

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



CUP J84C19000370009

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

PROGETTO FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA

LINEA A.V. /A.C. MILANO - VERONA

NODO DI BRESCIA

POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE DELLO SCALO DI BRESCIA

RELAZIONE

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA

SCALA:

-


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

I N O Y 1 0 F 6 9 R G G E 0 0 0 0 0 0 1 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione Esecutiva	F. Paolucci <i>Dott. Francesco Paolucci</i>	Settembre 2020	R. Briganti <i>R. Briganti</i>	Settembre 2020	L. Barchi <i>L. Barchi</i>	Settembre 2020	M. Comedini Settembre 2020

File: INOY10F69RGGE0001001A.doc

n. Elab.:

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA</b>  <b>LINEA A.V. /A.C. MILANO - VERONA</b> <b>NODO DI BRESCIA</b>  <b>POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE DELLO SCALO DI BRESCIA</b>					
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA	<b>COMMESSA</b> IN0Y	<b>LOTTO</b> 10 F 69	<b>CODIFICA</b> RG	<b>DOCUMENTO</b> GE 0000 001	<b>REV.</b> A

## INDICE

1	PREMESSA.....	5
	NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	7
2	INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO.....	9
2.1	INQUADRAMENTO GEOLOGICO .....	9
2.1.1	<i>Assetto strutturale</i> .....	9
2.1.2	<i>Assetto stratigrafico</i> .....	11
2.2	INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO .....	15
2.3	INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO E IDROGRAFICO .....	19
3	CARTOGRAFIA DEL RISCHIO E VINCOLI TERRITORIALI.....	23
3.1	VINCOLO IDROGEOLOGICO E PAESAGGISTICO .....	23
3.2	CARTOGRAFIA DEL RISCHIO .....	25
4	DESCRIZIONE STRATIGRAFICA DI DETTAGLIO.....	26
5	INDAGINI.....	28
5.1	PREMESSA.....	28
5.2	CAMPAGNA INDAGINI ITALFERR 2019 (PE DEMOLIZIONE E COMPLETAMENTO BONIFICA) .....	28
5.2.1	<i>Indagini in Sito</i> .....	28
5.3	PROVE DI LABORATORIO GEOTECNICO .....	29
5.4	CAMPAGNA INDAGINI ITALFERR 2018 (PFTE TRAMVIA DI BRESCIA).....	30
5.5	CAMPAGNA INDAGINI ITALFERR 2012 (PE INGRESSO URBANO) .....	31

	<p><b>PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA</b></p> <p><b>LINEA A.V. /A.C. MILANO - VERONA</b>  <b>NODO DI BRESCIA</b></p> <p><b>POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE DELLO SCALO DI BRESCIA</b></p>												
<p>RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA</p>	<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>IN0Y</td> <td>10 F 69</td> <td>RG</td> <td>GE 0000 001</td> <td>A</td> <td>3 di 93</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IN0Y	10 F 69	RG	GE 0000 001	A	3 di 93
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IN0Y	10 F 69	RG	GE 0000 001	A	3 di 93								

6	INQUADRAMENTO SISMICO.....	33
6.1	PREMESSA.....	33
6.2	ZONAZIONE SISMICA DEL PGT DEL COMUNE DI BRESCIA.....	34
6.3	STRUTTURE TETTONICHE E AREE SISMOGENETICHE.....	36
6.4	DEFINIZIONE DELL'AZIONE SISMICA DI PROGETTO .....	41
6.5	ANALISI DI PERICOLOSITÀ RISPETTO AL FENOMENO DELLA LIQUEFAZIONE .....	48
7	CONCLUSIONI.....	50
8	BIBLIOGRAFIA.....	52


ALLEGATO - INDAGINI BIBLIOGRAFICHE

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA,  
 IDROGEOLOGICA E SISMICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IN0Y	10 F 69	RG	GE 0000 001	A	4 di 93

**TAVOLE DI RIFERIMENTO**

Descrizione	Scala	Codifica																				
		I	N	0	Y	1	0	F	6	9	G	5	G	E	0	0	0	1	0	0	1	A
Carta geologica con elementi di geomorfologia	1:5000	I	N	0	Y	1	0	F	6	9	G	5	G	E	0	0	0	1	0	0	1	A
Profilo geologico	1:2000/500	I	N	0	Y	1	0	F	6	9	F	Z	G	E	0	0	0	1	0	0	1	A
Profilo geologico	1:2000/500	I	N	0	Y	1	0	F	6	9	F	Z	G	E	0	0	0	1	0	0	2	A
Carta idrogeologica	1:5000	I	N	0	Y	1	0	F	6	9	N	5	G	E	0	0	0	2	0	0	1	A
Profilo idrogeologico	1:2000/500	I	N	0	Y	1	0	F	6	9	F	Z	G	E	0	0	0	2	0	0	1	A
Profilo idrogeologico	1:2000/500	I	N	0	Y	1	0	F	6	9	F	Z	G	E	0	0	0	2	0	0	2	A
Planimetria ubicazione indagini	1:5000	I	N	0	Y	1	0	F	6	9	G	5	G	E	0	0	0	5	0	0	1	A

	<b>PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA</b>					
	<b>LINEA A.V. /A.C. MILANO - VERONA</b> <b>NODO DI BRESCIA</b> <b>POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE DELLO SCALO DI BRESCIA</b>					
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA	<b>COMMESSA</b> IN0Y	<b>LOTTO</b> 10 F 69	<b>CODIFICA</b> RG	<b>DOCUMENTO</b> GE 0000 001	<b>REV.</b> A	<b>FOGLIO</b> 5 di 93

## 1 PREMESSA

Lo studio di Potenziamento Infrastrutturale dello Scalo di Brescia, oggetto dell'incarico di cui all'art. 4 del Contratto tra Rete Ferroviaria Italiana S.p.A. e Italferr S.p.A. sottoscritto in data 28.02.2019, prevede l'adeguamento del fascio A/P del terminal e delle aste di manovra alle esigenze del futuro terminal intermodale di competenza della società TerAlp, la cui realizzazione è prevista in ambito del PFTE del Potenziamento tecnologico dello scalo di Brescia.

Il presente documento si riferisce è parte integrante dello studio geologico relativo al Progetto di Fattibilità Tecnico-Economica di seconda fase del Potenziamento Infrastrutturale dello Scalo di Brescia, che riguarda la realizzazione del nuovo PRG di scalo, per adeguarlo alle nuove esigenze di traffico merci, e la realizzazione di un'asta di manovra da 750 metri lato Milano, che permetterà l'instradamento dei treni verso Verona.

L'attivazione della tratta AV/AC Milano – Brescia del 2016, infatti, ha consentito di liberare la capacità sulla linea storica Milano-Venezia anche per traffici merci da/per Milano. L'incremento di traffico futuro sull'asse ferroviario Torino-Venezia, richiede, appunto, l'intervento di potenziamento dello Scalo di Brescia.

In tale scenario si inserisce il progetto in parola che deve compatibilizzare l'impianto attuale di Brescia (attivazione di fase 4) con le esigenze di TerAlp e gli interventi nel loro ambito. L'opera relativa al Potenziamento Infrastrutturale dello Scalo di Brescia è suddivisa in due interventi:

- Realizzazione dell'asta di manovra di 750 metri lato Milano, sviluppato con PFTE di prima e seconda fase.
- Nuovo PRG dello scalo di Brescia, sviluppato con PFTE di seconda fase, in aree ferroviarie.

Nel maggio 2012 è stato sottoscritto tra il Gruppo FS ed Hupac un "Memorandum of Understanding" con cui si è condiviso l'intento di sviluppare infrastrutture ed attività terminalistiche nel Nord Italia (Programma "Nuovi Terminal Nord Italia" – NTNI).

Nell'ambito del Contratto di Programma Parte Investimenti 2017 - 2021, l'investimento è ricompreso all'interno della Tabella A "Portafoglio Investimenti in corso e programmatici – Classe A – Programmi pluriennali di intervento – Programma Porti ed Interporti - Ultimo/penultimo miglio ferroviario e connessioni alla rete" - riga P060 – "Infrastrutturazione Porti e Terminali".


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.

	<p><b>PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA</b></p> <p><b>LINEA A.V. /A.C. MILANO - VERONA</b>  <b>NODO DI BRESCIA</b></p> <p><b>POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE DELLO SCALO DI BRESCIA</b></p>												
<p>RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA</p>	<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>IN0Y</td> <td>10 F 69</td> <td>RG</td> <td>GE 0000 001</td> <td>A</td> <td>6 di 93</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IN0Y	10 F 69	RG	GE 0000 001	A	6 di 93
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IN0Y	10 F 69	RG	GE 0000 001	A	6 di 93								


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.

	<p><b>PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA</b></p> <p><b>LINEA A.V. /A.C. MILANO - VERONA</b>  <b>NODO DI BRESCIA</b></p> <p><b>POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE DELLO SCALO DI BRESCIA</b></p>												
<p>RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA</p>	<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>IN0Y</td> <td>10 F 69</td> <td>RG</td> <td>GE 0000 001</td> <td>A</td> <td>7 di 93</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IN0Y	10 F 69	RG	GE 0000 001	A	7 di 93
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IN0Y	10 F 69	RG	GE 0000 001	A	7 di 93								

## 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.
- 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).

	<p><b>PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA</b></p> <p><b>LINEA A.V. /A.C. MILANO - VERONA</b>  <b>NODO DI BRESCIA</b></p> <p><b>POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE DELLO SCALO DI BRESCIA</b></p>												
<p>RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA</p>	<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>IN0Y</td> <td>10 F 69</td> <td>RG</td> <td>GE 0000 001</td> <td>A</td> <td>8 di 93</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IN0Y	10 F 69	RG	GE 0000 001	A	8 di 93
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IN0Y	10 F 69	RG	GE 0000 001	A	8 di 93								

- 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”.
- PGT Comune di Brescia, aggiornamento del 2018.



	<b>PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA</b>					
	<b>LINEA A.V. /A.C. MILANO - VERONA</b> <b>NODO DI BRESCIA</b> <b>POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE DELLO SCALO DI BRESCIA</b>					
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA	<b>COMMESSA</b>	<b>LOTTO</b>	<b>CODIFICA</b>	<b>DOCUMENTO</b>	<b>REV.</b>	<b>FOGLIO</b>
	IN0Y	10 F 69	RG	GE 0000 001	A	9 di 93

## 2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

L'area d'interesse si sviluppa nel settore orientale della regione Lombardia, nella parte sud-occidentale del territorio comunale di Brescia, il quale occupa una superficie di 90.34 km<sup>2</sup> 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. La parte più occidentale del tracciato è situata al confine con il comune di Roncadelle.

Le opere in progetto sono situate in un'area pianeggiante ed individuate nel poligono rosso evidenziato in Figura 2-1.




**Figura 2-1 - Immagine aerea dell'area di Brescia, in rosso si evidenzia l'area di progetto e oggetto di studio.**  
 (Immagine, non in scala, da Google Earth).

### 2.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

#### 2.1.1 *Assetto strutturale*

L'area in esame 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

	<p><b>PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA</b></p> <p><b>LINEA A.V. /A.C. MILANO - VERONA</b>  <b>NODO DI BRESCIA</b></p> <p><b>POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE DELLO SCALO DI BRESCIA</b></p>												
<p>RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA</p>	<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>IN0Y</td> <td>10 F 69</td> <td>RG</td> <td>GE 0000 001</td> <td>A</td> <td>10 di 93</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IN0Y	10 F 69	RG	GE 0000 001	A	10 di 93
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IN0Y	10 F 69	RG	GE 0000 001	A	10 di 93								

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 - SSO (direzione giudicariense) localmente disturbato da faglie trasversali, che ha portato i litotipi della Corna (vedi paragrafo 2.1.2) 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 NO della località Caionvico (Figura 2-2), 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.

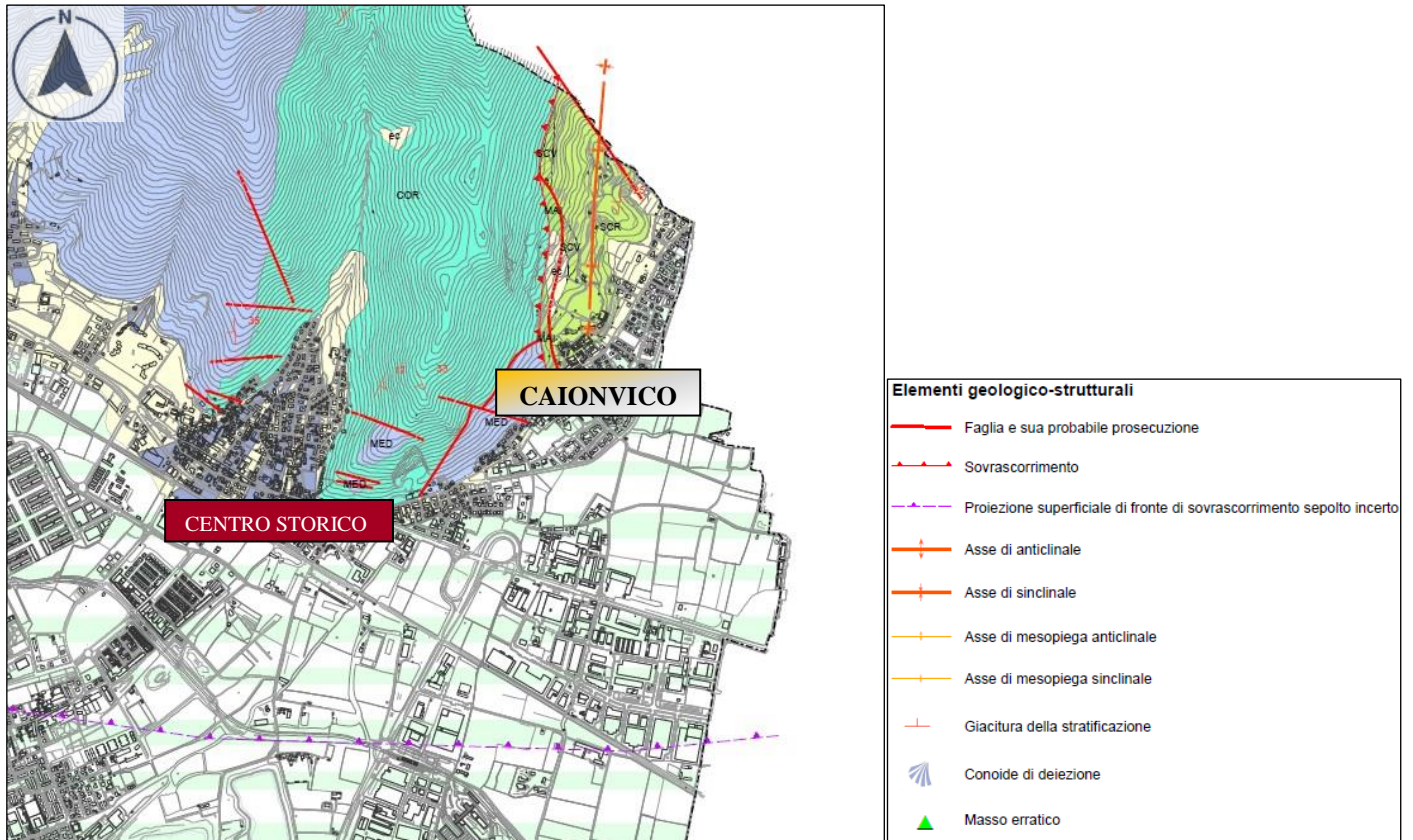
La successione carbonatica mesozoica è stata intensamente interessata da sovrascorrimenti e strutture plicative durante il Miocene. I sistemi di dislocazione che interessano il substrato roccioso sono globalmente riconducibili alle direttrici tettoniche regionali e identificabili con il Sistema Orobico 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 2.1.2) verso Ovest, viene in contatto stratigrafico con i più recenti termini del Medolo (calcari 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 fluvio-glaciali 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 fluvio-glaciali è stata 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), da altri invece come

	<b>PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA</b> <b>LINEA A.V. /A.C. MILANO - VERONA</b> <b>NODO DI BRESCIA</b> <b>POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE DELLO SCALO DI BRESCIA</b>					
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA	<b>COMMESSA</b> IN0Y	<b>LOTTO</b> 10 F 69	<b>CODIFICA</b> RG	<b>DOCUMENTO</b> GE 0000 001	<b>REV.</b> A


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 2-2 – Stralcio, non in scala, 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.**

### 2.1.2 *Assetto stratigrafico*

Il territorio di interesse è caratterizzato da un'ampia zona pianeggiante ascrivibile ai depositi fluviali e fluvio-glaciali 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.

	<b>PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA</b>  <b>LINEA A.V. /A.C. MILANO - VERONA</b> <b>NODO DI BRESCIA</b>  <b>POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE DELLO SCALO DI BRESCIA</b>												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA	<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>IN0Y</td> <td>10 F 69</td> <td>RG</td> <td>GE 0000 001</td> <td>A</td> <td>12 di 93</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IN0Y	10 F 69	RG	GE 0000 001	A	12 di 93
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IN0Y	10 F 69	RG	GE 0000 001	A	12 di 93								

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 progetto (evidenziato in rosso in Figura 2-3) sono costituiti da depositi alluvionali e fluvio-glaciali, sedimentati a partire dalla glaciazione del Riss.

Di seguito viene descritto l'assetto stratigrafico, dal più recente al più antico:

- **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 fluvio-glaciali e fluviali (fg):* Si tratta di depositi alluvionali più antichi associati alle alluvioni fluvio-glaciali dai quali frequentemente risultano indistinguibili. Sono costituiti da depositi ghiaiosi, sabbiosi e limosi con strato di alterazione superficiale argilloso, localmente ricoperti da coltre limosa. Si sviluppa principalmente nella porzione di pianura orientale e sud-orientale, dove sono caratterizzati da un'origine più francamente fluvio-glaciale. (Olocene inf.? – Pleistocene sup.).

- **Successione Mesozoica:**

- *Scaglia Lombarda (SCR e SCV):* Affiora solamente lungo il versante orientale del M. Maddalena ed è suddivisa in Scaglia Rossa (SCR) e Scaglia Variegata (SCV). La prima è costituita da marne calcaree fogliettate, talora argillose e calcari marnosi rosa e rossi; la seconda presenta affioramenti più ridotti ed

	<p><b>PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA</b></p> <p><b>LINEA A.V. /A.C. MILANO - VERONA</b>  <b>NODO DI BRESCIA</b></p> <p><b>POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE DELLO SCALO DI BRESCIA</b></p>												
<p>RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA</p>	<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>IN0Y</td> <td>10 F 69</td> <td>RG</td> <td>GE 0000 001</td> <td>A</td> <td>13 di 93</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IN0Y	10 F 69	RG	GE 0000 001	A	13 di 93
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IN0Y	10 F 69	RG	GE 0000 001	A	13 di 93								

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. (Baioiciano 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.).

L'area di progetto (Figura 2-3) si imposta sui depositi alluvionali fluvioglaciali "aa" (cfr. la carta e profilo geologico redatti a corredo del presente studio, IN0Y00F69G5GE0001001A, IN0Y00F69FZGE0001001A-2A), caratterizzati da depositi sabbioso-ghiaiosi postglaciali (Figura 2-3).

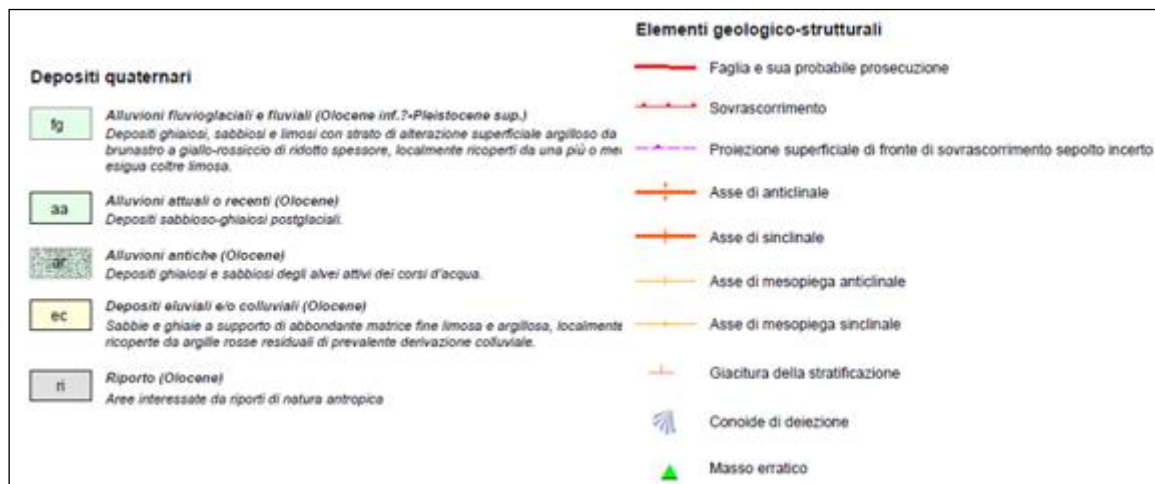
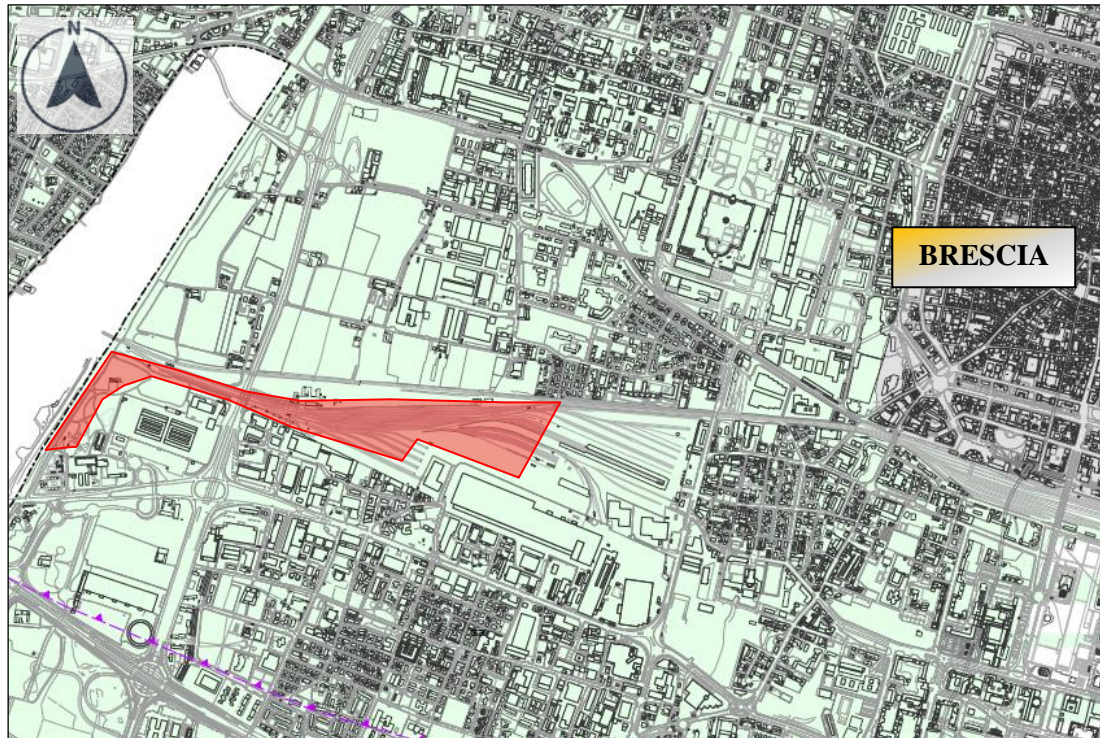



Figura 2-3 – Stralcio, non in scala, della Carta Geologico-Strutturale allegata al Piano di Governo del Territorio del comune di Brescia e legenda delle diverse componenti geologiche e strutturali. In rosso si evidenzia l'area degli interventi di progetto. Scala 1: 15.000.

	<b>PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA</b>					
	<b>LINEA A.V. /A.C. MILANO - VERONA</b> <b>NODO DI BRESCIA</b> <b>POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE DELLO SCALO DI BRESCIA</b>					
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA	<b>COMMESSA</b> IN0Y	<b>LOTTO</b> 10 F 69	<b>CODIFICA</b> RG	<b>DOCUMENTO</b> GE 0000 001	<b>REV.</b> A	<b>FOGLIO</b> 15 di 93

## 2.2 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

L'area di studio si sviluppa in pianura (Figura 2-4), con quote che variano da 130 a 140 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 del territorio comunale. L'area si trova alla sinistra orografica del Fiume Mella, fiume a carattere torrentizio. Il Fiume 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 in due ambiti principali, ovvero gli anfiteatri morenici (gardesano e sebino) ed il livello fondamentale della pianura, ed in altri due minori per estensione quali le Prealpi e le valli fluviali. Di seguito le descrizioni:

- *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 depositi 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, 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 fluvioglaciali 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%.

- *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.



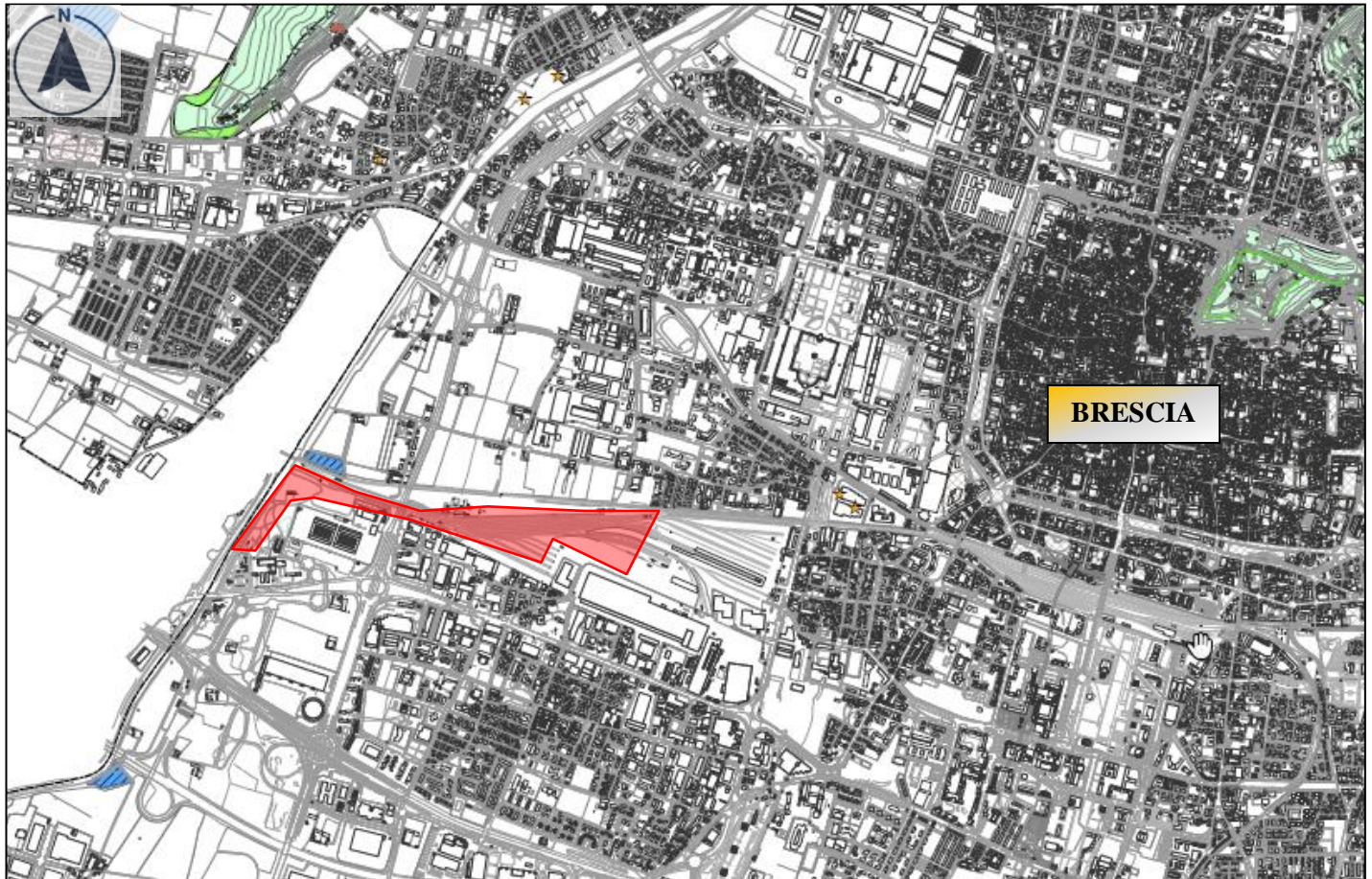
































Figura 2-4 – Stralcio, non in scala, della Carta Geomorfologica allegata al Piano di Governo del Territorio del comune di Brescia. Scala 1: 15.000. In rosso è evidenziata l'area degli interventi di progetto.


	<b>PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA</b>  <b>LINEA A.V. /A.C. MILANO - VERONA</b> <b>NODO DI BRESCIA</b>  <b>POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE DELLO SCALO DI BRESCIA</b>					
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA	<b>COMMESSA</b> INOY	<b>LOTTO</b> 10 F 69	<b>CODIFICA</b> RG	<b>DOCUMENTO</b> GE 0000 001	<b>REV.</b> A

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 paleovalveo.
	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 2-5 – Legenda della Carta Geomorfologica allegata al Piano di Governo del Territorio del comune di Brescia.**

Dall'analisi della carta geomorfologica allegata al PGT del Comune di Brescia, l'area di progetto non risulta essere interessata da particolari elementi geomorfologici, trovandosi lontano dai rilievi collinari e in una zona di pianura. Si fa però notare come, la vicinanza al Torrente Mella comporti la presenza di una piccola area depressa di origine antropica che potrebbe essere potenzialmente allagabile in caso di piena.

	<b>PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA</b>					
	<b>LINEA A.V. /A.C. MILANO - VERONA NODO DI BRESCIA</b>					
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA	<b>POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE DELLO SCALO DI BRESCIA</b>					
	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IN0Y	10 F 69	RG	GE 0000 001	A	19 di 93


### 2.3 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO E IDROGRAFICO

Il sottosuolo del comune di Brescia è stato oggetto di numerosi studi e, anche grazie alla perforazione di numerosi pozzi profondi, è stato possibile definire alcune unità idrogeologiche sino alla profondità di circa 200 m da p.c.; tali unità 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 2-6), 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 fluvio-glaciali 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 metri, mentre verso sud lo spessore dell'unità conglomeratica tende a diminuire significativamente. Questa unità rappresenta il principale serbatoio, dal 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.

	<b>PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA</b>					
	<b>LINEA A.V. /A.C. MILANO - VERONA</b> <b>NODO DI BRESCIA</b> <b>POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE DELLO SCALO DI BRESCIA</b>					
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA	<b>COMMESSA</b>	<b>LOTTO</b>	<b>CODIFICA</b>	<b>DOCUMENTO</b>	<b>REV.</b>	<b>FOGLIO</b>
	IN0Y	10 F 69	RG	GE 0000 001	A	20 di 93

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.).

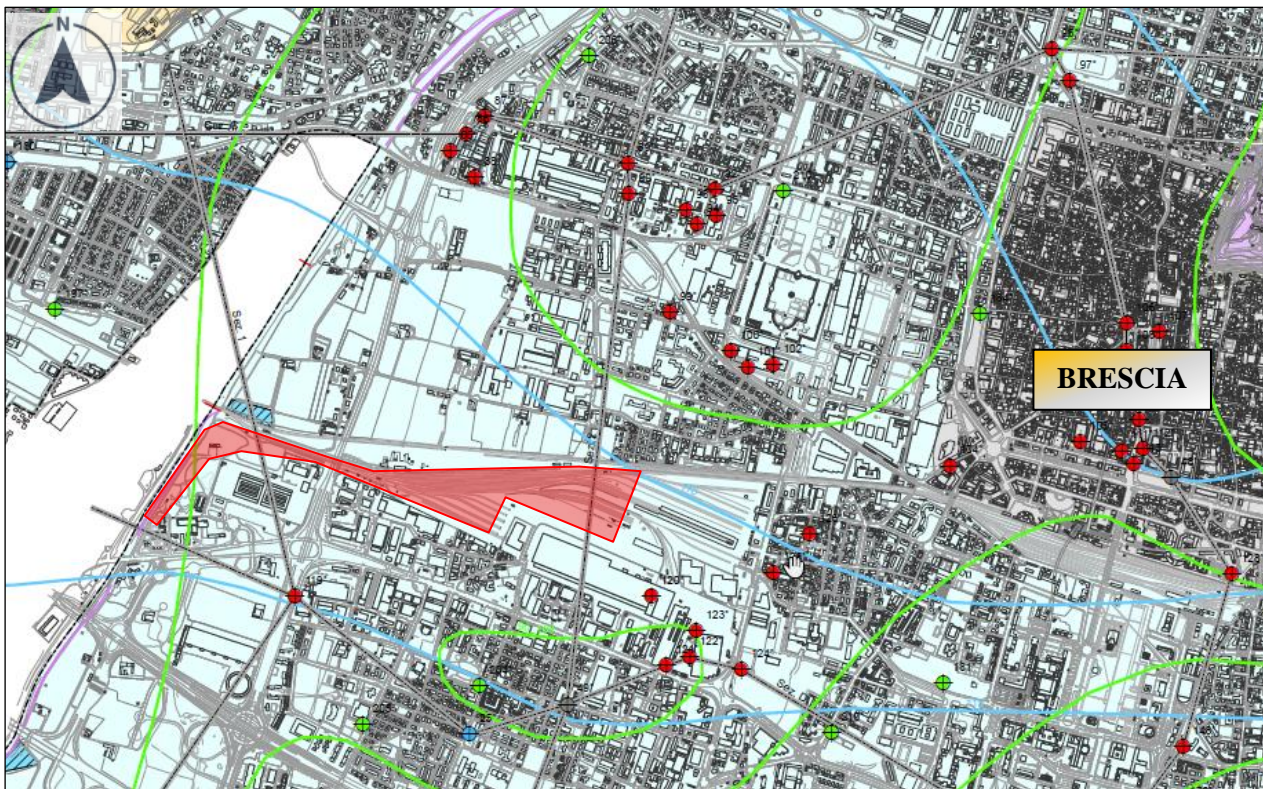
I depositi alluvionali, su cui si trova l'area di progetto, sono costituiti da materiali porosi a tessitura prevalentemente grossolana che ospitano falde libere più o meno protette. La loro permeabilità, mediamente elevata o molto elevata, è comunque variabile in funzione della loro granulometria e del 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.

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 (Figura 2-6 e relativa legenda in Figura 2-7), relative a gennaio 1994, nella zona orientale queste aumentano da E a O lungo l'area di interesse (da 116 a 120m s.l.m.). Nei profili idrogeologici (IN0Y00F69FZGE0002001A-2A), redatti a corredo del presente studio, è possibile osservare il livello della superficie piezometrica, la quale rimane pressoché costante lungo tutta l'area di progetto. Per quanto concerne i sondaggi bibliografici a disposizione, i dati relativi al livello di falda disponibile sono riportati in Tabella 2-1. 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.

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.

**Tabella 2-1 – Livelli di falda registrati durante l'esecuzione dei sondaggi**

ID	Anno	Livello di falda (m da p.c.)	Quota falda (m s.l.m.)
S1	2019	-12.45	120.21
S2	2019	-15.2	117,99
S2Tram	2018	Quota falda non rilevata (profondità 30.0m)	118.5


**Figura 2-6 – Stralcio, non in scala, della Carta Idrogeologica allegata al Piano di Governo del Territorio del comune di Brescia. Scala 1: 15.000. Nel poligono rosso ricadono gli interventi di progetto.**

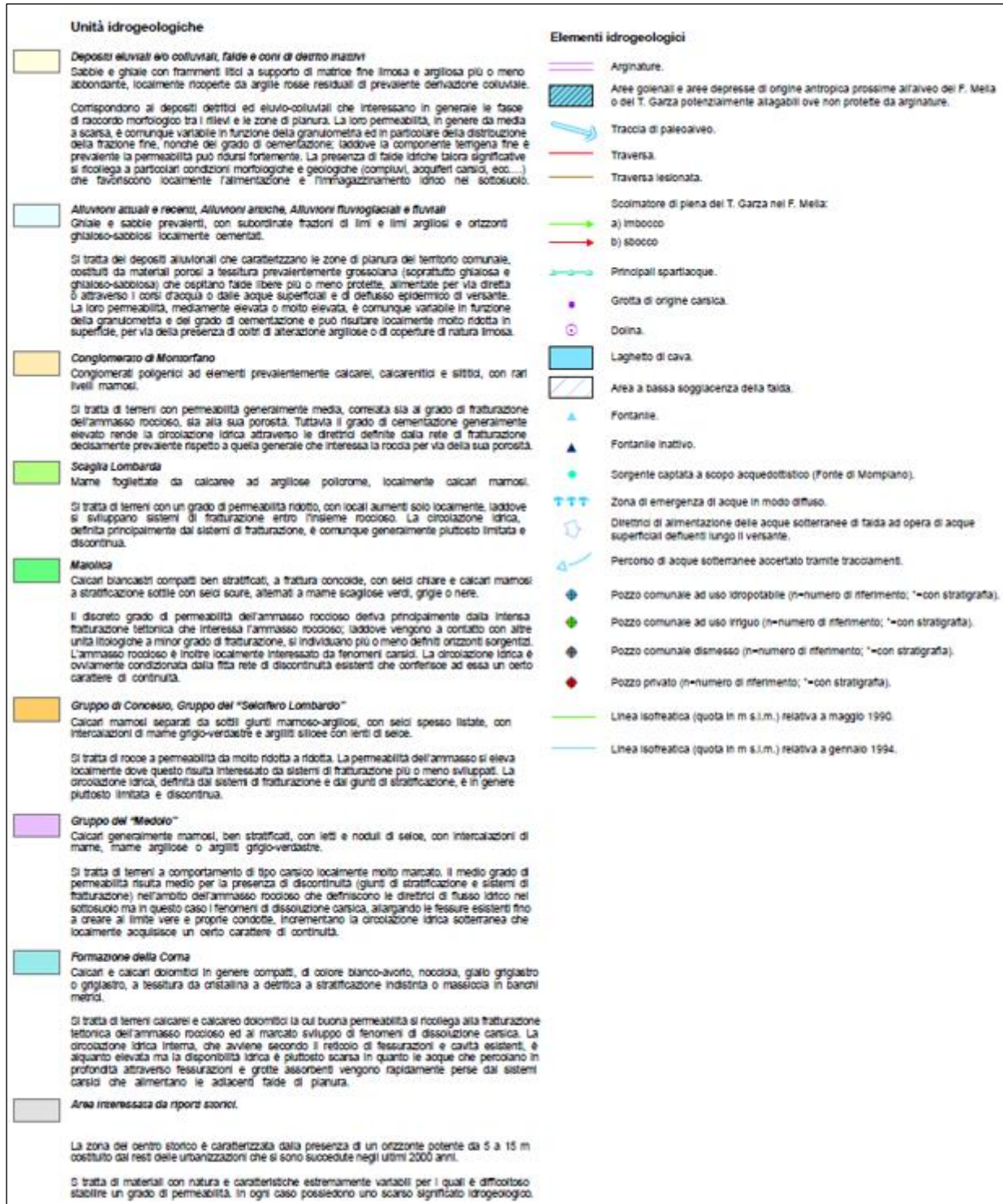


Figura 2-7 – Legenda della Carta Idrogeologica allegata al Piano di Governo del Territorio del comune di Brescia.

	<b>PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA</b> <b>LINEA A.V. /A.C. MILANO - VERONA</b> <b>NODO DI BRESCIA</b> <b>POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE DELLO SCALO DI BRESCIA</b>					
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA	<b>COMMESSA</b> IN0Y	<b>LOTTO</b> 10 F 69	<b>CODIFICA</b> RG	<b>DOCUMENTO</b> GE 0000 001	<b>REV.</b> A

### 3 CARTOGRAFIA DEL RISCHIO E VINCOLI TERRITORIALI

#### 3.1 VINCOLO IDROGEOLOGICO E PAESAGGISTICO

La cartografia relativa ai vincoli territoriali interferenti con l'area di studio fa riferimento a quanto proposto nel PGT del Comune di Brescia. Nello stralcio cartografico riportato in Figura 3-1 si può notare come l'area ricada in parte all'interno di un'area classificata, secondo il Piano di Gestione del rischio Alluvioni (2016), come potenzialmente interessata da alluvioni rare (aree P1/L).

In tutta l'area si evidenzia la presenza di criticità di carattere ambientale relative alla falda potenzialmente interessata da inquinamento diffuso e/o focolai localizzati di contaminazione individuata dal perimetro del Sito Nazionale Brescia-Caffaro (D.M. 24/02/2003). Inoltre, a nord dell'area in esame, si evidenzia la presenza di criticità relative ai terreni/riporti potenzialmente inquinati.

Si evidenzia, infine, che l'area ferroviaria è attraversata da varie rogge irrigue, a valle dello stabilimento Caffaro, che sono potenzialmente inquinanti.

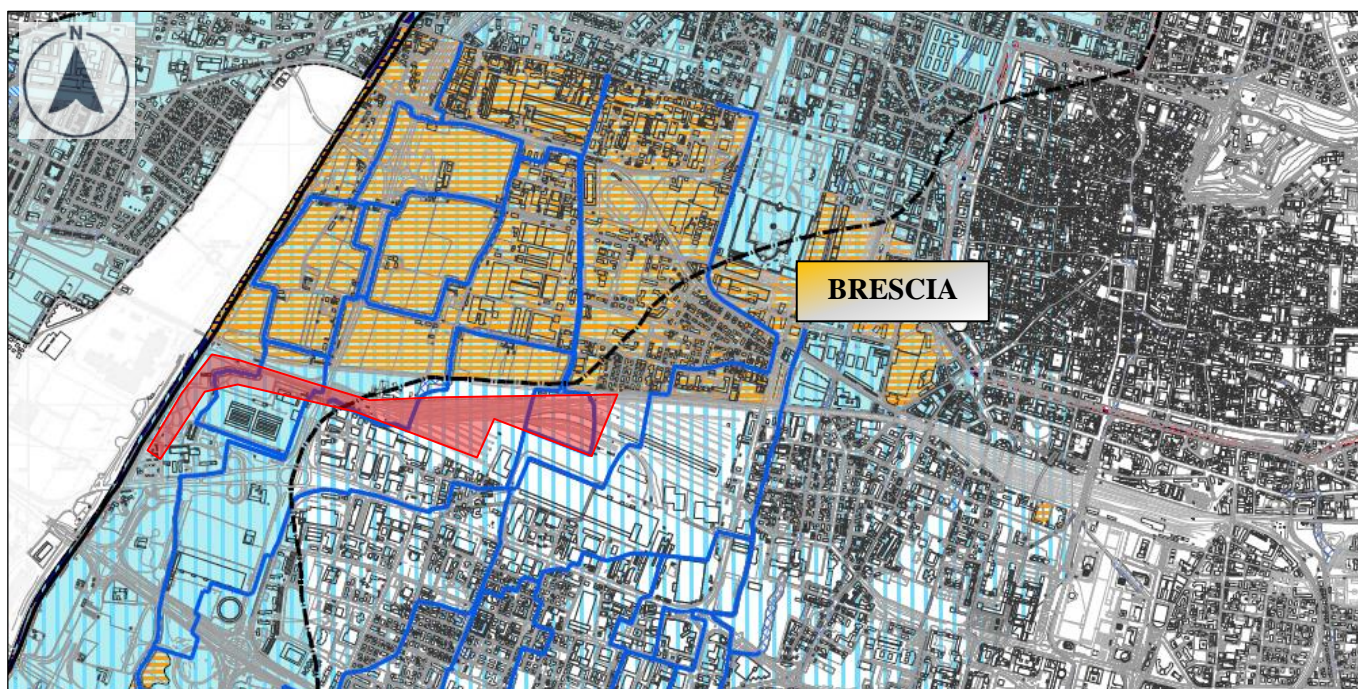
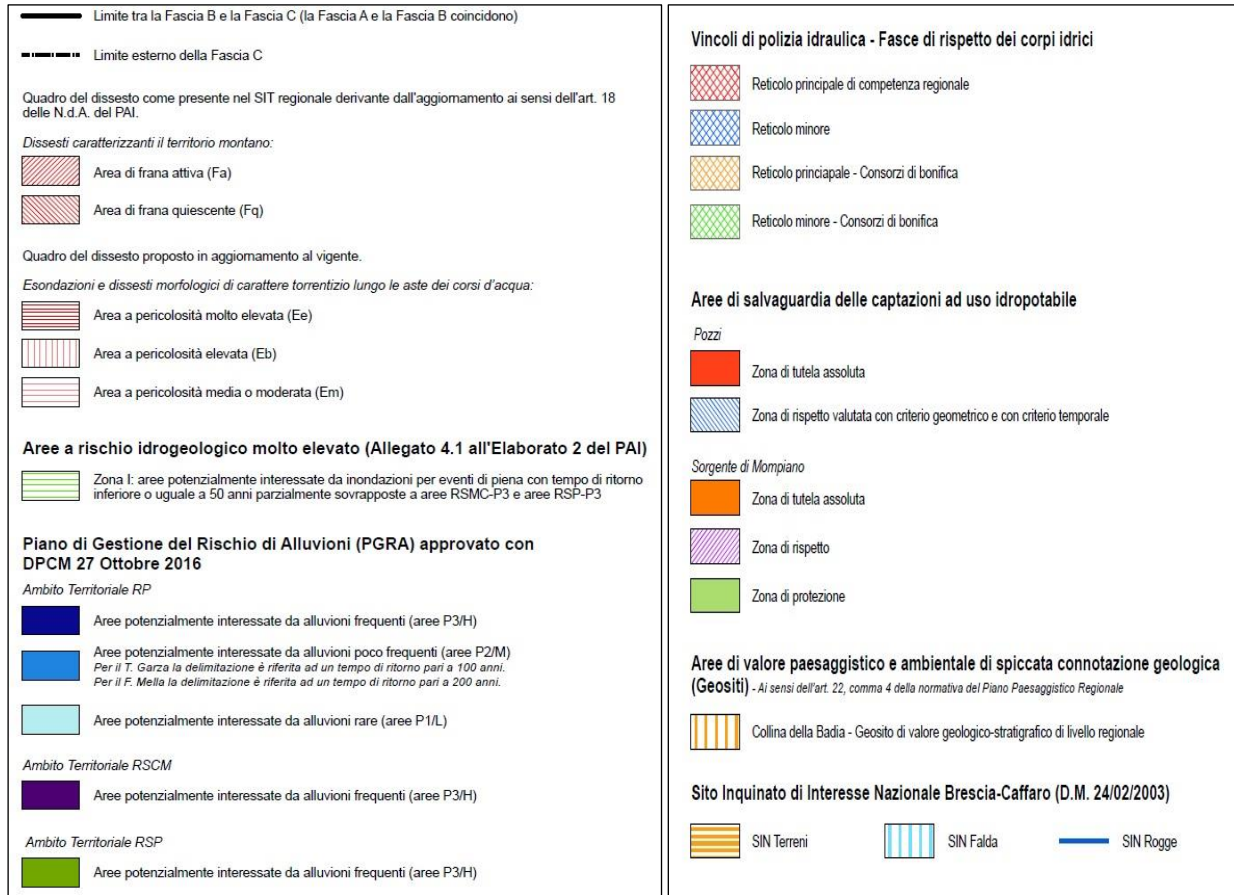


Figura 3-1 – Stralcio, non in scala, della Carta dei vincoli (2018) allegata al Piano di Governo del territorio del comune di Brescia (in rosso è evidenziato il tracciato oggetto di studio) e legenda. Scala 1: 15.000. Nel poligono rosso ricadono gli interventi di progetto.



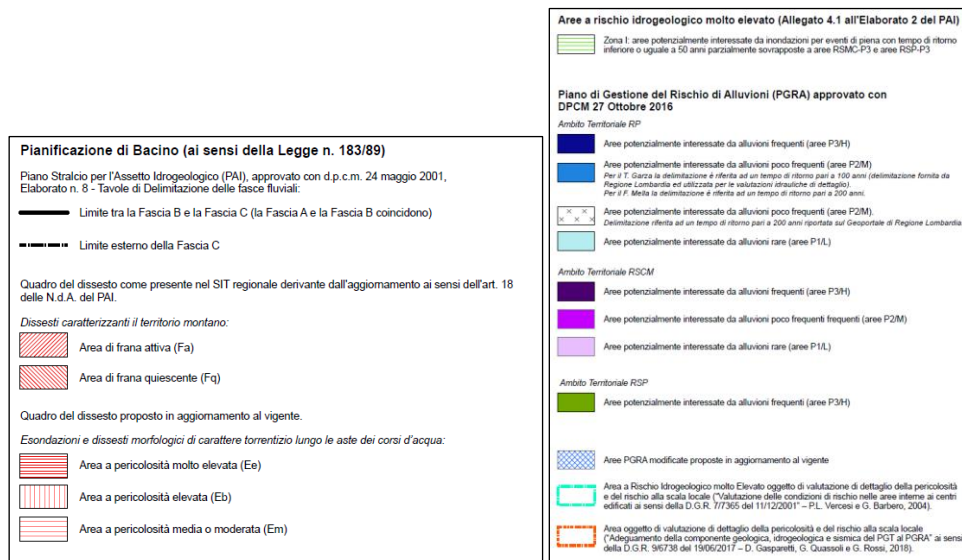
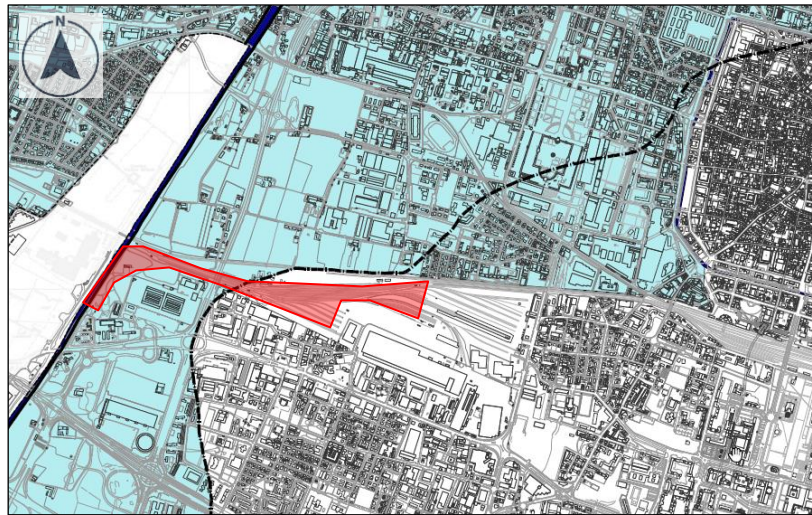
**Figura 3-2 – Legenda della Carta dei Vincoli allegata al Piano di Governo del Territorio del comune di Brescia.**



	<b>PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA</b>  <b>LINEA A.V. /A.C. MILANO - VERONA</b> <b>NODO DI BRESCIA</b>  <b>POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE DELLO SCALO DI BRESCIA</b>					
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA	<b>COMMESSA</b> INOY	<b>LOTTO</b> 10 F 69	<b>CODIFICA</b> RG	<b>DOCUMENTO</b> GE 0000 001	<b>REV.</b> A

### 3.2 CARTOGRAFIA DEL RISCHIO

Lo stralcio cartografico riportato in Figura 3-3 (Carta PAI-PGRA 2018 del PGT comunale) riporta le medesime informazioni riportate nella cartografia dei vincoli di cui al paragrafo precedente; l'area infatti, per buona parte della sua estensione, è interessata da alluvioni rare (aree P1/L). Infine, poiché l'area in esame si trova in una pianura alluvionale, non si segnalano aree di frana in prossimità della medesima.



**Figura 3-3 – Stralcio, non in scala, della Carta PAI-PGRA (2018) allegata al Piano di Governo del territorio del comune di Brescia. In rosso l'area oggetto del presente studio.**

	<b>PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA</b>					
	<b>LINEA A.V. /A.C. MILANO - VERONA</b> <b>NODO DI BRESCIA</b> <b>POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE DELLO SCALO DI BRESCIA</b>					
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA	<b>COMMESSA</b> IN0Y	<b>LOTTO</b> 10 F 69	<b>CODIFICA</b> RG	<b>DOCUMENTO</b> GE 0000 001	<b>REV.</b> A	<b>FOGLIO</b> 26 di 55

#### 4 DESCRIZIONE STRATIGRAFICA DI DETTAGLIO

Nel presente paragrafo si riporta una descrizione di dettaglio della stratigrafia dell'area in esame, con particolare riferimento ai profili geologici elaborati a partire dai sondaggi presenti (IN0Y00F69G5GE0001002A e IN0Y00F69G5GE0001002A).

Partendo dalla zona occidentale di Brescia, al confine con il comune di Roncadelle, sino al termine dell'area ferroviaria verso est, l'area è stata investigata dal sondaggio SI6 e dalle prove penetrometriche DPSH 12, 12 bis, 13 e 23 eseguite per il PE "Ingresso urbano di Brescia Ovest", dal sondaggio S2 del progetto PFTE per la "Tramvia del Comune di Brescia" (denominato S2\_Tram) e dai sondaggi S1 ed S2 eseguiti per il PE della "Demolizione del fabbricato Posto di Movimento 1, il completamento bonifica e gli interventi di realizzazione della sede ferroviaria del Posto di Manutenzione all'interno dello scalo ferroviario di Brescia".

Nei primi 800 metri non vengono incontrati sondaggi che possano fornire una stratigrafia del sottosuolo, il quale però, ricadendo in un'area di depositi fluvio-glaciali e fluviali lascia supporre la presenza di una stratigrafia di carattere ghiaioso sabbiosa, con debole presenza di fine, come confermato dai risultati della prova DPSH12bis posta al chilometro 0+450. Al chilometro 0+800, il sondaggio SI6, posto ad una quota di 131 m s.l.m. e ad una distanza di 39 metri a nord dell'asse del profilo, mostra un primo strato di riporto di 0,1 m seguito da uno strato di ghiaia, spesso poco più di un metro, interrotto da una lente di 0,8 m di argilla limoso-sabbiosa. Dalla profondità di 2,1 m da p.c. sino a fondo foro (30 m) è stato intercettato uno spesso strato di ghiaia sabbiosa.

Al chilometro 0+850 il sondaggio S2\_Tram, posto ad una quota di 129 m s.l.m. e d una distanza di circa 450 m a sud dell'asse del profilo, mostra un primo strato di materiale di riporto (0,3 m), poi sino a 2 m da p.c. uno strato sabbioso con un sottile strato sabbioso limoso da circa 1,4 m da p.c.. Proseguendo in profondità, sino a 6 m da p.c., è presente uno strato di ghiaia e sabbia fino a 6 m di profondità, seguito da una lente di argilla limosa sino a circa 8 m da p.c.. Da 8 metri fino alla massima profondità investigata (30 m) sono presenti materiali ascrivibili ai depositi fluvio-glaciali (fg), caratterizzati da sabbia, sabbia limosa e debolmente limosa ed interrotti tra 13,20 e 15,5 m di profondità da una lente argillosa limosa.


Proseguendo verso est la si trova il sondaggio S1 al km 1+139 che conferma la successione stratigrafica precedentemente incontrata, con i depositi fluviali che mostrano uno spessore di circa 11 metri sopra i depositi fluvio-glaciali che vengono intercettati sino a fondo foro (30 m). Il sondaggio S1 è posto ad una quota di 132.66 m s.l.m. ad una distanza di 20 m dalla traccia della sezione. Esso definisce uno spesso strato di ghiaia e sabbia (sino a

	<p><b>PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA</b></p> <p><b>LINEA A.V. /A.C. MILANO - VERONA</b>  <b>NODO DI BRESCIA</b></p> <p><b>POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE DELLO SCALO DI BRESCIA</b></p>												
<p>RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA</p>	<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>IN0Y</td> <td>10 F 69</td> <td>RG</td> <td>GE 0000 001</td> <td>A</td> <td>27 di 55</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IN0Y	10 F 69	RG	GE 0000 001	A	27 di 55
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IN0Y	10 F 69	RG	GE 0000 001	A	27 di 55								

27,30 m da p.c.) intercalato da due lenti di materiale fine argilloso limoso tra i 2,5 e i 3 m di profondità e tra i 27,3 m e i 30 m (massima profondità investigata dal sondaggio).

Spostandosi in prossimità del km 1+500 della sezione, il sondaggio S2 (profondo anch'esso 30 m) mostra una stratigrafia simile al sondaggio precedente in cui la successione di 30 metri di ghiaia e sabbia viene interrotta da due lenti, di diverso spessore, in cui aumenta la presenza di materiale fine. A circa 1,5 m di profondità il sondaggio intercetta il primo strato di argilla limosa che termina a circa 3 m di profondità che, data la posizione rispetto al sondaggio precedente, lascia presumere la presenza di una sottile lente di materiale fine che prosegue sino al sondaggio S1, rendendolo un corpo continuo. Infine, a circa 15 m, è presente una lente spessa di sabbia e argilla che termina a circa 21 m da p.c..

Lungo tutta la sezione la successione stratigrafica rimane costante, con i depositi alluvionali, spessi circa 10 metri, che poggiano sui depositi fluvioglaciali i quali si sviluppano in profondità oltre i 30 metri investigati dai tre sondaggi. Inoltre, per quanto riguarda la falda, analizzando la carta idrogeologica allegata al PGT comunale, è possibile osservare come le linee isofreatiche mostrino la quota della falda tra i 115 e i 116 m s.l.m., mentre la lettura della falda eseguita a sondaggio finito, mostra un valore di soggiacenza di 12,45 m (sondaggio S1) e di 15,20 (sondaggio S2), ponendo quindi la quota della falda tra 120,21 m s.l.m. e 117,99 m s.l.m.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA</b>  <b>LINEA A.V. /A.C. MILANO - VERONA</b> <b>NODO DI BRESCIA</b>  <b>POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE DELLO SCALO DI BRESCIA</b>					
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA	<b>COMMESSA</b> IN0Y	<b>LOTTO</b> 10 F 69	<b>CODIFICA</b> RG	<b>DOCUMENTO</b> GE 0000 001	<b>REV.</b> A

## 5 INDAGINI

### 5.1 PREMESSA

I dati stratigrafici a supporto del presente studio derivano:

dalla campagna di indagini in sito eseguita a supporto del PE della “Demolizione del fabbricato Posto di Movimento 1, il completamento bonifica e gli interventi di realizzazione della sede ferroviaria del Posto di Manutenzione all’interno dello scalo ferroviario di Brescia” che comprende n. 2 sondaggi a carotaggio continuo, con associate prove SPT e prove di permeabilità tipo Lefranc, spinti sino a 30 metri di profondità e da n. 1 prova geofisica di tipo MASW (denominata MASW\_1).

Dalla campagna di indagini in sito eseguita da Italferr a supporto del PFTE della “Tramvia di Brescia” comprendente n. 1 sondaggio a carotaggio continuo spinto sino a 30 metri di profondità, con associate prove SPT e permeabilità tipo Lefranc.

Dalla campagna di indagini integrative in sito eseguita da Italferr a supporto del PE dell’”Ingresso urbano dell’interconnessione Brescia Ovest tratta AC Milano – Verona, Linea AV/AC Milano – Venezia”, comprendente n. 4 prove penetrometriche superpesanti, n. 1 sondaggio a carotaggio continuo spinto fino alla profondità di 30 metri da p.c., con associate prove SPT, una prova di tomografia elettrica e n. 2 prove geofisiche di tipo MASW (denominate MASW\_4 e MASW\_5).


### 5.2 CAMPAGNA INDAGINI ITALFERR 2019 (PE DEMOLIZIONE E COMPLETAMENTO BONIFICA)

#### 5.2.1 Indagini in Sito

Le indagini eseguite nel 2019 sono schematizzate nella Tabella 5-1. In Tabella 5-2 si riportano i risultati delle prove SPT eseguite nei due sondaggi, mentre in Tabella 5-3/Tabella 5-4 vengono riportati, rispettivamente, i risultati delle prove Lefranc e l’ubicazione ed i risultati della prova di tipo MASW.

**Tabella 5-1 – Sondaggi campagna Italferr 2019**

ID	Profondità (m)	Quota (m s.l.m.)	Nord	Est
S1	30.0	132.66	5043034.58	1592457.93
S2	30.0	133.19	5043044.92	5043044.92

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA</b>  <b>LINEA A.V. /A.C. MILANO - VERONA</b> <b>NODO DI BRESCIA</b>  <b>POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE DELLO SCALO DI BRESCIA</b>					
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA	<b>COMMESSA</b> IN0Y	<b>LOTTO</b> 10 F 69	<b>CODIFICA</b> RG	<b>DOCUMENTO</b> GE 0000 001	<b>REV.</b> A

**Tabella 5-2 – Valori di N<sub>spt</sub> registrati nei sondaggi (Italferr 2019).**

Profondità (m da p.c.)	S1	S2
1,5	34	
3	51	R
4,5	R	
6,0	26	26
7,5	41	
9	29	32
12	34	R
15	34	19
18	30	45
21	27	88
24	52	41
27	42	37

**Tabella 5-3 – Valori di K (m/s) calcolati tramite prove Lefran eseguite in foro di sondaggio (Italferr 2019).**


Sondaggio	Profondità prova (m da p.c.)	K (m/s)
S1	1,5	4.03E-05
S2	6	8E-05

**Tabella 5-4 – Ubicazione della prova geofisica effettuata, MASW 1 (Italferr 2019).**

Prove geofisiche					
Prova	Data esecuzione	Coordinate UTM Zone 32 T		V <sub>seq</sub> (m/s)	Categoria di Suolo
		N	E		
MASW1	2019	5043007.14	592482.13	324	C

### 5.3 PROVE DI LABORATORIO GEOTECNICO

I campioni di terreni prelevati durante la campagna di indagine 2019 sono stati sottoposti alle prove di laboratorio geotecnico riepilogate nella Tabella 5-5.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA</b>  <b>LINEA A.V. /A.C. MILANO - VERONA</b> <b>NODO DI BRESCIA</b>  <b>POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE DELLO SCALO DI BRESCIA</b>					
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA	<b>COMMESSA</b> IN0Y	<b>LOTTO</b> 10 F 69	<b>CODIFICA</b> RG	<b>DOCUMENTO</b> GE 0000 001	<b>REV.</b> A

**Tabella 5-5 Riepilogo campioni prelevati e prove eseguite (Italferr 2019).**

Sondaggio	Tipologia Campione	Profondità campione (m da p.c.)	Granulometria	Limiti di Atterberg
S1	CR1	1,5-2,0	X	
	CR2	4,5-5,0	X	
	CR3	6,0-6,5	X	
	CR4	9,0-9,5	X	
	CR5	12,0-12,5	X	
	CR6	19,0-19,5	X	X
	CR7	24,0-24,5	X	
S2	CR1	3,0-3,5	X	
	CR2	4,5-5,0	X	
	CR3	8,0-8,5	X	
	CR4	9,0-9,5	X	
	CR5	15,0-15,5	X	X
	CR6	18,0-18,5	X	


#### 5.4 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 5-6, 5-7 e 5-8 si riportano i risultati schematizzati delle indagini eseguite.

**Tabella 5-6 – Sondaggi campagna Italferr 2018.**

ID	Profondità (m)	Quota (m s.l.m.)	Latitudine	Longitudine	Attrezzatura
S2_Tram	30,0	129,40	45°31'52.56" N	10°10'38.54" E	Piezometro T.A. 3"

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA</b>  <b>LINEA A.V. /A.C. MILANO - VERONA</b> <b>NODO DI BRESCIA</b>  <b>POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE DELLO SCALO DI BRESCIA</b>					
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA	<b>COMMESSA</b> IN0Y	<b>LOTTO</b> 10 F 69	<b>CODIFICA</b> RG	<b>DOCUMENTO</b> GE 0000 001	<b>REV.</b> A

**Tabella 5-7 – Valori di N<sub>spt</sub> registrati nel sondaggio S2\_Tram (Italferr 2018).**

Profondità (m da p.c.)	N. Colpi
4,5	18
9,0	21
15	26
19,5	34
22,5	38

**Tabella 5-8 – Valori di K (m/s) calcolati tramite prove Lefranc eseguite in foro di sondaggio (Italferr 2018).**

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


## 5.5 CAMPAGNA INDAGINI ITALFERR 2012 (PE INGRESSO URBANO)

A supporto del presente studio sono stati considerati n. 1 sondaggio a carotaggio continuo, n. 4 prove penetrometriche superpesanti e n. 2 prove MASW eseguiti nel 2012 per la progettazione dell'Ingresso urbano per l'interconnessione di Brescia Ovest".

In Tabella 5-9, 5-10 e 5-11 si riportano i risultati schematizzati delle indagini eseguite.

**Tabella 5-9 Indagini campagna Italferr 2012.**

ID	Profondità (m)	Quota (m s.l.m.)	Latitudine	Longitudine	Attrezzatura
SI6	30.0	131	45°32'6.48"N	10°10'46.40"E	Piezometro T.A. 3"
DPSH12	30.0	131	45°32'6.47"N	10°10'47.00"E	-
DPSH12bis	30.0	132	45°32'10.68"N	10°10'26.43"E	-
DPSH13	30.0	128	45°32'5.77"N	10°10'48.30"E	-
DPSH23	15.0	129	45°32'6.86"N	10°10'50.10"E	-

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA</b>  <b>LINEA A.V. /A.C. MILANO - VERONA</b> <b>NODO DI BRESCIA</b>  <b>POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE DELLO SCALO DI BRESCIA</b>					
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA	<b>COMMESSA</b> IN0Y	<b>LOTTO</b> 10 F 69	<b>CODIFICA</b> RG	<b>DOCUMENTO</b> GE 0000 001	<b>REV.</b> A

**Tabella 5-10 Valori di Nspt registrati nel sondaggio SI6 (Italferr 2012).**

Profondità (m da p.c.)	N. Colpi
3	22
4,5	23
6	26
7,5	16
9	35

**Tabella 5-11 – Ubicazione delle prove geofisiche effettuate, MASW4 e MASW5 (Italferr 2012).**

Prove geofisiche					
Prova	Data esecuzione	Coordinate UTM Zone 32 T		Vseq (m/s)	Categoria di Suolo
		N	E		
MASW4	2012	5043193.77	591656.78	304	C
MASW5	2012	5043031.41	592209.38	300	C



## 6 INQUADRAMENTO SISMICO

### 6.1 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 Costruzioni<sup>1</sup> (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.

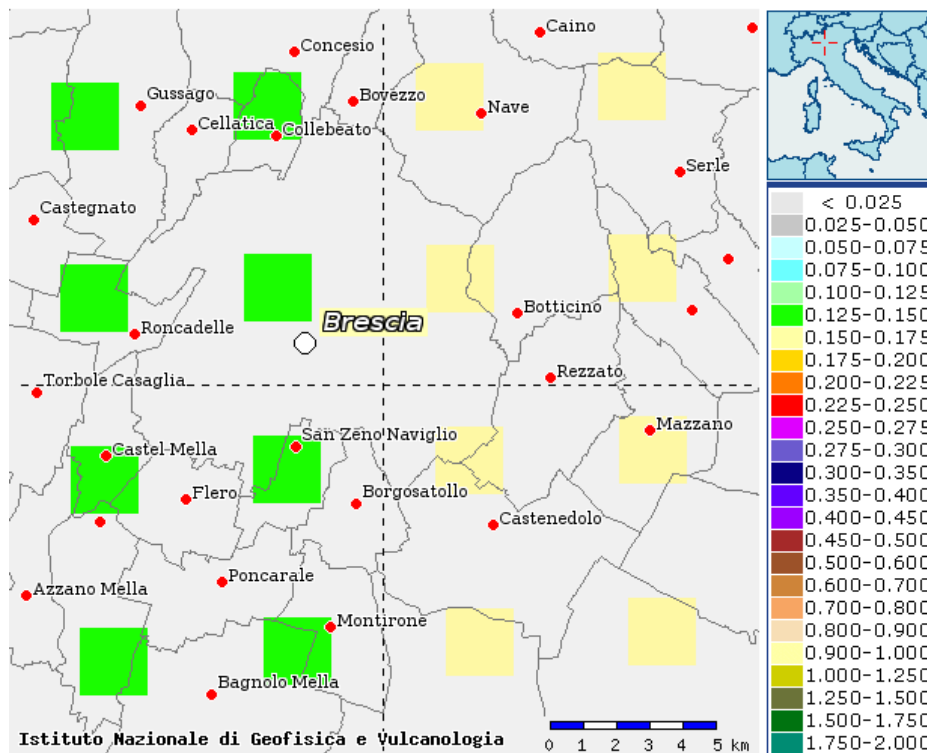


Figura 6-1 – Valori di pericolosità sismica nell'intorno dell'area di progetto da elaborazioni DPC-INGV S1

[\(http://esse1-gis.mi.ingv.it/\)](http://esse1-gis.mi.ingv.it/)

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

	<b>PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA</b> <b>LINEA A.V. /A.C. MILANO - VERONA</b> <b>NODO DI BRESCIA</b> <b>POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE DELLO SCALO DI BRESCIA</b>					
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA	COMMESSA IN0Y	LOTTO 10 F 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE 0000 001	REV. A

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 6-1).

Per la localizzazione delle opere in progetto, può essere fatto riferimento alla Figura 6-2 dove vengono altresì indicati i punti sede di indagini geofisiche e geotecniche.



Figura 6-2 – Planimetria delle opere in progetto (area in rosso) con la localizzazione delle indagini eseguite.

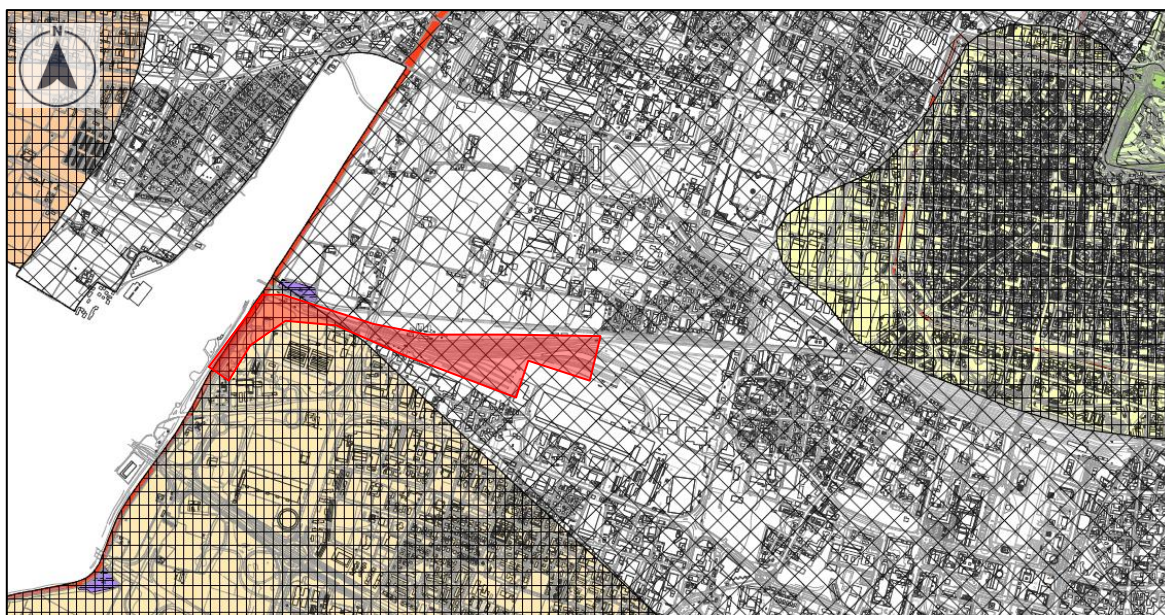
## 6.2 ZONAZIONE SISMICA DEL PGT DEL COMUNE DI BRESCIA

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”.


	<p><b>PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA</b></p> <p><b>LINEA A.V. /A.C. MILANO - VERONA</b>  <b>NODO DI BRESCIA</b></p> <p><b>POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE DELLO SCALO DI BRESCIA</b></p>												
<p>RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA</p>	<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>IN0Y</td> <td>10 F 69</td> <td>RG</td> <td>GE 0000 001</td> <td>A</td> <td>35 di 55</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IN0Y	10 F 69	RG	GE 0000 001	A	35 di 55
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IN0Y	10 F 69	RG	GE 0000 001	A	35 di 55								

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 6-3 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 6-4 (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. Dopo un primo tratto iniziale, in Categoria C, il resto dell’area ricade in una zona 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).







**Figura 6-3 – Stralcio della “Carta della fattibilità geologica per le azioni di piano” relativa all’area in progetto, in colore rosso.**

	<b>PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA</b>  <b>LINEA A.V. /A.C. MILANO - VERONA</b> <b>NODO DI BRESCIA</b>  <b>POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE DELLO SCALO DI BRESCIA</b>					
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA	<b>COMMESSA</b> IN0Y	<b>LOTTO</b> 10 F 69	<b>CODIFICA</b> RG	<b>DOCUMENTO</b> GE 0000 001	<b>REV.</b> A



#### 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 6-4 – Stralcio della legenda della “Carta della fattibilità geologica per le azioni di piano” (estratto di Figura 6-3).

### 6.3 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 6-5 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


	<p><b>PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA</b></p> <p><b>LINEA A.V. /A.C. MILANO - VERONA</b>  <b>NODO DI BRESCIA</b></p> <p><b>POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE DELLO SCALO DI BRESCIA</b></p>												
<p>RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA</p>	<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>IN0Y</td> <td>10 F 69</td> <td>RG</td> <td>GE 0000 001</td> <td>A</td> <td>37 di 55</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IN0Y	10 F 69	RG	GE 0000 001	A	37 di 55
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IN0Y	10 F 69	RG	GE 0000 001	A	37 di 55								

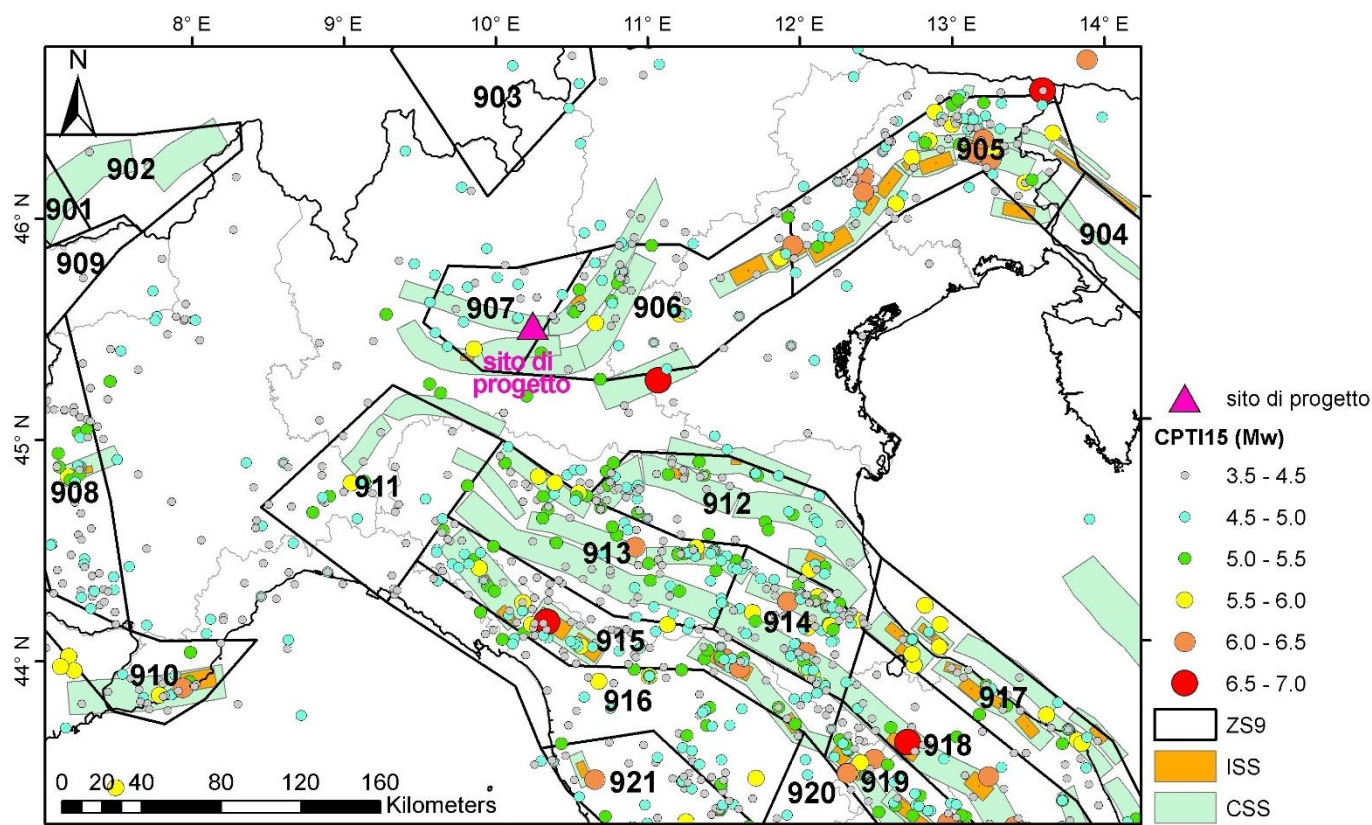
principali faglie individuali (ISS) e sistemi di faglie composite (CSS) tratti dal progetto DISS3 (Haller e Basili, 2011). Si osserva come la definizione delle zone sismogenetiche ZS9 corrisponda sia alla distribuzione delle faglie sul territorio nazionale, sia alla distribuzione degli epicentri dei 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).

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA</b>  <b>LINEA A.V. /A.C. MILANO - VERONA</b> <b>NODO DI BRESCIA</b>  <b>POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE DELLO SCALO DI BRESCIA</b>					
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA	COMMESSA IN0Y	LOTTO 10 F 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE 0000 001	REV. A




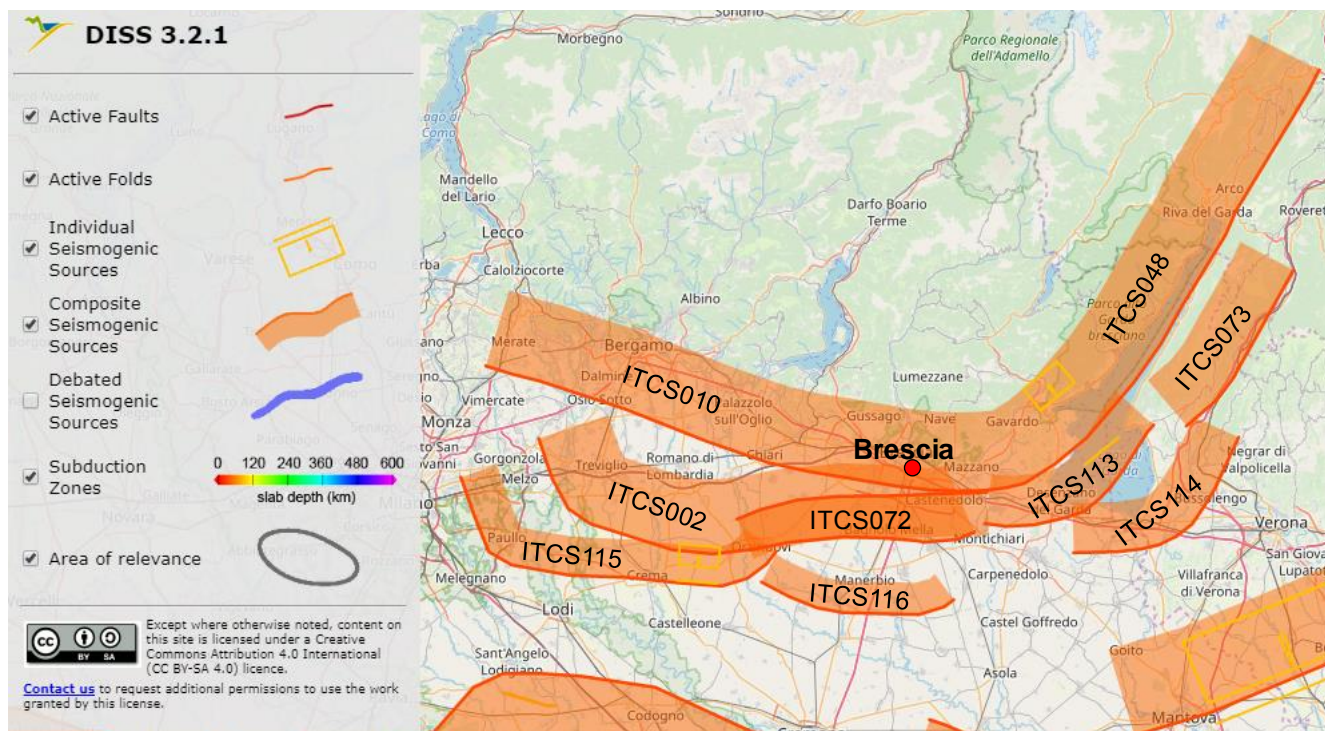
**Figura 6-5 – Contesto sismo-tettonico della regione estesa nell'intorno del sito di progetto: i poligoni in nero rappresentano i confini delle sorgenti sismogenetiche del modello ZS9 (Meletti et al., 2008), i cerchi colorati rappresentano gli epicentri dei terremoti inclusi nel catalogo parametrico 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 6-6 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 6-6:

- **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 composita, 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 composita, appartenente al fronte di spinta più esterno delle Alpi Meridionali, sede di una sismicità di livello inferiore.
- 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).

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA</b>  <b>LINEA A.V. /A.C. MILANO - VERONA</b> <b>NODO DI BRESCIA</b>  <b>POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE DELLO SCALO DI BRESCIA</b>					
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA	<b>COMMESSA</b> IN0Y	<b>LOTTO</b> 10 F 69	<b>CODIFICA</b> RG	<b>DOCUMENTO</b> GE 0000 001	<b>REV.</b> A



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

Per comporre 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 6-7 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,  $I_{MCS} = 7$

Da quanto sopra si evince come sia associabile all’area di progetto una sismicità media.



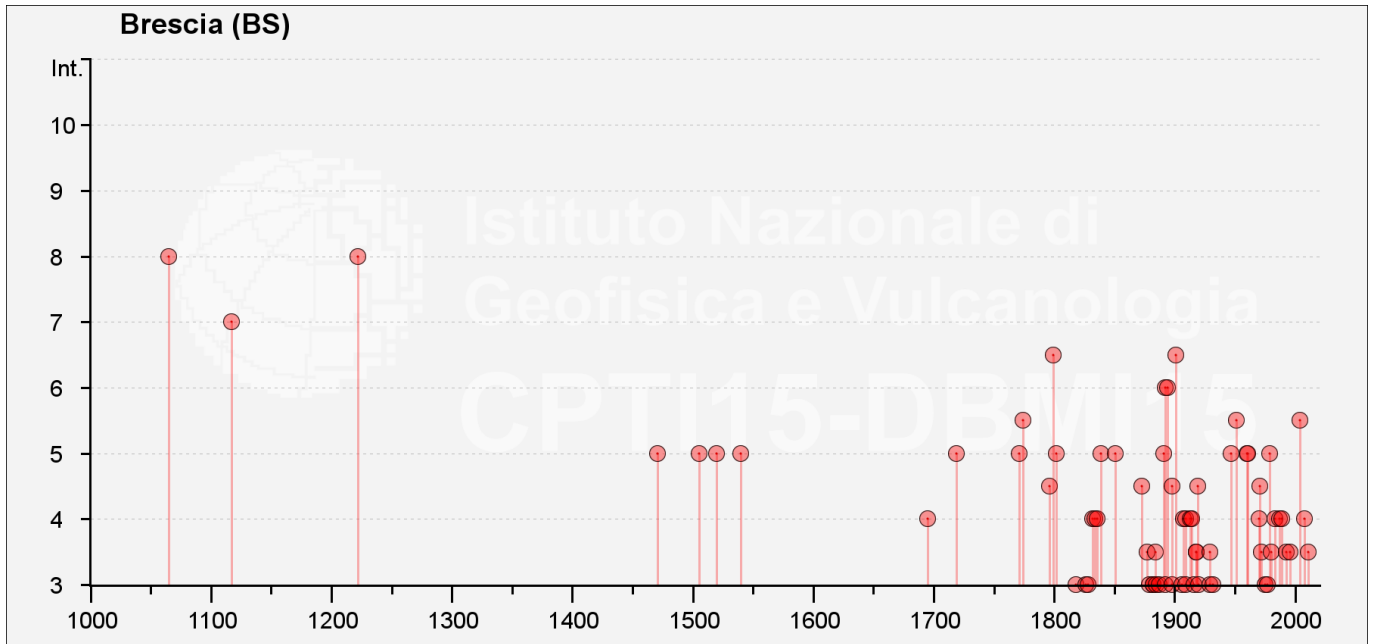


Figura 6-7 – Storia sismica del comune di Brescia (dal catalogo DBMI 2015, Locati et al., 2016).

#### 6.4 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:

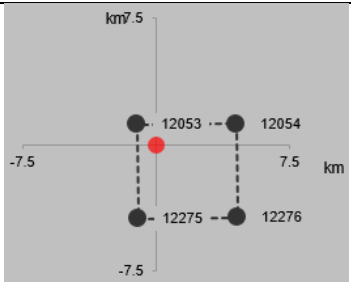
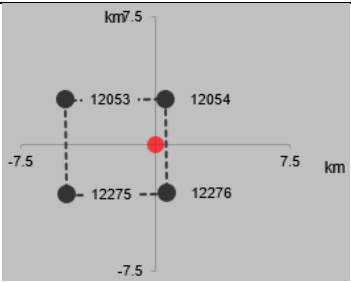
- $a_g$  accelerazione orizzontale massima per sito rigido e superficie topografica orizzontale;
- $F_0$  valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- $T_c^*$  periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

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

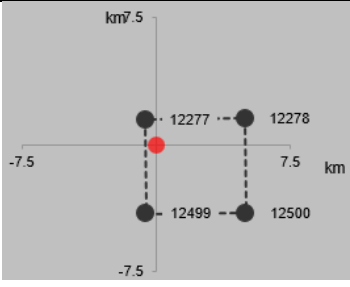
intermedi alla griglia si ottengono per interpolazione sui quattro punti adiacenti. Per definire i valori della pericolosità sismica di base, sono stati scelti 3 punti di interesse lungo il tracciato sede delle opere (inizio, punto intermedio e fine tracciato, i.e. P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub> e P<sub>3</sub> in Figura 6-2). In Tabella 6-1, 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<sub>g</sub> ai diversi punti di riferimento, per i diversi stati limite, riportati in Tabella 6-2, 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<sub>3</sub>, di pericolosità leggermente superiore.

**Tabella 6-1 – 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 progetto (lato Milano)	10.224298°	45.530050°	
P2 – Intermedio	10.275142°	45.518477°	

	<b>PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA</b> <b>LINEA A.V. /A.C. MILANO - VERONA</b> <b>NODO DI BRESCIA</b> <b>POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE DELLO SCALO DI BRESCIA</b>					
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA	<b>COMMESSA</b> IN0Y	<b>LOTTO</b> 10 F 69	<b>CODIFICA</b> RG	<b>DOCUMENTO</b> GE 0000 001	<b>REV.</b> A

ID Punto	Longitudine	Latitudine	Localizzazione punti di griglia
P3 – Fine progetto (lato Brescia)	10.363644°	45.481140°	

**Tabella 6-2 – 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 <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>
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

	<b>PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA</b>  <b>LINEA A.V. /A.C. MILANO - VERONA</b> <b>NODO DI BRESCIA</b>  <b>POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE DELLO SCALO DI BRESCIA</b>												
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA	<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>IN0Y</td> <td>10 F 69</td> <td>RG</td> <td>GE 0000 001</td> <td>A</td> <td>44 di 55</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IN0Y	10 F 69	RG	GE 0000 001	A	44 di 55
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IN0Y	10 F 69	RG	GE 0000 001	A	44 di 55								

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  $V_R$ .

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.

	<b>PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA</b> <b>LINEA A.V. /A.C. MILANO - VERONA</b> <b>NODO DI BRESCIA</b> <b>POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE DELLO SCALO DI BRESCIA</b>					
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA	COMMESSA IN0Y	LOTTO 10 F 69	CODIFICA RG	DOCUMENTO GE 0000 001	REV. A

- 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 6-3.

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 6-3.

**Tabella 6-3 – 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, CSLLPP (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

#### 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:

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA</b></p> <p><b>LINEA A.V. /A.C. MILANO - VERONA</b> <b>NODO DI BRESCIA</b></p> <p><b>POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE DELLO SCALO DI BRESCIA</b></p>												
<p>RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA</p>	<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>IN0Y</td> <td>10 F 69</td> <td>RG</td> <td>GE 0000 001</td> <td>A</td> <td>46 di 55</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IN0Y	10 F 69	RG	GE 0000 001	A	46 di 55
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IN0Y	10 F 69	RG	GE 0000 001	A	46 di 55								

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

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 ha compreso l'esecuzione di tre prove SPT in sondaggio N1, N2 e N3, di n. 4 DPSH e n. 3 indagini sismiche di superficie con metodologia MASW (MASW1, MASW4 e MASW5), disposte lungo il tracciato come da Figura 6-2.

I risultati delle prove MASW, distribuite lungo il tracciato, restituiscono un valore equivalente di velocità di propagazione delle onde di taglio  $V_{S,eq}$ , compreso nell'intervallo 300-324 m/s (Categoria di suolo C da Tabella 6-4).

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<sub>1</sub>, dall'inizio di tracciato lato Milano, punto P<sub>1</sub>, fino al punto P<sub>2</sub>), associabile ad un sottosuolo di categoria C.

Nella seconda parte del tracciato (il tratto A<sub>2</sub>, dal punto P<sub>2</sub> al punto P<sub>3</sub>, lato Brescia), 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.

	<b>PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA</b> <b>LINEA A.V. /A.C. MILANO - VERONA</b> <b>NODO DI BRESCIA</b> <b>POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE DELLO SCALO DI BRESCIA</b>					
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA	<b>COMMESSA</b> INOY	<b>LOTTO</b> 10 F 69	<b>CODIFICA</b> RG	<b>DOCUMENTO</b> GE 0000 001	<b>REV.</b> A

**Tabella 6-4 – 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.


I coefficienti  $S_s$  per la categoria di suolo C si ottiene dalla seguente espressione (vedi Tabella 3.2.IV del par. 3.2.3 delle NTC2018):

$$S_s = 1.00 \leq 1.70 - 0.60 \cdot F_0 \cdot a_g / g \leq 1.50 \quad (\text{Suolo C})$$

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 6-5.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA</b>  <b>LINEA A.V. /A.C. MILANO - VERONA</b> <b>NODO DI BRESCIA</b>  <b>POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE DELLO SCALO DI BRESCIA</b>					
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA	<b>COMMESSA</b> IN0Y	<b>LOTTO</b> 10 F 69	<b>CODIFICA</b> RG	<b>DOCUMENTO</b> GE 0000 001	<b>REV.</b> A

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

**Tabella 6-5 – 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, CSLLPP (2009)) per  $V_R = 112.5$  anni per due tratti scelti nel tracciato di progetto.**

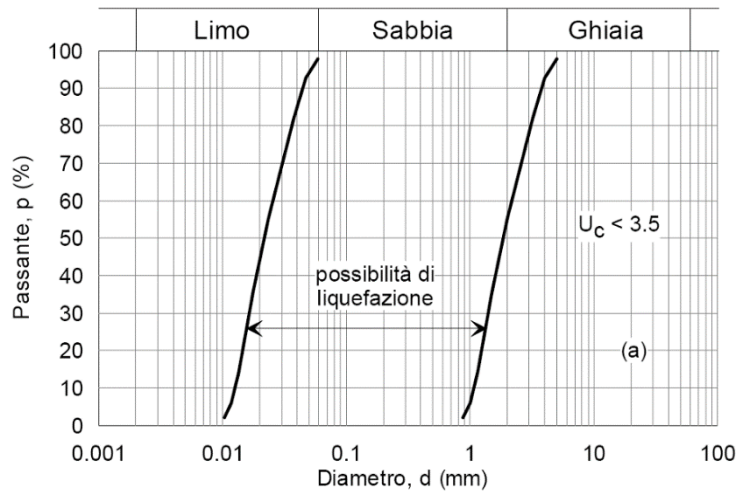
SL	$T_R$ (anni)	$a_g$ (g)	Tratto A1 (da P1 a P2)		Tratto A2 (da P2 a P3)	
			S (-)	$a_{max}$ (g)	S (-)	$a_{max}$ (g)
SLO	68	0.064	1.5	0.096	1.2	0.077
SLD	113	0.083	1.5	0.124	1.2	0.099
SLV	1068	0.211	1.390	0.293	1.193	0.251
SLC	2193	0.268	1.302	0.349	1.135	0.304

## 6.5 ANALISI DI PERICOLOSITÀ RISPETTO AL FENOMENO DELLA LIQUEFAZIONE

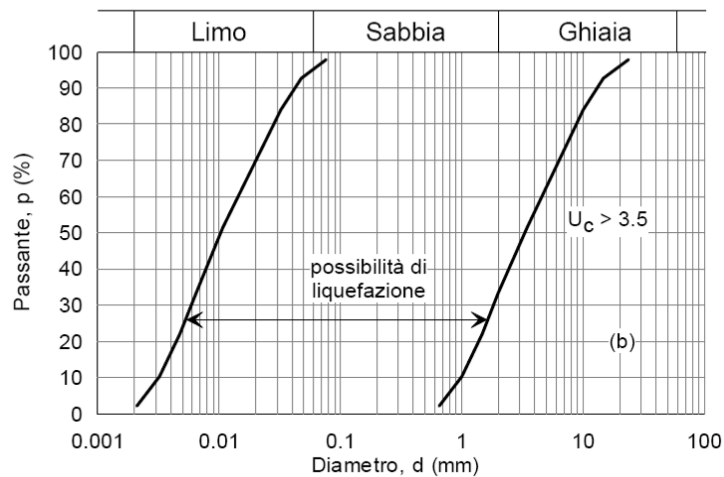
Le NTC2018 al paragrafo 7.11.3.4.2 stabiliscono che la verifica alla liquefazione può essere omessa quando si manifesti una delle seguenti circostanze:

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  $q_{cIN} > 180$  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  $q_{cIN}$  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 6-8 (coefficiente di uniformità  $U_c < 3.5$ ) e Figura 6-9 (coefficiente di uniformità  $U_c > 3.5$ ).






**Figura 6-8 – Ambito di potenziale liquefacibilità dei terreni ( $U_c < 3.5$ ).**



**Figura 6-9 – Ambito di potenziale liquefacibilità dei terreni ( $U_c > 3.5$ ).**

Per quanto concerne l'area in esame, il livello della falda, secondo le carte redatte dal PGT del Comune di Brescia, si attesta a profondità superiore a 15 metri da p.c., ciò consente di considerare a priori il sito stabile rispetto al fenomeno di liquefazione.


Si fa comunque notare che la lettura di falda nel sondaggio S1 (non attrezzato a piezometro) restituisce una profondità di 12.45 m da p.c..

	<p><b>PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA</b></p> <p><b>LINEA A.V. /A.C. MILANO - VERONA</b>  <b>NODO DI BRESCIA</b></p> <p><b>POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE DELLO SCALO DI BRESCIA</b></p>												
<p>RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA</p>	<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>INOY</td> <td>10 F 69</td> <td>RG</td> <td>GE 0000 001</td> <td>A</td> <td>50 di 55</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	INOY	10 F 69	RG	GE 0000 001	A	50 di 55
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
INOY	10 F 69	RG	GE 0000 001	A	50 di 55								

## 7 CONCLUSIONI

In conclusione, si può affermare che:

- l'area interessata dal progetto si sviluppa nel settore orientale della regione Lombardia, nella parte occidentale del comune di Brescia.
- Il territorio 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 appartengono al "Livello fondamentale della Pianura" e sono costituiti da sedimenti in prevalenza grossolani, appartenenti agli eventi fluvioglaciali del Riss e del Würm, provenienti dalle cerchie moreniche.
- Dal punto di vista stratigrafico i terreni sono costituiti da depositi fluviali e fluvioglaciali trasportati principalmente dal Fiume Mella. L'area di studio, sulla base della cartografia nel Piano di Governo del Territorio del comune di Brescia, si colloca su depositi alluvionali attuali o recenti, depositi alluvionali fluvioglaciali e fluviali, depositi di riporto e depositi eluvio e/o colluviali dell'Olocene.
- 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 comprese tra 130 a 135 m s.l.m. ed è caratterizzata da blande ondulazioni del piano campagna che coincidono con i ripiani dei depositi alluvionali e fluvioglaciali in cui è modellata l'area di studio. Il progetto si sviluppa alla sinistra orografica del Fiume Mella ed alla destra orografica del Fiume Chiese, fiumi a carattere torrentizio. Il territorio 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.
- Dal punto di vista idrogeologico il sottosuolo è costituito da unità idrogeologiche caratterizzate da litotipi con caratteristiche omogenee. L'unità ghiaioso-sabbiosa, che presenta una permeabilità mediamente elevata, può essere delimitata da uno strato limoso argilloso attribuibile a depositi fluvioglaciali più antichi; l'unità conglomeratica, costituita da materiali conglomeratici, sabbiosi ed arenacei con intercalazioni argillose e ghiaiose, rappresenta la principale unità-serbatoio dalla quale emungono i pozzi pubblici e privati all'interno del comune; l'unità Villafranchiana, infine, 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 del villafranchiano possono contenere falde confinate utilizzate a scopo acquedottistico. Le carte idrogeologiche allegate al Piano di Governo del Territorio del comune di Brescia identificano un

	<p><b>PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA</b></p> <p><b>LINEA A.V. /A.C. MILANO - VERONA</b>  <b>NODO DI BRESCIA</b></p> <p><b>POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE DELLO SCALO DI BRESCIA</b></p>												
<p>RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA</p>	<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>IN0Y</td> <td>10 F 69</td> <td>RG</td> <td>GE 0000 001</td> <td>A</td> <td>51 di 55</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IN0Y	10 F 69	RG	GE 0000 001	A	51 di 55
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IN0Y	10 F 69	RG	GE 0000 001	A	51 di 55								


livello freatico compreso tra 115 e 116 m s.l.m., mentre i dati piezometrici a disposizione individuano la falda tra 120 e 118 m s.l.m..

- Dal punto di vista del rischio e di vincoli territoriali, l'area di studio rientra in parte in un'area potenzialmente interessata da alluvioni rare (aree P1/L). Inoltre, in tutta l'area si evidenzia la presenza di criticità di carattere ambientale relativa alla falda, potenzialmente interessata da inquinamento diffuso e/o focolai localizzati di contaminazione individuata dal perimetro del Sito Nazionale Brescia-Caffaro (D.M. 24/02/2003). Inoltre, a nord del tracciato si evidenzia la presenza di un'area che mostra criticità relative ai terreni/riporti potenzialmente inquinati. Infine, l'area ferroviaria è intersecata da varie rogge irrigue, che si trovano a valle dello stabilimento Caffaro, potenzialmente inquinanti.
- Dal punto di vista sismico il sito risulta caratterizzato da sismicità media. Sulla base delle indagini geofisiche, il sito di progetto è classificabile in categoria di suolo C. 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 vista la profondità della falda superiore ai 15 m da p.c.. Si fa comunque notare una lettura inferiore ai 15 m nel sondaggio S1 (non attrezzato a piezometro), il quale restituisce una profondità di falda di 12.45 m da p.c..

	<b>PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA</b>					
	<b>LINEA A.V. /A.C. MILANO - VERONA NODO DI BRESCIA</b>					
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA	<b>POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE DELLO SCALO DI BRESCIA</b>					
	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IN0Y	10 F 69	RG	GE 0000 001	A	52 di 55	

## 8 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<sup>o</sup>) – *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.

	<p><b>PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA</b></p> <p><b>LINEA A.V. /A.C. MILANO - VERONA</b>  <b>NODO DI BRESCIA</b></p> <p><b>POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE DELLO SCALO DI BRESCIA</b></p>												
<p>RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA</p>	<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>IN0Y</td> <td>10 F 69</td> <td>RG</td> <td>GE 0000 001</td> <td>A</td> <td>53 di 55</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IN0Y	10 F 69	RG	GE 0000 001	A	53 di 55
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IN0Y	10 F 69	RG	GE 0000 001	A	53 di 55								

- 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>.
- 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.

	<p><b>PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA</b></p> <p><b>LINEA A.V. /A.C. MILANO - VERONA</b>  <b>NODO DI BRESCIA</b></p> <p><b>POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE DELLO SCALO DI BRESCIA</b></p>												
<p>RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA</p>	<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>IN0Y</td> <td>10 F 69</td> <td>RG</td> <td>GE 0000 001</td> <td>A</td> <td>54 di 55</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IN0Y	10 F 69	RG	GE 0000 001	A	54 di 55
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IN0Y	10 F 69	RG	GE 0000 001	A	54 di 55								

- 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 Zanolta 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,  
IDROGEOLOGICA E SISMICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IN0Y	10 F 69	RG	GE 0000 001	A	55 di 55

## ALLEGATO

## INDAGINI BIBLIOGRAFICHE

**COMMITTENTE** Italferr S.p.a.

**PROGETTO** \_Nodo di Brescia - Progettazione rilevato ferroviario RI38 - Progetto esecutivo

PERFORMAZIONE N. S1 DATA INIZIO 11/12/2019 ULTIMAZIONE 17/12/2019

COORDINATE: Nord 5043034.58 Est 1592457.93 QUOTA P.C. 132.66

RESPONSABILE Dott. Geol. Tiziano Vicenzetto OPERATORE Giacomini Claudio ATTREZZATURA PSM 980A

Da m	A m	Profondità finale m	PAG. 1	DI 2	PROFONDITA' m da p.c.	SIMBOLOGIA STRATIGRAFICA	TIPO	CAMPIONI NUMERO	PROFONDITA' m da p.c.	POCKET PENETROMETER kg/cm <sup>2</sup>	TOR/VANE kg/cm <sup>2</sup>	S.P.T. N	H
0.00	20.00	30.00											
DESCRIZIONE STRATIGRAFICA													
1					2.25	Sabbia e ghiaia, localmente sabbia con ghiaia, localmente deb. limosa, di colore marrone scuro, umida, addensata. Clasti poligenici, poco alterati, da sub angolosi ad angolosi, localmente rari sub arrotondati, sfericità bassa, localmente media, Dmax=50 mm, Dmed=15-20 mm. Presenza di abbondanti clasti di natura antropica (laterizi, Dmax=180 mm; calcestruzzo, Dmax=95 mm)		CR1	1.50 2.00			15-18-16 (*)	1.50
2					2.50	Sabbia fine con limo, rara ghiaia (Dmax=10 mm), di colore marrone chiaro, umida.							
3					2.90	Argilla limosa, localmente deb. limosa di colore marrone, umida, plasticità medio elevata, localmente elevata, molto consistente, passante a 2.75 ad argilla, da limosa a con limo, con ghiaia, sabbiosa, di colore marrone, umida Clasti poligenici, poco alterati, sub angolosi, sfericità bassa, Dmax=40 mm, Dmed=10-15 mm. Presenza di locali clasti di natura antropica (mattoni, Dmax=8 mm)			3.4 3.9	1.3 1.1		26-24-27 (*)	3.00
4						Ghiaia e sabbia, da ciottolosa a con ciottoli, deb. limosa, localmente limosa, di colore da grigio marrone chiaro a marrone (da 4.50 m), umida, da addensata, localmente molto addensata. Clasti poligenici, poco alterati, da sub arrotondati ad arrotondati, localmente sub angolosi, sfericità bassa, Dmax=110 mm, Dmed=25-30 mm. Da 3.40 m a 4.50 m livello di ghiaia con sabbia, ciottolosa, limosa.		CR2	4.50 5.00			29-50/8cm (*)	4.50
5								CR3	6.00 6.50			12-12-14 (*)	6.00
6												16-14-27 (*)	7.50
7					8.35	Sabbias e ghiaia, localmente sabbia con ghiaia, da limosa a deb. limosa, localmente deb. argillosa, rari ciottoli (Dmax=125 mm), di colore marrone e marrone rossiccio, da umida a satura (da 12.45 m), da addensata a moderatamente addensata. Clasti poco alterati, localmente mediamente alterati, da sub arrotondati ad arrotondati, sfericità medio bassa, localmente bassa, Dmax=55 mm, Dmed=15-20 mm.		CR4	9.00 9.50			11-15-14 (*)	9.00
8												13-16-18 (*)	12.00
9								CR5	12.00 12.50			12-16-18 (*)	15.00
10					14.90	Sabbia e ghiaia, localmente sabbia con ghiaia, con limo, da argillosa a deb. argillosa, rari ciottoli (Dmax=115 mm), di colore marrone rossiccio, satura, addensata Clasti poligenici, poco alterati, localmente mediamente alterati, da sub arrotondati ad arrotondati, localmente rari sub angolosi, sfericità bassa, localmente medio bassa, Dmax=60 mm, Dmed=20-25 mm. Da 18.50 m a 18.95 m livello di argilla da deb. limosa a limosa, di colore marrone, satura, plasticità medio elevata, consistente. Presenti locali livelli decimetrici di argilla deb. limosa, con ghiaia, sabbiosa, di colore marrone rossiccio, satura, plasticità media (da 20.00 m a 20.25 m e da 21.50 m a 21.65 m). Da 21.70 m a 21.90 m presenza di locali livelli centimetrici maldefiniti di colore nerastro (probabile sostanza organica).						15-14-16 (*)	18.00
11								CR6	19.00 19.50	1.8 1.4	0.9 0.6		

- CAMPIONE RIMANEGGIATO
- CAMPIONE RIMANEGGIATO DA S.P.T.
- CAMPIONE RIMANEGGIATO DA VANE TEST
- SPEZZONE DI CAROTA
- CAMPIONE INDISTURBATO A PARETI SOTTILI
- CAMPIONE INDISTURBATO A PISTONE
- CAMPIONE INDISTURBATO ROTATIVO

PROF. FORO (m da p.c.)		PROF. RIVES. (m da p.c.)		SERA		MATTINA	
Data	H (m da p.c.)	Data	H (m da p.c.)	Data	H (m da p.c.)	Data	H (m da p.c.)
12.00	10.50	11/12/2019	10.95	16/12/2019	11.30		
30.00	28.50	16/12/2019	12.45				

NOTE	
ATTREZZATURA PER SPT	
PESO MAGLIO	63.5 kg
ALTEZZA CADUTA	76 cm
ASTE ø	50 mm
PESO ASTE	7.2 kg/m
PUNTA CHIUSA	<input type="checkbox"/>

PROVE IN FORO  PROVA DI PERMEABILITA' LEFRANC  PRESSIOMETRICA

MANOVRA DI CAROTAGGIO	T.C.R. %	S.C.R. %	R.Q.D. %	DIMENSIONE SPEZZONI			TIP. NUMERO	PROFONDITA' m da p.c.	STRUMENTAZIONE	METODO DI PERFORAZIONE	ATTREZZO DI PERFORAZIONE	RIVESTIMENTO	DATA
				<5 cm	5-10 cm	>10 cm							
0.50													
1.50							1	1.50					
2.00								2.00					
2.50													
3.00													
4.50													
6.00													
6.80													
7.50													
9.00													11/12/2019
10.50													
12.00	100												
13.50													
15.00													
16.50													
18.00													
19.50													16/12/2019

SIGILLATURA MEDIANTE MATERIALE DI RISULTA ADDITIVATO CON MISCELA TERNARIA ACQUA-CEMENTO-BENTONITE IN RAPPORTO 1:1:0.04

CAROTAGGIO CONTINUO

CAROTIERE SEMPLICE ø=131 mm

COLONNA DI RIVESTIMENTO ø=152 mm







*Figura 2 – Sonda approntata nel sondaggio S1*



Figura 3 – Sondaggio S1, profondità 0,00 -5,00m.



Figura 4 - Sondaggio S1, profondità 5,00-10,00m.



Figura 5 - Sondaggio S1, profondità 10,00-15,00m.



Figura 6 - Sondaggio S1, profondità 15,00-20,00



Figura 7 - Sondaggio S1, profondità 20,00-25,00m.



Figura 8 - Sondaggio S1, profondità 25,00-30,00

**COMMITTENTE:** ITALFERR S. p. A.

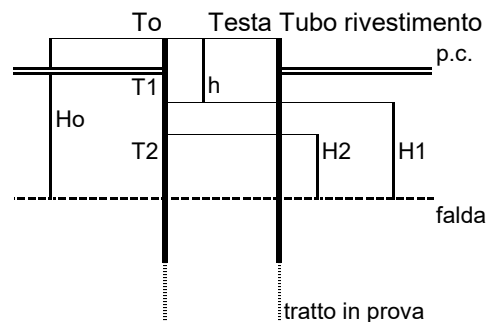
**CANTIERE:** Nodo di Brescia - Progettazione rilevato ferroviario RI38 - Progetto Esecutivo

**SONDAGGIO n°:** S1

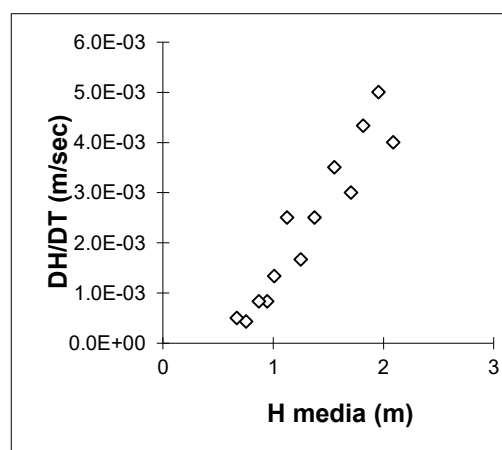
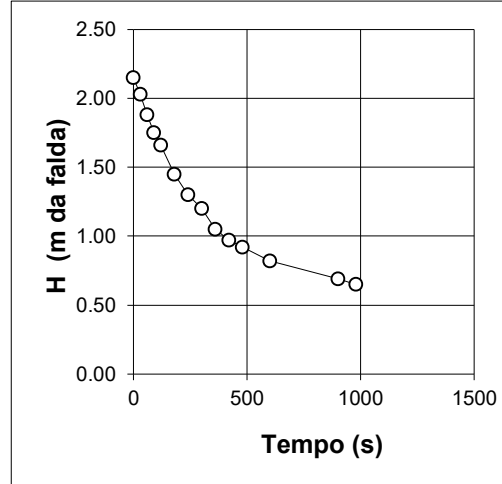
**DATA ESECUZIONE:** 11/12/2019

**PROVA N°:** 1

PROFONDITA' PROVA (da p.c.) da -1.5 a -2.0 m  
 TEMPO DI PROVA 16.33 minuti  
 PROFONDITA' FONDO FORO -2.00 m da p.c.  
 PROFONDITA' RIVESTIMENTO -1.50 m da p.c.  
 ALTEZZA T.T. RIVESTIMENTO 0.15 m da p.c.  
 LIVELLO DELLA FALDA Assente m da p.c.  
 LUNGHEZZA TASCA **L** 0.50 m  
 DIAMETRO TASCA **D** 0.131 m  
 COEFFICIENTE DI FORMA **C** 0.500  
 AREA DI BASE TASCA **A** 0.013 m<sup>2</sup>



t (s)	Livello t.t. (m)	h (m da p.c.)	H (m)	H <sub>med</sub> (m)	DH/Dt (m/s)	K (m/s)
0	0.000	0.150	2.15			
30	-0.120	0.030	2.03	2.09	4.00E-03	5.16E-05
60	-0.270	-0.120	1.88	1.96	5.00E-03	6.89E-05
90	-0.400	-0.250	1.75	1.82	4.33E-03	6.43E-05
120	-0.490	-0.340	1.66	1.71	3.00E-03	4.74E-05
180	-0.700	-0.550	1.45	1.56	3.50E-03	6.06E-05
240	-0.850	-0.700	1.30	1.38	2.50E-03	4.90E-05
300	-0.950	-0.800	1.20	1.25	1.67E-03	3.59E-05
360	-1.100	-0.950	1.05	1.13	2.50E-03	5.99E-05
420	-1.180	-1.030	0.97	1.01	1.33E-03	3.56E-05
480	-1.230	-1.080	0.92	0.95	8.33E-04	2.38E-05
600	-1.330	-1.180	0.82	0.87	8.33E-04	2.58E-05
900	-1.460	-1.310	0.69	0.76	4.33E-04	1.55E-05
980	-1.500	-1.350	0.65	0.67	5.00E-04	2.01E-05


**LITOLOGIA TRATTO IN PROVA:** Sabbia e ghiaia, ciottolosa, localmente deb. limosa

Prova interrotta a 16:20 min causa esaurimento carico idraulico

**NOTE:**  $K = A(DH/DT)/CH_m = 4.3E-05$  m/s (valore medio sull'intero intervallo)

 $H_m = (H_1 + H_2)/2$ 
 $DH/DT = (H_1 - H_2)/(T_2 - T_1)$ 

Data dic-19 | Sperimentatore Dott. Geol. Tiziano Vicer | Direttore Dott. Geol. T. Vicenzetto



*Figura 9 – Ortofoto ubicazione sondaggio S2*









*Figura 10 – Sonda approntata nel sondaggio S2*



Figura 11 – Sondaggio S2, profondità 0,00 -5,00m.



Figura 12 - Sondaggio S2, profondità 5,00-10,00m.



Figura 13 - Sondaggio S2, profondità 10,00-15,00m.



Figura 14 - Sondaggio S2, profondità 15,00-20,00



Figura 15 - Sondaggio S2, profondità 20,00-25,00m.



Figura 16 - Sondaggio S2, profondità 25,00-30,00

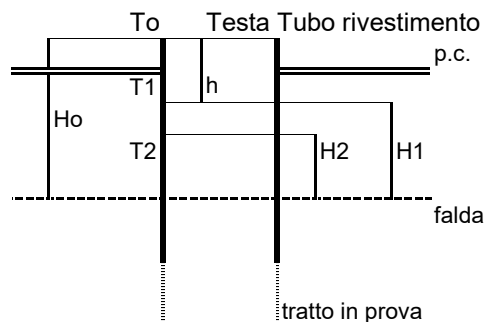
**COMMITTENTE:** ITALFERR S. p. A.

**CANTIERE:** Nodo di Brescia - Progettazione rilevato ferroviario RI38 - Progetto Esecutivo

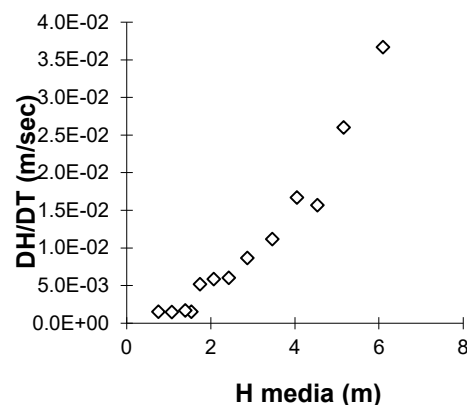
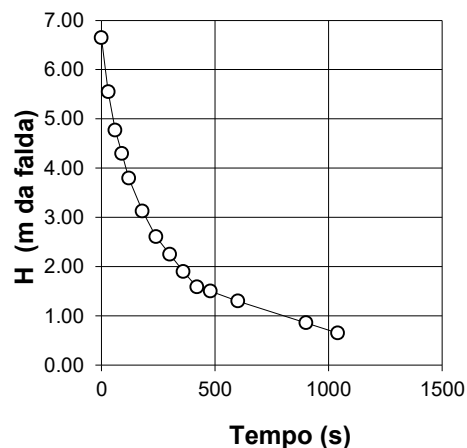
**SONDAGGIO n°:** S2 **DATA ESECUZIONE:** 17/12/2019

**PROVA N°:** 1

PROFONDITA' PROVA (da p.c.) da -6.0 a -6.5 m  
 TEMPO DI PROVA 17.33 minuti  
 PROFONDITA' FONDO FORO -2.00 m da p.c.  
 PROFONDITA' RIVESTIMENTO -1.50 m da p.c.  
 ALTEZZA T.T. RIVESTIMENTO 0.15 m da p.c.  
 LIVELLO DELLA FALDA Assente m da p.c.  
 LUNGHEZZA TASCA L 0.50 m  
 DIAMETRO TASCA D 0.131 m  
 COEFFICIENTE DI FORMA C 0.500  
 AREA DI BASE TASCA A 0.013 m<sup>2</sup>



t (s)	Livello t.t. (m)	h (m da p.c.)	H (m)	H <sub>med</sub> (m)	DH/Dt (m/s)	K (m/s)
0	0.000	0.150	6.65			
30	-1.100	-0.950	5.55	6.10	3.67E-02	1.62E-04
60	-1.880	-1.730	4.77	5.16	2.60E-02	1.36E-04
90	-2.350	-2.200	4.30	4.54	1.57E-02	9.31E-05
120	-2.850	-2.700	3.80	4.05	1.67E-02	1.11E-04
180	-3.520	-3.370	3.13	3.47	1.12E-02	8.68E-05
240	-4.040	-3.890	2.61	2.87	8.67E-03	8.14E-05
300	-4.400	-4.250	2.25	2.43	6.00E-03	6.65E-05
360	-4.750	-4.600	1.90	2.08	5.83E-03	7.57E-05
420	-5.060	-4.910	1.59	1.75	5.17E-03	7.98E-05
480	-5.150	-5.000	1.50	1.55	1.50E-03	2.62E-05
600	-5.350	-5.200	1.30	1.40	1.67E-03	3.21E-05
900	-5.790	-5.640	0.86	1.08	1.47E-03	3.66E-05
1040	-6.000	-5.850	0.65	0.76	1.50E-03	5.35E-05


**LITOLOGIA TRATTO IN PROVA:** Sabbia e ghiaia, ciottolosa, localmente deb. limosa

Prova interrotta a 17:20 min causa esaurimento del carico idraulico

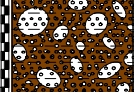
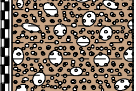
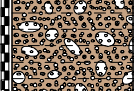
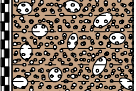
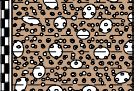
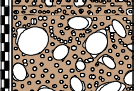

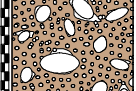
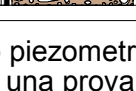
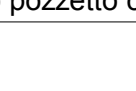
**NOTE:**  $K = A(DH/DT)/CH_m = 8E-05$  m/s (valore medio sull'intero intervallo)

 $H_m = (H_1 + H_2)/2$ 
 $DH/DT = (H_1 - H_2)/(T_2 - T_1)$ 

Data dic-19 | Sperimentatore Dott. Geol. Tiziano Vicer | Direttore Dott. Geol. T. Vicenzetto



Riferimento: ITALFERR	Sondaggio: S2
Località: TRAM BRESCIA	Quota: 129,40
Impresa esecutrice: Eurogeo s.r.l.	Data: 20-21/09/2018
Coordinate: 10°10'38.54" E 45°31'52.56" 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									Sabbia marrone da debolmente a localmente limosa con ghiaia eterometrica subarrotondata e ciottoli (Ø max 10 cm).	
			21.2									Sabbia marrone chiaro da debolmente a localmente limosa con ghiaia eterometrica.	
			22			22,5	8-16-22	38					
			23										
			24										
			25										
			26										
			26.4										
			27									Sabbia da debolmente a localmente limosa marrone con ghiaia eterometrica subarrotondata e ciottoli (Ø max 11 cm), parzialmente alterati e degradati.	
			28										
			29										
131			30								30,0		

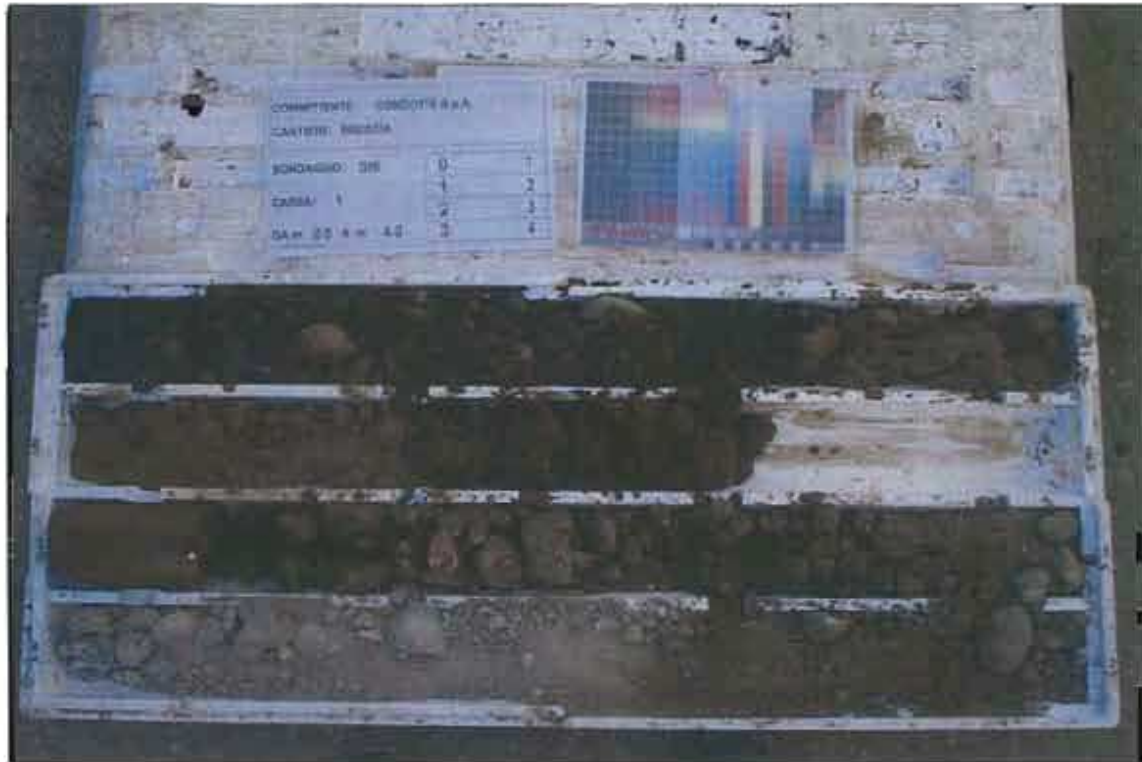
Installato piezometro a tubo aperto 3 pollici fessurato da 9.00-30.00 m;  
 Eseguito una prova Lefranc a 7.50 e 15,00 m;  
 Installato pozzetto carrabile 30 x 30;







Committente: SOCIETA' ITALIANA PER CONDOTTE D'ACQUA S.P.A.	Sondaggio: SI6
Riferimento: BRESCIA	Data: 18-21-22.01.2013
Fotografie - Pagina 1/4	Pagina 1



CASSA 1 DA 0.00 m A 4.00 m



CASSA 2 DA 4.00 m A 8.00 m



Committente: SOCIETA' ITALIANA PER CONDOTTE D'ACQUA S.P.A.

Sondaggio: Si6

Riferimento: BRESCIA

Data: 18-21-22.01 2013

Fotografie - Pagina 2/4

Pagina 2



CASSA 3 DA 8.00 m A 12.00 m



CASSA 4 DA 12.00 m A 16.00 m



Committente: SOCIETA' ITALIANA PER CONDOTTE D'ACQUA S P A

Sondaggio: SI6

Riferimento: BRESCIA

Data: 18-21-22.01.2013

Fotografie - Pagina 3/4

Pagina 3



CASSA 5 DA 16,00 m A 20,00 m



CASSA 6 DA 20,00 m A 24,00 m



Committente: SOCIETA' ITALIANA PER CONDOTTE D'ACQUA S.P.A.

Sondaggio: SI6

Riferimento: BRESCIA

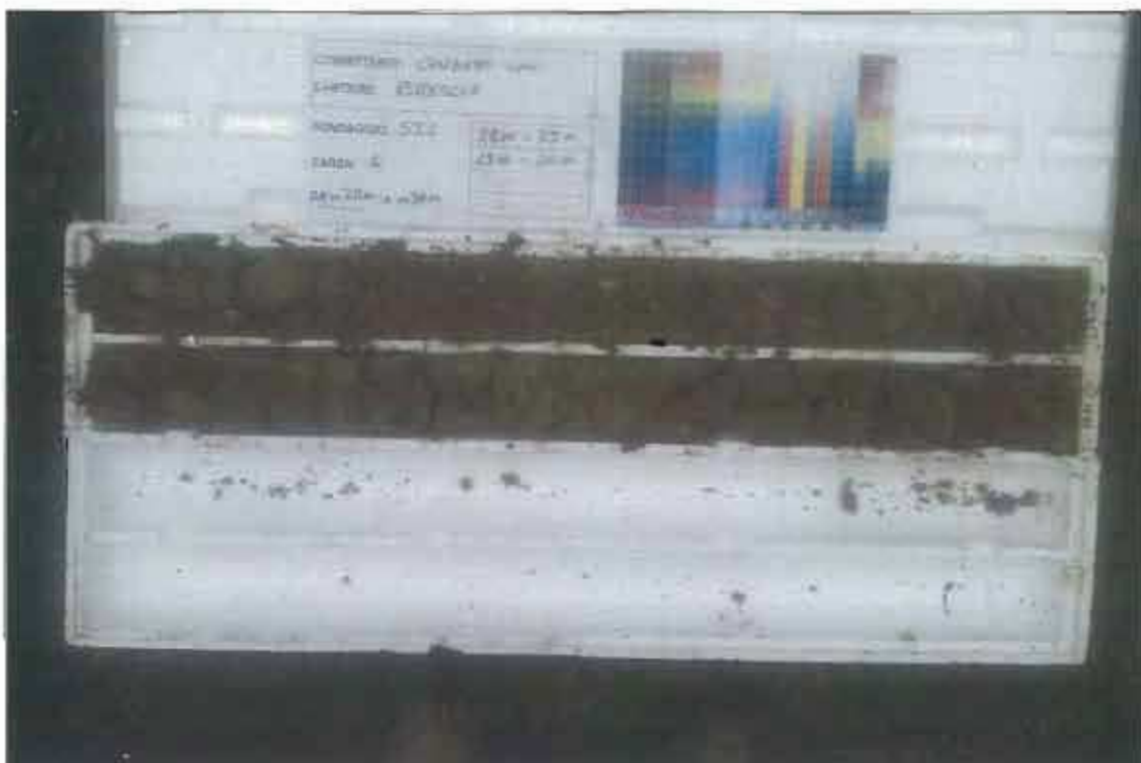
Data: 18-21-22.01.2013

Fotografie - Pagina 4/4

Pagina 4



CASSA 7 DA 24.00 m A 28.00 m



CASSA 8 DA 28.00 m A 30.00 m





Committente: SOCIETA' ITALIANA PER CONDOTTE D'ACQUA S.P.A.	Sondaggio: SI6
Riferimento: BRESCIA	Data: 18-21-22.01.2013
Coordinate: --	Quota: --
Perforazione: Perforazione a carotaggio continuo eseguita con sonda BERETTA T44	

SCALA 1:50

## SONDAGGIO - SI6

Pagina 3/4

A	Pz	metri loit	LITOLOGIA	RP	VT	Campioni	Standard Penetration Test			penet. in foro	prof. m	DESCRIZIONE
							m	SPT	N			
		101				R1) Rmq: 20,00 21,00						Sabbia medio fine da limo sabbiosa a limo sabbiosa argillosa a con limo, addensata, con ghiaia, marron chiaro. Presenti livelli in alterazione cromatica tendente al violaceo. Clasti da subarrotondati arrotondati, poligenici con ø max 3.00 - 4.00 cm. Presenti rari clasti sparsi con ø 6.00 - 7.00 cm.
		21										
		22										
		23					22,5	20-26-28	54	C		
		24										
		25										
		26					26,0	19-21-26	47	C		
		27										
		28										
		29										
		30										
							29,10					Sabbia medio fine con limo marron nocciola
							29,80					Sabbia medio fine da limo sabbiosa a limo sabbiosa argillosa a con limo, addensata, con ghiaia, marron chiaro. Presenti livelli in alterazione cromatica tendente al violaceo. Clasti da subarrotondati arrotondati, poligenici con ø max 3.00 - 4.00 cm. Presenti rari clasti sparsi con ø 6.00 - 7.00 cm.
							30,00					



Committente: SOCIETA' ITALIANA PER CONDOTTE D'ACQUA S.P.A.	Sondaggio: SI6
Riferimento: BRESCIA	Data: 18-21-22.01.2013
Coordinate: --	Quota: --
Perforazione: Perforazione a carotaggio continuo eseguita con sonda BERETTA T44	

SCALA 1 50

## SONDAGGIO - SI6

Pagina 4/4

### NOTE:

Piezometro a tubo aperto in PVC atossico diametro 2". Testa del piezometro protetta con pozzetto in cls con chiusino carrabile in acciaio zincato





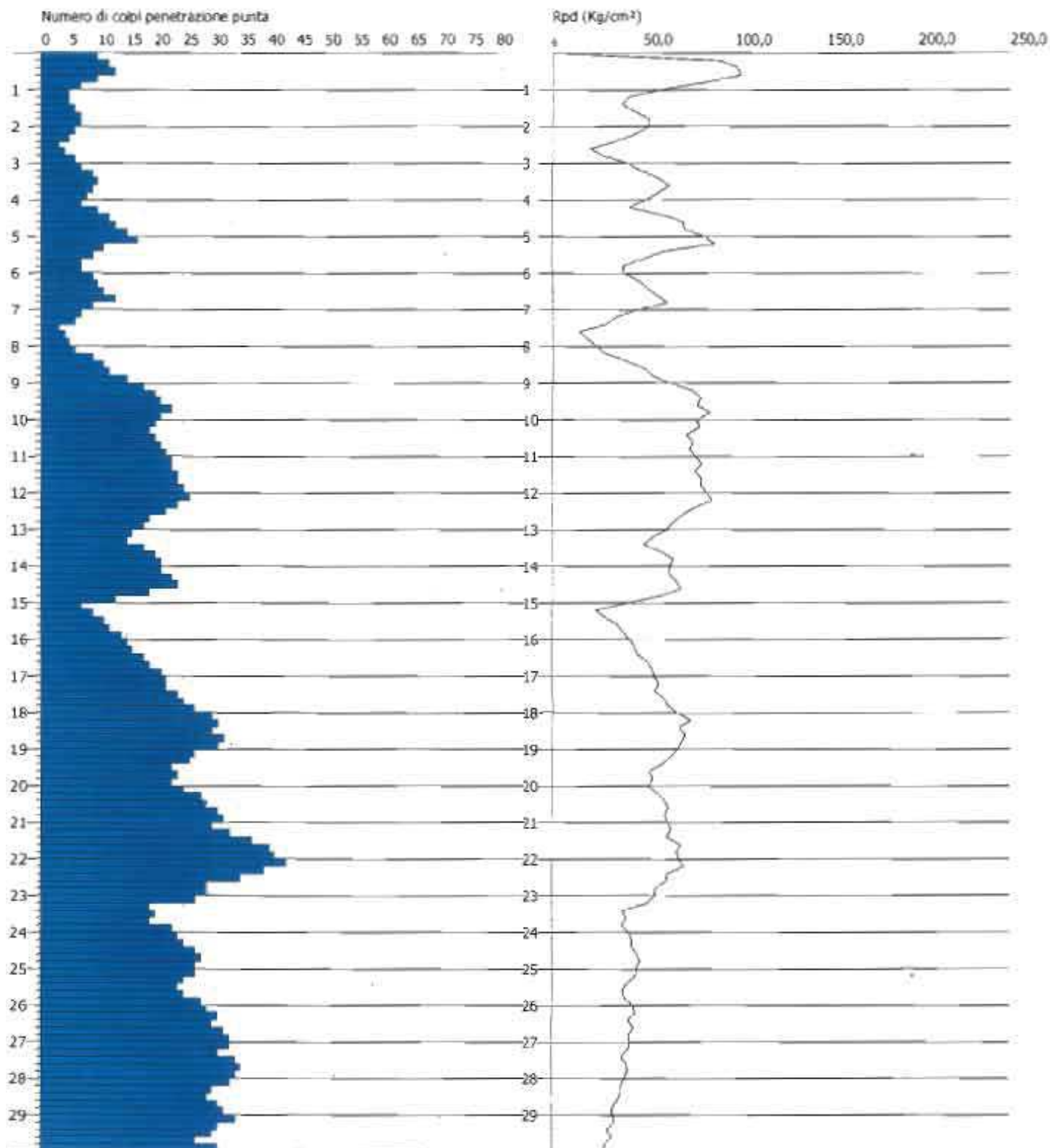
## PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH12

Strumento utilizzato... DPSH TG 63-100 PAGANI

Committente: CONDOTTE S.P.A.  
Cantiere: LINEA AV/AC - NODO DI BRESCIA  
Località: BRESCIA

Data: 17/01/2013

Scala 1:151



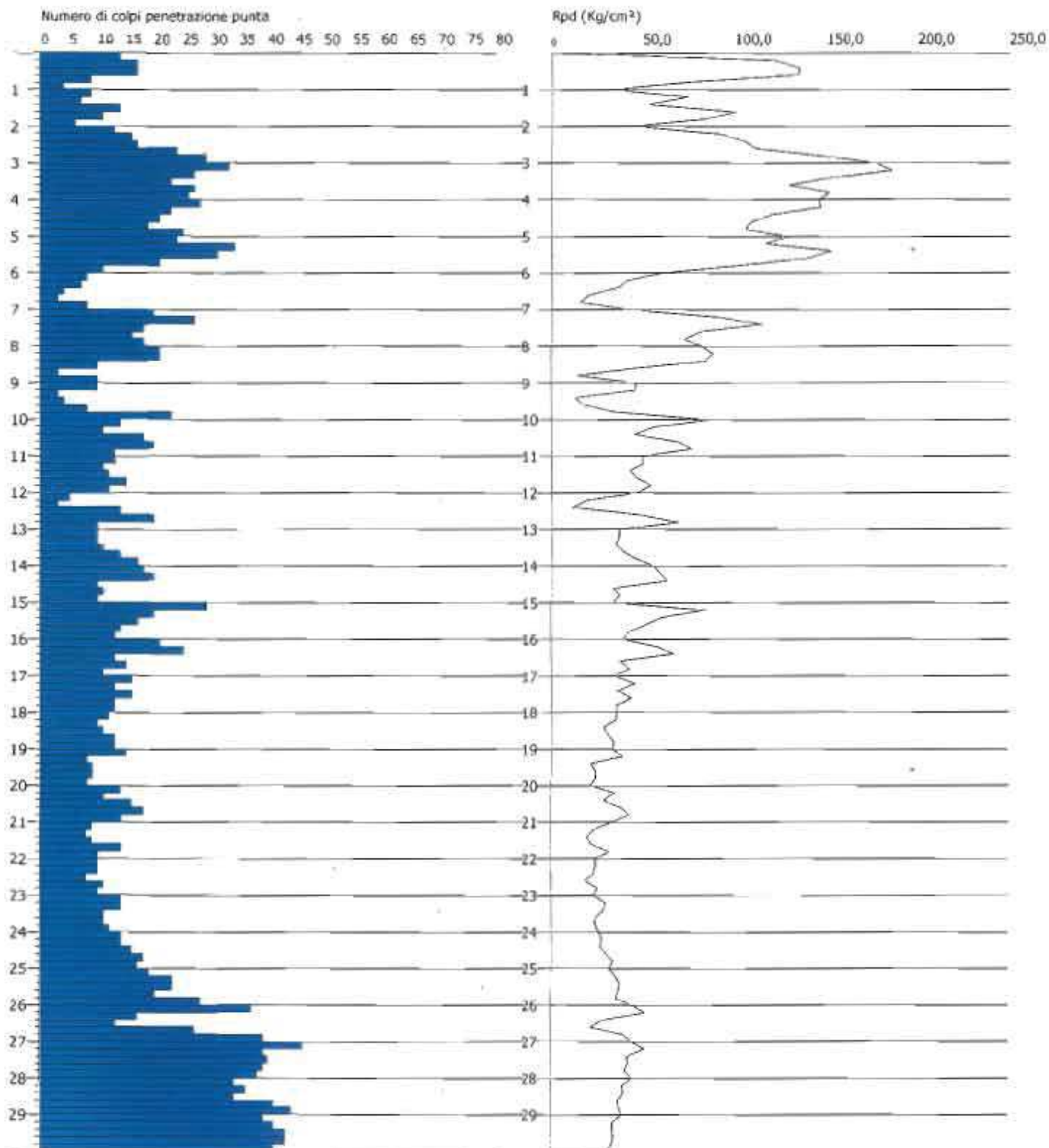


**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH12bis**  
**Strumento utilizzato... DPSH TG 63-100 PAGANI**

**Committente: CONDOTTE S.P.A.**  
**Cantiere: LINEA AV/AC - NODO DI BRESCIA**  
**Località: BRESCIA**

**Data: 18/12/2012**

Scala 1:151





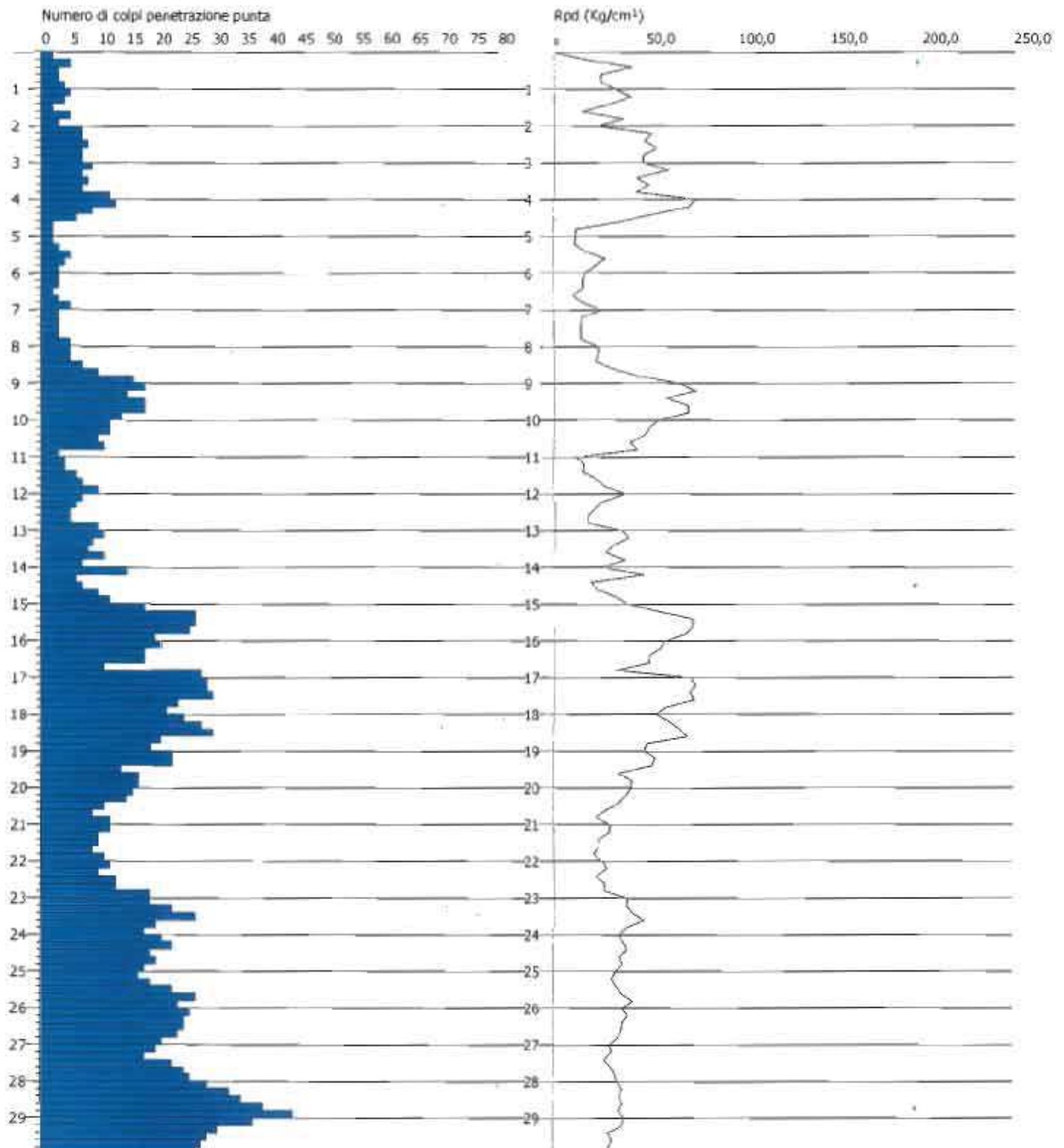
## PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH13

Strumento utilizzato... DPSH TG 63-100 PAGANI

Committente: CONDOTTE S.P.A.  
Cantiere: LINEA AV/AC - NODO DI BRESCIA  
Località: BRESCIA

Data: 19/12/2012

Scala 1:151





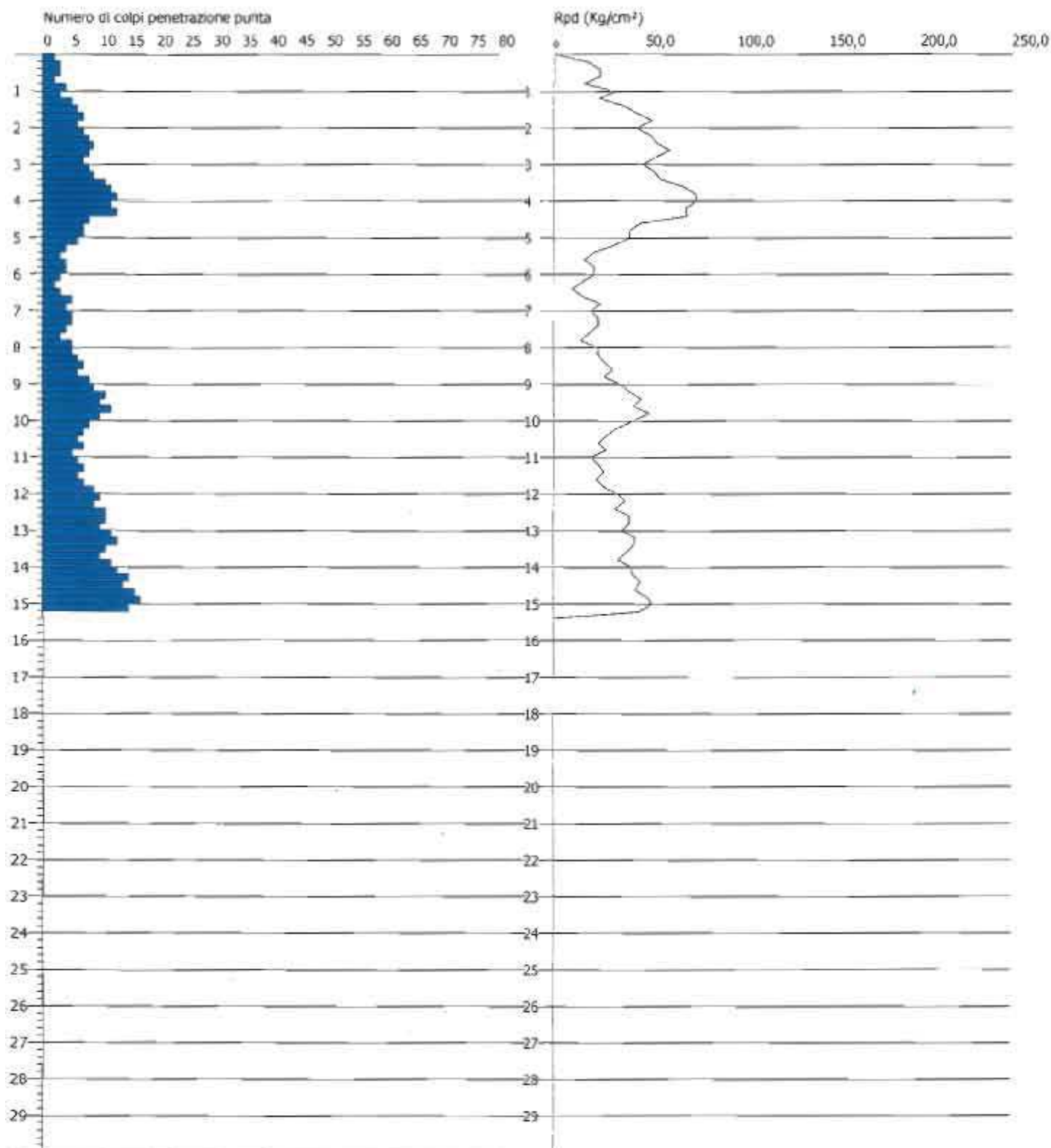
Laboratorio autorizzato dal Ministero Infrastrutture e Trasporti  
DPR 182/01 Art. 59 Circolare 7519/STC del 08/09/2012  
Concessione per l'esecuzione e certificazione di indagini geomeccaniche presso il cantiere e prove in sito  
Decreto n° 7467 del 04.08.2011

### PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH23 Strumento utilizzato... DPSH TG 63-100 PAGANI

Committente: CONDOTTE S.P.A.  
Cantiere: LINEA AV/AC - NODO DI BRESCIA  
Località: BRESCIA

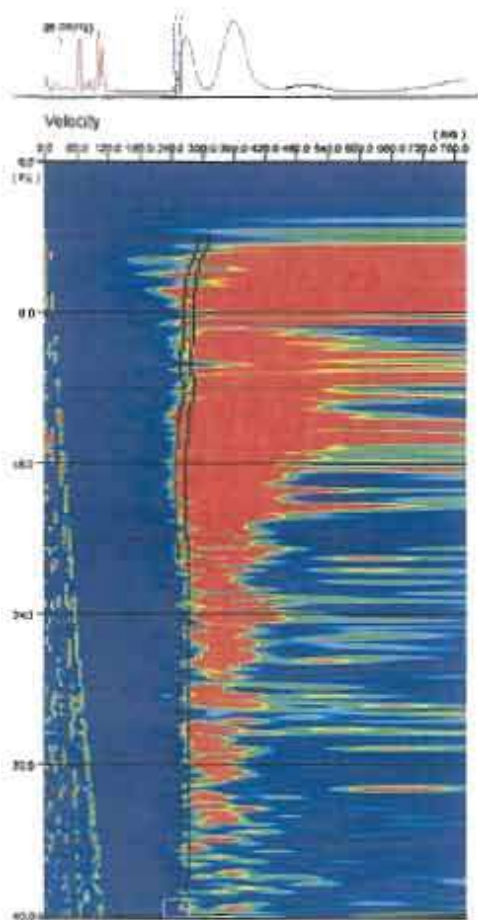
Data: 19/12/2012

Scala 1:151

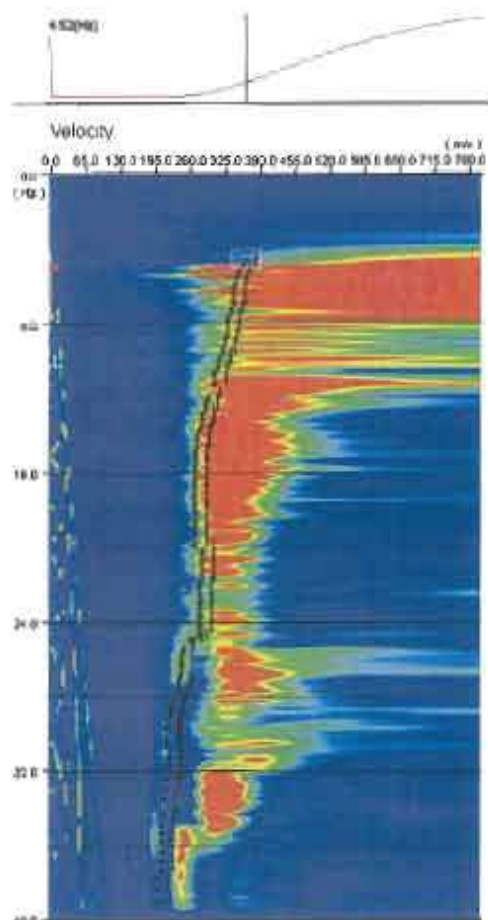


# ALL. 3

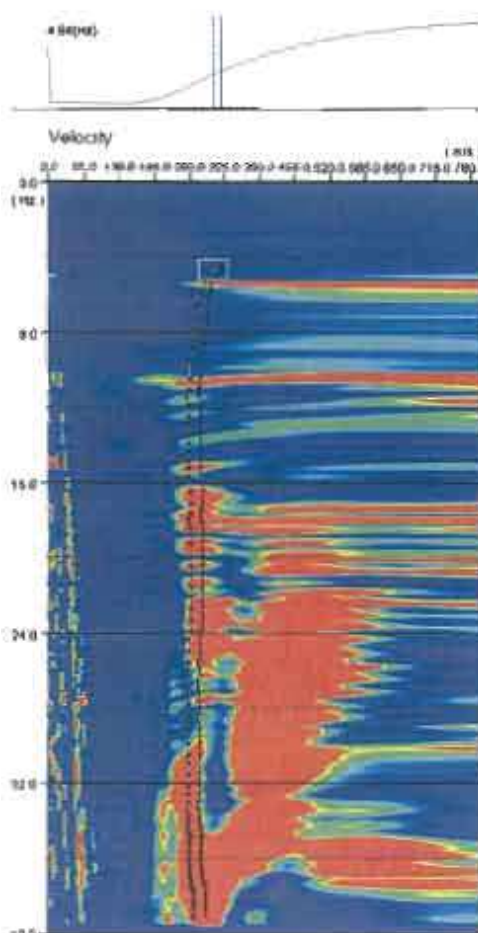
## CURVE DI DISPERSIONE CUMULATIVE



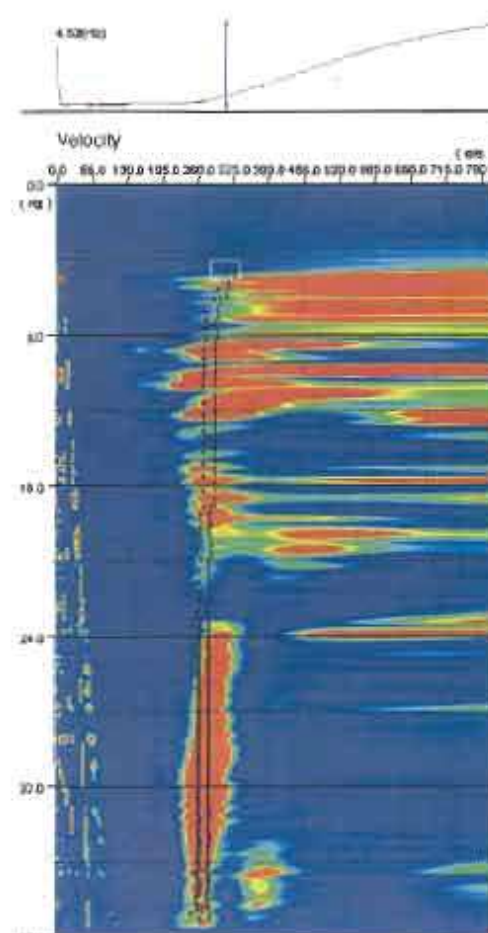
MASW 1



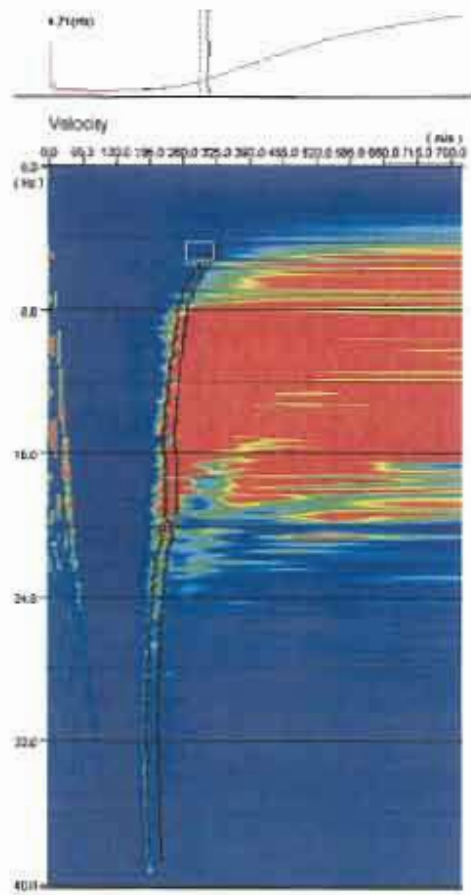
MASW 2



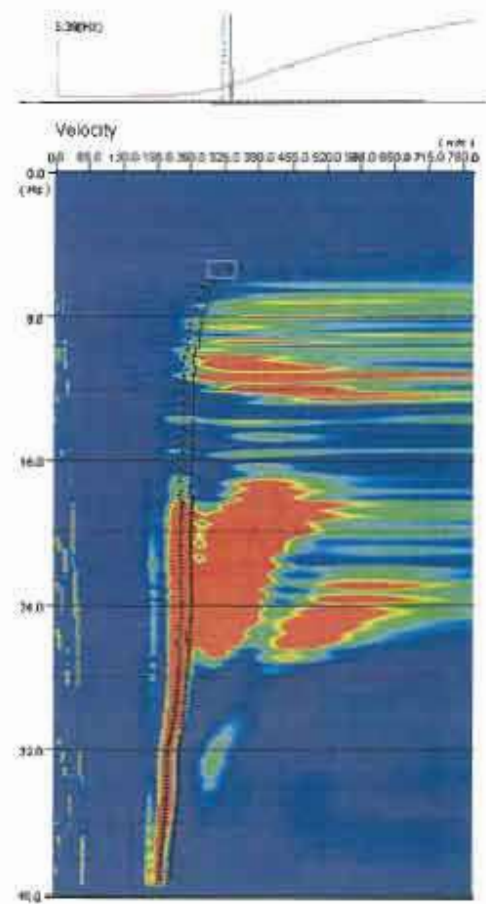
MASW 3



MASW 4

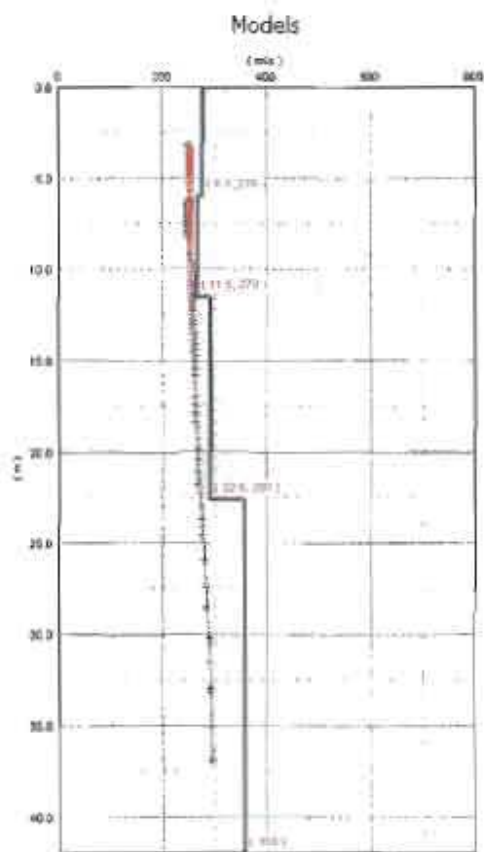


MASW 5

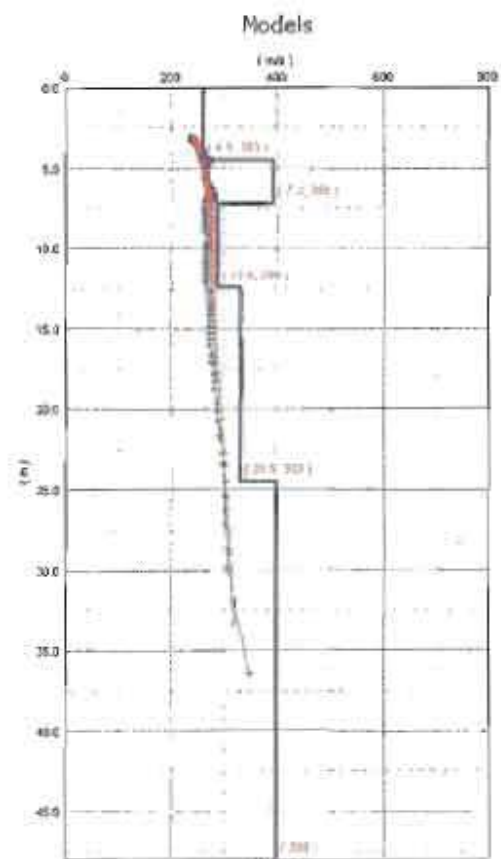


MASW 6

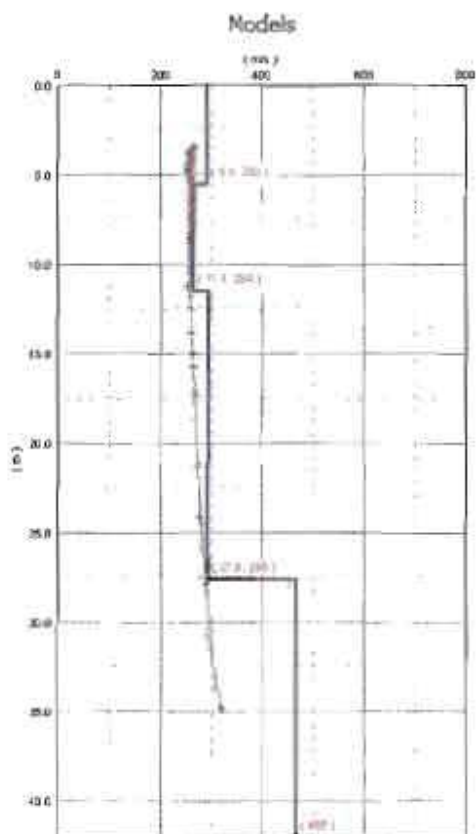
# MODELLI RISULTANTI DALL'INVERSIONE DEI DATI



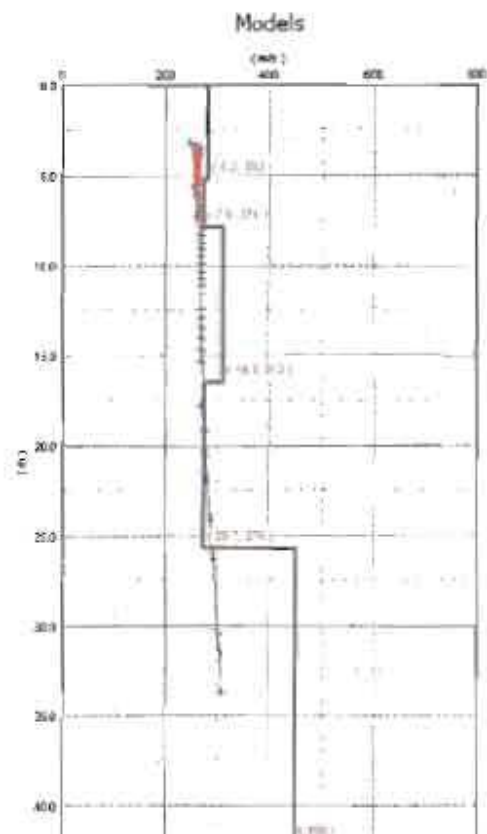
MASW 1



MASW 2

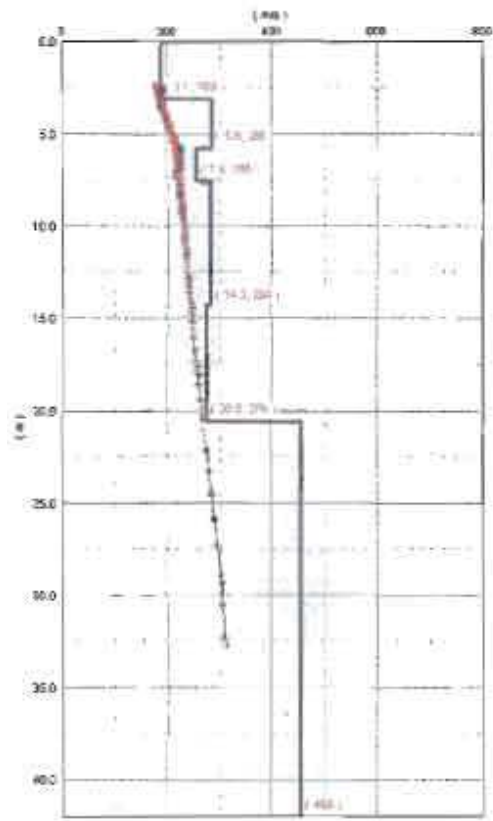


MASW 3



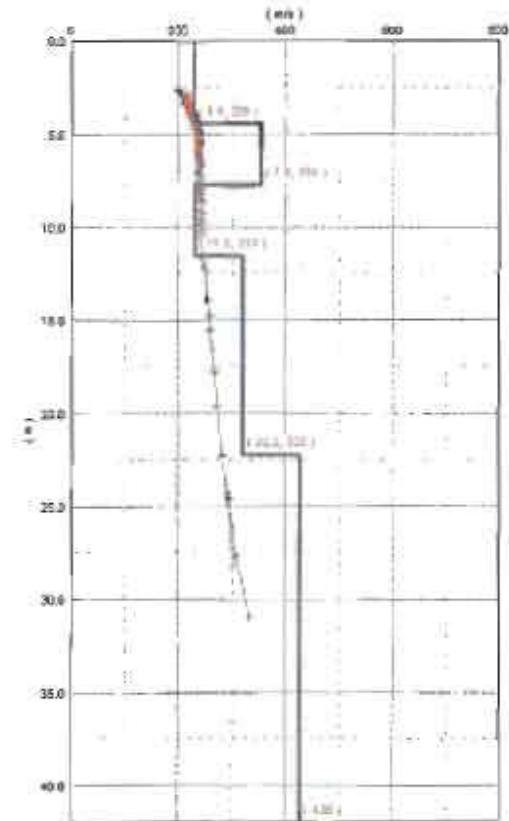
MASW4

Models



MASW 5

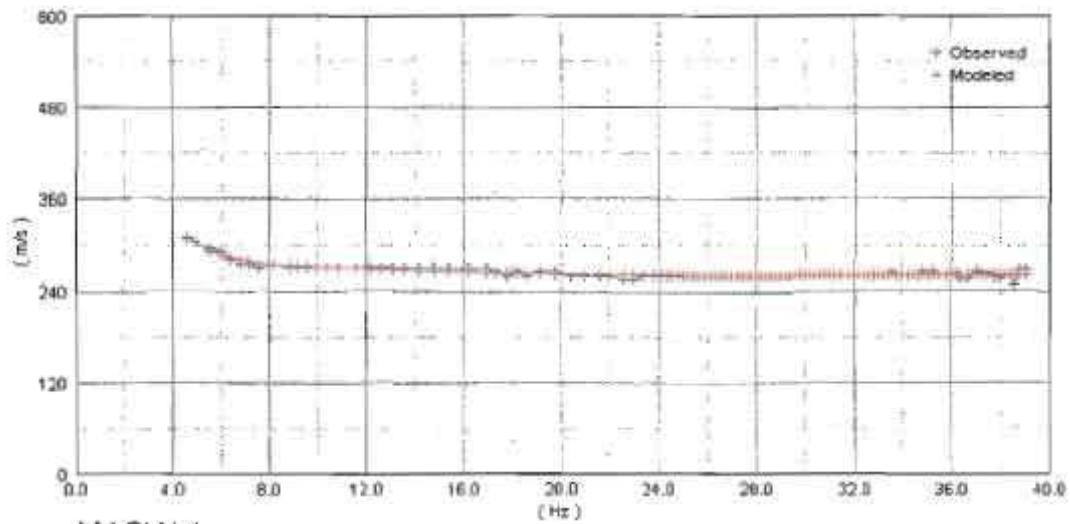
Models



MASW 6

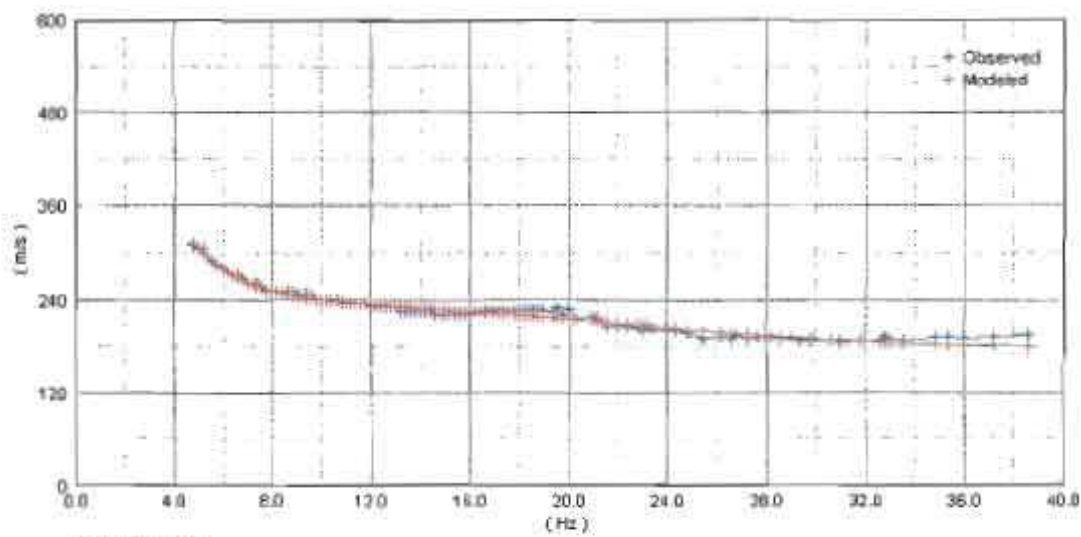


### Dispersion Curves



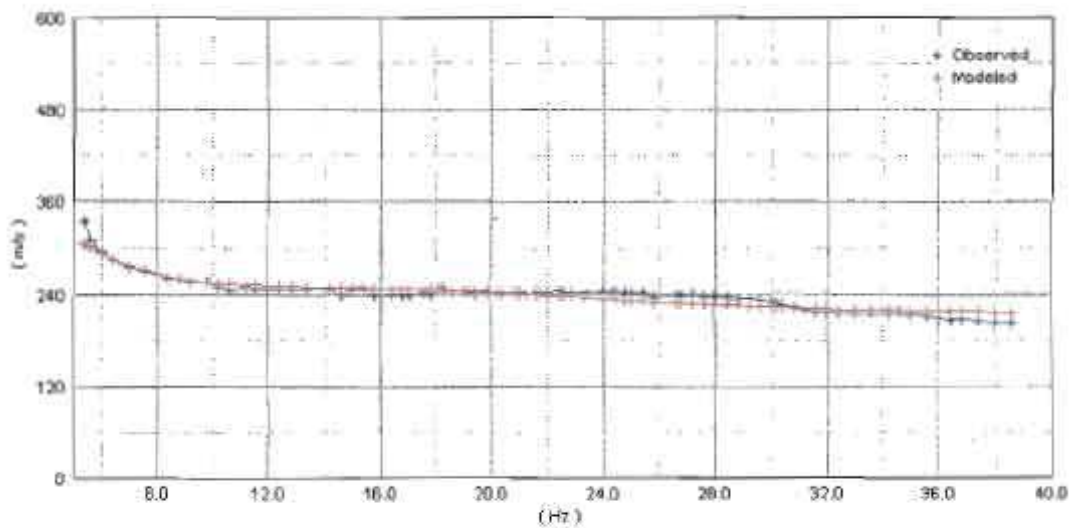
MASW 4

### Dispersion Curves



MASW 5

### Dispersion Curves



MASW 6