritorno di 975 anni (SLV) mostra come siano dominanti terremoti con valori di magnitudo attorno a 4.0-5.5 ed epicentro a distanza ridotta (0-10 km). I valori medi di magnitudo e distanza da analisi di disaggregazione sono rispettivamente $M=5.01$ e $d=7.69$. Sulla base della sismicità storica, la magnitudo di riferimento è generalmente più elevata. Tenendo conto dei terremoti con maggiore risentimento nell'area del bresciano (cfr. paragrafi precedenti), è ragionevole assumere una magnitudo di riferimento per la verifica a liquefazione pari a **5.7**.

Sulla base del valore di magnitudo sopra determinato, dell'accelerazione massima, dell'altezza di falda e delle caratteristiche dei terreni, nessuno dei criteri di esclusione di cui sopra è verificato e, pertanto, si procederà alla

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA A.V. /A.C. TORINO – VENEZIA Tratta MILANO – VERONA Lotto funzionale QUADRUPPLICAMENTO EST IN USCITA DA BRESCIA PROGETTO PRELIMINARE					
	Relazione geologica, geomorfologica e idrogeologica	COMMESSA INOW	LOTTO 00 R 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE 0005 001	REV. A

verifica a liquefazione basandosi sui dati delle prove SPT effettuate nei sondaggi disponibili. L'accelerazione di riferimento sarà diversa per i sondaggi N1, S1 e S2n (Categoria di suolo C, $a_{max} = 0.293$ g) e per i sondaggi S3 e N3 ($a_{max} = 0.251$ g).

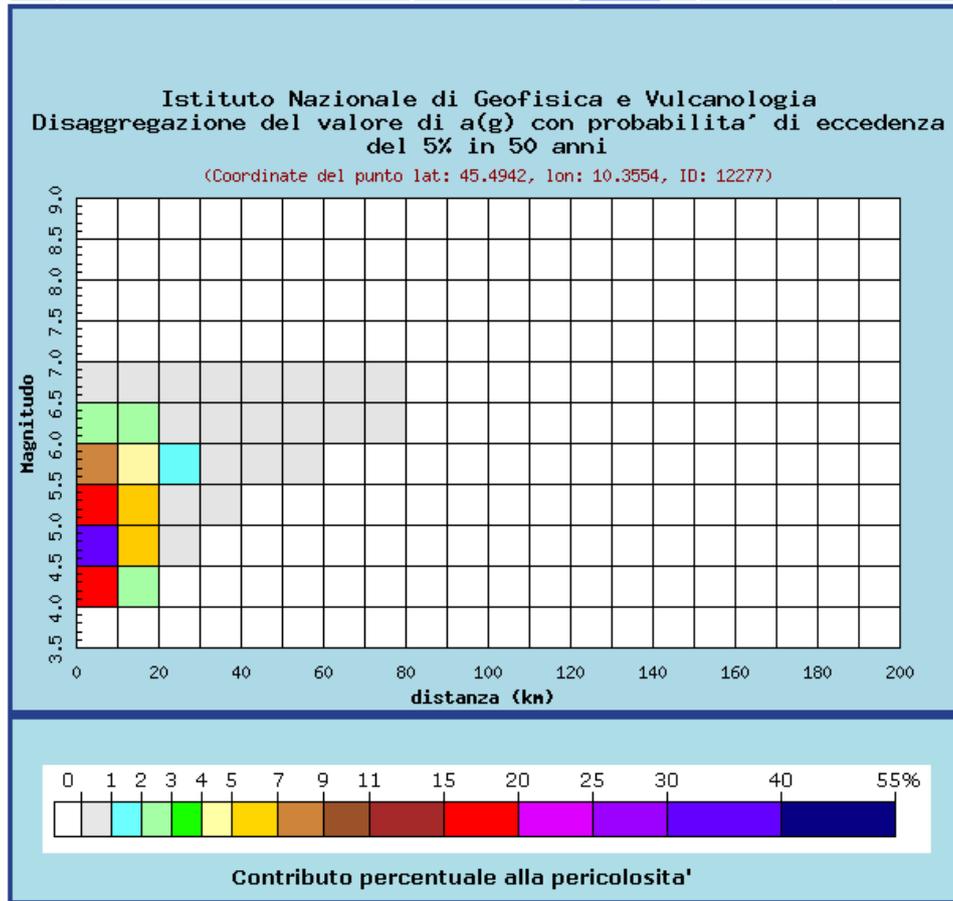


Figura 7-10 – Analisi di disaggregazione del dato di pericolosità al sito di progetto, da elaborazioni DPC-INGV S1 per $T_R = 975$ anni (<http://zonesismiche.mi.ingv.it/>). Punto di griglia N. 12277.

7.5.1 Metodo di Analisi

La valutazione del pericolo di liquefazione è stata condotta in accordo al “metodo semplificato” originariamente proposto da Seed e Idriss (1971,1982) e da Seed et al. (1985), confrontando lo sforzo di taglio ciclico normalizzato rispetto alla pressione verticale in sito (CSR) e la resistenza normalizzata del terreno al taglio ciclico (CRR) così definiti:

$$CSR = \frac{\tau_{media}}{\sigma'_{v0}}$$

Rapporto di tensione ciclica

	LINEA A.V. /A.C. TORINO – VENEZIA Tratta MILANO – VERONA Lotto funzionale QUADRUPPLICAMENTO EST IN USCITA DA BRESCIA PROGETTO PRELIMINARE					
	Relazione geologica, geomorfologica e idrogeologica	COMMESSA INOW	LOTTO 00 R 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE 0005 001	REV. A

$$CRR = \frac{\tau_l}{\sigma'_{vo}} \quad \text{Rapporto di resistenza ciclica}$$

Lo sforzo di taglio indotto ad ogni profondità in un sito a superficie piana durante l'evento sismico è dovuto essenzialmente alla propagazione delle onde di taglio polarizzate orizzontalmente. In accordo al metodo utilizzato, la tensione di taglio ciclico indotta dallo scuotimento sismico (sforzo di taglio ciclico normalizzato CSR) viene approssimata da un valore dell'accelerazione pari al 65% della accelerazione di picco a_{max} come segue:

$$CSR = \frac{\tau_c}{\sigma'_{vo}} = 0.65 \frac{\tau_{max}}{\sigma'_{vo}} = 0.65 \frac{a_{max}}{g} \frac{\sigma_{vo}}{\sigma'_{vo}} r_d$$

dove:

a_{max} accelerazione di picco al sito

g accelerazione di gravità

τ_c valore rappresentativo dello sforzo di taglio ciclico

σ_{vo} tensione verticale alla profondità in esame, in termini di tensioni totali

σ'_{vo} tensione verticale alla profondità in esame, in termini di tensioni efficaci

r_d coefficiente di riduzione dello sforzo di taglio ciclico in funzione della profondità da piano campagna, calcolato come segue in accordo a Blake (Blake, 1996, riportato da Youd et al., 2001):

$$r_d = \frac{1 - 0.4113 \cdot z^{0.5} + 0.04052 \cdot z + 0.001753 \cdot z^{1.5}}{1 - 0.4177 \cdot z^{0.5} + 0.05729 \cdot z - 0.006205 \cdot z^{1.5} + 0.00121 \cdot z^2}$$

CSR può essere messo in relazione al numero di cicli significativi dell'azione sismica, funzione della magnitudo M . Per $M \neq 7.5$ (nel caso in esame $M = 5.7$) è necessario introdurre un fattore di scala della magnitudo MSF così definito:

$$MSF = \frac{CSR_M}{(CSR)_{M=7.5}} = \left(\frac{N_{M=7.5}}{N_M} \right)^b$$

dove CSR_M e N_M rappresentano i valori di CSR e numero di cicli equivalenti per il valore di magnitudo di progetto, mentre $(CSR)_{M=7.5}$ e $N_{M=7.5}$ sono riferiti all'evento con $M=7.5$.

Nel presente studio è stato identificato un valore di $MSF = 2.6$ per $M = 5.7$ in accordo sia alle prescrizioni dell'Eurocodice 8 Parte 5, sia a quanto suggerito da Youd et al., 2001 e Idriss e Boulanger (2004).

Il rapporto di resistenza ciclica CRR può essere valutato mediante relazioni empiriche che correlino la sollecitazione sismica ai risultati di prove in sito di tipo SPT, come meglio descritto nel seguito.

	LINEA A.V. /A.C. TORINO – VENEZIA Tratta MILANO – VERONA Lotto funzionale QUADRUPPLICAMENTO EST IN USCITA DA BRESCIA PROGETTO PRELIMINARE					
	Relazione geologica, geomorfologica e idrogeologica	COMMESSA INOW	LOTTO 00 R 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE 0005 001	REV. A

7.5.2 CRR da correlazione su prove SPT

Il procedimento qui utilizzato si basa sulla relazione riportata in Figura 7-11, originariamente proposta da Seed e Idriss (1971,1982) e da Seed et al. (1985), e successivamente confermata da Youd et al. (2001).

In Figura 7-11, la resistenza penetrometrica SPT è espressa come numero corretto di colpi $N_{1(60)}$, ossia normalizzato ad una pressione verticale efficace di 100 kPa e corretto per un valore standard di energia trasmessa (60% del valore nominale), come segue:

$$(N_1)_{60} = N_{SPT} C_N C_E C_B C_R C_S$$

In questa espressione:

C_N = coefficiente correttivo che tiene conto dell'influenza della pressione verticale efficace. In letteratura sono presenti diversi metodi per la valutazione del coefficiente correttivo C_N . Qui è stata applicata la relazione proposta da Liao e Whitman (1986):

$$C_N = \left(\frac{P_a}{\sigma'_{vo}} \right)^{0.5} \leq 1.7$$

in cui P_a è la pressione atmosferica, pari a 100kPa, e σ'_{vo} è la tensione verticale in sito, in termini di sforzi efficaci.

C_E = coefficiente correttivo che va a considerare il rendimento energetico dell'attrezzatura e riconduce le misure ad un rendimento energetico del 60 % e può essere valutato nel modo seguente:

$$C_E = \frac{ER_m}{60}$$

in cui ER_m è il fattore di rendimento (espresso in %) del trasferimento dell'energia del meglio all'attrezzo campionario, relativo alla macchina utilizzata per fare la prova; considerando che la configurazione di prova normalmente adoperata in Italia ha un rendimento energetico del 60 %, tale coefficiente è stato posto pari ad 1.

I coefficienti C_B (fattore correttivo per le dimensioni del foro di sondaggio), C_R (fattore correttivo per la lunghezza delle aste della macchina esecutrice) e C_S (fattore correttivo per il tipo di attrezzo campionario) sono stati assunti pari ad 1 dato che le prove sono state eseguite sulla base delle raccomandazioni fornite dall'AGI (1977).

Sempre in Figura 7-11, viene riportato il valore di CSR calcolato ed i corrispondenti valori di $N_{1(60)}$ da siti in cui sono stati osservati o meno gli effetti della liquefazione per eventi sismici avvenuti in passato, con magnitudo 7.5. Le corrispondenti curve CRR sono state determinate all'interno del grafico in modo da separare chiaramente i dati corrispondenti all'avvenuta liquefazione da quelli per i quali non è stato osservato il fenomeno in esame.

Le curve sono valide per eventi sismici di magnitudo pari a 7.5, per cui è necessario introdurre un fattore di scala (MSF) per adattare le curve di CRR alla magnitudo di riferimento per il caso in esame (5.7), come indicato in precedenza.

Si può osservare dalla Figura 7-11 come siano state sviluppate curve di resistenza ciclica per terreni aventi diverso contenuto di fini, a partire dalla curva di riferimento corrispondente alla sabbia pulita ($FC < 5\%$).

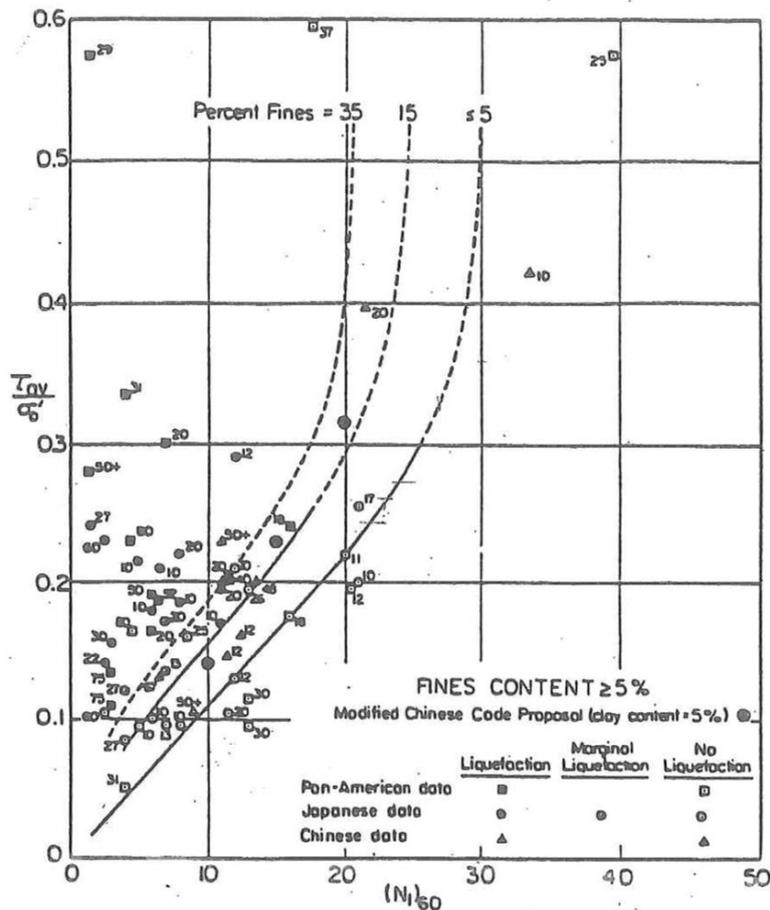


Figura 7-11: Relazione tra sforzo di taglio ciclico a liquefazione e $N_{1(60)}$ – sisma di riferimento Magnitudo = 7.5 (Seed et al., 1985).

La curva di riferimento per sabbie pulite è descritta dalla seguente equazione (Rauch, 1998, come riportato da Youd et al., 2001):

$$CRR_{7.5} = \frac{1}{34 - (N_1)_{60}} + \frac{(N_1)_{60}}{135} + \frac{50}{[10 \cdot (N_1)_{60} + 45]^2} - \frac{1}{200}$$

L'equazione è valida per $N_{1(60)} < 30$. Nel caso in cui sia $N_{1(60)} \geq 30$, le sabbie pulite sono classificate come non liquefacibili, a causa della loro elevata densità.

L'equazione che segue (Idriss e Seed, come riportato da Youd et al. 2001) viene utilizzata per la correzione di valori di $N_{1(60)}$ ai valori corrispondenti per sabbia pulita $N_{1(60)cs}$:

$$(N_1)_{60cs} = \alpha + \beta(N_1)_{60}$$

In cui:

$$\alpha = 0 \text{ per } FC < 5\%$$

$$\alpha = \exp [1.76 - (190/FC^2)] \text{ per } 5\% < FC < 35\%$$

	LINEA A.V. /A.C. TORINO – VENEZIA Tratta MILANO – VERONA Lotto funzionale QUADRUPPLICAMENTO EST IN USCITA DA BRESCIA PROGETTO PRELIMINARE					
	Relazione geologica, geomorfologica e idrogeologica	COMMESSA INOW	LOTTO 00 R 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE 0005 001	REV. A

$\alpha = 5$ per $FC \geq 35\%$

$\beta = 1$ per $FC < 5\%$

$\beta = [0.99 + (FC1.5/1000)]$ per $5\% < FC < 35\%$

$\beta = 1.2$ per $FC \geq 35\%$

La resistenza alla liquefazione aumenta meno che proporzionalmente al crescere della tensione di confinamento. Una rappresentazione di tale relazione è stata proposta da Hynes e Olsen (1999) e riportata da Youd et al. (2001), elaborata sulla base dei risultati di prove cicliche in laboratorio. In particolare, gli autori raccomandano di utilizzare il seguente coefficiente di correzione:

$$k_{\sigma} = \left(\frac{\sigma'_{v0}}{p_a} \right)^{(f-1)} \leq 1$$

dove:

σ'_{v0} = tensione verticale efficace

p_a = pressione atmosferica di riferimento

f = fattore che dipende dalla densità relative del materiale in sito.

In accordo a Youd et al. (2001) il fattore “f” si può stimare come segue, sia per sabbie pulite o limose e per ghiaie:

$40\% < DR < 60\%$ $f = 0.7 \div 0.8$

$60\% < DR < 80\%$ $f = 0.6 \div 0.7$

Pertanto, per ogni prova SPT dove non è disponibile il relativo contenuto di fini è stato ipotizzato conservativamente un valore di contenuto di fini minimo pari al 5% per i materiali sabbiosi-ghiaiosi, mentre per i terreni argillosi è stato ipotizzato un contenuto di fini pari al 60%.

In conclusione, in accordo a Youd et al. (2001) il fattore di sicurezza FL rispetto al fenomeno della liquefazione vale:

$$FL = (CRR_{7.5}/CSR) MSF k_{\sigma}$$

7.5.3 Risultati e considerazioni conclusive

La verifica alla liquefazione dei terreni presenti lungo il tracciato di progetto descritta ai paragrafi precedenti è stata condotta sul database delle prove SPT disponibili. I risultati sono riportati in dettaglio in Appendice A. In particolare, i grafici per le prove SPT (Appendice A) riportano:

- Valori di SPT misurati a ciascuna profondità a partire dal piano campagna.
- Contenuto di fini misurato in laboratorio sui campioni prelevati (simbolo pieno), oppure contenuto di fini stimato sulla base dei risultati disponibili dalle altre prove, per lo stesso orizzonte di terreno.
- Valori di $N_{1(60)cs}$, ossia il numero di colpi/30cm corretto in funzione della tensione verticale in sito, in funzione dell'energia trasmessa in fase di esecuzione della prova e del contenuto di fini.

Relazione geologica, geomorfologica e idrogeologica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
INOW	00 R 69	RG	GE 0005 001	A	65 di 93

- Andamento con la profondità dello sforzo di taglio ciclico CSR, riferito alla magnitudo di riferimento per l'analisi ($M=5.5$) e i valori puntuali della resistenza allo sforzo di taglio sismico calcolati per tutti i valori di SPT che non siano stati esclusi dal calcolo di suscettibilità alla liquefazione perché classificati come non liquefacibili (si veda quanto detto al paragrafo precedente).
- Valore del fattore di sicurezza ottenuto come rapporto CRR/CSR per ogni dato. Si osserva a questo proposito che la verifica alla suscettibilità alla liquefazione deve tener conto del potenziale insorgere di deformazioni anche significative anche per valori di $FS>1$ per cui si ritiene giustificato rappresentare la linea per $FS>1.25$.

Sulla base dei risultati ottenuti, si osserva per tutte le verifiche condotte un fattore di sicurezza rispetto al pericolo di liquefazione superiore a 1.25. Di conseguenza, il sito di progetto insiste su terreni stabili rispetto al pericolo della liquefazione.

8 CONCLUSIONI

In conclusione, si può affermare che:

- La tratta in esame si sviluppa nel settore orientale della regione Lombardia, tra la parte orientale del comune di Brescia, il comune di Rezzato ed il comune di Mazzano.
- Il territorio oggetto di indagine appartiene alla pianura lombarda, formatasi per attività neotettonica, per azione dei ghiacciai e per l'attività dei corsi d'acqua, che hanno depositato i materiali presenti in sito. I depositi presenti appartengono al Livello fondamentale della pianura, sedimenti in prevalenza grossolani, appartenenti agli aventi fluvioglaciali del Riss e del Würm, provenienti dalle cerchie moreniche.
- Dal punto di vista stratigrafico i terreni interessati dal passaggio del tracciato sono costituiti da depositi fluviali e fluvioglaciali trasportati principalmente dal Fiume Mella. Il tracciato oggetto di quadruplicamento, sulla base della cartografia nel Piano di Governo del Territorio del comune di Brescia, di Rezzato e di Mazzano, si colloca su depositi alluvionali attuali o recenti, depositi alluvionali fluvioglaciali e fluviali, depositi di riporto e depositi eluvio e/o colluviali dell'Olocene e sono presenti conoidi di deiezione.
- Dal punto di vista geomorfologico l'area presenta, nella parte settentrionale, due grandi laghi (Iseo e Garda), zone collinari e prealpine a rilievo pronunciato, mentre nella parte centro-meridionale si estende la pianura. L'area di interesse si sviluppa in pianura, con quote da 130 a 170 m s.l.m., ed è caratterizzata da blande ondulazioni del p.c. che coincidono con i ripiani dei depositi alluvionali e fluvioglaciali in cui è modellata l'area di studio. Il progetto del percorso del quadruplicamento si sviluppa alla destra orografica del Fiume Mella ed alla sinistra orografica del Fiume Chiese, fiumi a carattere torrentizio. Il territorio in esame può essere suddiviso in due ambiti principali, quello degli anfiteatri morenici ed il livello fondamentale della pianura, ed in due minori: le Prealpi e valli fluviali.

Relazione geologica, geomorfologica e idrogeologica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
INOW	00 R 69	RG	GE 0005 001	A	66 di 93

- Dal punto di vista idrogeologico il sottosuolo dell'area di studio è costituito da unità idrogeologiche costituite da litotipi con caratteristiche omogenee. L'unità ghiaioso-sabbiosa, che presenta una permeabilità mediamente elevata, può essere caratterizzata da uno strato limoso argilloso attribuibile a depositi fluvio-glaciali più antichi; l'unità conglomeratica, costituita da materiali conglomeratici, sabbiosi ed arenacei con intercalazioni argillose e ghiaiose, rappresenta la principale roccia serbatoio dalla quale emungono i pozzi pubblici e privati all'interno del comune; l'unità Villafranchiana è rappresentata da argille ed argille limose con intercalazioni ghiaiose o ghiaioso-sabbiose e rare lenti torbose. I livelli ghiaiosi sabbiosi grossolani, contenuti all'interno dei depositi argillosi possono contenere falde confinate utilizzate a scopo acquedottistico. Le carte idrogeologiche allegate al Piano di Governo del Territorio dei tre comuni coinvolti identificano un livello freatico compreso tra 116 e 120 m s.l.m., mentre i dati piezometrici a disposizione individuano la falda tra 112.3 m s.l.m. e la 118.9 m s.l.m..
- Dal punto di vista del rischio e di vincoli territoriali, il tracciato oggetto di studio, all'interno del comune di Brescia, lambisce un'area classificata come Zona I (area potenzialmente a rischio inondazioni per eventi di piena con tempo di ritorno uguale o inferiore a 50 anni) ed interseca aree sottoposte a vincolo di polizia idraulica, fasce di rispetto dei corpi idrici. Il tratto ferroviario compreso nel comune di Rezzato interseca aree sottoposte a vincolo di polizia idraulica, fasce di rispetto dei corpi idrici, ed in particolare il Reticolo Minore gestito dal Consorzio di Bonifica Medio Chiese. La tratta all'interno del comune di Mazzano incontra fasce di rispetto del Reticolo idrico minore di competenza comunale.
- Dal punto di vista stratigrafico, il tracciato in esame, si imposta interamente su alluvioni fluvio-glaciali e fluviali, ad esclusione di una porzione di tratta caratterizzata dalla presenza di depositi eluvio e/o colluviali.
- Dal punto di vista sismico il sito risulta caratterizzato da sismicità media. La categoria di suolo varia da B ad C in base ai risultati delle prove tipo MASW eseguite.
- Per quanto riguarda il potenziale di liquefazione dei terreni, le verifiche condotte evidenziano come il sito di progetto sia da ritenersi stabile rispetto a tale fenomeno.

Relazione geologica, geomorfologica e idrogeologica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
INOW	00 R 69	RG	GE 0005 001	A	67 di 93

BIBLIOGRAFIA

- Basili, R., and V. Kastelic (2011). D3.4 – *Database of active faults and seismogenic sources*, SHARE, 31.05.2011.
- Boni A., Cassinis G., Venzo S. (1970) – *Note illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1: 100.000 – Foglio 47 – Brescia*. Ministero dell'Industria, del Commercio e dell'Artigianato. Direzione Generale delle Miniere. Servizio Geologico d'Italia.
- Convenzione INGV-DPC 2004 – 2006, Progetto S1, Proseguimento della assistenza al DPC per il completamento e la gestione della mappa di pericolosità sismica prevista dall'Ordinanza PCM 3274 e progettazione di ulteriori sviluppi, Coordinatore: Carlo Meletti (INGV). Sito web: <http://esse1.mi.ingv.it/>.
- Cremaschi M., (1990^o) – *The loess in Northern Italy: a loess basin between the Alps and the Mediterranean region*. Quad. Geogr. Fis. Dinam. Quat., 1: 187 pp.
- Cremaschi M., (1990b) – *Pedogenesi medio Olocenica ed uso dei suoli durante il neolitico in Italia settentrionale, in The neolithisation of the Alpine Region*. Monografie di Natura Bresciana, 13: 71-89.
- Denti, E., S. Lauzi, P. Sala & L. Scesi, (1998) – *Studio idrogeologico della pianura Bresciana tra i fiumi Oglio e Chiese*. Studi idrogeologici sulla Pianura Padana, Milano
- Galadini F., Poli M.E., Zanferrari A., (2005) – *Seismogenic source potentially responsible for earthquakes with $M \geq 6$ in the eastern Southern Alps (Thiene-Udine sector, NE Italy)*. Geophys. J. Int., **161**, 739-762.
- Regione Lombardia (2002) – *Geologia degli Acquiferi padani della Regione Lombardia*.
- Giardini, D., J. Woessner, L. Danciu, G. Valensise, G. Grünthal, F. Cotton, S. Akkar, R. Basili, M. Stucchi, A. Rovida, D. Stromeyer, R. Arvidsson, F. Meletti, R. Musson, R., K. Sesetyan, M. B. Demircioglu, H. Crowley, R. Pinho, K. Pitilakis, J. Douglas, J. Fonseca, M. Erdik, A. Campos-Costa, B. Glavatovic, K. Makropoulos, C. Lindholm, T. Cameelbeeck (2013). *Seismic Hazard Harmonization in Europe (SHARE): Online Data Resource*, <http://portal.share-eu.org:8080/jetspeed/portal/>, doi: 10.12686/SED-00000001-SHARE, 2013.
- Haller K. M.m and Basili R. (2011). *Developing seismogenic source models based on geologic fault data*. Seismol. Res. Lett., 82, 519-525.
- Kastelic, V. P. Vannoli, P. Burrato, U. Fracassi, M. M. Tiberti, G. Valensise (2012). *Seismogenic sources in the Adriatic Domain*, Marine and Petroleum Geology (2012) 1-23.
- Locati M., Camassi R. e Stucchi M. (a cura di) (2011). *DBMI11, la versione 2011 del Database Macrosismico Italiano*. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Milano, Bologna, <http://emidius.mi.ingv.it/DBMI11>. DOI: <http://doi.org/10.6092/INGV.IT-DBMI11>.
- Locati M., Camassi R., Rovida A., Ercolani E., Bernardini F., Castelli V., Caracciolo C.H., Tertulliani A., Rossi A., Azzaro R., D'Amico S., Conte S., Rocchetti E. (2016). *DBMI15, the 2015 version of the Italian Macroseismic Database*. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia. doi: <http://doi.org/10.6092/INGV.IT-DBMI15>.

Relazione geologica, geomorfologica e idrogeologica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
INOW	00 R 69	RG	GE 0005 001	A	68 di 93

- Mantovani E., Babbucci D., Albarello D., Mucciarelli M. (1990). *Deformation pattern in the central Mediterranean and behavior of the African-Adriatic promontory*. Tectonophysics, 179, 63-79, Mantovani E., La previsione della pericolosità sismica in Italia. Le Scienze, 257, 16-25, 1990.
- Meletti C., Galadini F., Valensise G., Stucchi M., Basili R., Barba S., Vannucci G., Boschi E. (2008). *A seismic source model for the seismic hazard assessment of the Italian territory*. Tectonophysics, 450(1), 85-108. DOI:10.1016/j.tecto.2008.01.003.
- Meletti C. and Valensise G. (2004). *Zonazione sismogenetica dell'Italia e aree adiacenti ZS9*. INGV internal document, available on World Wide Web at <http://zonesismiche.mi.ingv.it/>.
- Mongelli, F., Zito, G., Della Vedova, B., Pellis, G., Squarci, P. and Taft, L. (1991). *Geothermal regime of Italy and surrounding seas, in Exploration of the deep continental crust*, V. Cermak and L. Rybach eds. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Norme Tecniche per la Costruzione D.M. 17 gennaio 2018.
- Piano Regolatore Generale, Componenti geologica, idrogeologica e sismico, Relazione Illustrativa, Comune di Brescia.
- Piano Regolatore Generale, Componenti geologica, idrogeologica e sismico, Relazione Illustrativa, Comune di Rezzato.
- Piano Regolatore Generale, Componenti geologica, idrogeologica e sismico, Relazione Illustrativa, Comune di Mazzano.
- Rovida, A., Camassi, R., Gasperini P. e Stucchi, M. (a cura di) (2011). CPTI11, la versione 2011 del *Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani*. Milano, Bologna, <http://emidius.mi.ingv.it/CPTI>, DOI: 10.6092/INGV.IT-CPTI11.
- Slejko D., Carulli G.B., Nicolich R., Rebez A., Zanferrari A., Cavallin A., Doglioni C., Carraro F., Castaldini D., Iliceto V., Semenza E. and Zanolli C. (1989). *Seismotectonics of the eastern Southern-Alps: a review*. Boll. Geof. Teor. Appl., 31, 109-136.
- Valensise, G. and Pantosti, D. (a cura di) (2001). *Database of Potential Sources for Earthquakes Larger than M 5.5 in Italy (DISS version 2.0)*. Ann. Geofis. 44, Suppl. 1, con CD-ROM.

Relazione geologica, geomorfologica e idrogeologica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
INOW	00 R 69	RG	GE 0005 001	A	69 di 93

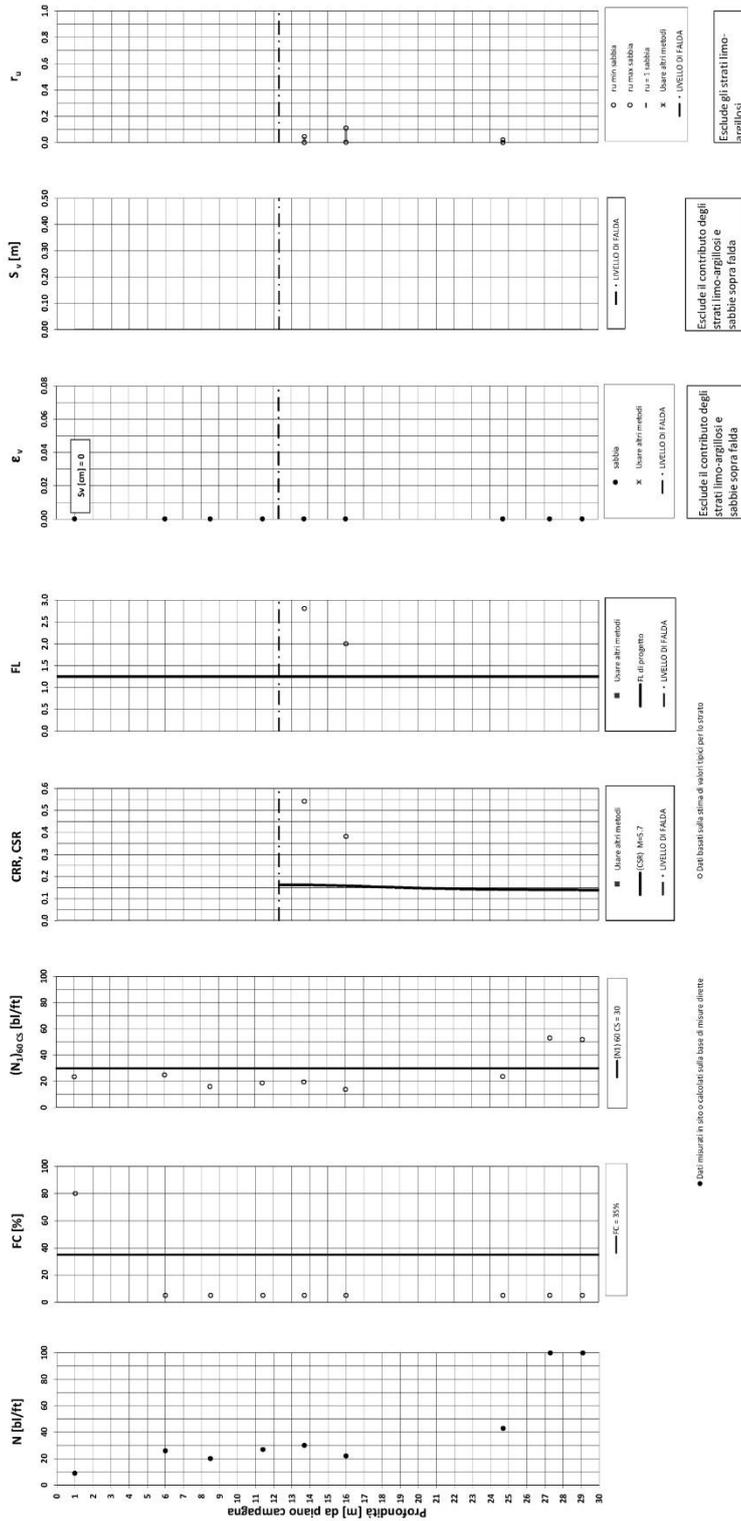
ALLEGATIO 1 - RISULTATI DELLE VERIFICHE A LIQUEFAZIONE SULLA BASE DI PROVE SPT

Relazione geologica, geomorfologica idrogeologica e sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IN0W	00R 69	RG	GE 0001 001	A	70 di 93

Brescia - Quadruplicamento in uscita Brescia Est - Prova N1

An_{max}_calc /g = 0.293 M_{calc} = 5.7 Approccio NCEER 1996 - 1998 - 2001 MSF = 2.6
Sovraccarico = 0 kPa



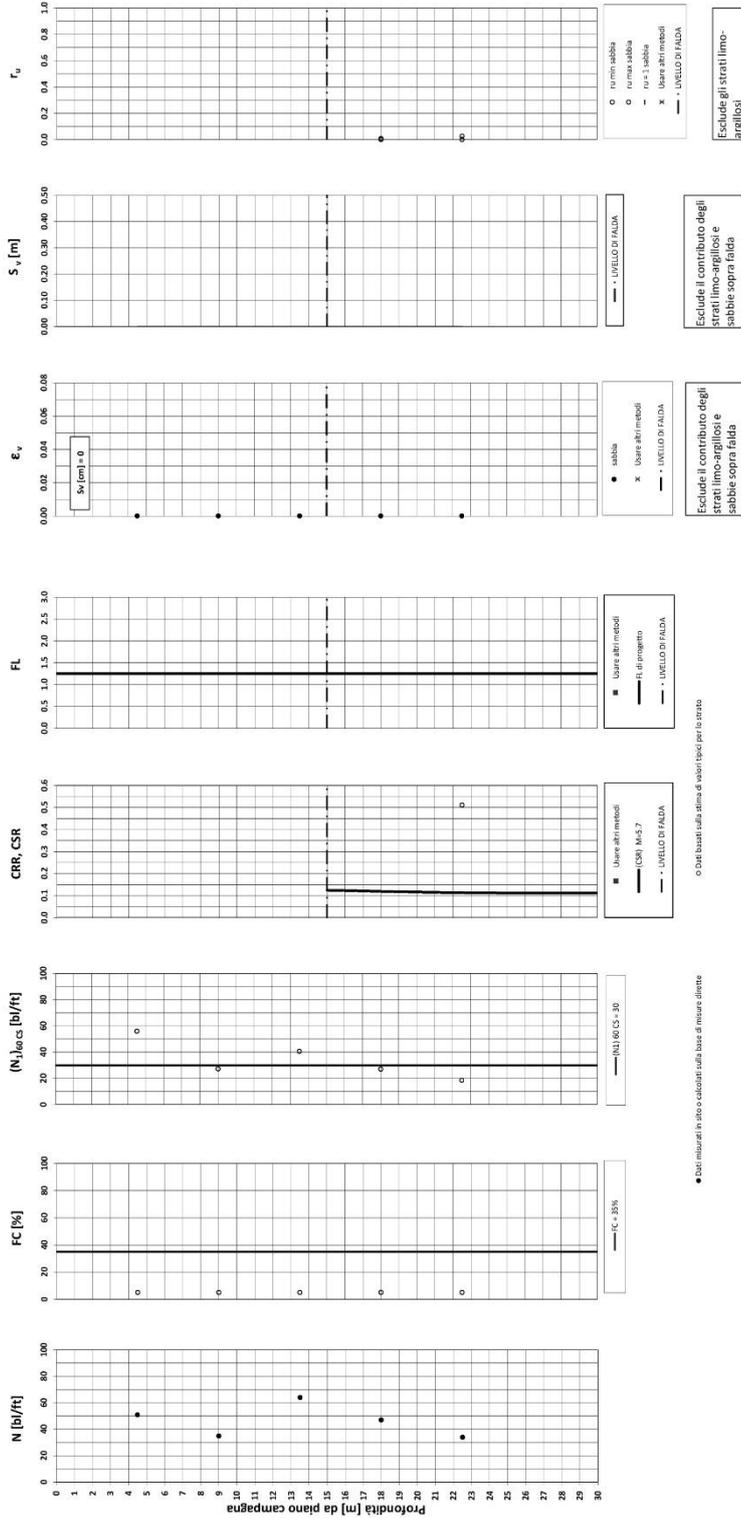
Relazione geologica, geomorfologica idrogeologica e sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IN0W	00R 69	RG	GE 0001 001	A	72 di 93

Brescia - Quadruplicamento in uscita Brescia Est - Prova S3 (2018)

A_{max,calc} / g = 0.251 M_{calc} = 5.7 Approccio NCEER 1996 - 1998 - 2001 MSF = 2.6

Sovraccarico = 0 kPa

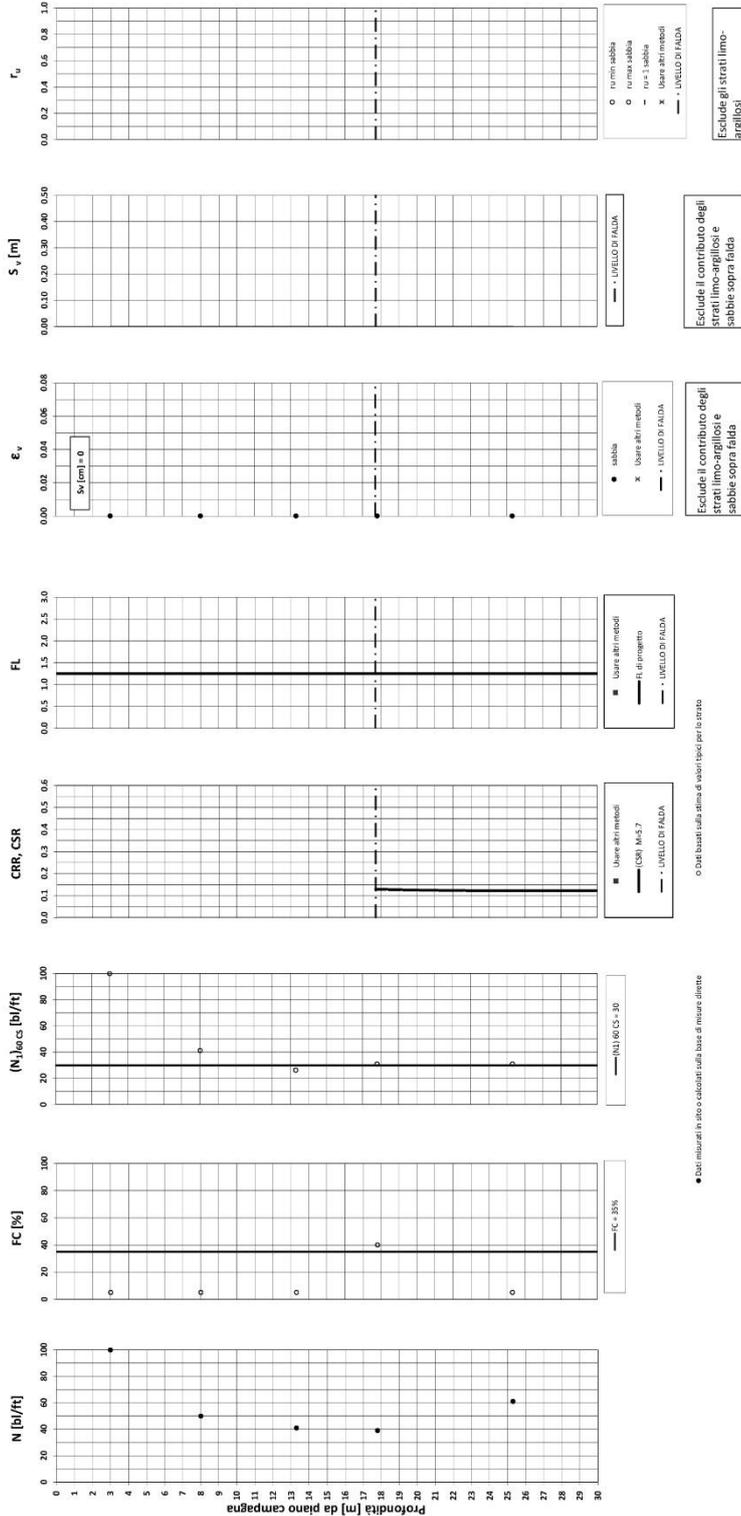


Relazione geologica, geomorfologica idrogeologica e sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IN0W	00R 69	RG	GE 0001 001	A	74 di 93

Brescia - Quadruplicamento in uscita Brescia Est - Prova S2 (2013)

$A_{max_calc} / g = 0.293$ $M_calc = 5.7$ Approccio NCEER 1996 - 1998 - 2001 MSF = 2.6
Sovraccarico = 0 kPa



Relazione geologica, geomorfologica idrogeologica e
sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IN0W	00R 69	RG	GE 0001 001	A	75 di 93

ALLEGATO 2 – STRATIGRAFIA SONDAGGIO BIBLIOGRAFICO 2018

Relazione geologica, geomorfologica idrogeologica e sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IN0W	00R 69	RG	GE 0001 001	A	77 di 93


 EUROGEO s.r.l.
 via Voltare, 29
 20092 Cinisello Balsamo
 Tel. ++39 (0)2-2440675
 Fax 02-37050906
 email: info@eurogeosrl.it

STRATIGRAFIA - S3

SCALA 1 : 87 Pagina 2/2

Riferimento: ITALFERR	Sondaggio: S3
Località: TRAM BRESCIA	Quota: 135,25
Impresa esecutrice: Eurogeo s.r.l.	Data: 01-03/10/2018
Coordinate: 10°16'46.52" E 45°30'58.97" N	Redattore: Dr. Federica Ravasi
Perforazione: Carotaggio Continuo	

Ø mm	R v	A Pz	metri batt.	LITOLOGIA	VT	RP	Standard Penetration Test			Campioni	Prel. % 0 - 100	prof. m	DESCRIZIONE
							m	S.P.T.	N				
											21,4	Sabbia limoso argillosa marrone.	
			22				22,5	8-10-24	34			Ghiaia eterometrica con sabbia da debolmente a localmente limoso argillosa marrone grigio.	
			23										
			24										
			25										
			26										
			27										
			28										
			29								28,6	Sabbia limosa debolmente argillosa marrone, addensata, con ghiaia eterometrica subarrotondata.	
			30								29,3	Ghiaia eterometrica con sabbia debolmente limosa marrone.	
			31								30,0	Sabbia limosa localmente argillosa marrone grigio con ghiaia eterometrica subarrotondata.	
			32										
			33										
			34										
			35								34,6	Ghiaia eterometrica subarrotondata con sabbia debolmente limosa grigia.	
			36								36,0	Sabbia limosa da debolmente a localmente argillosa marrone con ghiaia medio fine rari ciottoli (Ø max 11 cm).	
			37										
			38										
			39										
131			40								40,0		

Installato piezometro a tubo aperto 3 pollici fessurato da 9.00-40.00 m;
 Eseguito una prova Lefranc a 9.00 e 15,00 m;
 Installato pozzetto carrabile 30 x 30;

Relazione geologica, geomorfologica idrogeologica e
sismica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IN0W	00R 69	RG	GE 0001 001	A	78 di 93

ALLEGATO 3 – STRATIGRAFIE SONDAGGI BIBLIOGRAFICI 2013

Relazione geologica, geomorfologica e idrogeologica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
INOW	00 R 69	RG	GE 0001 001	A	80 di 93

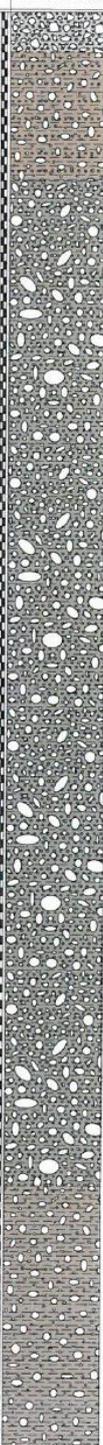
Committente: ITAFERR S.p.A.		Certificato n°: 231/13												
Località: Linea AV-AC MI-VR Mitigazione Acustica - Via Zima, Brescia		Verbale di accettazione n°:												
Il direttore del laboratorio Dott. Geol. Rino Guadagnini		Lo sperimentatore Dott. Geol. Marco Vagnarelli												
		Data esecuzione: 21-25/03/2013												
		Data emissione: 26/03/2013												
		Sondaggio: S1												
Ø mm	R v	Pz metri batt.	LITOLOGIA	prove in foro	Campioni	RP	Standard Penetration Test			Prel. % 0 --- 100	prof m	DESCRIZIONE	Cass.	
							m	S.P.T.	N	Pt				
		19	 Lfr.C				20,8	18-22-21	43	C		Ghiaia con limo sabbioso a tratti con sabbia limosa a tratti con sabbia limosa, nocciola. Inclusi di varia natura eterometrici, da subarrotondati ad arrotondati, Ø max > 10 cm.	4	
		20												
		21												
		22			4) Rim < 22,00 22,30									
		23												
		24												
		25												
		26												
		27					26,8	16-24-25	49	C				
		28									27,50	Limo con sabbia ghiaiosa, nocciola. Ciottoli alterati Ø max 2-3 cm.	6	
		29		5) Rim < 28,50 28,80										
101		30									30,00			

Sondatore: Dott. Leonardo Ceccarelli
 Sonda: EGT VD 710
 Utilizzato carotiere semplice da 0.00 m a -30.00 m.

Rilievo del livello dell'acqua nel corso della perforazione

Giorno	21/03/13	22/03/13	22/03/13	25/03/13					
Ora	sera	mattina	sera	mattina					
Livello dell'acqua (m)	assente	assente	18,30	19,10					
Prof. perforazione(m)	15,00	15,00	25,00	25,00					
Prof. rivestimento(m)	15,00	15,00	25,00	25,00					

Committente: ITALFERR S.p.A.		Certificato n°: 221/13
Località: Linea AV-AC MI-VR Mitigazione Acustica - Via Verona, Brescia		Verbale di accettazione n°:
Il direttore del laboratorio Dott. Geol. Rino Guadagnini	Lo sperimentatore Dott. Geol. Marco Vagnarelli	Data esecuzione: 14-20/03/2013
		Data emissione: 25/03/2013
		Sondaggio: S2

Ø mm	R v	Pz metri batt.	LITOLOGIA	prof. c in furo	Campioni	RP	Standard Penetration m	S.P.T.	Fest N Pr	Prel. % 0 --- 100	prof. m	DESCRIZIONE	Cass.	
		1									9.50	Riperto costituito da ghiaia con sabbia, grigia. Inclusi eterometrici, di varia natura (calcestruzzo, asfalto, laterizio, ciottoli) subangolari, Ø max > 10 cm.		
		2										2.10	Limo ghiaioso debolmente sabbioso, nocciola, a tratti con ghiaia. Inclusi di varia natura, eterometrici, da subarrotondati a subangolari, Ø max > 10 cm.	
		3					3.0	50/14cm	Rif C				Ghiaia con sabbia a tratti limosa, grigio-nocciola. Inclusi eterometrici, subarrotondati, Ø max > 10 cm.	1
		4												
		5				1) Rim < 5.00 5.30								
		6												
		7												
		8					8.0	17-28-22	50 C					
		9		Lfr.C										2
		10				2) Rim < 10.00 10.30								
		11												
		12												
		13					13.3	19-18-23	41 C					3
		14												
		15										14.60	Limo con ghiaia, nocciola. Inclusi eterometrici, di varia natura, da subarrotondati ad arrotondati, Ø max 7-8 cm.	
		16				3) Rim < 16.50 16.80								
		17												4
		18					17.8	24-18-21	39 C					

Relazione geologica, geomorfologica e idrogeologica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
INOW	00 R 69	RG	GE 0001 001	A	82 di 93

STRATIGRAFIA

SCALA 1 : 75 Pagina 2/2

Committente: ITALFERR S.p.A.		Certificato n°: 221/13													
Località: Linea AV-AC MI-VR Mitigazione Acustica - Via Verona, Brescia		Verbale di accettazione n°:													
Il direttore del laboratorio Dott. Geol. Rino Guadagnini		Lo sperimentatore Dott. Geol. Marco Vagnarelli													
		Data esecuzione: 14-20/03/2013													
		Data emissione: 25/03/2013													
		Sondaggio: S2													
Ø mm	R v	Pz	metri batt.	LITOLOGIA	prove in foro	Campioni	RP	Standard Penetration m	S.P.T.	Test N	Pt	Prel. % 0 --- 100	prof. m	DESCRIZIONE	Cass.
			19										19,00	Limo con ghiaia, nocciola. Inclusi eterometrici, di varia natura, da subarrotondati ad arrotondati, Ø max 7-8 cm.	4
			20											Ghiaia con sabbia limosa, nocciola. Inclusi eterometrici, subarrotondati, Ø max 5-6 cm.	
			21												
			22												
			23												
			24										24,00		
			25					25,3	19-27-34	61	C			Ghiaia con limo sabbioso, nocciola. Inclusi eterometrici, subarrotondati, Ø max 8-10 cm. Livello di limo debolmente sabbioso da -27.80 m a -28.20, nocciola.	
			26												
			27												
			28												
			29												
			30										30,00		
101															

Sondatore: Dott. Leonardo Ceccarelli
 Sonda: EGT VD 710
 Utilizzato carotiere semplice da 0.00 m a -30.00 m.

Rilievo del livello dell'acqua nel corso della perforazione

Giorno	15/03/13	19/03/13	19/03/13	19/03/13	19/03/13	20/03/13				
Ora	sera	08.00	12.00	13.30	sera	mattina				
Livello dell'acqua (m)	14,30	14,70	16,45	17,30	16,80	17,70				
Prof. perforazione(m)	15,00	15,00	22,50	22,50	27,30	27,30				
Prof. rivestimento(m)	13,30	13,30	21,00	21,00	25,30	25,30				

Relazione geologica, geomorfologica e idrogeologica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
INOW	00 R 69	RG	GE 0001 001	A	83 di 93

**ALLEGATO 4 – STRATIGRAFIE INDAGINI BANCA DATI ISPRA E BANCA DATI
GEOPORTALE LOMBARDIA**

Relazione geologica, geomorfologica e idrogeologica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
INOW	00 R 69	RG	GE 0001 001	A	84 di 93

INFORMAZIONI INDAGINE
COMUNE: BRESCIA IDE: D6C164682313
QUOTA (m s.l.m.): 128 PROFONDITA'(m): 162 NUMERO STRATI: 43

Strato	Da	A	Spessore	descrizione	sigla
1	0	2	2	Terreno vegetale	ZS
2	2	8	6	Ghiaia	G
3	8	12,2	4,2	Argilla gialla	A
4	12,2	14,87	2,67	Ghiaia con acqua	G
5	14,87	19,19	4,32	Argilla ciottoli e ghiaia	A GC G
6	19,19	19,5	0,31	Conglomerato	G
7	19,5	29	9,5	Acqua e ghiaia	G
8	29	30,1	1,1	Argilla	A
9	30,1	36,42	6,32	Ghiaia e acqua	G
10	36,42	44	7,58	Conglomerato	G
11	44	46,9	2,9	Arenaria dura	S
12	46,9	48,8	1,9	Argilla	A
13	48,8	49,35	0,55	Conglomerato	G
14	49,35	51	1,65	Argilla	A
15	51	53,4	2,4	Conglomerato	G
16	53,4	54,1	0,7	Argilla	A
17	54,1	58,9	4,8	Conglomerato	G
18	58,9	61	2,1	Informazione mancante	ZZ
19	61	66,3	5,3	Conglomerato	G
20	66,3	70	3,7	Argilla	A
21	70	80,27	10,27	Argilla gialla	A
22	80,27	84,8	4,53	Sabbia	S
23	84,8	85,05	0,25	Sabbia conchiglie amalgamate e sciolte	S
24	85,05	87	1,95	Sabbia argillosa	S A
25	87	87,32	0,32	Argilla gialla	A
26	87,32	87,64	0,32	Conchiglie amalgamate fossili - conglomerato	Z G
27	87,64	89	1,36	Argilla sabbia e acqua	A S
28	89	90	1	Sabbia ghiaia e acqua	S G
29	90	92	2	Ciottoli e sabbia	GC S
30	92	93,35	1,35	Sabbia torbosa	S PT
31	93,35	100,4	7,05	Sabbia argillosa scura	S A
32	100,4	102,2	1,8	Argilla gialla	A
33	102,2	102,74	0,54	Ghiaia e acqua	G
34	102,74	105,96	3,22	Sabbia compatta	S
35	105,96	110,95	4,99	Argilla scura sabbiosa compatta	A S
36	110,95	115,6	4,65	Argilla nera sabbiosa	A S
37	115,6	116,55	0,95	Argilla chiara	A
38	116,55	121,83	5,28	Acqua e ghiaia	G
39	121,83	125,4	3,57	Sabbia argillosa	S A
40	125,4	128	2,6	Sabbia argillosa scura	S A
41	128	138	10	Sabbia argillosa nera	S A
42	138	141,62	3,62	Acqua e ghiaia	G
43	141,62	162	20,38	Argilla sabbiosa con fossili	A S

Relazione geologica, geomorfologica e idrogeologica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
INOW	00 R 69	RG	GE 0001 001	A	85 di 93

 		<p>Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale</p>		
<p>Archivio nazionale delle indagini nel sottosuolo (Legge 464/1984)</p>				
<p>Dati generali</p>		<p>Ubicazione indicativa dell'area d'indagine</p>		
<p>Codice: 19321 Regione: LOMBARDIA Provincia: BRESCIA Comune: BRESCIA Tipologia: PERFORAZIONE Opera: POZZO PER ACQUA Profondità (m): 60,00 Quota pc slm (m): 129,00 Anno realizzazione: 2004 Numero diametri: 1 Presenza acqua: SI Portata massima (l/s): 2,700 Portata esercizio (l/s): 0,500 Numero falde: 1 Numero filtri: 1 Numero piezometrie: 1 Stratigrafia: SI Certificazione(*): NO Numero strati: 5 Longitudine WGS84 (dd): 10,249236 Latitudine WGS84 (dd): 45,529947 Longitudine WGS84 (dms): 10° 14' 57.57" E Latitudine WGS84 (dms): 45° 31' 47.47" N</p> <p>(*):Indica la presenza di un professionista nella compilazione della stratigrafia</p>				
<p>DIAMETRI PERFORAZIONE</p>				
Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	0,00	60,00	60,00	200
<p>FALDE ACQUIFERE</p>				
Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	
1	52,00	60,00	8,00	
<p>POSIZIONE FILTRI</p>				
Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	54,00	57,00	3,00	114
<p>MISURE PIEZOMETRICHE</p>				
Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)	Portata (l/s)
dic/2004	14,60	14,90	0,30	2,700
<p>STRATIGRAFIA</p>				

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica	Descrizione litologica
1	0,00	1,00	1,00		TERRENO DI ALTERAZIONE SUPERFICIALE
2	1,00	10,00	9,00		ARGILLA ROSSASTRA
3	10,00	42,00	32,00		ARGILLA E GHIAIA
4	42,00	52,00	10,00		ARGILLA ROSSASTRA
5	52,00	60,00	8,00		CONGLOMERATO FRATTURATO

Relazione geologica, geomorfologica e idrogeologica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
INOW	00 R 69	RG	GE 0001 001	A	86 di 93

 	Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale															
Archivio nazionale delle indagini nel sottosuolo (Legge 464/1984)																
Dati generali	Ubicazione indicativa dell'area d'indagine															
<p> Codice: 19324 Regione: LOMBARDIA Provincia: BRESCIA Comune: BRESCIA Tipologia: PERFORAZIONE Opera: POZZO PER ACQUA Profondità (m): 62,00 Quota pc slm (m): 135,00 Anno realizzazione: 2005 Numero diametri: 1 Presenza acqua: SI Portata massima (l/s): 9,300 Portata esercizio (l/s): ND Numero falde: 1 Numero filtri: 1 Numero piezometrie: 2 Stratigrafia: SI Certificazione(*): NO Numero strati: 7 Longitudine WGS84 (dd): 10,265261 Latitudine WGS84 (dd): 45,525839 Longitudine WGS84 (dms): 10° 15' 54.54" E Latitudine WGS84 (dms): 45° 31' 33.33" N (*)Indica la presenza di un professionista nella compilazione della stratigrafia </p>																
DIAMETRI PERFORAZIONE																
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Progr</th> <th>Da profondità (m)</th> <th>A profondità (m)</th> <th>Lunghezza (m)</th> <th>Diametro (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>0,00</td> <td>62,00</td> <td>62,00</td> <td>280</td> </tr> </tbody> </table>		Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)	1	0,00	62,00	62,00	280					
Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)												
1	0,00	62,00	62,00	280												
FALDE ACQUIFERE																
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Progr</th> <th>Da profondità (m)</th> <th>A profondità (m)</th> <th>Lunghezza (m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>42,00</td> <td>62,00</td> <td>20,00</td> </tr> </tbody> </table>		Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	1	42,00	62,00	20,00							
Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)													
1	42,00	62,00	20,00													
POSIZIONE FILTRI																
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Progr</th> <th>Da profondità (m)</th> <th>A profondità (m)</th> <th>Lunghezza (m)</th> <th>Diametro (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>44,00</td> <td>60,00</td> <td>16,00</td> <td>180</td> </tr> </tbody> </table>		Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)	1	44,00	60,00	16,00	180					
Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)												
1	44,00	60,00	16,00	180												
MISURE PIEZOMETRICHE																
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Data rilevamento</th> <th>Livello statico (m)</th> <th>Livello dinamico (m)</th> <th>Abbassamento (m)</th> <th>Portata (l/s)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>feb/2005</td> <td>15,00</td> <td>38,20</td> <td>23,20</td> <td>9,300</td> </tr> <tr> <td>feb/2005</td> <td>15,00</td> <td>33,10</td> <td>18,10</td> <td>7,000</td> </tr> </tbody> </table>		Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)	Portata (l/s)	feb/2005	15,00	38,20	23,20	9,300	feb/2005	15,00	33,10	18,10	7,000
Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)	Portata (l/s)												
feb/2005	15,00	38,20	23,20	9,300												
feb/2005	15,00	33,10	18,10	7,000												
STRATIGRAFIA																

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica	Descrizione litologica
1	0,00	2,00	2,00		ARGILLA E GHIAIA
2	2,00	16,00	14,00		ARGILLA ROSSA
3	16,00	27,00	11,00		ARGILLA ROSSA PLASTICA
4	27,00	30,00	3,00		ARGILLA CON GHIAIA
5	30,00	34,00	4,00		ARGILLA ROSSA PLASTICA
6	34,00	42,00	8,00		ARGILLA CON POCA GHIAIA
7	42,00	62,00	20,00		ROCCIA FRATTURATA CON PICCOLE LENTI ARGILLOSE ROSSE

Relazione geologica, geomorfologica e idrogeologica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
INOW	00 R 69	RG	GE 0001 001	A	87 di 93

Codice: 19308
Regione: LOMBARDIA
Provincia: BRESCIA
Comune: BRESCIA
Tipologia: PERFORAZIONE
Opera: POZZO PER ACQUA
Profondità (m): 50,00
Quota pe slm (m): 134,00
Anno realizzazione: 2005
Numero diametri: 1
Presenza acqua: SI
Portata massima (l/s): ND
Portata esercizio (l/s): ND
Numero falde: 1
Numero filtri: 1
Numero piezometrie: 1
Stratigrafia: SI
Certificazione(*): SI
Numero strati: 8
Longitudine WGS84 (dd): 10,280900
Latitudine WGS84 (dd): 45,514036
Longitudine WGS84 (dms): 10° 16' 51,51" E
Latitudine WGS84 (dms): 45° 30' 50,50" N

(*):Indica la presenza di un professionista nella compilazione della stratigrafia



DIAMETRI PERFORAZIONE

progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
	0,00	50,00	50,00	280

FALDE ACQUIFERE

progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)
	12,00	50,00	38,00

POSIZIONE FILTRI

progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
	40,00	45,00	5,00	165

MISURE PIEZOMETRICHE

Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)	Portata (l/s)
09/2005	12,00	15,00	3,00	5,000

STRATIGRAFIA

progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica	Descrizione litologica
	0,00	1,80	1,80		TERRENO VEGETALE
1	1,80	15,00	13,20		GHIAIA CON SABBIA
1	15,00	16,50	1,50		LIMO ARGILLOSO
1	16,50	28,00	11,50		GHIAIA E SABBIA
1	28,00	29,00	1,00		LIMO ARGILLOSO
1	29,00	38,00	9,00		GHIAIA E SABBIA
1	38,00	39,50	1,50		LIMO ARGILLOSO
1	39,50	50,00	10,50		GHIAIA CON SABBIA

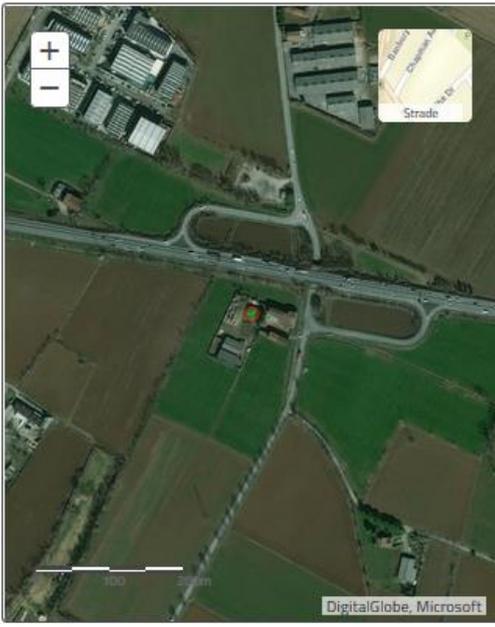
 		Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale																																																		
Archivio nazionale delle indagini nel sottosuolo (Legge 464/1984)																																																				
Dati generali		Ubicazione indicativa dell'area d'indagine																																																		
Codice: 19328 Regione: LOMBARDIA Provincia: BRESCIA Comune: BRESCIA Tipologia: PERFORAZIONE Opera: POZZO PER ACQUA Profondità (m): 60,00 Quota pc slm (m): 136,00 Anno realizzazione: 2004 Numero diametri: 1 Presenza acqua: SI Portata massima (l/s): ND Portata esercizio (l/s): 10,000 Numero falde: 2 Numero filtri: 1 Numero piezometrie: 1 Stratigrafia: SI Certificazione(*): SI Numero strati: 7 Longitudine WGS84 (dd): 10,289217 Latitudine WGS84 (dd): 45,515933 Longitudine WGS84 (dms): 10° 17' 21.21" E Latitudine WGS84 (dms): 45° 30' 57.57" N (*)Indica la presenza di un professionista nella compilazione della stratigrafia																																																				
DIAMETRI PERFORAZIONE																																																				
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Progr</th> <th>Da profondità (m)</th> <th>A profondità (m)</th> <th>Lunghezza (m)</th> <th>Diametro (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>0,00</td> <td>60,00</td> <td>60,00</td> <td>270</td> </tr> </tbody> </table>	Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)	1	0,00	60,00	60,00	270																																										
Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)																																																
1	0,00	60,00	60,00	270																																																
FALDE ACQUIFERE																																																				
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Progr</th> <th>Da profondità (m)</th> <th>A profondità (m)</th> <th>Lunghezza (m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>18,50</td> <td>26,00</td> <td>7,50</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>38,00</td> <td>60,00</td> <td>22,00</td> </tr> </tbody> </table>	Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	1	18,50	26,00	7,50	2	38,00	60,00	22,00																																								
Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)																																																	
1	18,50	26,00	7,50																																																	
2	38,00	60,00	22,00																																																	
POSIZIONE FILTRI																																																				
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Progr</th> <th>Da profondità (m)</th> <th>A profondità (m)</th> <th>Lunghezza (m)</th> <th>Diametro (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>54,00</td> <td>60,00</td> <td>6,00</td> <td>168</td> </tr> </tbody> </table>	Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)	1	54,00	60,00	6,00	168																																										
Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)																																																
1	54,00	60,00	6,00	168																																																
MISURE PIEZOMETRICHE																																																				
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Data rilevamento</th> <th>Livello statico (m)</th> <th>Livello dinamico (m)</th> <th>Abbassamento (m)</th> <th>Portata (l/s)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ott/2004</td> <td>18,50</td> <td>19,50</td> <td>1,00</td> <td>10,000</td> </tr> </tbody> </table>	Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)	Portata (l/s)	ott/2004	18,50	19,50	1,00	10,000																																										
Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)	Portata (l/s)																																																
ott/2004	18,50	19,50	1,00	10,000																																																
STRATIGRAFIA																																																				
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Progr</th> <th>Da profondità (m)</th> <th>A profondità (m)</th> <th>Spessore (m)</th> <th>Età geologica</th> <th>Descrizione litologica</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>0,00</td> <td>1,00</td> <td>1,00</td> <td></td> <td>TERRENO DI RIPORTO</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>1,00</td> <td>3,00</td> <td>2,00</td> <td></td> <td>TERRENO VEGETALE</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>3,00</td> <td>26,00</td> <td>23,00</td> <td></td> <td>GHIAIA E SABBIA</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>26,00</td> <td>38,00</td> <td>12,00</td> <td></td> <td>ARGILLA CON SABBIA GRIGIA</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>38,00</td> <td>51,00</td> <td>13,00</td> <td></td> <td>GHIAIA E SABBIA</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>51,00</td> <td>53,00</td> <td>2,00</td> <td></td> <td>ARGILLA GIALLA</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>53,00</td> <td>60,00</td> <td>7,00</td> <td></td> <td>GHIAIA E SABBIA</td> </tr> </tbody> </table>	Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica	Descrizione litologica	1	0,00	1,00	1,00		TERRENO DI RIPORTO	2	1,00	3,00	2,00		TERRENO VEGETALE	3	3,00	26,00	23,00		GHIAIA E SABBIA	4	26,00	38,00	12,00		ARGILLA CON SABBIA GRIGIA	5	38,00	51,00	13,00		GHIAIA E SABBIA	6	51,00	53,00	2,00		ARGILLA GIALLA	7	53,00	60,00	7,00		GHIAIA E SABBIA				
Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica	Descrizione litologica																																															
1	0,00	1,00	1,00		TERRENO DI RIPORTO																																															
2	1,00	3,00	2,00		TERRENO VEGETALE																																															
3	3,00	26,00	23,00		GHIAIA E SABBIA																																															
4	26,00	38,00	12,00		ARGILLA CON SABBIA GRIGIA																																															
5	38,00	51,00	13,00		GHIAIA E SABBIA																																															
6	51,00	53,00	2,00		ARGILLA GIALLA																																															
7	53,00	60,00	7,00		GHIAIA E SABBIA																																															

 		Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale			
Archivio nazionale delle indagini nel sottosuolo (Legge 464/1984)					
Dati generali		Ubicazione indicativa dell'area d'indagine			
Codice: 19332 Regione: LOMBARDIA Provincia: BRESCIA Comune: BRESCIA Tipologia: PERFORAZIONE Opera: POZZO PER ACQUA Profondità (m): 59,00 Quota pc slm (m): 136,00 Anno realizzazione: 2003 Numero diametri: 1 Presenza acqua: SI Portata massima (l/s): ND Portata esercizio (l/s): 10,000 Numero falde: 2 Numero filtri: 1 Numero piezometrie: 1 Stratigrafia: SI Certificazione(*): SI Numero strati: 9 Longitudine WGS84 (dd): 10,292772 Latitudine WGS84 (dd): 45,511436 Longitudine WGS84 (dms): 10° 17' 33.33" E Latitudine WGS84 (dms): 45° 30' 41.41" N (*)Indica la presenza di un professionista nella compilazione della stratigrafia					
DIAMETRI PERFORAZIONE					
Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)	
1	0,00	59,00	59,00	280	
FALDE ACQUIFERE					
Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)		
1	21,10	27,00	5,90		
2	35,00	56,00	21,00		
POSIZIONE FILTRI					
Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)	
1	40,00	54,00	14,00	180	
MISURE PIEZOMETRICHE					
Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)	Portata (l/s)	
nov/2003	21,10	21,60	0,50	10,000	
STRATIGRAFIA					
Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica	Descrizione litologica
1	0,00	2,00	2,00		RIPORTO
2	2,00	12,00	10,00		GHIAIA CON TROVANTI
3	12,00	27,00	15,00		GHIAIA LEGATA CON LENTI DI CONGLOMERATO
4	27,00	32,00	5,00		ARGILLA DI VARIE COLORAZIONI
5	32,00	35,00	3,00		GHIAIA CON ARGILLA
6	35,00	40,00	5,00		GHIAIA CON CEPPO BIANCO
7	40,00	42,00	2,00		GHIAIA CON ARGILLA
8	42,00	56,00	14,00		GHIAIA CON SABBIA E CEPPO BIANCO
9	56,00	59,00	3,00		ARGILLA

Relazione geologica, geomorfologica e idrogeologica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
INOW	00 R 69	RG	GE 0001 001	A	90 di 93

 		Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale			
Archivio nazionale delle indagini nel sottosuolo (Legge 464/1984)					
Dati generali		Ubicazione indicativa dell'area d'indagine			
Codice: 20240 Regione: LOMBARDIA Provincia: BRESCIA Comune: REZZATO Tipologia: PERFORAZIONE Opera: POZZO PER ACQUA Profondità (m): 60,00 Quota pc slm (m): 140,00 Anno realizzazione: 2007 Numero diametri: 1 Presenza acqua: SI Portata massima (l/s): 2,000 Portata esercizio (l/s): 1,500 Numero falde: 1 Numero filtri: 1 Numero piezometrie: 1 Stratigrafia: SI Certificazione(*): NO Numero strati: 5 Longitudine WGS84 (dd): 10,300717 Latitudine WGS84 (dd): 45,509539 Longitudine WGS84 (dms): 10° 18' 02.02" E Latitudine WGS84 (dms): 45° 30' 34.34" N (*)Indica la presenza di un professionista nella compilazione della stratigrafia					
DIAMETRI PERFORAZIONE					
Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)	
1	0,00	60,00	60,00	250	
FALDE ACQUIFERE					
Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)		
1	35,00	60,00	25,00		
POSIZIONE FILTRI					
Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)	
1	50,00	60,00	10,00	170	
MISURE PIEZOMETRICHE					
Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)	Portata (l/s)	
set/2007	22,40	23,10	0,70	10,100	
STRATIGRAFIA					
Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica	Descrizione litologica
1	0,00	1,00	1,00		TERRENO DI ALTERAZIONE SUPERFICIALE
2	1,00	18,00	17,00		GHIAIA CON TROVANTI
3	18,00	31,00	13,00		GHIAIA E SABBIA
4	31,00	34,00	3,00		ARGILLA GIALLASTRA
5	34,00	60,00	26,00		GHIAIA E SABBIA

Dati generali	Ubicazione indicativa dell'area d'indagine
Codice: 20243 Regione: LOMBARDIA Provincia: BRESCIA Comune: REZZATO Tipologia: PERFORAZIONE Opera: POZZO PER ACQUA Profondità (m): 90,00 Quota pc slm (m): ND Anno realizzazione: 1990 Numero diametri: 1 Presenza acqua: SI Portata massima (l/s): 5,000 Portata esercizio (l/s): 1,000 Numero falde: 2 Numero filtri: 1 Numero piezometrie: 1 Stratigrafia: SI Certificazione(*): NO Numero strati: 4 Longitudine WGS84 (dd): 10,309467 Latitudine WGS84 (dd): 45,497108 Longitudine WGS84 (dms): 10° 18' 34.34" E Latitudine WGS84 (dms): 45° 29' 49.49" N (*)Indica la presenza di un professionista nella compilazione della stratigrafia	

DIAMETRI PERFORAZIONE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	0,00	90,00	90,00	115

FALDE ACQUIFERE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)
1	20,00	40,00	20,00
2	72,00	90,00	18,00

POSIZIONE FILTRI

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	87,00	90,00	3,00	115

MISURE PIEZOMETRICHE

Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)	Portata (l/s)
set/1990	20,00	24,00	4,00	5,000

STRATIGRAFIA

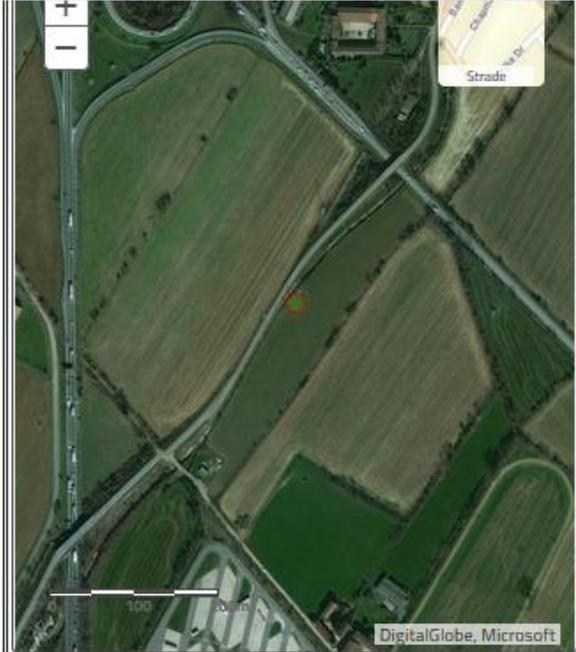
Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica	Descrizione litologica
1	0,00	2,00	2,00		TERRENO VEGETALE
2	2,00	40,00	38,00		GHIAIA E SASSI
3	40,00	72,00	32,00		ARGILLA CENERE
4	72,00	90,00	18,00		GHIAIA E SASSI

Relazione geologica, geomorfologica e idrogeologica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
INOW	00 R 69	RG	GE 0001 001	A	92 di 93

Comune: REZZATO
Tipologia: PERFORAZIONE
Opera: POZZO PER ACQUA
Profondità (m): 60,00
Quota pc slm (m): ND
Anno realizzazione: 2005
Numero diametri: 2
Presenza acqua: SI
Portata massima (l/s): 130,000
Portata esercizio (l/s): 130,000
Numero falde: 1
Numero filtri: 1
Numero piezometrie: 2
Stratigrafia: SI
Certificazione(*): SI
Numero strati: 7
Longitudine WGS84 (dd): 10,321806
Latitudine WGS84 (dd): 45,490819
Longitudine WGS84 (dms): 10° 19' 18.18" E
Latitudine WGS84 (dms): 45° 29' 26.26" N

(*)Indica la presenza di un professionista nella compilazione della stratigrafia



DIAMETRI PERFORAZIONE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	0,00	30,00	30,00	1200
2	30,00	60,00	30,00	1000

FALDE ACQUIFERE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)
1	30,00	57,00	27,00

POSIZIONE FILTRI

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	30,00	56,00	26,00	609

MISURE PIEZOMETRICHE

Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)	Portata (l/s)
lug/2005	20,20	21,20	1,00	130,000
lug/2005	20,20	21,20	1,00	236,000

STRATIGRAFIA

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica	Descrizione litologica
1	0,00	6,00	6,00		ARGILLA SABBIOSA CON CIOTTOLI E TROVANTI
2	6,00	20,50	14,50		SABBIA SPORCA CON CIOTTOLI E TROVANTI
3	20,50	25,00	4,50		FILTRAZIONI GHIAIA E SABBIA
4	25,00	30,00	5,00		CONGLOMERATO COMPATTO
5	30,00	57,00	27,00		GHIAIA GROSSA CON CIOTTOLI E SABBIA
6	57,00	58,00	1,00		ARGILLA GIALLA ROSSA CON GHIAIA
7	58,00	60,00	2,00		CONGLOMERATO COMPATTO

Relazione geologica, geomorfologica e idrogeologica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
INOW	00 R 69	RG	GE 0001 001	A	93 di 93

INFORMAZIONI INDAGINE
COMUNE: MAZZANO IDE: D6D243828534
QUOTA (m s.l.m.): 142 PROFONDITA'(m): 25 NUMERO STRATI: 8

Strato	Da	A	Spessore	descrizione	sigla
1	0	1	1	Terreno vegetale limoso debolmente sabbioso argilloso ghiaioso	ZS
2	1	1,6	0,6	Ghiaia sabbiosa con limo	G S L
3	1,6	3,3	1,7	Ghiaia sabbiosa	G S
4	3,3	6,1	2,8	Ghiaia sabbiosa debolmente limosa	G S L
5	6,1	6,4	0,3	Trovante	GB
6	6,4	16	9,6	Ghiaia sabbioso-limosa	G S L
7	16	20,4	4,4	Ghiaia sabbiosa debolmente limosa e trovanti	G S L GB
8	20,4	25	4,6	Sabbia media limoso-ghiaiosa	S3 L G

INFORMAZIONI INDAGINE
COMUNE: MAZZANO IDE: D6D248308273
QUOTA (m s.l.m.): 143,4 PROFONDITA'(m): 25 NUMERO STRATI: 9

Strato	Da	A	Spessore	descrizione	sigla
1	0	1	1	Terreno vegetale sabbioso limoso debolmente ghiaioso	ZS
2	1	4	3	Sabbia medio-fine con ghiaia	S3 S4 G
3	4	6,7	2,7	Ghiaia con sabbia medio-grossa	G S3 S2
4	6,7	9	2,3	Ghiaia sabbiosa, trovanti	G S GB
5	9	10	1	Sabbia medio-fine con ghiaia	S3 S4 G
6	10	18,2	8,2	Ghiaia con sabbia medio-grossa	G S3 S2
7	18,2	21	2,8	Sabbia limoso-ghiaiosa	S L G
8	21	23	2	Sabbia con limo ghiaioso	S L G
9	23	25	2	Sabbia limoso-ghiaiosa	S L G

INFORMAZIONI INDAGINE
COMUNE: MAZZANO IDE: D6D252818007
QUOTA (m s.l.m.): 144,6 PROFONDITA'(m): 24,9 NUMERO STRATI: 7

Strato	Da	A	Spessore	descrizione	sigla
1	0	0,3	0,3	Terreno vegetale limoso sabbioso debolmente ghiaioso	ZS
2	0,3	4,4	4,1	Sabbia media ghiaiosa con ciottoli alla base	S3 G GC
3	4,4	7	2,6	Ghiaia sabbioso-limosa	G S L
4	7	7,3	0,3	Ghiaia con limo	G L
5	7,3	17,3	10	Ghiaia sabbioso-limosa e trovanti	G S L GB
6	17,3	22	4,7	Sabbia con ghiaia limosa e trovanti	S G L GB
7	22	24,9	2,9	Sabbia media limosa debolmente ghiaiosa	S3 L G