

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



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

U.O. GEOLOGIA

PROGETTO PRELIMINARE

**LOTTO FUNZIONALE TRATTA BRESCIA - VERONA
NODO AV/AC DI VERONA: INGRESSO OVEST**

RELAZIONE GEOLOGICA – GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA

SCALA:

-

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


I N 0 9 1 0 R 6 9 R G G E 0 0 0 1 0 0 1 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato	Data
A	Emissione esecutiva	G. Riggi	Settembre 2014	<i>F. Biganti</i>	Settembre 2014	<i>S. Borzani</i>	Settembre 2014	F. Marchese	Settembre 2014

File: IN0910 R69 RH GE0001001A.PDF

Stampato dal Service
di plotaggio ITALFERR S.p.A.
ALBA s.r.l.

n. Elab.:1

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>LOTTO FUNZIONALE TRATTA BRESCIA - VERONA NODO AV/AC DI VERONA: INGRESSO OVEST</p>						
<p>RELAZIONE GEOLOGICA – GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA</p>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA IN09</td> <td>LOTTO 10</td> <td>CODIFICA R69RG</td> <td>DOCUMENTO GE 0001 001</td> <td>REV. A</td> <td>FOGLIO 2 di 63</td> </tr> </table>	COMMESSA IN09	LOTTO 10	CODIFICA R69RG	DOCUMENTO GE 0001 001	REV. A	FOGLIO 2 di 63
COMMESSA IN09	LOTTO 10	CODIFICA R69RG	DOCUMENTO GE 0001 001	REV. A	FOGLIO 2 di 63		

SOMMARIO

1	PREMESSA	4
2	INDAGINI GEOGNOSTICHE IN SITO E DI LABORATORIO	5
2.1	INDAGINI ESISTENTI.....	5
2.2	CAMPAGNA INDAGINI GEOGNOSTICHE - ITALFERR 2014	5
2.3	CAMPAGNA INDAGINI GEOFISICHE - ITALFERR 2014	6
2.4	PROVE DI LABORATORIO GEOTECNICO - ITALFERR 2014	6
3	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	7
4	INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO	9
5	INQUADRAMENTO GEOLOGICO	11
6	ASSETTO STRUTTURALE	16
7	CARTOGRAFIA E PROFILO GEOLOGICO	18
7.1	CARTOGRAFIA GEOLOGICA.....	18
7.2	PROFILO GEOLOGICO TECNICO.....	19
8	IDROGRAFIA ED IDROGEOLOGIA	20
8.1	BACINO IDROGEOLOGICO DELL'ALTA PIANURA VERONESE (VRA)	20
9	CARTOGRAFIA E PROFILO IDROGEOLOGICO	24
9.1	CARTOGRAFIA E PROFILO IDROGEOLOGICO.....	24
9.1.1	<i>Definizione delle unità idrogeologiche</i>	24
9.2	DEFINIZIONE DELLA PIEZOMETRICA.....	25
9.2.1	<i>Pozzi ad uso idropotabile</i>	25
10	SISMICA	27
10.1	CLASSIFICAZIONE SISMICA.....	27
10.2	SISMICITÀ STORICA	31
10.3	SORGENTI SISMOGENETICHE	34
10.4	AZIONE SISMICA DI RIFERIMENTO	38
10.4.1	<i>Categoria di sottosuolo</i>	38
10.4.2	<i>Condizioni topografiche</i>	39
11	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA	40
12	SINTESI E CONCLUSIONI	42
13	BIBLIOGRAFIA	43

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LOTTO FUNZIONALE TRATTA BRESCIA - VERONA NODO AV/AC DI VERONA: INGRESSO OVEST					
	RELAZIONE GEOLOGICA – GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA	COMMESSA IN09	LOTTO 10	CODIFICA R69RG	DOCUMENTO GE 0001 001	REV. A

ELENCO DELLE TABELLE


TABELLA 1. ELABORATI PRODOTTI NELL'AMBITO DEL PRESENTE STUDIO	4
TABELLA 2. RIASSUNTO DEI RISULTATI DELLE PROVE LEFRANC IN FORO DI SONDAGGIO	24
TABELLA 3. DEFINIZIONE DELLE UNITÀ IDROGEOLOGICHE	24
TABELLA 4. LETTURE PIEZOMETRICHE	25
TABELLA 5. STORIA SISMICA DI VERONA [45.438, 10.994] NUMERO DI EVENTI: 126	31
TABELLA 6. QUADRO RIASSUNTIVO DELLA SORGENTE SISMOGENETICA ITCS073 – MONTE BALDO	37
TABELLA 7. QUADRO RIASSUNTIVO DELLA SORGENTE SISMOGENETICA ITCS076 – PIANURA ADIGE	37
TABELLA 8. CORRELAZIONI GEOTECNICHE UTILIZZATE PER L'INTERPRETAZIONE DELLE PROVE SPT.	40
TABELLA 9. PARAMETRI GEOTECNICI DI RIFERIMENTO	41

ELENCO DELLE FIGURE

FIGURA 1. INQUADRAMENTO DELL'AREA OGGETTO DI STUDIO SU FOTO AEREA (BING MAPPE) – SCALA GRAFICA.....	8
FIGURA 2. MAPPA DELLE UNITÀ DEPOSIZIONALI DEL VENETO (ARPAV, 2010). L'AREA DI INTERESSE È CARATTERIZZATA DALL'UNITÀ DEPOSIZIONALE A=ADIGE.	10
FIGURA 3. CARTA GEOLOGICA D'ITALIA SCALA 1:100000 FOGLIO N. 49 VERONA (STRALCIO NON IN SCALA, IN ROSSO L'AREA DI STUDIO).....	12
FIGURA 4. LEGENDA DELLA CARTA GEOLOGICA D'ITALIA SCALA 1:100000 FOGLIO N. 49 VERONA.....	13
FIGURA 5. CARTA GEOLOGICA D'ITALIA SCALA 1:100000 FOGLIO N. 48 - PESCHIERA DEL GARDA (STRALCIO NON IN SCALA, IN ROSSO L'AREA DI STUDIO)	14
FIGURA 6. LEGENDA DELLA CARTA GEOLOGICA D'ITALIA SCALA 1:100000 FOGLIO N. 48 PESCHIERA DEL GARDA	15
FIGURA 7. PRINCIPALI CARATTERISTICHE STRUTTURALI E TETTONICHE DELLE ALPI CENTRO-MERIDIONALI (A SUD DELLA LINEA PERIADRIATICA). 16	
FIGURA 8. PRINCIPALI CARATTERISTICHE STRUTTURALI E TETTONICHE DEGLI APPENNINI CENTRO-SETTENTRIONALI E DELLE ALPI CENTRO-MERIDIONALI (A SUD DELLA LINEA PERIADRIATICA).....	17
FIGURA 9. BACINO IDROGEOLOGICO DELL'ALTA PIANURA VERONESE (VRA)	21
FIGURA 10. MODELLO IDROGEOLOGICO DELLA PIANURA VENETA (PROV. VE SERV. GEOLOGICO, 2011). SEZIONE TIPO DELLA PIANURA CON DIREZIONE N-S. SI DISTINGUE LA ZONA DELL'ALTA PIANURA DOVE AVVIENE LA RICARICA DELL'ACQUIFERO, LA ZONA DI MEDIA PIANURA DOVE INIZIA A SVILUPParsi IL SISTEMA MULTI-FALDE IN PRESSIONE E IN CUI LE ACQUE FREATICHE VENGONO A GIORNO (FASCIA DELLE RISORGIVE), ED INFINE LA ZONA DI BASSA PIANURA.....	22
FIGURA 11. CARTA IDROGEOLOGICA DELL'ALTA PIANURA DELL'ADIGE SCALA 1:30000 (STRALCIO NON IN SCALA)	23
FIGURA 12. MAPPA DI PERICOLOSITÀ SISMICA DEL TERRITORIO NAZIONALE. FONTE: ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA (INGV).....	29
FIGURA 13. VALORI DI PERICOLOSITÀ SISMICA DEL TERRITORIO REGIONALE (PARTICOLARE DELLA REGIONE VENETO). FONTE: ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA (INGV).....	30
FIGURA 14. STORIA SISMICA DI VERONA	34
FIGURA 15. MODELLO SISMOTETTONICO DELL'AREA FRA IL LAGO DI GARDA E IL MONTE GRAPPA (PANIZZA ET. AL. 1981).....	35
FIGURA 16. SORGENTI SISMOGENETICHE CONTENUTE NELLA NUOVA VERSIONE DEL "DATABASE OF POTENTIAL SOURCES FOR EARTHQUAKES LARGER THAN M 5.5 IN ITALY" PER L'AREA IN OGGETTO.	36

APPENDICI

- Appendice 1. Grafici relativi alle prove SPT in foro di sondaggio
- Appendice 2. Grafici relativi alle prove di laboratorio geotecnico

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LOTTO FUNZIONALE TRATTA BRESCIA - VERONA NODO AV/AC DI VERONA: INGRESSO OVEST					
	RELAZIONE GEOLOGICA – GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA	COMMESSA IN09	LOTTO 10	CODIFICA R69RG	DOCUMENTO GE 0001 001	REV. A

1 Premessa

Il presente studio è stato redatto con lo scopo di fornire il quadro preventivo dei caratteri geologici, geomorfologici ed idrogeologici nell'ambito della progettazione preliminare del Nodo AV/AC di Verona, ingresso Ovest.

In questo studio sono stati sviluppati i seguenti punti:

- ✓ inquadramento geologico, geomorfologico ed idrogeologico generale dell'area;
- ✓ redazione di una cartografia geologico - geomorfologica ed idrogeologica di riferimento;
- ✓ interpretazione ed elaborazione delle indagini geognostiche e geofisiche disponibili al fine della ricostruzione del profilo in asse al tracciato di progetto e della individuazione delle unità litostratigrafiche che caratterizzano l'area;
- ✓ sismicità dell'area;
- ✓ interpretazione ed elaborazione delle prove in sito e di laboratorio per fornire una prima caratterizzazione geotecnica delle unità litostratigrafiche incontrate.

Gli elaborati prodotti nell'ambito del presente studio sono riportati in Tabella 1.

Tabella 1. Elaborati prodotti nell'ambito del presente studio

TITOLO	CODIFICA	SCALA
<i>Relazione geologica, geomorfologica ed idrogeologica</i>	IN0910R69RGGE0001001A	--
<i>Carta geologica Tav. 1/2</i>	IN0910R69G6GE0001001A	1:2.000
<i>Carta geologica Tav. 2/2</i>	IN0910R69G6GE0001002A	1:2.000
<i>Carta idrogeologica Tav. 1/2</i>	IN0910R69G6GE0002001A	1:2.000
<i>Carta idrogeologica Tav. 2/2</i>	IN0910R69G6GE0002002A	1:2.000
<i>Profilo geologico tecnico Tav. 1/2</i>	IN0910R69F6GE0001001A	1:2.000/200
<i>Profilo geologico tecnico Tav. 2/2</i>	IN0910R69F6GE0001002A	1:2.000/200
<i>Profilo idrogeologico Tav. 2/2</i>	IN0910R69F6GE0002001A	1:2.000/200
<i>Profilo idrogeologico Tav. 2/2</i>	IN0910R00F6GE0002002A	1:2.000/200

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LOTTO FUNZIONALE TRATTA BRESCIA - VERONA NODO AV/AC DI VERONA: INGRESSO OVEST					
	RELAZIONE GEOLOGICA – GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA	COMMESSA IN09	LOTTO 10	CODIFICA R69RG	DOCUMENTO GE 0001 001	REV. A

2 Indagini geognostiche in sito e di laboratorio

2.1 Indagini esistenti

Ai fini della produzione degli elaborati del presente studio si è fatto riferimento a dati di base di carattere geologico, stratigrafico ed idrogeologico recepiti da diversi Enti, in particolare:

- REGIONE VENETO, DIREZIONE GEOLOGIA E GEORISORSE - Venezia (VE);
stratigrafie di pozzi e carotaggi;
- ACQUE VERONESI; livelli di falda statici e dinamici di pozzi per acqua ad uso idropotabile.


2.2 Campagna indagini geognostiche - Italferr 2014

L'indagine è costituita da n. 5 sondaggi a carotaggio continuo con installazione di strumentazione in foro (piezometri e tubazione per prove sismiche tipo Down Hole), prelievo di campioni, prove di permeabilità Lefranc e prove SPT in foro.

Per ogni dettaglio si rimanda al documento *“Relazione tecnica, esiti indagini e prove in sito”* emesso dall'impresa esecutrice Vicenzetto Srl.

Il quadro riassuntivo dei sondaggi risulta:

Sondaggio	Profondità	Nord	Est	Strumentazione
DHL281R01	30 m	45°25,635'	10°57,202'	Tubazione per down-hole
PNL281R02	30 m	45°25,630'	10°56,910'	Piezometro Norton 3"
SCL281R03	30 m	45°25,635'	10°56,156'	Piezometro Norton 3"
PNL281R04	30 m	45°25,641'	10°55,821'	Piezometro Norton 3"
DHL281O05	30 m	45°25,647'	10°54,704'	Tubazione per down-hole

 ITOLFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LOTTO FUNZIONALE TRATTA BRESCIA - VERONA NODO AV/AC DI VERONA: INGRESSO OVEST						
RELAZIONE GEOLOGICA – GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA	<table border="0"> <tr> <td>COMMESSA IN09</td> <td>LOTTO 10</td> <td>CODIFICA R69RG</td> <td>DOCUMENTO GE 0001 001</td> <td>REV. A</td> <td>FOGLIO 6 di 63</td> </tr> </table>	COMMESSA IN09	LOTTO 10	CODIFICA R69RG	DOCUMENTO GE 0001 001	REV. A	FOGLIO 6 di 63
COMMESSA IN09	LOTTO 10	CODIFICA R69RG	DOCUMENTO GE 0001 001	REV. A	FOGLIO 6 di 63		

2.3 Campagna indagini geofisiche - Italferr 2014

L'indagine geofisica è consistita nell'esecuzione di:

- Analisi elettromagnetiche in corrispondenza delle piazzole di perforazione per l'identificazione di eventuali anomalie metalliche;
- Prove Down-Hole in due fori di sondaggio;
- Profili tomografici elettrici per la ricostruzione dei rapporti geostratigrafici tra le unità litostratigrafiche individuate.

Si veda per ogni dettaglio il documento *“Relazione Tecnica, esiti campagna geofisica – Tomografia elettrica e Down-Hole”* a cura di GEOINVEST srl di Piacenza.

2.4 Prove di laboratorio geotecnico - Italferr 2014

Nel corso della campagna geognostica Italferr 2014 sono stati prelevati campioni da sottoporre a prove di laboratorio geotecnico. Vista la natura incoerente delle unità litologiche sono stati prelevati campioni rimaneggiati ogni 3 m circa di profondità.

Sui campioni sono state effettuate le seguenti prove:

- Apertura campione (ASTM D 2488/93);
- Analisi Granulometrica (ASTM D422/63 – Class. AGI 1977);
- Classificazione terreno USCS (ASTM D 2487/93);
- Classificazione terreno CNR-UNI 10006 (in accordo con AASHTO).

Per le risultanze del laboratorio geotecnico si rimanda all'elaborato *“Prove di laboratorio sondaggi: DHL281R01, PNL281R02, PNL281R03, PNL281R04, DHL281O05”* che costituisce parte integrante del presente studio. Il laboratorio geotecnico che ha effettuato le

	LOTTO FUNZIONALE TRATTA BRESCIA - VERONA NODO AV/AC DI VERONA: INGRESSO OVEST					
RELAZIONE GEOLOGICA – GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA	COMMESSA IN09	LOTTO 10	CODIFICA R69RG	DOCUMENTO GE 0001 001	REV. A	FOGLIO 7 di 63

3 Inquadramento geografico

L'area oggetto di studio è ubicata dalla stazione di Verona in direzione Ovest fino allo svincolo della A22, Autostrada del Brennero.

Il tracciato ferroviario in progetto si sviluppa in affiancamento alla linea storica per una lunghezza di 3.440 m circa. In Figura 1 si riporta una foto aerea con indicazione dell'area oggetto di studio (Bing mappe).



RELAZIONE GEOLOGICA – GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA

LOTTO FUNZIONALE TRATTA BRESCIA - VERONA
NODO AV/AC DI VERONA: INGRESSO OVEST

COMMESSA IN09 LOTTO 10 CODIFICA R68RG DOCUMENTO GE 0001 001 REV. A FOGLIO 8 di 63

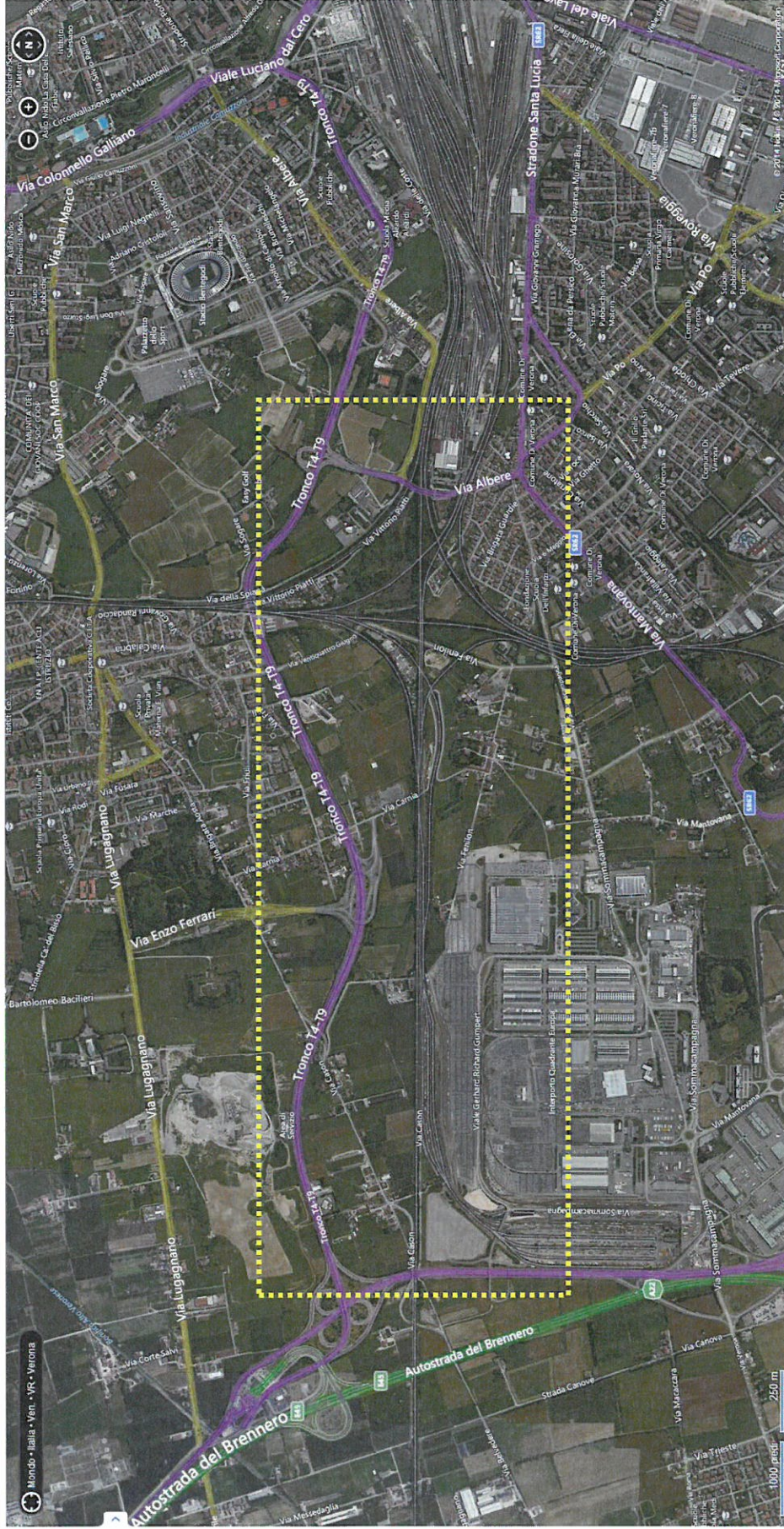


Figura 1. Inquadramento dell'area oggetto di studio su foto aerea (Bing mappe) – Scala grafica

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LOTTO FUNZIONALE TRATTA BRESCIA - VERONA NODO AV/AC DI VERONA: INGRESSO OVEST						
RELAZIONE GEOLOGICA – GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="810 309 938 349"> COMMESSA IN09 </td> <td data-bbox="946 309 1018 349"> LOTTO 10 </td> <td data-bbox="1042 309 1145 349"> CODIFICA R69RG </td> <td data-bbox="1177 309 1305 349"> DOCUMENTO GE 0001 001 </td> <td data-bbox="1329 309 1385 349"> REV. A </td> <td data-bbox="1401 309 1474 349"> FOGLIO 9 di 63 </td> </tr> </table>	COMMESSA IN09	LOTTO 10	CODIFICA R69RG	DOCUMENTO GE 0001 001	REV. A	FOGLIO 9 di 63
COMMESSA IN09	LOTTO 10	CODIFICA R69RG	DOCUMENTO GE 0001 001	REV. A	FOGLIO 9 di 63		

4 Inquadramento geomorfologico

Il tracciato ferroviario in progetto si colloca in un territorio caratterizzato da morfologie regolari, sub pianeggiante debolmente degradante verso sud-est.

Le quote topografiche vanno dagli 85 m circa s.l.m. in corrispondenza dello svincolo della A22, Autostrada del Brennero ai 60 m s.l.m. circa delle aree limitrofe alla stazione di Verona.

L'aspetto morfologico attuale del territorio veronese è fortemente legato all'evoluzione tardo pleistocenica e olocenica dei fiumi alpini Adige, Isonzo, Tagliamento, Piave e Brenta. Essi hanno infatti ripetutamente cambiato percorso a valle del loro sbocco montano interessando aree molto ampie. Si sono così formati sistemi sedimentari allungati fino al mare di notevole estensione areale (Figura 2) caratterizzati da una notevole selezione granulometrica dei sedimenti che da monte a valle passano da ghiaie a sabbie a limi e infine argille. Esaminando la Figura 2 si evince che l'area di studio è caratterizzata dall'unità deposizionale del fiume Adige.

Mappa delle unità deposizionali del Veneto.
Elaborazione 2010

LEGENDA delle UNITÀ DEPOSIZIONALI individuate nel territorio di pianura

T= Tagliamento; P= Piave; B= Brenta; A= Adige; O= Po; MC1= conoidi dell' Astico;
MC2= conoidi pedemontane calcaree; MV1= conoidi pedemontane del sistema Leogra-
Timonchio; MV2= depositi fluviali in bassa pianura dell' Agno-Gua. DP= costiero nord-
orientale.
DA= costiero meridionale

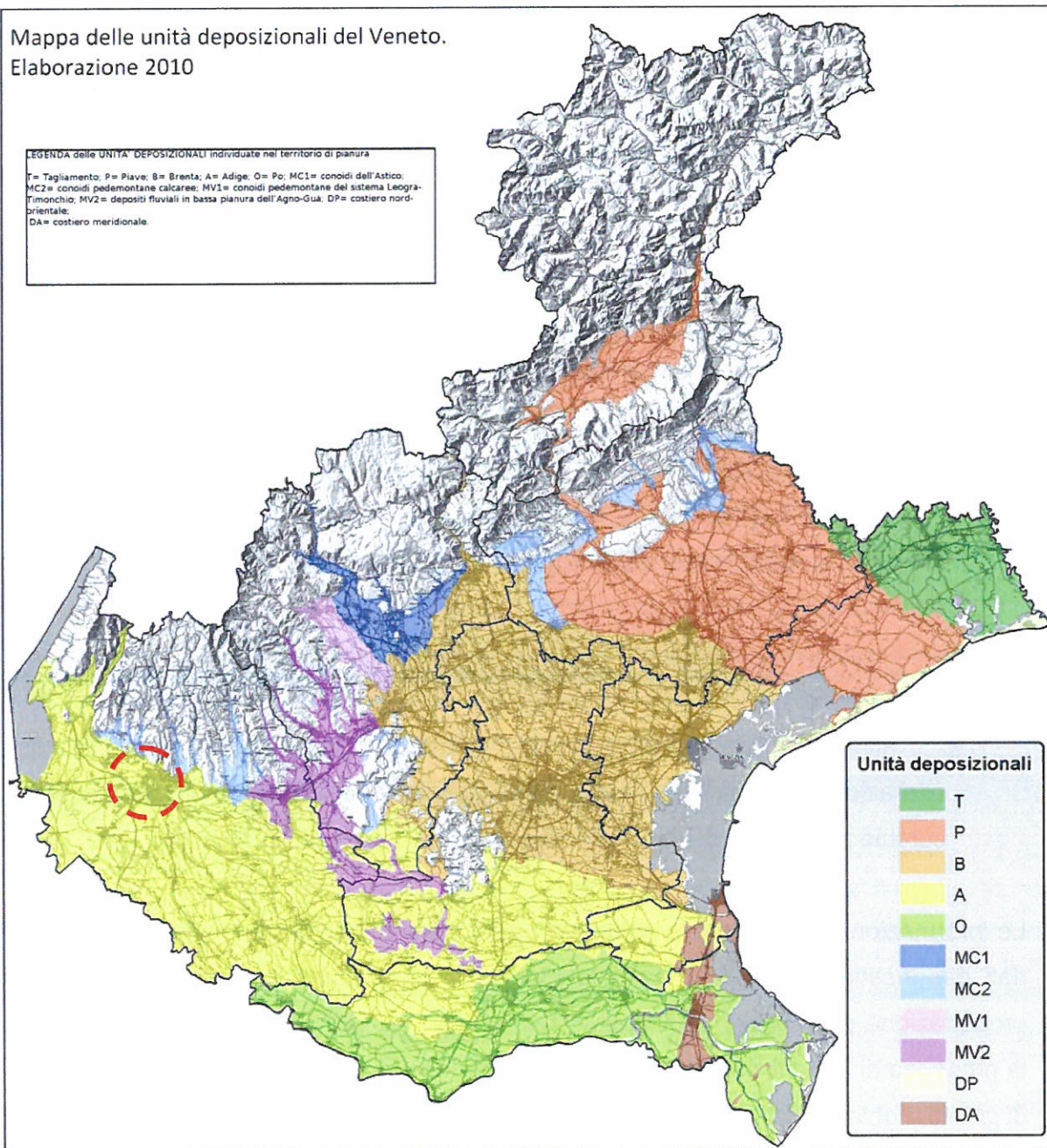


Figura 2. Mappa delle unità deposizionali del Veneto (ARPAV, 2010). L'area di interesse è caratterizzata dall'unità deposizionale A=Adige.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LOTTO FUNZIONALE TRATTA BRESCIA - VERONA NODO AV/AC DI VERONA: INGRESSO OVEST					
RELAZIONE GEOLOGICA – GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA	COMMESSA IN09	LOTTO 10	CODIFICA R69RG	DOCUMENTO GE 0001 001	REV. A	FOGLIO 11 di 63

5 Inquadramento geologico

Le caratteristiche delle unità geologiche presenti nell'area sono intimamente legate agli elementi geomorfologici riconosciuti in superficie e, complessivamente, sono il prodotto dei processi deposizionali ed erosivi attuatisi tra le fasi finali del Pleistocene e l'Attuale, ossia negli ultimi 150.000 anni circa.

Come si evince esaminando la Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000, Foglio 49 - Verona (Figura 3 - Figura 4) e Foglio 48 - Peschiera del Garda (Figura 5 - Figura 6) nella quale colloca la quasi totalità del tracciato ferroviario in progetto, il sottosuolo dell'area di studio è costituito da sedimenti alluvionali fluvioglaciali e fluviali deposti dall'antico Fiume Adige al termine del percorso montano, in particolare, da Ovest verso Est:

- fg^{R2}: alluvioni fluvio-glaciali e fluviali, da molto grossolane a ghiaiose, con strato di alterazione superficiale argilloso, giallo-rossiccio, di ridotto spessore. Terrazze, sospese sui 30 metri, costituiscono l'alta pianura, generalmente a monte della zona delle risorgive e si raccordano con le cerchie moreniche maggiori dell'anfiteatro del Garda (RISS).
- fg^{R3}: alluvioni fluvio-glaciali e fluviali, ghiaiose, con terreno argilloso rossastro di alterazione superficiale. Terrazze e sospese sui 25 metri, si raccordano con le cerchie più interne del morenico Riss (RISS RECENTE);

Le informazioni acquisite dalla cartografia geologica disponibile sono state confermate dai dati geognostici disponibili ovvero le indagini geognostiche realizzate a supporto della progettazione preliminare del tracciato ferroviario. Tali dati geognostici hanno evidenziato la presenza di un potente materasso alluvionale costituito da depositi di notevole spessore di ghiaie e ghiaie sabbiose.

Più a sud dell'area di interesse, nell'ambito della media e bassa pianura, le ampie conoidi ghiaiose dell'Adige si intercalano con depositi sabbiosi, limosi e argillosi dando luogo alla "fascia delle risorgive".



Figura 3. Carta Geologica d'Italia Scala 1:100000 Foglio n. 49 Verona (stralcio non in scala, in rosso l'area di studio)

OLOCENE

a^2



Alluvioni sabbioso-ghiaiose, terrazzate, antiche.

PLEISTOCENE

fg^R



Alluvioni fluvio-glaciali e fluviali, da ciottolose a ghiaiose, con strato di alterazione superficiale argilloso, giallo-rossiccio, di ridotto spessore; terrazzate e sospese sui 30 m, costituiscono l'alta pianura a monte della zona delle risorgive e si raccordano con le cerchie moreniche maggiori dell'anfiteatro del Garda. Alluvioni dell'antica conoide dell'Adige, prevalentemente cementate, arrossate e terrazzate. *RISS.*

Simbologia convenzionale



Orlo e scarpata di terrazzo di costruzione fluviale.



Cordone morenico.



Pozzo per acqua (profondità in metri).



Cava.

Figura 4. Legenda della Carta Geologica d'Italia Scala 1:100000 Foglio n. 49 Verona

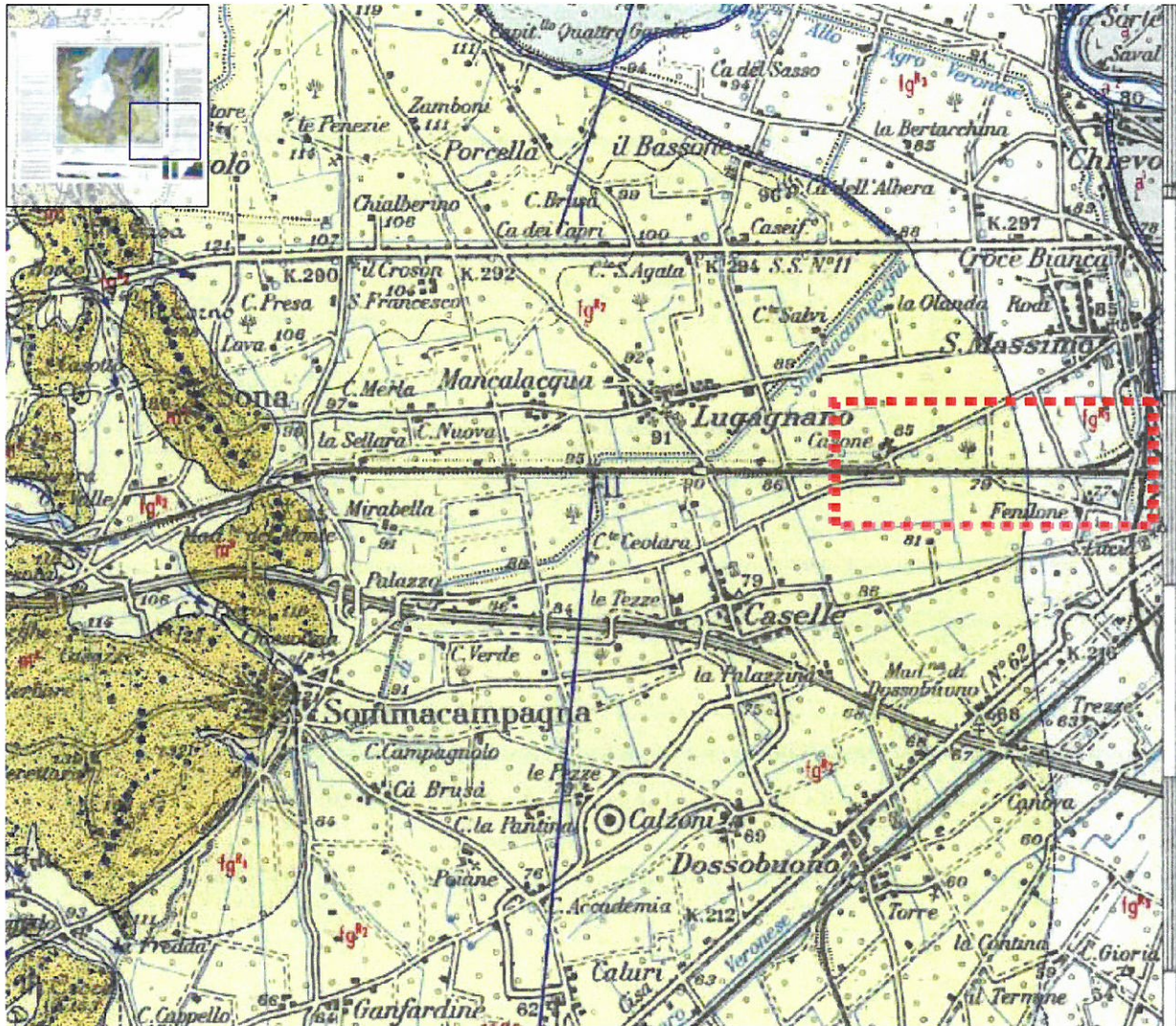


Figura 5. Carta Geologica d'Italia Scala 1:100000 Foglio n. 48 - Peschiera del Garda (stralcio non in scala, in rosso l'area di studio)

PLEISTOCENE

fg^{R3}



Alluvioni fluvio-glaciali e fluviali, ghiaiose, con terreno argilloso rossastro di alterazione superficiale. Terrazze e sospese sui 25 metri, si raccordano con le cerchie più interne del morenico Riss (Salionze, ecc.). **RISS RECENTE.**

fg^{R2}



Alluvioni fluvio-glaciali e fluviali, da molto grossolane a ghiaiose, con strato di alterazione superficiale argilloso, giallo-rossiccio, di ridotto spessore. Terrazze, sospese sui 30 metri, costituiscono l'alta pianura generalmente a monte della zona delle risorgive e si raccordano con le cerchie moreniche maggiori dell'anfiteatro del Garda (Lonato-Esenta, Castiglione delle Stiviere, ecc.). **RISS.**

fg^{R1}



Alluvioni fluvio-glaciali e fluviali, prevalentemente ghiaiose, alterate per oltre un metro in argille rossastre. Terrazze e sospese di 40 e più metri, si raccordano con le cerchie moreniche risisiane più esterne dell'anfiteatro del Garda e di quello atesino di Rivoli Veronese. **RISS ANTICO.**

Simbologia convenzionale



Orlo e scarpata di terrazzo di costruzione fluviale.



Cordone morenico.

Figura 6. Legenda della Carta Geologica d'Italia Scala 1:100000 Foglio n. 48 Peschiera del Garda

6 Assetto strutturale

Relativamente all'assetto strutturale, i Monti Lessini e l'Alta Pianura veronese sono riferibili all'unità tettonica delle Alpi Meridionali o Dominio Sudalpino al passaggio con l'unità del Bacino Padano (Figura 7).

La pianura veneta costituisce la superficie di riempimento, di età terziaria e quaternaria, di un bacino deposizionale che è situato all'estremità nord-occidentale della microplacca adriatica (Figura 8). Si tratta dell'avampaese condiviso fra il settore occidentale delle Alpi meridionali e gli Appennini settentrionali. La prima corrisponde a una catena a thrust con vergenza sud e sud-orientale sviluppatasi a partire dal Paleogene, mentre la seconda è una catena a thrust con vergenza nord-orientale formatasi dal Neogene.

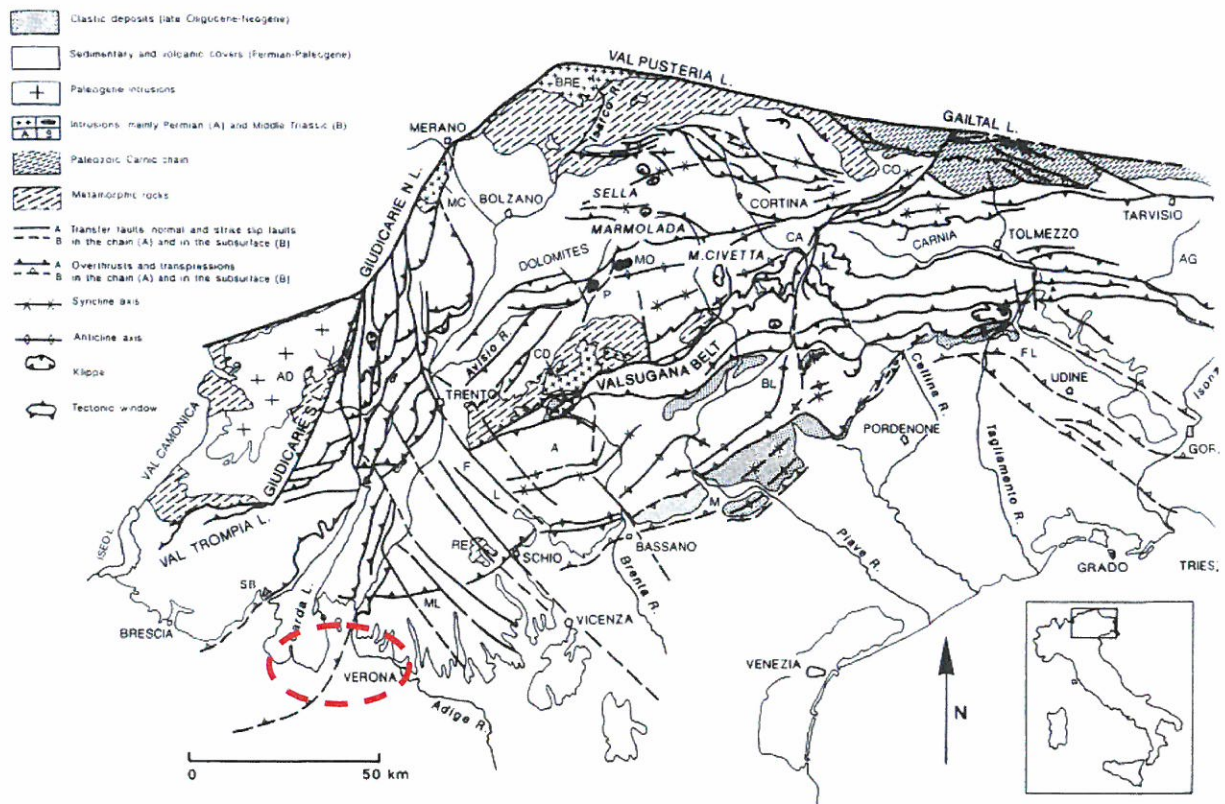


Figura 7. Principali caratteristiche strutturali e tettoniche delle Alpi Centro-Meridionali (a sud della Linea Periadriatica).

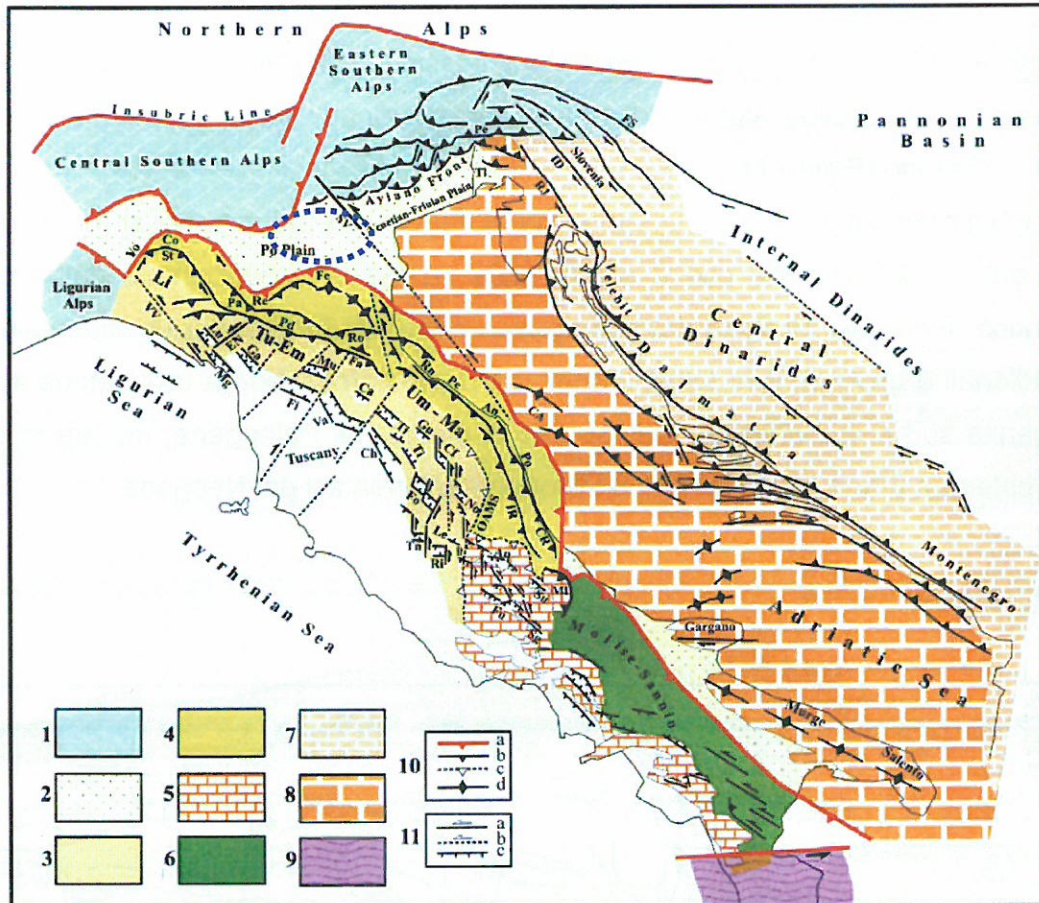



Fig. 4 - Main structural and tectonic features in the Central-Northern Apennines and the northern peri-Adriatic zones. 1) Ligurian and Southern Alps; 2) Foredeep basins; 3, 4) Axial and outer belts of the Northern Apennines; 5) Latium-Abruzzi and Southern Apennines carbonate platforms; 6) Outer belt of the Southern Apennines; 7) Dinarides carbonate platforms; 8) Adriatic foreland; 9) Calabrian Arc; 10) Compressional features: a = outer front of the Alps and Apennines; b,c = active and inactive thrusts, d = fold axes; 11) Transcurrent and extensional features: a, b = active and presumably active strike-slip faults; c = normal faults. Main compressional features: CA = central Adriatic folds; Co = San Colombano-Cremona; CR = Coastal Ridge; Fa = Faenza; Fe = Ferrara; IR = Internal Ridge; OAMS = Olevano-Antròdoco-Monti Sibillini lineament; Pa = Parma; Pd = Pedeaennine; Pe = Periadriatic; Po = Porto S. Giorgio, Re = Reggio Emilia; Ro = Romagna; Rn-Pe-An = Rimini-Pesaro-Ancona; St = Stradella-Florenzuola d'Arda; Vo = Voghera-Pavia. Main strike-slip features: EN = Enza; FS = Fella-Sava; ID = Idrja; RJ = Rijeka; SV = Schio-Vicenza; VV = Villalvernia-Varzi. Main extensional/transensional basins: Aq = Aquila; Ca = Casentino; Ch = Chiana; Cf = Colfiorito; Fi = Firenze-Pistoia; Fo = Foligno-Spoleto; Fu = Fucino; Ga = Garfagnana; Gu = Gubbio; Le = Leonessa; Lu = Luni-giana; Mg = Magra; Mu = Mugello; No = Norcia; Ri = Rieti; Sg = Upper Sangro; Su = Sulmona; Ti = Tiber; Tn = Terni; Va = Valdarno; Li = Li-gurian Apennines; Ml = Maiella; Tl = Tagliamento river; Tu-Em = Tuscany-Emilia Apennines; Um-Ma = Umbria-Marche Apennines. Details on tectonic features in the Southern Apennines are given in Figs 1 and 3. See text for explanations.

– Principali caratteristiche strutturali e tettoniche nell'Appennino centro settentrionale e nelle zone periAdriatiche settentrionali. 1) Alpi liguri e meridionali; 2) Avanzosse; 3, 4) Parti assiali ed esterne dell'Appennino settentrionale; 5) Unità di piattaforma carbonatica dell'Appennino centrale e meridionale; 6) Parte esterna dell'Appennino meridionale; 7) Unità di piattaforma carbonatica delle Dinaridi; 8) Avampace adriatico; 9) Arco Calabro; 10) Strutture compressive: a = fronte esterno delle Alpi e dell'Appennino, b,c = raccorciamenti attivi ed inattivi, d = assi di pieghe; 11) Faglie trascorrenti e normali: a,b = faglie trascorrenti attive e probabilmente attive; c = faglie normali. Principali strutture compressive: CA = pieghe nell'Adriatico centrale; Co = San Colombano-Cremona; CR = Ridge Costiero; Fa = Faenza; Fe = Ferrara; IR = Ridge interno; OAMS = lineamento Olevano-Antròdoco-Monti Sibillini; Pa = Parma; Pd = Pedeaennino; Pe = Periadriatico; Po = Porto S. Giorgio, Re = Reggio Emilia; Ro = Romagna; Rn-Pe-An = Rimini-Pesaro-Ancona; St = Stradella-Florenzuola d'Arda; Vo = Voghera-Pavia. Principali strutture trascorrenti: EN = Enza; FS = Fella-Sava; ID = Idrja; RJ = Rijeka; SV = Schio-Vicenza; VV = Villalvernia-Varzi. Principali bacini estensionali/transensionali: Aq = Aquila; Ca = Casentino; Ch = Chiana; Cf = Colfiorito; Fi = Firenze-Pistoia; Fo = Foligno-Spoleto; Fu = Fucino; Ga = Garfagnana; Gu = Gubbio; Le = Leonessa; Lu = Luni-giana; Mg = Magra; Mu = Mugello; No = Norcia; Ri = Rieti; Sg = Alto Sangro; Su = Sulmona; Ti = Tevere; Tn = Terni; Va = Valdarno. CA = pieghe Centro Adriatiche; Li = Appennino Ligure; Ml = Maiella; Tl = Tagliamento; Tu-Em = Appennino Tosco-Emiliano; Um-Ma = Appennino Umbro-Marchigiano. Dettagli sulle caratteristiche tettoniche nell'Appennino meridionale sono riportati nelle figg. 1 e 3. Vedi testo per spiegazioni.

Boll. SGI 125 (2006) fasc. 3, 273-291, 6 ff.

Figura 8. - Principali caratteristiche strutturali e tettoniche degli Appennini Centro-Settentrionali e delle Alpi Centro-Meridionali (a sud della Linea Periadriatica).

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LOTTO FUNZIONALE TRATTA BRESCIA - VERONA NODO AV/AC DI VERONA: INGRESSO OVEST						
RELAZIONE GEOLOGICA – GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA IN09</td> <td>LOTTO 10</td> <td>CODIFICA R69RG</td> <td>DOCUMENTO GE 0001 001</td> <td>REV. A</td> <td>FOGLIO 18 di 63</td> </tr> </table>	COMMESSA IN09	LOTTO 10	CODIFICA R69RG	DOCUMENTO GE 0001 001	REV. A	FOGLIO 18 di 63
COMMESSA IN09	LOTTO 10	CODIFICA R69RG	DOCUMENTO GE 0001 001	REV. A	FOGLIO 18 di 63		

7 Cartografia e profilo geologico

7.1 Cartografia geologica

La cartografia geologica allegata (scala 1:10.000) è stata elaborata facendo preliminarmente riferimento ai seguenti dati di base:

- Carta geologica d'Italia alla scala 1:100.000 Foglio 48 Peschiera del Garda e foglio 49 Verona;
- Carta litostratigrafica della Veneto alla scala 1:250.000 (disponibile on-line <http://gisgeologia.regione.veneto.it/>);
- Carta geologica allegata al Progetto Preliminare (Italferr, 2003), del quadruplicamento della linea Fortezza – Verona (Brennero);
- Carta geologica allegata al Progetto Preliminare (Italferr, 2014) del Quadruplicamento della Linea Fortezza – Verona, Lotto 4: Ingresso a Verona

In particolare, in riferimento alla Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000 si sono distinte le seguenti unità geologiche:

- **a**: alluvioni sabbioso ghiaiose terrazzate. OLOCENE
- **fg^{R3}**: alluvioni fluvio-glaciali e fluviali, ghiaiose, con terreno argilloso rossastro di alterazione superficiale. Terrazzate e sospese sui 25 metri, si raccordano con le cerchie più interne del morenico Riss. RISS RECENTE
- **fg^{R2}**: alluvioni fluvio-glaciali e fluviali, da molto grossolane a ghiaiose, con strato di alterazione superficiale argilloso, giallo-rossiccio, di ridotto spessore. Terrazzate, sospese sui 30 metri, costituiscono l'alta pianura, generalmente a monte della zona delle risorgive e si raccordano con le cerchie moreniche maggiori dell'anfiteatro del Garda (RISS).


	LOTTO FUNZIONALE TRATTA BRESCIA - VERONA NODO AV/AC DI VERONA: INGRESSO OVEST					
RELAZIONE GEOLOGICA – GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA	COMMESSA IN09	LOTTO 10	CODIFICA R69RG	DOCUMENTO GE 0001 001	REV. A	FOGLIO 19 di 63

7.2 Profilo geologico tecnico

Le unità geologiche sopra descritte, di natura essenzialmente ghiaiosa, sono state distinte nel profilo geologico tecnico (scala 1:2.000/1:200) nelle seguenti unità litostratigrafiche:

- **Unità R**; materiale rimaneggiato e/o di riporto antropico, costituito da ghiaia poligenica arrotondata, da fine a grossa (diametro massimo 6 cm), sabbiosa e debolmente limosa di colore nocciola e marrone. Localmente la porzione sabbiosa aumenta e può diventare talora prevalente. Si rinvengono rari pezzi di cotto e laterizi sparsi.
- **Unità 1**; ghiaia poligenica arrotondata, da fine a grossa (diametro massimo 5-6 cm), sabbiosa e debolmente limosa di colore nocciola con ciottoli sparsi (diametro massimo 10÷15 cm). Localmente la porzione sabbiosa aumenta e può diventare talora prevalente.
- **Unità 2**; sabbia con ghiaia (unità individuata unicamente nell'ambito degli stendimenti tomografici elettrici).
- **Unità 3**; Argilla debolmente limosa di colore marrone.

Nella elaborazione del modello geologico di riferimento, sintetizzato nel profilo geologico tecnico, oltre che delle indagini puntuali (sondaggi stratigrafici), si sono tenute in debita considerazione anche le risultanze dell'indagine elettrica tomografica.

	LOTTO FUNZIONALE TRATTA BRESCIA - VERONA NODO AV/AC DI VERONA: INGRESSO OVEST					
RELAZIONE GEOLOGICA – GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA	COMMESSA IN09	LOTTO 10	CODIFICA R69RG	DOCUMENTO GE 0001 001	REV. A	FOGLIO 20 di 63

8 Idrografia ed idrogeologia

L'elemento idrografico principale del territorio Veronese è rappresentato dal Fiume Adige, il cui alveo attuale scorre con direzione NW-SE con un corso piuttosto rettilineo e ben definito, fatta eccezione per alcuni meandri nella zona di Verona.

L'area oggetto di studio è interessata da numerosi scoli e canali i cui alvei sono stati spesso modificati e rettificati sia per esigenze di sviluppo urbanistico sia per l'uso agricolo.

8.1 Bacino idrogeologico dell'Alta Pianura Veronese (VRA)

Il sottosuolo dell'Alta Pianura Veronese è costituito prevalentemente da materiali sciolti a granulometria grossolana, ghiaioso-sabbiosi, di origine fluvioglaciale, depositati dal fiume Adige e dai corsi d'acqua provenienti dalle valli dei Monti Lessini, che hanno costruito grandi conoidi sovrapposte con spessori che raggiungono i 200 metri (Figura 9).

Questo materasso ghiaioso con permeabilità media elevata, è caratterizzato dalla presenza di un unico grande acquifero freatico indifferenziato che, procedendo verso SE si suddivide progressivamente in sistemi di più acquiferi sovrapposti e separati tra loro da livelli di sedimenti fini praticamente impermeabili. Questi livelli a minor permeabilità, assumono notevole importanza nel settore delle risorgive, consentendo nel sottosuolo la strutturazione tipica del sistema multifalde in pressione e l'emergenza dei fontanili (Figura 10).

L'intero sistema idrogeologico è alimentato principalmente dalle dispersioni del tratto montano del Fiume Adige (decine di m^3/s), dagli afflussi meteorici diretti (la piovosità media del territorio è di circa 950 mm/anno) che determinano un'infiltrazione di circa 300 mm a cui corrisponde una portata media annua di 3-4 m^3/s , dalle dispersioni dei corsi d'acqua provenienti dalle valli dei Lessini, ed infine, in misura nettamente inferiore, dalle infiltrazioni provenienti dalle pratiche irrigue (circa 1 m^3/s).

Come si evince dalla Carta idrogeologica dell'alta pianura dell'Adige - Scala 1:30000, che include l'area di interesse, la direzione media del deflusso idrico sotterraneo è NNW-SSE quindi subparallela alla direzione di deflusso del Fiume Adige, mentre il regime della falda è distinto da una sola fase di piena coincidente col periodo ricadente tra la fine dell'estate

e l'inizio dell'autunno, e da una sola fase di magra all'inizio della primavera. Questo comportamento è analogo a quello del Fiume Adige, con uno sfasamento di circa 2-3 mesi.

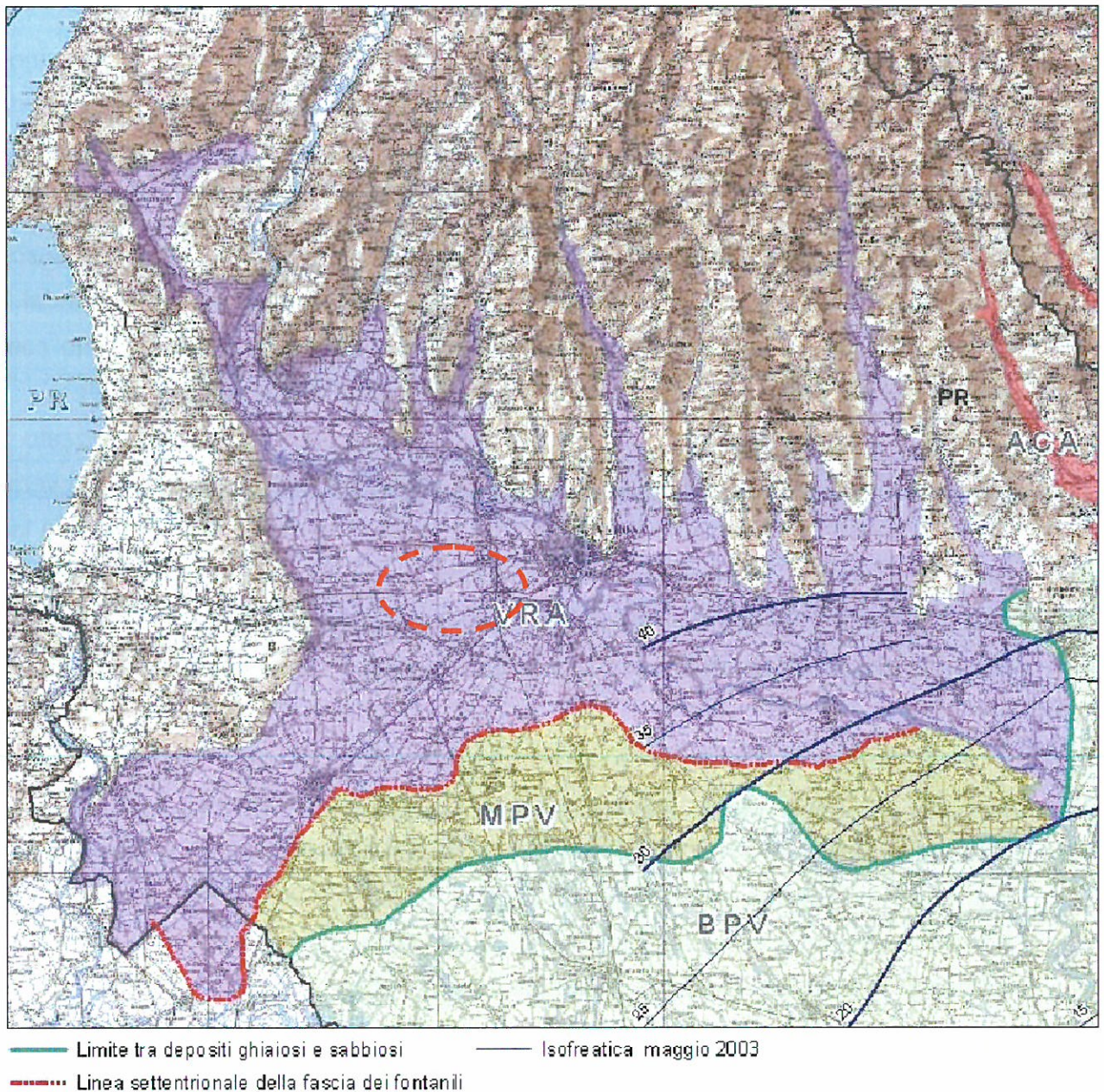


Figura 9. Bacino idrogeologico dell'Alta Pianura Veronese (VRA)

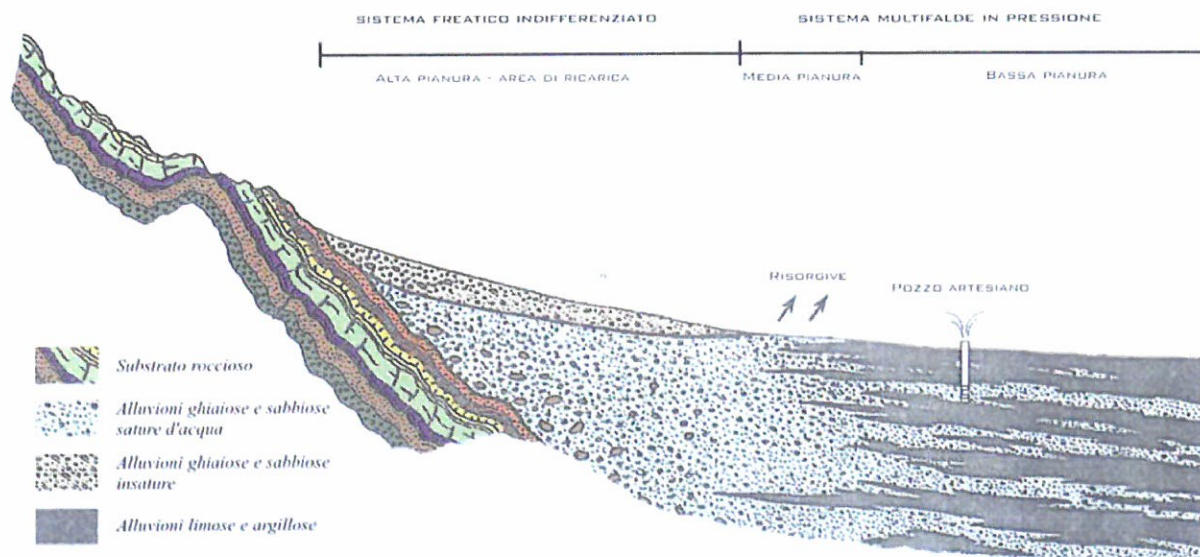



Figura 10. Modello idrogeologico della Pianura Veneta (Prov. VE Serv. Geologico, 2011).
Sezione tipo della pianura con direzione N-S. Si distingue la zona dell'Alta Pianura dove avviene la ricarica dell'acquifero, la zona di Media Pianura dove inizia a svilupparsi il sistema multi-falde in pressione e in cui le acque freatiche vengono a giorno (fascia delle risorgive), ed infine la zona di Bassa Pianura.



Figura 11. Carta idrogeologica dell'alta pianura dell'Adige Scala 1:30000 (stralcio non in scala)

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LOTTO FUNZIONALE TRATTA BRESCIA - VERONA NODO AV/AC DI VERONA: INGRESSO OVEST					
	RELAZIONE GEOLOGICA – GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA	COMMESSA IN09	LOTTO 10	CODIFICA R69RG	DOCUMENTO GE 0001 001	REV. A

9 Cartografia e profilo idrogeologico

9.1 Cartografia e profilo idrogeologico

La cartografia idrogeologica (scala 1:2.000) ed il profilo idrogeologico (scala 1:2.000/200) sono stati elaborati in riferimento alle unità geologiche precedentemente descritte.

9.1.1 Definizione delle unità idrogeologiche

La definizione delle unità idrogeologiche è stata effettuata sia in riferimento ai risultati delle prove Lefranc, riportate in Tabella 2, sia in relazione alla litologia prevalente.

Tabella 2. Riassunto dei risultati delle prove Lefranc in foro di sondaggio

<i>Sondaggio</i>	<i>Prof. prova Lefranc da a [m]</i>	<i>Permeabilità k [m/s]</i>
DHL281R01	19.50÷20.00	1.25×10^{-5}
PNL281R02	25.0 – 25.5	7.62×10^{-6}
SCL281R03	9.50÷10.50	1.55×10^{-5}

Tabella 3. Definizione delle unità idrogeologiche

<i>Permeabilità k [m/s]</i>	<i>Unità idrogeologiche</i>	<i>Unità del profilo</i>	<i>Unità della carta</i>
ALTAMENTE PERMEABILE $(K > 10^{-3})$	AP		
MEDIAMENTE PERMEABILE $(10^{-3} > K > 10^{-5})$	MP	Unità R Unità 1	a fg_{R3} fg_{R2}
SCARSAMENTE PERMEABILE $(10^{-5} > K > 10^{-9})$	SP	Unità 2	
SOSTANZIALMENTE IMPERMEABILE $(K < 10^{-9})$	IM	Unità 3	

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LOTTO FUNZIONALE TRATTA BRESCIA - VERONA NODO AV/AC DI VERONA: INGRESSO OVEST					
	RELAZIONE GEOLOGICA – GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA	COMMESSA IN09	LOTTO 10	CODIFICA R69RG	DOCUMENTO GE 0001 001	REV. A

9.2 Definizione della piezometrica

In riferimento ai dati puntuali lungo il profilo, la falda freatica si colloca alla profondità di circa 22 m da p.c. nei pressi di Verona (51 m circa s.l.m.) ed ad una profondità maggiore di 30 m da p.c. in corrispondenza dello svincolo della A22.

L'andamento delle isopieze, espresse in m s.l.m., riportate nella cartografia idrogeologica allegata, è stato ottenuto tramite interpolazione in ambiente GIS di circa 30 verticali (pozzi + piezometri ITALFERR 2014) e concorda sostanzialmente con i dati disponibili in bibliografia (Figura 11).

Il quadro delle letture piezometriche dei piezometri della campagna Italferr 2014, è riportato in Tabella 4.


Tabella 4. Letture piezometriche

Sondaggio	Tratto fenestrato m da p.c.	Livello acqua m da p.c. (VICENZETTO, data)	Livello acqua m da p.c. (VICENZETTO, data)	Livello acqua m da p.c. (ENSER, data)
PNL281R02	12÷30	22.45 (16/06/2014)	22.48 (20/06/2014)	
SCL281R03	15÷30	26.50 (04/06/2014)	26.55 (20/06/2014)	25.86 (12/06/14)
PNL281R04	15÷30	28.00 (19/06/2014)	28.02 (20/06/2014)	

I dati disponibili che coprono un arco temporale di 1 mese circa, mostrano escursioni del livello di falda pressoché irrisorie, al fine di cogliere la massima variazione del livello di falda è opportuno prevedere almeno una serie di letture piezometriche nell'arco temporale di un anno.

9.2.1 Pozzi ad uso idropotabile

Le potenziali interferenze tra il tracciato di progetto e le fasce di rispetto dei pozzi ad uso idropotabile (dataset Acque Veronesi), sono state preliminarmente valutate con metodo geometrico assumendo l'area di influenza pari ad un raggio pari a 200 m rispetto al pozzo (si veda la cartografia idrogeologica). Non si denotato criticità significative. Il più vicino al tracciato di progetto tra i pozzi idropotabili di Acque Veronesi e i pozzi ARPAV, risulta il pozzo Santa Lucia che si colloca a circa 480 m circa di distanza. Si segnale inoltre che, a

	LOTTO FUNZIONALE TRATTA BRESCIA - VERONA NODO AV/AC DI VERONA: INGRESSO OVEST					
RELAZIONE GEOLOGICA – GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA	COMMESSA IN09	LOTTO 10	CODIFICA R69RG	DOCUMENTO GE 0001 001	REV. A	FOGLIO 26 di 63

Est della stazione di Verona si colloca un pozzo idropotabile di Acque Veronesi denominato Basso Acquar. In tale area non è in ogni caso previsto alcun intervento.

Si ritiene in ogni caso opportuno un adeguato approfondimento nelle prossime fasi progettuali, con verifiche dirette in sito del database proveniente dalla banca dati geognostica della Regione Veneto, atto ad identificare l'eventuale presenza di pozzi ad uso idropotabile, oggi indistinti.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LOTTO FUNZIONALE TRATTA BRESCIA - VERONA NODO AV/AC DI VERONA: INGRESSO OVEST						
RELAZIONE GEOLOGICA – GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA	<table border="0"> <tr> <td>COMMESSA IN09</td> <td>LOTTO 10</td> <td>CODIFICA R69RG</td> <td>DOCUMENTO GE 0001 001</td> <td>REV. A</td> <td>FOGLIO 27 di 63</td> </tr> </table>	COMMESSA IN09	LOTTO 10	CODIFICA R69RG	DOCUMENTO GE 0001 001	REV. A	FOGLIO 27 di 63
COMMESSA IN09	LOTTO 10	CODIFICA R69RG	DOCUMENTO GE 0001 001	REV. A	FOGLIO 27 di 63		

10 Sismica

10.1 Classificazione sismica


Fino al 2003 il territorio nazionale era classificato in tre categorie sismiche a diversa severità. I Decreti Ministeriali emanati dal Ministero dei Lavori Pubblici tra il 1981 ed il 1984 avevano classificato complessivamente 2.965 comuni italiani su di un totale di 8.102, che corrispondono al 45% della superficie del territorio nazionale, nel quale risiede il 40% della popolazione.

La classificazione sismica del territorio nazionale è stata elaborata e rivista in seguito ai terremoti verificatisi in Irpinia nel 1980 e in Molise nel 2002. Nel 2003 sono stati emanati i criteri di nuova classificazione sismica, basati sugli studi e le elaborazioni più recenti relative alla pericolosità sismica del territorio, ossia sull'analisi della probabilità che il territorio venga interessato in un certo intervallo di tempo (generalmente 50 anni) da un evento che superi una determinata soglia di intensità o magnitudo.

A tal fine è stata pubblicata l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003, sulla Gazzetta Ufficiale n. 105 dell'8 maggio 2003. Il provvedimento detta i principi generali sulla base dei quali le Regioni, a cui lo Stato ha delegato l'adozione della classificazione sismica del territorio (Decreto Legislativo n. 112 del 1998 e Decreto del Presidente della Repubblica n. 380 del 2001 - "Testo Unico delle Norme per l'Edilizia"), hanno compilato l'elenco dei comuni con la relativa attribuzione ad una delle quattro zone, a pericolosità decrescente, nelle quali è stato riclassificato il territorio nazionale.

Il comune di Verona, in riferimento alla classificazione sismica stabilita dall'Allegato 1 dell'OPCM 3274/2003, risulta classificato in "zona 3".

Le novità introdotte con l'ordinanza sono state pienamente recepite e ulteriormente affinate, grazie anche agli studi svolti dai centri di competenza (INGV, Reluis, Eucentre). Un aggiornamento dello studio di pericolosità di riferimento nazionale (Gruppo di Lavoro, 2004), previsto dall'OPCM 3274/03, è stato adottato con l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3519 del 28 aprile 2006.

 GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LOTTO FUNZIONALE TRATTA BRESCIA - VERONA NODO AV/AC DI VERONA: INGRESSO OVEST					
RELAZIONE GEOLOGICA – GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA	COMMESSA IN09	LOTTO 10	CODIFICA R69RG	DOCUMENTO GE 0001 001	REV. A	FOGLIO 28 di 63

Il nuovo studio di pericolosità, allegato all' OPCM n. 3519, ha fornito alle Regioni uno strumento aggiornato per la classificazione del proprio territorio, introducendo degli intervalli di accelerazione [a_g], con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni, da attribuire alle 4 zone sismiche (Figura 12).

Le attuali Norme Tecniche per le Costruzioni (Decreto Ministeriale del 14 gennaio 2008) hanno modificato il ruolo che la classificazione sismica aveva ai fini progettuali: per ciascuna zona, e quindi territorio comunale, precedentemente veniva fornito un valore di accelerazione di picco e quindi di spettro di risposta elastico da utilizzare per il calcolo delle azioni sismiche.

Dal 1 luglio 2009 con l'entrata in vigore delle Norme Tecniche per le Costruzioni del 2008, per ogni costruzione ci si deve riferire ad una accelerazione di riferimento "propria" individuata sulla base delle coordinate geografiche dell'area di progetto e in funzione della vita nominale dell'opera. Un valore di pericolosità di base, dunque, definito per ogni punto del territorio nazionale, su una maglia quadrata di 5 km di lato, indipendentemente dai confini amministrativi comunali.

L'azione sismica viene valutata in condizioni di campo libero (cioè in assenza di manufatti), su sito di riferimento rigido (di categoria A), a superficie orizzontale (superficie topografica di categoria T1), riferendosi alla definizione di "pericolosità sismica di base", fornita dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) (Figura 13).

In particolare, i caratteri del moto sismico su sito di riferimento rigido orizzontale sono descritti dalla distribuzione sul territorio nazionale delle seguenti grandezze, sulla base delle quali sono compiutamente definite le forme spettrali per la generica "probabilità di superamento nel periodo di riferimento PVR":

- a_g : accelerazione massima su suolo tipo A (allegato B alle NTC)
- F_0 : valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale (allegato B alle NTC)
- T_C^* : periodo di riferimento che consente di calcolare il periodo T_c corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello spettro (Allegato B alle NTC).

La classificazione sismica (zona sismica di appartenenza del Comune) rimane utile solo per la gestione della pianificazione e per il controllo del territorio da parte degli enti preposti (Regione, Genio civile, ecc.).

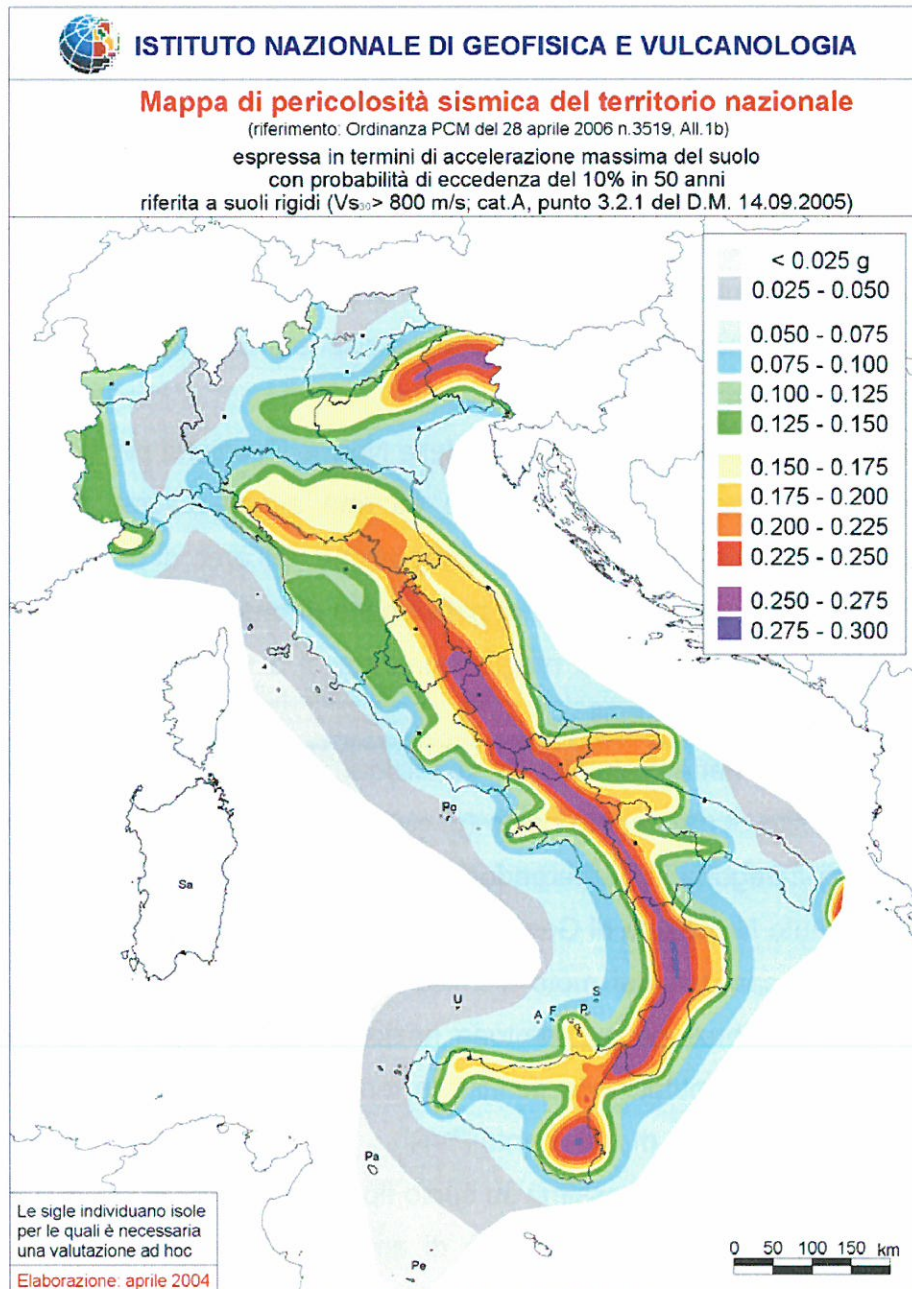


Figura 12. Mapa di pericolosità sismica del territorio nazionale. Fonte: Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV)



ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA

Valori di pericolosità sismica del territorio nazionale

(riferimento: Ordinanza PCM del 28 aprile 2006 n.3519, All.1b)

espressi in termini di accelerazione massima del suolo

con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni

riferita a suoli rigidi ($V_{s30} > 800$ m/s; cat.A, punto 3.2.1 del D.M. 14.09.2005)

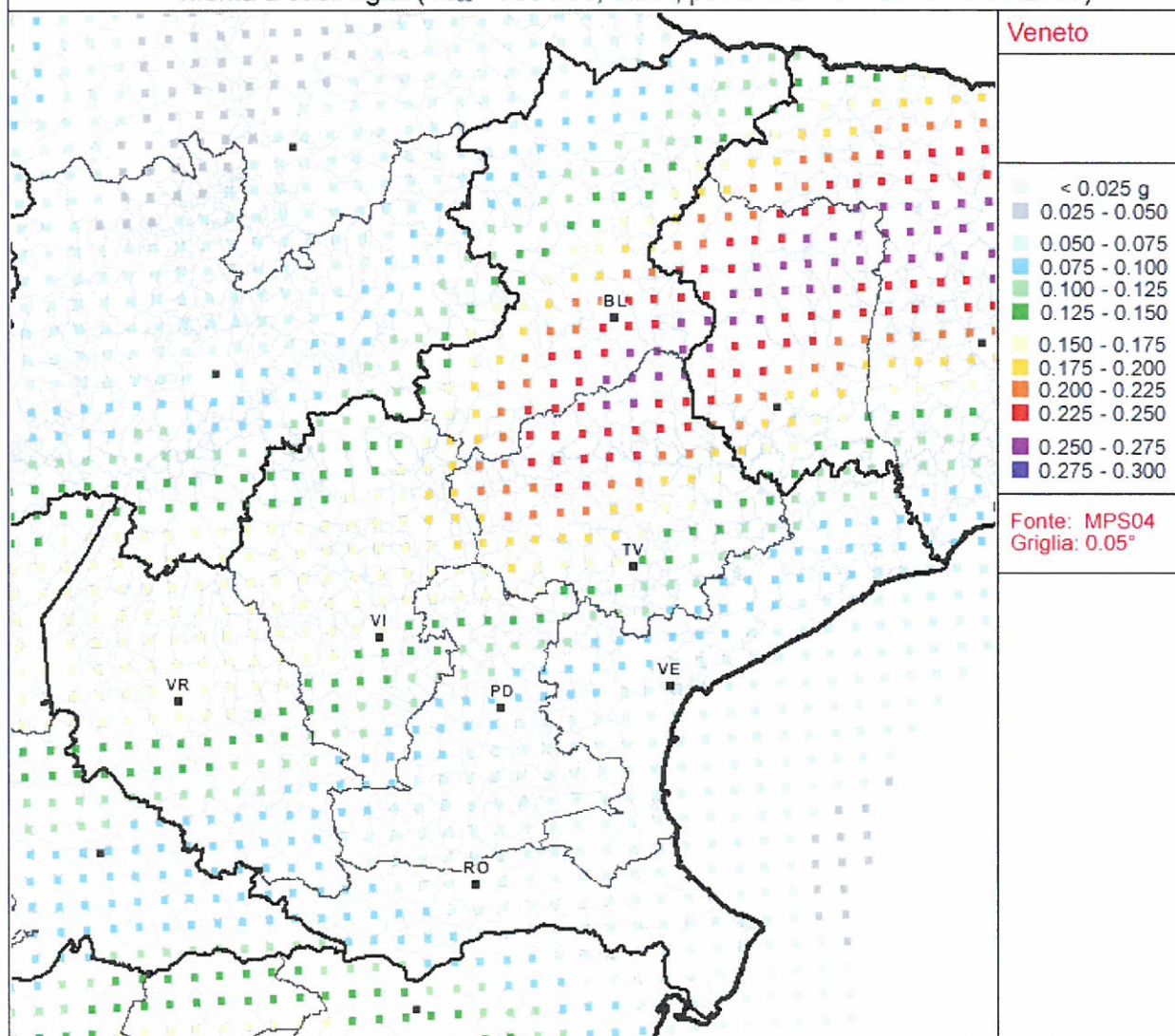


Figura 13. Valori di pericolosità sismica del territorio regionale (particolare della regione Veneto). Fonte: Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV)

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LOTTO FUNZIONALE TRATTA BRESCIA - VERONA NODO AV/AC DI VERONA: INGRESSO OVEST					
	RELAZIONE GEOLOGICA – GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA	COMMESSA IN09	LOTTO 10	CODIFICA R69RG	DOCUMENTO GE 0001 001	REV. A

10.2 Sismicità storica

Al fine di inquadrare dal punto di vista della sismicità storica l'area in esame, si riporta di seguito un breve riepilogo delle osservazioni macrosismiche di terremoti al di sopra della soglia del danno che hanno interessato storicamente il comune di Verona (Tabella 5).

Nello specifico, le informazioni riportate di seguito derivano dalla consultazione del DBMI11, il database macrosismico utilizzato per la compilazione del Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani CPTI11. Pertanto, nella successiva tabella si intende:

Is	Intensità al sito (scala MCS)
Anno	Tempo origine: anno
Me	Tempo origine: mese
Gi	Tempo origine: giorno
Or	Tempo origine: ora
Mi	Tempo origine: minuti
Se	Tempo origine: secondi
Io	Intensità epicentrale nella scala MCS
Mw	Magnitudo momento

Tabella 5. Storia sismica di Verona [45.438, 10.994] Numero di eventi: 126

Effetti	In occasione del terremoto del:			
I [MCS]	Data	Ax	Np	Io Mw
NR	<u>1065 03 27 11:25</u>	Brescia	6	7 5.14 ±0.34
9	<u>1117 01 03 15:15</u>	Veronese	55	9-10 6.69 ±0.20
6-7	<u>1183 12</u>	Verona	1	6-7 4.93 ±0.34
NC	<u>1276 07 29 18:30</u>	Italia settentrionale	10	5 5.12 ±0.36
6	<u>1295 09 03</u>	Churwalden	17	8 6.04 ±0.65
6-7	<u>1334 12 04</u>	Verona	4	6-7 4.93 ±0.34
5	<u>1348 01 25 15:30</u>	Carinzia	58	9-10 7.02 ±0.18
5-6	<u>1365 09 21 05:45</u>	Verona	2	5-6 4.51 ±0.34
6	<u>1402</u>	VERONA	1	6 4.72 ±0.34
5-6	<u>1410 06 10 21:00</u>	Verona	9	
5-6	<u>1445 03 21 13:30</u>	VERONA	3	5-6 4.51 ±0.34
5-6	<u>1465 04 07 15:30</u>	Pianura Padana	11	5-6 4.51 ±0.34
NR	<u>1474 03 11 20:30</u>	MODENA	12	5 4.30 ±0.34
NC	<u>1501 06 05 10:00</u>	Appennino modenese	20	9 5.98 ±0.32
5	<u>1504 12 31 04:00</u>	Bolognese	15	
5	<u>1505 01 03 02:00</u>	Bolognese	31	8 5.57 ±0.25
4	<u>1505 01 20 23:50</u>	Bolognese	11	
6	<u>1511 03 26 14:40</u>	Slovenia	66	9 6.98 ±0.17
5-6	<u>1511 03 28 12:15</u>	Slovenia	8	
3-4	<u>1512 02 08 09:15</u>	Venezia	4	4 3.87 ±0.34
NR	<u>1561 11 24 01:25</u>	Ferrara	5	5-6 4.51 ±0.34
5	<u>1671 06 20 10:00</u>	Modena-Reggio Emilia	8	7 5.25 ±0.72

Effetti

In occasione del terremoto del:

I [MCS]	Data	Ax	Np	Io Mw
F	<u>1690 12 04 14:00</u>	Carinzia	60	8-9 6.54 ±0.23
4	<u>1693 07 06 09:15</u>	GOITO	13	7 5.22 ±0.72
7	<u>1695 02 25 05:30</u>	Asolano	82	10 6.48 ±0.18
3	<u>1732 02 04 18:20</u>	Parma	9	5-6 4.65 ±0.41
5	<u>1738 11 05 00:30</u>	PARMA	10	7 5.14 ±0.34
F	<u>1774 03 04</u>	PARMA	2	5 4.30 ±0.34
4	<u>1774 03 31 15:10</u>	Bresciano	5	6 4.72 ±0.34
F	<u>1780 02 06 04:00</u>	Bolognese	9	6 5.13 ±0.57
3	<u>1789 08 04</u>	TRAMONTI	5	4-5 4.09 ±0.34
4	<u>1794 06 07 00:45</u>	Prealpi carniche	19	8-9 6.04 ±0.57
4	<u>1794 06 30 04:45</u>	Prealpi carniche	8	7-8 5.33 ±0.50
5	<u>1796 10 22 04:00</u>	Emilia orientale	27	7 5.61 ±0.36
3	<u>1799 05 29 19:00</u>	CASTENEDOLO	12	6-7 5.01 ±0.51
4	<u>1802 05 12 09:00</u>	VALLE DELL'OGLIO	85	8 5.64 ±0.22
3-4	<u>1806 02 12</u>	NOVELLARA	28	7 5.19 ±0.39
5	<u>1810 12 25 00:45</u>	NOVELLARA	33	6 5.29 ±0.22
4	<u>1811 07 15 22:44</u>	SASSUOLO	21	6-7 5.25 ±0.40
5	<u>1812 10 25 07:00</u>	SEQUALS	34	7-8 5.71 ±0.35
F	<u>1818 12 09 18:55</u>	Parmense	26	7 5.28 ±0.35
4	<u>1826 06 24 12:15</u>	SALO'	19	
3	<u>1828 10 09 02:20</u>	Valle Staffora	114	8 5.76 ±0.15
2	<u>1828 10 10 01:30</u>	Valle Staffora	18	
3	<u>1831 07 14 15:30</u>	Reggiano	8	5-6 4.69 ±0.44
3	<u>1832 03 11 06:45</u>	Carpi (MO)	14	5 4.80 ±0.37
3	<u>1832 03 11 08:45</u>	Reggiano	14	
3	<u>1832 03 12 02:30</u>	Parma	4	
5	<u>1832 03 13 03:30</u>	Reggiano	98	7-8 5.53 ±0.18
4	<u>1834 07 04 00:45</u>	Lunigiana-Parmense	24	
4-5	<u>1836 06 12 02:30</u>	BASSANO	26	8 5.50 ±0.32
2-3	<u>1850 09 18 06:20</u>	Modenese	7	5 4.30 ±0.34
3	<u>1851 08 03</u>	GIUDICARIE	15	6 5.12 ±0.47
2-3	<u>1854 12 29 01:45</u>	Liguria occidentale-Francia	86	6.73 ±0.16
F	<u>1857 02 01</u>	PARMENSE	22	6-7 5.09 ±0.25
F	<u>1859 01 20 07:55</u>	COLLALTO	36	6 4.98 ±0.32
3	<u>1860 07 19</u>	VALDOBBIADENE	10	6-7 4.97 ±0.44
NF	<u>1866 08 11 23:00</u>	Monte Baldo	33	7 4.92 ±0.42
4	<u>1868 05 22 21:15</u>	Alto Garda	11	5 4.45 ±0.55
3	<u>1873 03 12 20:04</u>	Marche meridionali	196	8 5.95 ±0.10
6	<u>1873 06 29 03:58</u>	Bellunese	199	9-10 6.32 ±0.11
F	<u>1875 03 17 23:51</u>	Romagna sud-orientale	144	5.93 ±0.16
F	<u>1876 04 29 10:49</u>	Monte Baldo	25	7 4.89 ±0.44
5-6	<u>1876 05 01 10:50</u>	Verona	2	
F	<u>1876 05 29 10:45</u>	Monte Baldo	5	
3	<u>1881 01 24 16:14</u>	Bolognese	38	7 5.16 ±0.30
2	<u>1881 01 25 07:06</u>	Bolognese	18	
RS	<u>1881 02 12</u>	RUSSI	14	5-6 4.95 ±0.39

Effetti

In occasione del terremoto del:

I [MCS]	Data	Ax	Np	Io Mw
3	<u>1881 02 14 09:00</u>	Bolognese	21	
5	<u>1882 09 18 19:25</u>	Monte Baldo	7	7 4.99 ±0.72
3	<u>1884 09 12 07:23</u>	Bassa valle del Serio	34	6 4.85 ±0.35
5	<u>1885 02 26 20:48</u>	SCANDIANO	78	6 5.19 ±0.15
3	<u>1885 12 29</u>	VITTORIO VENETO	47	6 5.18 ±0.19
3-4	<u>1886 10 15 02:20</u>	COLLECCHIO	44	6 4.70 ±0.24
4	<u>1887 02 23 05:21</u>	Liguria occidentale	1516	6.97 ±0.15
4	<u>1889 03 08 02:57</u>	Bolognese	38	5 4.73 ±0.22
3-4	<u>1890 03 26 20:10</u>	CADORE	48	6 4.96 ±0.38
6	<u>1891 06 07 01:06</u>	Valle d'Illasi	403	8-9 5.86 ±0.06
F	<u>1891 06 15</u>	PESCHIERA	35	6 4.60 ±0.26
4-5	<u>1892 01 05</u>	GARDA OCC.	100	6-7 5.02 ±0.15
3	<u>1892 06 23 23:20</u>	CLAUT	71	5-6 4.71 ±0.14
5	<u>1892 08 09 07:58</u>	Valle d'Alpone	160	6-7 4.91 ±0.11
4-5	<u>1893 10 27 16:31</u>	LONGARONE	54	5 4.60 ±0.26
5	<u>1894 02 09 12:48</u>	Valle d'Illasi	116	6 4.77 ±0.15
4-5	<u>1894 11 27 05:07</u>	FRANCIACORTA	183	6 5.07 ±0.10
5	<u>1895 04 14 22:17</u>	Slovenia	296	8 6.23 ±0.08
F	<u>1895 06 10 01:47</u>	VALDOBBIADENE	73	6 5.03 ±0.13
4-5	<u>1895 10 12 02:45</u>	Malcesine	3	5 4.30 ±0.34
4	<u>1895 11 02 07:30</u>	Valle de' Signori	11	5 4.30 ±0.45
2-3	<u>1897 01 27 01:35</u>	RECOARO	17	4-5 4.38 ±0.55
4	<u>1898 01 16 12:10</u>	Romagna settentrionale	73	6-7 4.79 ±0.33
4	<u>1898 03 04 21:05</u>	Valle del Parma	313	7-8 5.41 ±0.09
4	<u>1900 03 04 16:55</u>	VALDOBBIADENE	98	6-7 5.13 ±0.14
5	<u>1901 10 30 14:49</u>	Salò	190	8 5.70 ±0.10
6	<u>1907 04 25 04:52</u>	Veronese	122	6 4.91 ±0.15
3	<u>1908 02 03 13:36</u>	Valle d'Illasi	34	5-6 4.43 ±0.47
3	<u>1908 03 15 07:38</u>	Valle del Chiampo	28	5-6 4.96 ±0.31
4	<u>1909 01 13 00:45</u>	BASSA PADANA	799	6-7 5.53 ±0.09
3	<u>1913 11 25 20:55</u>	Val di Taro	73	4-5 4.84 ±0.20
5	<u>1914 10 27 09:22</u>	Garfagnana	618	7 5.76 ±0.09
2-3	<u>1916 05 17 12:49</u>	Alto Adriatico	132	5.95 ±0.14
2-3	<u>1916 08 16 07:06</u>	Alto Adriatico	257	6.14 ±0.14
3-4	<u>1920 09 07 05:55</u>	Garfagnana	756	10 6.48 ±0.09
4-5	<u>1928 03 27 08:32</u>	Carnia	359	9 5.84 ±0.09
2-3	<u>1928 06 13 08:00</u>	CARPI	35	6 4.78 ±0.23
4	<u>1929 04 10 05:43</u>	Bolognese	87	7 5.03 ±0.13
4	<u>1929 04 19 04:15</u>	Bolognese	82	
4	<u>1929 04 20 01:09</u>	Bolognese	109	7 5.34 ±0.13
3-4	<u>1929 04 29 18:35</u>	Bolognese	45	
4	<u>1929 05 11 19:22</u>	Bolognese	64	
2-3	<u>1930 10 30 07:13</u>	SENIGALLIA	263	8 5.81 ±0.09
3	<u>1932 02 19 12:57</u>	Monte Baldo	21	7-8 5.02 ±0.28
4	<u>1936 06 22 03:44</u>	Garda veronese	20	5-6 4.66 ±0.27
5	<u>1936 10 18 03:10</u>	BOSCO CANSIGLIO	267	9 6.12 ±0.09

Effetti		In occasione del terremoto del:		
I [MCS]	Data	Ax	Np	Io Mw
4	<u>1951 05 15 22:54</u>	LODIGIANO	154	6-7 5.39 ±0.14
3	<u>1963 07 19 05:45</u>	Mar Ligure	463	6.02 ±0.14
4-5	<u>1967 12 30 04:19</u>	BASSA PADANA	40	6 5.24 ±0.19
5-6	<u>1976 05 06 20:00</u>	Friuli	770	9-10 6.46 ±0.09
4	<u>1976 09 11 16:35</u>	Friuli	40	5.63 ±0.09
3	<u>1976 12 13 05:24</u>	RIVA DEL GARDA	128	7 4.97 ±0.12
4	<u>1979 02 09 14:44</u>	CAPRIATE S. GERVASIO	73	6 4.85 ±0.13
4	<u>1983 11 09 16:29</u>	Parmense	850	6-7 5.06 ±0.09
4-5	<u>1989 09 13 21:54</u>	PASUBIO	779	6-7 4.88 ±0.09
3	<u>1996 10 15 09:56</u>	Correggio	135	7 5.41 ±0.09
NF	<u>2000 06 18 07:42</u>	Parmense	300	5-6 4.43 ±0.09
5	<u>2004 11 24 22:59</u>	Lago di Garda	176	7-8 5.06 ±0.09

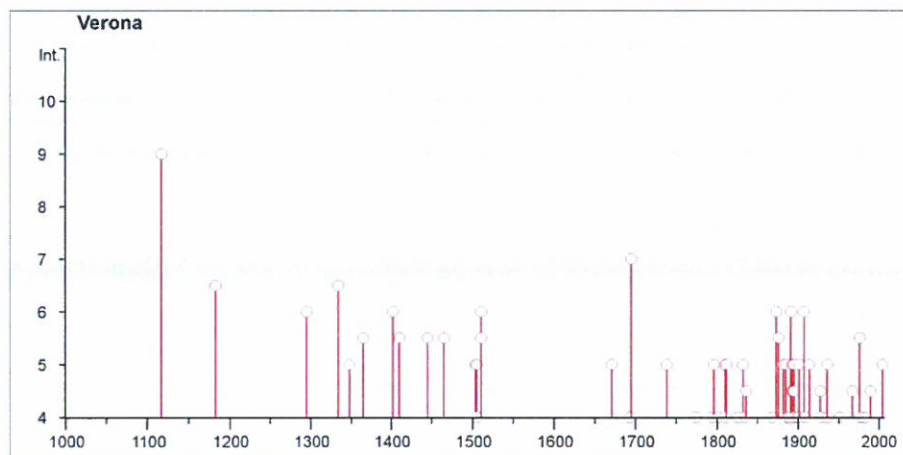


Figura 14. Storia sismica di Verona

10.3 Sorgenti sismogenetiche

In riferimento al Modello Sismotettonico dell'area fra il Lago di Garda e il Monte Grappa (Panizza et. al. 1981), si osserva che l'area di interesse si inserisce all'interno della fascia sismotettonica denominata "*Fascia pedemontana Veronese*" che si colloca al bordo meridionale dei Monti Lessini al passaggio con la pianura veronese (Figura 15).

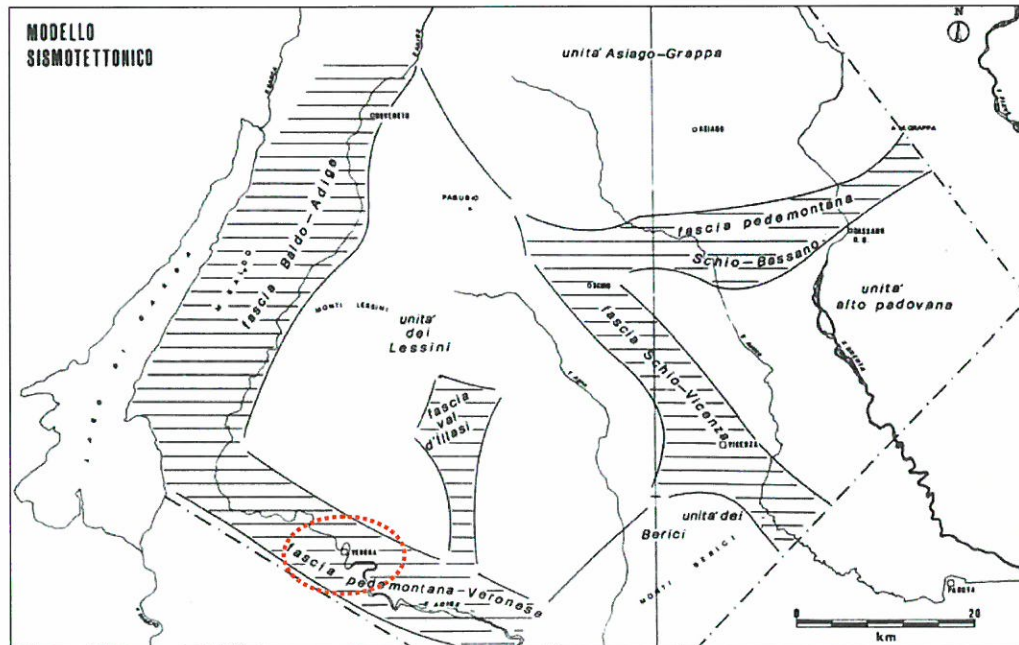



Figura 15. Modello Sismotettonico dell'area fra il Lago di Garda e il Monte Grappa (Panizza et. al. 1981).

Recentemente è stata presentata la nuova versione (vers. 3.1) del “*Database of Potential Sources for Earthquakes larger than M 5.5 in Italy*”, inizialmente divulgato in forma preliminare nel luglio 2000 come versione 1.0 e quindi pubblicato nel 2001 come versione 2.0 (Valensise e Pantosti, 2001).

Il Database contiene sorgenti sismogenetiche individuali e composite ritenute in grado di generare grandi terremoti. La nuova versione del Database contiene oltre 100 sorgenti sismogenetiche identificate attraverso studi geologico-geofisici (70% in più rispetto alla precedente versione). Tali sorgenti ricadono sull'intero territorio italiano e su alcune regioni confinanti.

L'assetto di queste sorgenti fornisce informazioni sull'andamento dei maggiori sistemi di faglie attive, consentendo in alcuni casi di individuare aree di potenziale gap sismico.

Obiettivo del Database è quello di rendere quanto più possibile completa l'informazione sulle sorgenti sismogenetiche potenziali del territorio nazionale. Per questa ragione, oltre ad un numero maggiore di sorgenti individuali, viene proposta una forma di rappresentazione e caratterizzazione di tutte le aree che, pur essendo certamente in grado di generare forti terremoti, sono ancora poco comprese. È stata pertanto istituita

 GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LOTTO FUNZIONALE TRATTA BRESCIA - VERONA NODO AV/AC DI VERONA: INGRESSO OVEST					
	RELAZIONE GEOLOGICA – GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA	COMMESSA IN09	LOTTO 10	CODIFICA R69RG	DOCUMENTO GE 0001 001	REV. A

una nuova categoria di aree sismogenetiche per le quali, in analogia con quanto proposto dalla nuova zonazione sismogenetica ZS9 (Meletti et al., 2004), viene fornita la localizzazione geografica, la stima del meccanismo di fagliazione, la profondità efficace e la magnitudo massima attesa.

Dall'esame del Database si evince che, nei pressi dell'area di interesse, si osserva la presenza di due sorgenti sismogenetiche composite (Figura 16): a sud la sorgente della Pianura Adige (ITCS076) e a nord la sorgente di Monte Baldo (ITCS073).

Le principali informazioni di riferimento di ciascuna sorgente sono riportate nelle seguenti Tabella 6 e Tabella 7.

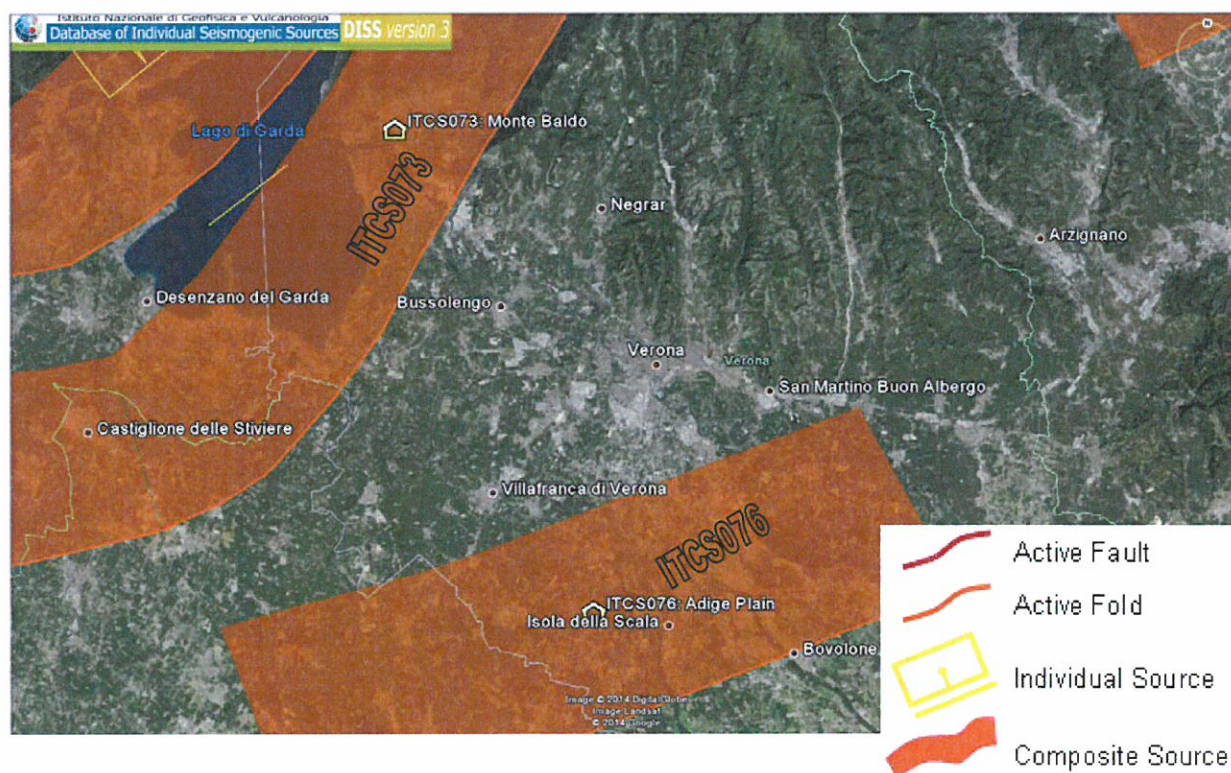




Figura 16. Sorgenti sismogenetiche contenute nella nuova versione del "Database of Potential Sources for Earthquakes larger than M 5.5 in Italy" per l'area in oggetto.

 GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LOTTO FUNZIONALE TRATTA BRESCIA - VERONA NODO AV/AC DI VERONA: INGRESSO OVEST					
	RELAZIONE GEOLOGICA – GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA	COMMESSA IN09	LOTTO 10	CODIFICA R69RG	DOCUMENTO GE 0001 001	REV. A


DISS 3.1.1: Seismogenic Source ITCS073 - Monte Baldo


[Source Info Summary](#) [Commentary](#) [References](#) [Pictures](#)

General information		
Code	ITCS073	
Name	Monte Baldo	
Compiled By	Burrato, P.	
Latest Update	19/04/2010	
Parametric information		
Parameter	Qual.	Evidence
Min Depth (km)	3	OD Based on geological data from various authors.
Max Depth (km)	9	OD Based on geological data from various authors.
Strike (deg)	200 - 250	OD Based on geological data from various authors.
Dip (deg)	25 - 45	OD Based on geological data from various authors.
Rake (deg)	70 - 100	EJ Inferred from geological data.
Slip Rate (mm/y)	0.1 - 0.5	EJ Derived from geological data concerning adjacent structures.
Max Magnitude (Mw)	5.5	OD Assigned on the basis of conservative criteria.
Q-keys:	LD = Literature Data; OD = Original Data; ER = Empirical Relationship; AR = Analytical Relationship; EJ = Expert Judgement	

Tabella 6. Quadro riassuntivo della sorgente sismogenetica ITCS073 – Monte Baldo


DISS 3.1.1: Seismogenic Source ITCS076 - Adige Plain


[Source Info Summary](#) [Commentary](#) [References](#) [Pictures](#)

General information		
Code	ITCS076	
Name	Adige Plain	
Compiled By	Burrato, P.	
Latest Update	20/04/2010	
Parametric information		
Parameter	Qual.	Evidence
Min Depth (km)	2	OD Based on geological and geomorphological data.
Max Depth (km)	10	OD Based on geological and geomorphological data.
Strike (deg)	240 - 260	OD Based on geological and geomorphological data.
Dip (deg)	20 - 40	OD Based on geological and geomorphological data.
Rake (deg)	80 - 100	EJ Inferred from geological data.
Slip Rate (mm/y)	0.1 - 0.5	EJ Derived from geological data concerning adjacent structures.
Max Magnitude (Mw)	6.7	OD Based on the strongest earthquake occurred in the region.
Q-keys:	LD = Literature Data; OD = Original Data; ER = Empirical Relationship; AR = Analytical Relationship; EJ = Expert Judgement	

Tabella 7. Quadro riassuntivo della sorgente sismogenetica ITCS076 – Pianura Adige

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>LOTTO FUNZIONALE TRATTA BRESCIA - VERONA NODO AV/AC DI VERONA: INGRESSO OVEST</p>						
<p>RELAZIONE GEOLOGICA – GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA</p>	<table border="0"> <tr> <td>COMMESSA IN09</td> <td>LOTTO 10</td> <td>CODIFICA R69RG</td> <td>DOCUMENTO GE 0001 001</td> <td>REV. A</td> <td>FOGLIO 38 di 63</td> </tr> </table>	COMMESSA IN09	LOTTO 10	CODIFICA R69RG	DOCUMENTO GE 0001 001	REV. A	FOGLIO 38 di 63
COMMESSA IN09	LOTTO 10	CODIFICA R69RG	DOCUMENTO GE 0001 001	REV. A	FOGLIO 38 di 63		

10.4 Azione sismica di riferimento

Ai sensi del D.M. 14/01/2008, ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto deve essere valutata l'influenza delle condizioni litologiche e geomorfologiche locali, determinando quindi la corrispondente categoria (o tipo) di sottosuolo nonché le condizioni topografiche del sito di interesse.

10.4.1 Categoria di sottosuolo

L'azione sismica nel DM14/01/2008 viene valutata in condizioni di campo libero (cioè in assenza di manufatti), su sito di riferimento rigido (di categoria A), a superficie orizzontale (superficie topografica di categoria T1), riferendosi alla definizione di "pericolosità sismica di base", fornita dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV).

L'azione sismica viene valutata sito per sito e costruzione per costruzione. In particolare i caratteri del moto sismico su sito di riferimento rigido orizzontale sono descritti dalla distribuzione sul territorio nazionale delle seguenti grandezze, sulla base delle quali sono compiutamente definite le forme spettrali per la generica "probabilità di superamento nel periodo di riferimento PVR":

a_g : accelerazione massima su suolo tipo A (allegato B alle NTC)

F_0 : valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale (allegato B alle NTC)

T_C^* : periodo di riferimento che consente di calcolare il periodo T_c corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello spettro (Allegato B alle NTC)

Ai sensi del D.M. 14.01.2008 ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, deve essere valutata l'influenza delle condizioni litologiche e geomorfologiche locali, determinando quindi la corrispondente categoria (o tipo) di suolo nonché le condizioni topografiche del sito di interesse.

La determinazione del tipo di suolo, secondo normativa, può essere basata sulla stima dei valori della velocità media di propagazione delle onde di taglio $v_{s,30}$ entro i primi 30 metri di profondità ovvero sul numero medio di colpi $N_{SPT,30}$ ottenuti da prove penetrometriche dinamiche nei terreni ovvero sulla coesione non drenata media $c_{u,30}$.


	LOTTO FUNZIONALE TRATTA BRESCIA - VERONA NODO AV/AC DI VERONA: INGRESSO OVEST					
RELAZIONE GEOLOGICA – GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA	COMMESSA IN09	LOTTO 10	CODIFICA R69RG	DOCUMENTO GE 0001 001	REV. A	FOGLIO 39 di 63

In relazione alle specifiche indagini eseguite nell'area, n. 2 prove Down Hole in foro di sondaggio (per ogni dettaglio si veda il doc. *IN0910R00RHGE0005001A "Relazione Tecnica, esiti campagna geofisica – Tomografia elettrica e Down-Hole"*), è possibile classificare i terreni in sito come suolo di tipo **"B"**, ovvero *"Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina)."*

10.4.2 Condizioni topografiche

Per quanto concerne le caratteristiche della superficie topografica, essendo l'area in oggetto localizzata in ambito di pianura e non essendovi particolari emergenze topografiche che possano dar luogo ad effetti di amplificazione sismica locale, la morfologia dell'area può essere ricondotta ad una delle configurazioni superficiali semplici previste nel D.M. 14/01/2008 in Tabella 3.2.IV.

In particolare, l'area in oggetto può essere classificata di categoria T1, "Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$ ", caratterizzata da un coefficiente di amplificazione topografica $ST = 1,0$.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LOTTO FUNZIONALE TRATTA BRESCIA - VERONA NODO AV/AC DI VERONA: INGRESSO OVEST					
	RELAZIONE GEOLOGICA – GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA	COMMESSA IN09	LOTTO 10	CODIFICA R69RG	DOCUMENTO GE 0001 001	REV. A

11 Caratterizzazione geotecnica

La definizione dei parametri geotecnici medi per le unità litotecniche sopra descritte è stata effettuata, attraverso correlazioni di comune utilizzo in campo geotecnico, a partire dalle risultanze delle indagini disponibili ed in particolare dai seguenti dati:

- prove in foro SPT (Appendice 1);
- prove di laboratorio geotecnico (Appendice 2).

L'interpretazione delle prove SPT è stata eseguita utilizzando di volta in volta le correlazioni della letteratura che meglio si adattano al tipo di terreno rinvenuto nei sondaggi. In particolare per i terreni incoerenti che caratterizzano il sito, sono stati ricavati densità relativa, angolo di resistenza al taglio e modulo di Young, utilizzando le correlazioni riportate nella seguente Tabella 8.

Tabella 8. Correlazioni geotecniche utilizzate per l'interpretazione delle prove SPT.

PARAMETRO RICAIVATO	AUTORI	PARAMETRI DI BASE
Angolo di resistenza al taglio	Meyerhof (1959)	N_{SPT} , pressione litostatica efficace
Densità relativa	Skempton (1986) Yoshida et al., 1988	N_{SPT} , pressione litostatica efficace
Modulo di Young	Jamiolkowski et al. 1988	N_{SPT} , Densità Relativa

I risultati delle prove di laboratorio geotecnico sui campioni prelevati nel corso delle indagini ITALFERR 2014 sono riportati nel documento *“Relazione tecnica, esiti indagini e prove in sito”*, che costituisce parte integrante del presente studio. I grafici relativi alle risultanze del laboratorio geotecnico sono riportati in Appendice 2.

Relativamente alle unità litostratigrafiche individuate, nelle seguenti tabelle si riportano gli intervalli di riferimento dei parametri geotecnici determinati, mentre in Appendice 1 si forniscono i grafici riassuntivi dei dati elaborati.


 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LOTTO FUNZIONALE TRATTA BRESCIA - VERONA NODO AV/AC DI VERONA: INGRESSO OVEST					
	RELAZIONE GEOLOGICA – GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA	COMMESSA IN09	LOTTO 10	CODIFICA R69RG	DOCUMENTO GE 0001 001	REV. A

Si segnala che l'unità 2 (sabbie e ghiaie) non è stata rinvenuta nel corso della campagna geognostica mediante sondaggi a carotaggio, ma individuata unicamente nell'ambito della campagna geofisica, pertanto, i parametri riportati in tabella sono stati assegnati su base bibliografica ed in relazione a precedenti esperienze su terreni analoghi.

Si segnala inoltre che l'unità 3 (argilla debolmente limosa), individuata unicamente dal sondaggio DHL281R01 con spessore di 20 cm circa, non è stata caratterizzata dal punto di vista geotecnico in quanto non ritenuta significativa.

Tabella 9. Parametri geotecnici di riferimento

UNITÀ	N_{SPT}	γ_{NAT} [kN/m³]	D_R [%]	c' [kPa]	ϕ' [°]	E_{Young} [MPa]
R	12-23	20.0÷21.0	50÷60	0	34÷36	20÷30
1	18÷90	20.0÷21.0	50÷100	0	35÷40	30÷50
2	-	19.5÷20.0	-	0	30÷34	20÷35

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>LOTTO FUNZIONALE TRATTA BRESCIA - VERONA NODO AV/AC DI VERONA: INGRESSO OVEST</p>					
<p>RELAZIONE GEOLOGICA – GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA</p>	<p>COMMESSA IN09</p>	<p>LOTTO 10</p>	<p>CODIFICA R69RG</p>	<p>DOCUMENTO GE 0001 001</p>	<p>REV. A</p>	<p>FOGLIO 42 di 63</p>

12 Sintesi e conclusioni

Il presente studio è stato redatto con lo scopo di fornire il quadro preventivo dei caratteri geologici, geomorfologici ed idrogeologici nell'ambito della progettazione preliminare del Nodo AV/AC di Verona, ingresso Ovest.

L'area oggetto di studio è ubicata dalla stazione di Verona in direzione Ovest fino allo svincolo della A22, Autostrada del Brennero.

Il tracciato ferroviario in progetto si sviluppa in affiancamento alla linea storica per una lunghezza di 3.440 m circa.

Il tracciato ferroviario in progetto si colloca in un territorio caratterizzato da morfologie regolari, sub pianeggiante debolmente degradante verso sud-est.

Le quote topografiche vanno dagli 85 m circa s.l.m. in corrispondenza dello svincolo della A22, Autostrada del Brennero ai 60 m s.l.m. circa delle aree limitrofe alla stazione di Verona.

Il sottosuolo dell'area di studio è costituito da sedimenti alluvionali fluvio-glaciali e fluviali depositi dall'antico Fiume Adige al termine del percorso montano. Le informazioni acquisite dalla cartografia geologica disponibile sono state confermate dai dati geognostici disponibili che hanno evidenziato la presenza di un potente materasso alluvionale costituito da ghiaie e ghiaie con sabbie.

Dal punto di vista idrogeologico i materiali ghiaiosi e ghiaioso sabbiosi presentano permeabilità media, dell'ordine di 10^{-5} m/s, e sono caratterizzati dalla presenza di un unico grande acquifero freatico indifferenziato la cui direzione media del deflusso sotterraneo è NNW-SSE quindi subparallela alla direzione di deflusso del Fiume Adige.

In riferimento ai dati puntuali lungo il profilo, la falda freatica si colloca alla profondità di circa 22 m da p.c. nei pressi di Verona (51 m circa s.l.m.) ed ad una profondità maggiore di 30 m da p.c. in corrispondenza dello svincolo della A22.

Non si riscontrano interferenze tra il tracciato di progetto e le fasce di rispetto (poste preliminarmente pari a 200 m di raggio) dei pozzi ad uso idropotabile gestiti da Acque Veronesi.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LOTTO FUNZIONALE TRATTA BRESCIA - VERONA NODO AV/AC DI VERONA: INGRESSO OVEST					
RELAZIONE GEOLOGICA – GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA	COMMESSA IN09	LOTTO 10	CODIFICA R69RG	DOCUMENTO GE 0001 001	REV. A	FOGLIO 43 di 63

13 Bibliografia

- [1] Regione Veneto, Direzione Geologia e Georisorse - Venezia (VE). Indagini geognostiche.
- [2] Mappa unità deposizionali - anno 2010, ARPAV, Agenzia Regionale per la Prevenzione e Protezione Ambientale del Veneto.
- [3] Bosellini A., Carraro F., Corsi M., De Vecchi G.P., Gatto G.O., Malaroda R., Sturani C.; Ungaro S. & Zanettin B. (1967) - *Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000, Foglio 49, "Verona"*. Il ed., Serv. Geol. It., Roma.
- [4] Bosellini A., Carraro F., Corsi M., De Vecchi G.P., Gatto G.O., Malaroda R., Sturani C.; Ungaro S. & Zanettin B. (1967) *Note Illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000, Foglio 49, "Verona"*. Serv. Geol. It., Roma.
- [5] Carraro F., Corsi M., Gatto G., Lipparini T., Malaroda R., Medioli F., Perrella G., Piccoli G., Sturani C., Venzo S. & Zanella E. (1969) - *Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000, Foglio 48, "Peschiera del Garda"*. Il ed., Serv. Geol. It., Roma.
- [6] Carraro F., Malaroda R., Piccoli G., Sturani C. & Venzo S. (1969) - *Note illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000, Foglio 48, "Peschiera del Garda"*. Serv. Geol. It., Roma.
- [7] Viti M. et alii 2006 - Quaternary geodynamics deformation pattern in the southern Appennines. *Boll. SGI* 125 (2006) fasc. 3, 273-291, 6 ff.
- [8] "Carta idrogeologica dell'alta pianura dell'Adige", rilievi del settembre 1986. Scala 1:30.000, Università di Padova - Dipartimento di Geologia (Dal Prà A. e De Rossi P., 1989).
- [9] Meletti, C., G. Valensise, R. Azzaro, R. Basili, S. Barba, F. Galadini, P. Gasperini, M. Stucchi e G. Vannucci; 2004: Zonazione sismogenetica ZS9. App. 2 al Rapporto Conclusivo sulla redazione della Mappa di Pericolosità Sismica, pp. 38, (<http://zonesismiche.mi.ingv.it/>).
- [10] Valensise G. e Pantosti D. (eds); 2001: Database of Potential Sources for Earthquakes larger than M 5.5 in Italy. *Annali di Geofisica, Suppl. vol. 44, 4*, pp. 180, con CD-ROM.

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>LOTTO FUNZIONALE TRATTA BRESCIA - VERONA NODO AV/AC DI VERONA: INGRESSO OVEST</p>						
<p>RELAZIONE GEOLOGICA – GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA</p>	<table border="0"> <tr> <td>COMMESSA IN09</td> <td>LOTTO 10</td> <td>CODIFICA R69RG</td> <td>DOCUMENTO GE 0001 001</td> <td>REV. A</td> <td>FOGLIO 44 di 63</td> </tr> </table>	COMMESSA IN09	LOTTO 10	CODIFICA R69RG	DOCUMENTO GE 0001 001	REV. A	FOGLIO 44 di 63
COMMESSA IN09	LOTTO 10	CODIFICA R69RG	DOCUMENTO GE 0001 001	REV. A	FOGLIO 44 di 63		

[11] Modello Sismotettonico dell'area fra il Lago di Garda e il Monte Grappa (Panizza et. al. 1981).

[12] Antonelli R., Campagnoni A., Marcolongo B., Surian N., Zambrano R. (1994) - Una ricerca integrata tra l'alta pianura veronese e l'anfiteatro morenico del Garda per il riconoscimento di risorse idriche alternative e della loro vulnerabilità. Primi risultati e prospettive di sviluppo. Quaderni Geologia Applicata, 2, pp. 57-76.

[13] Piano Stralcio per la tutela dal Rischio Idrogeologico Bacino dell'Adige, Regione Veneto - Adottato dal Comitato Istituzionale con deliberazione n. 01/2005 del 15 febbraio 2005 Approvato con D.C.P.M 27 aprile 2006 (<http://www.bacino-adige.it/>).

APPENDICE 1:

Grafici relativi alle prove SPT in foro di sondaggio

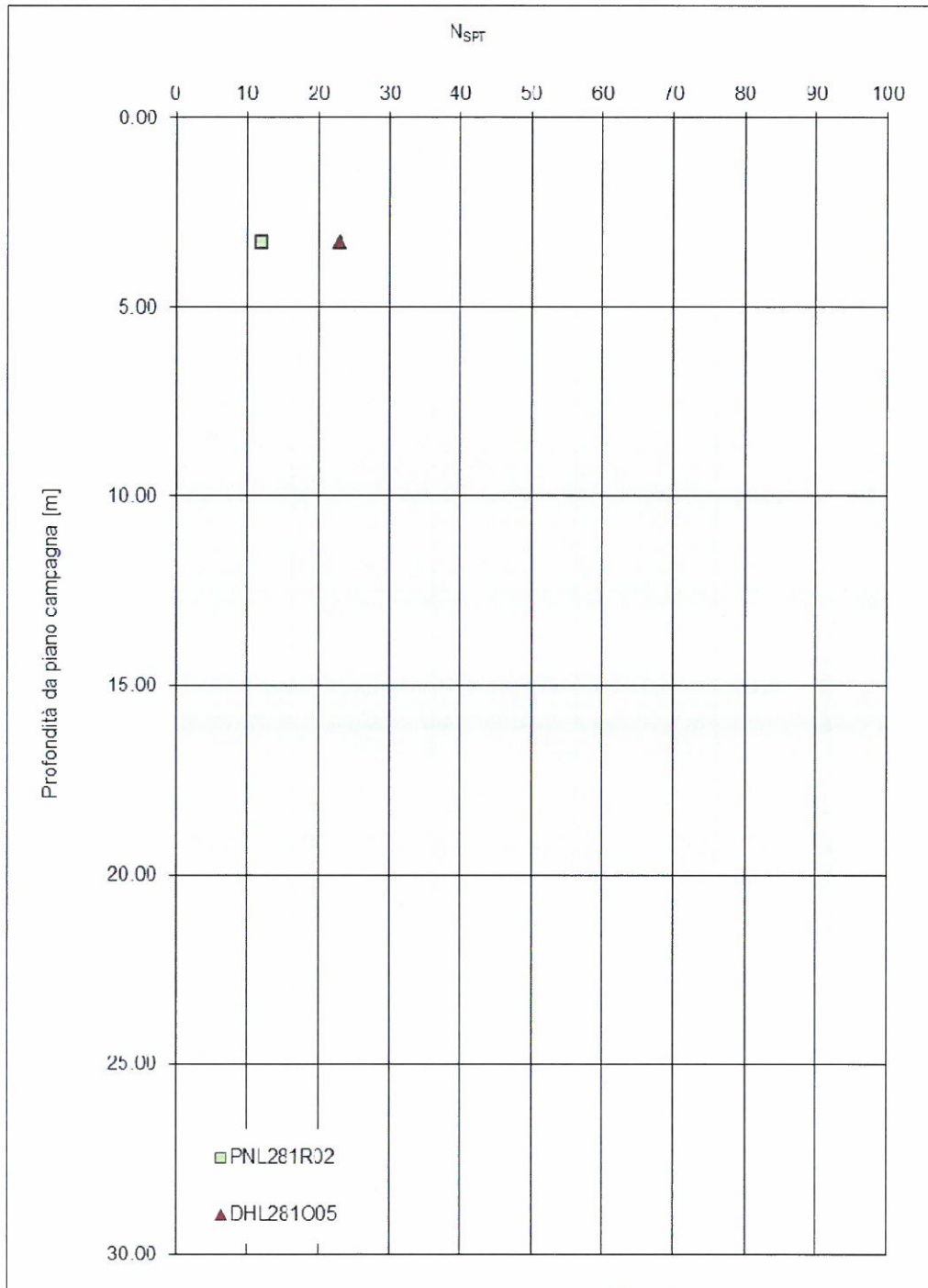


Grafico 1. Unità R Ghiaie e sabbie - Numero di colpi N_{SPT}

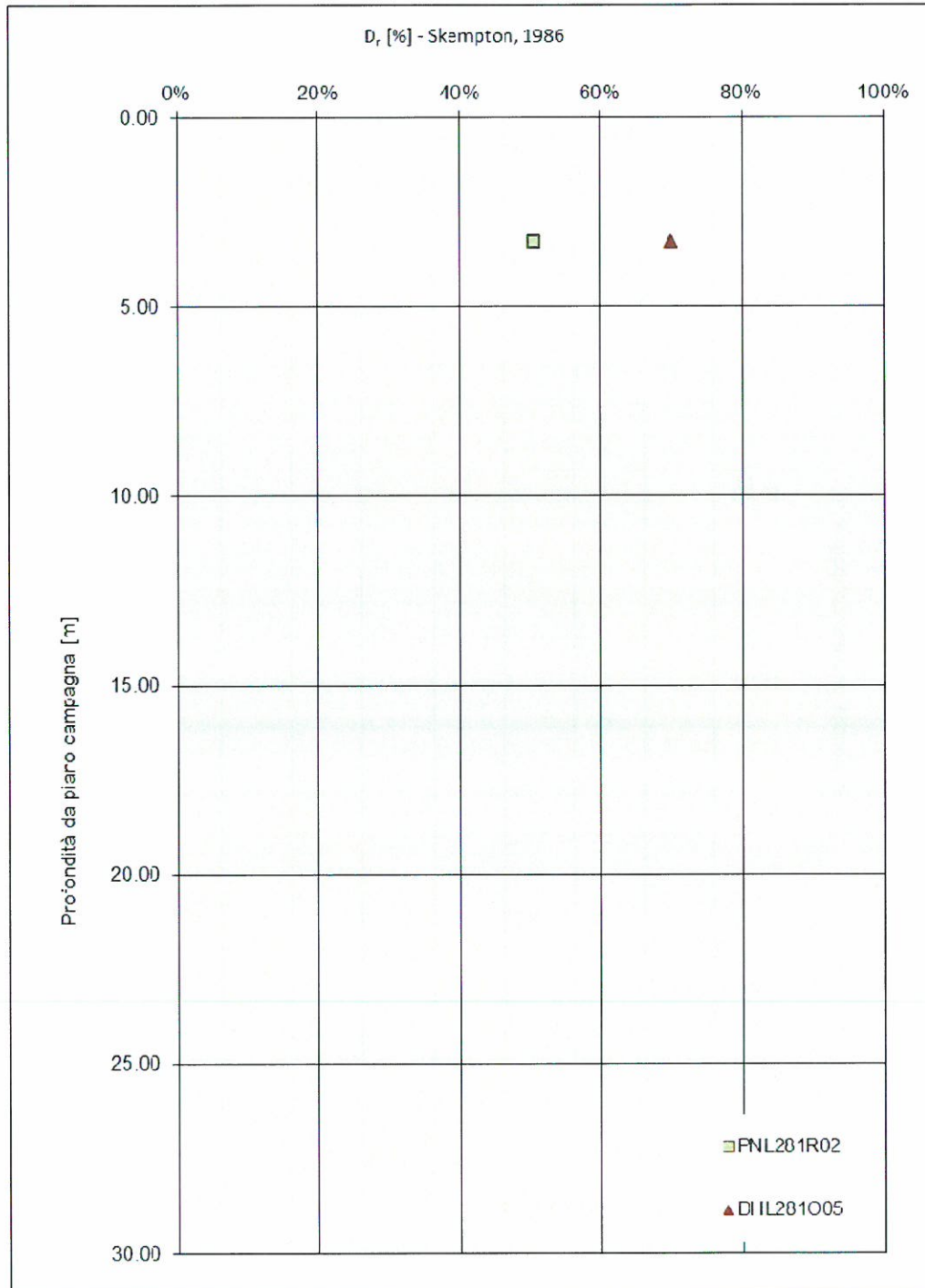


Grafico 2. Unità R Ghiaie e sabbie – Densità relativa (Skempton, 1986)

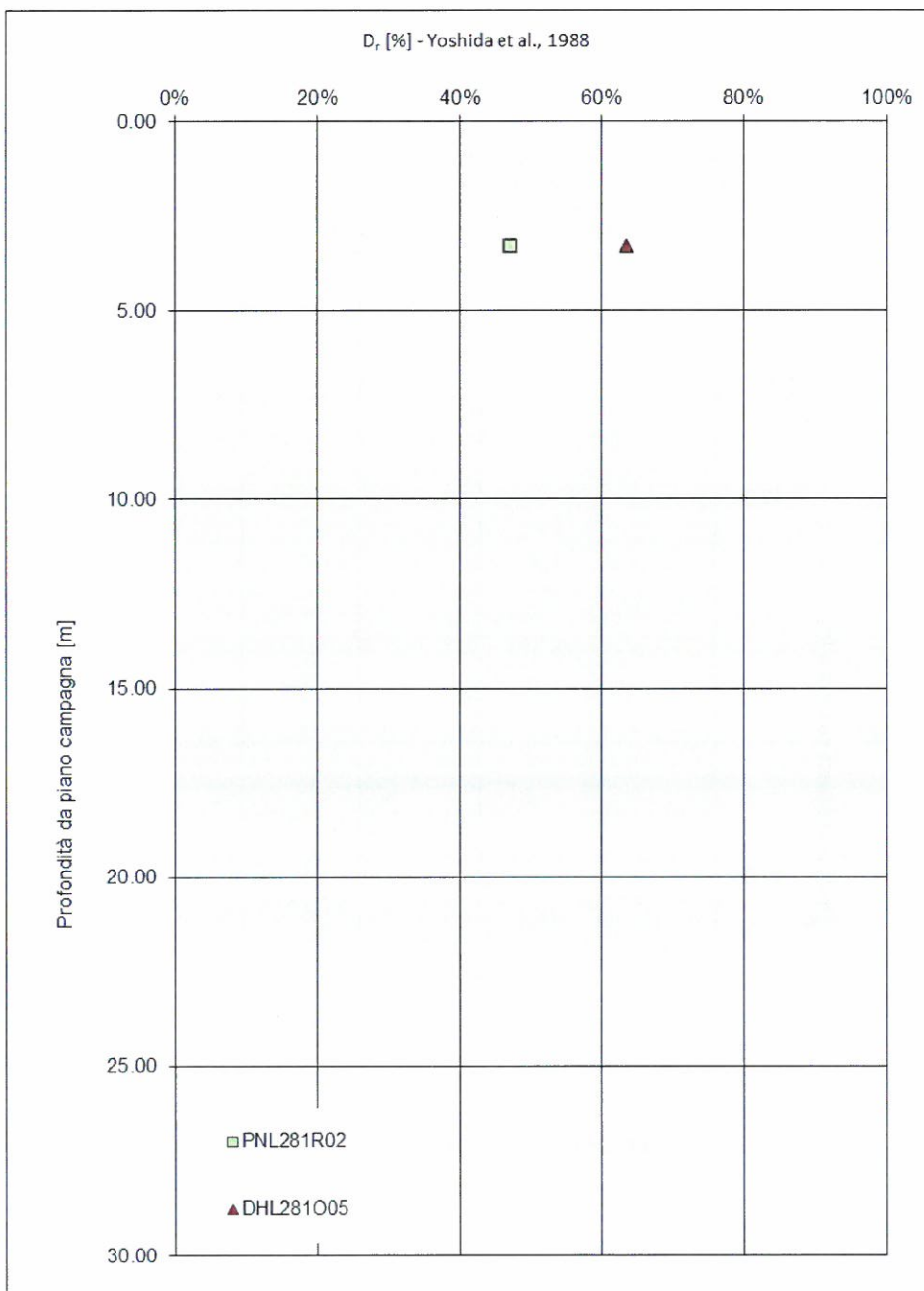


Grafico 3. Unità R Ghiaie e sabbie – Densità relativa (Yoshida et al., 1988)

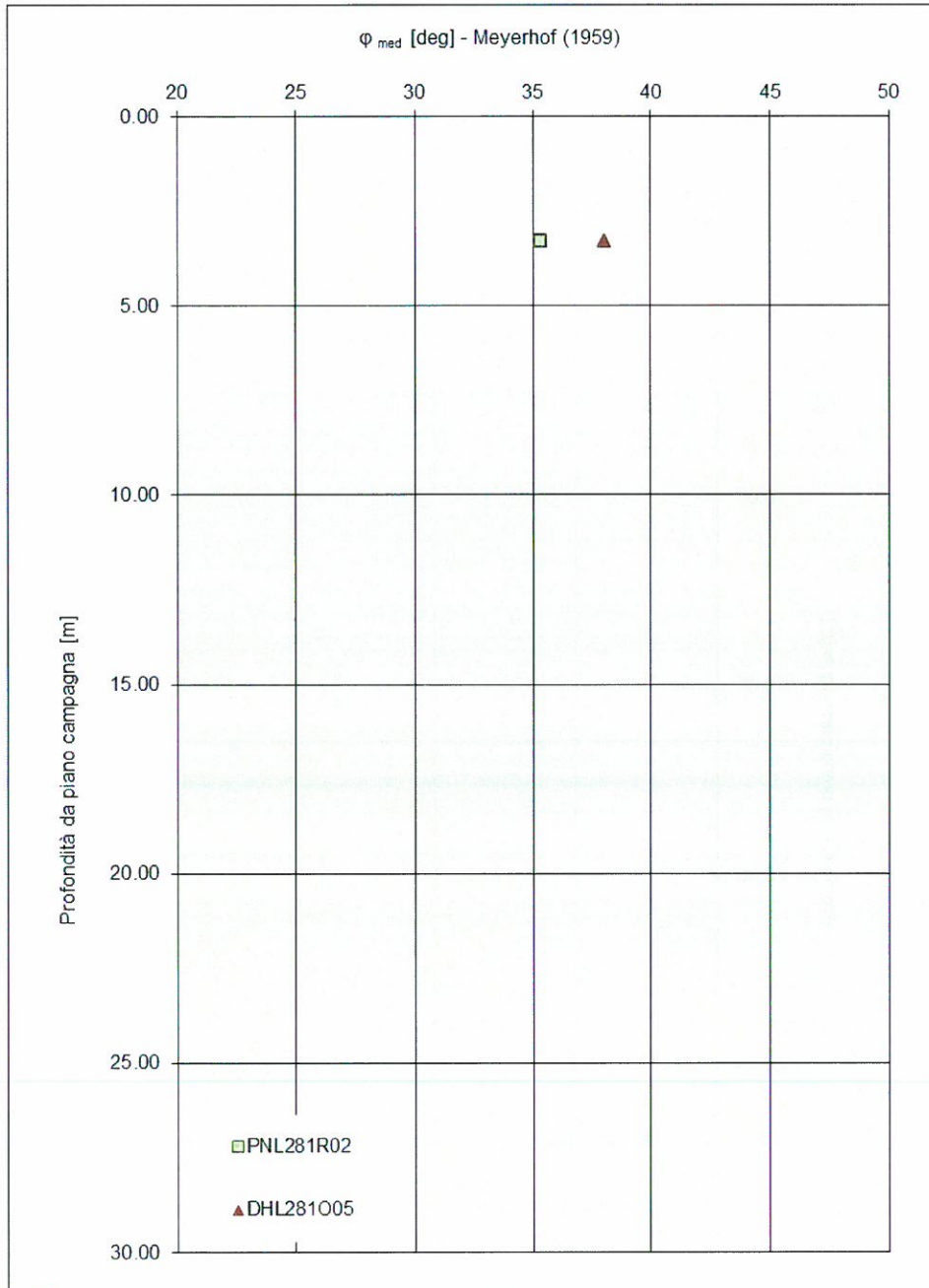


Grafico 4. Unità R Ghiaie e sabbie – Angolo di resistenza al taglio

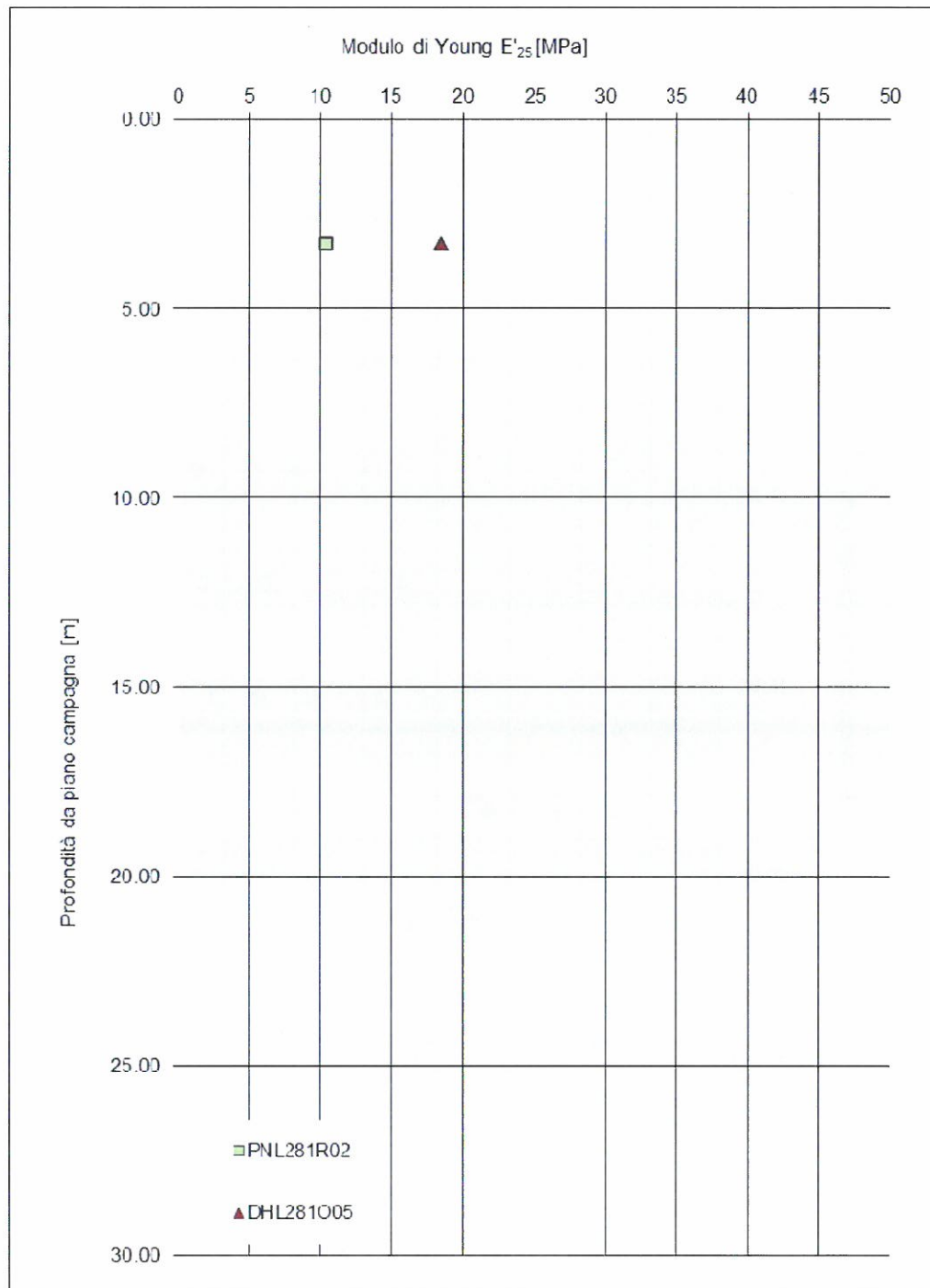


Grafico 5. Unità R Ghiaie e sabbie – Modulo di Young

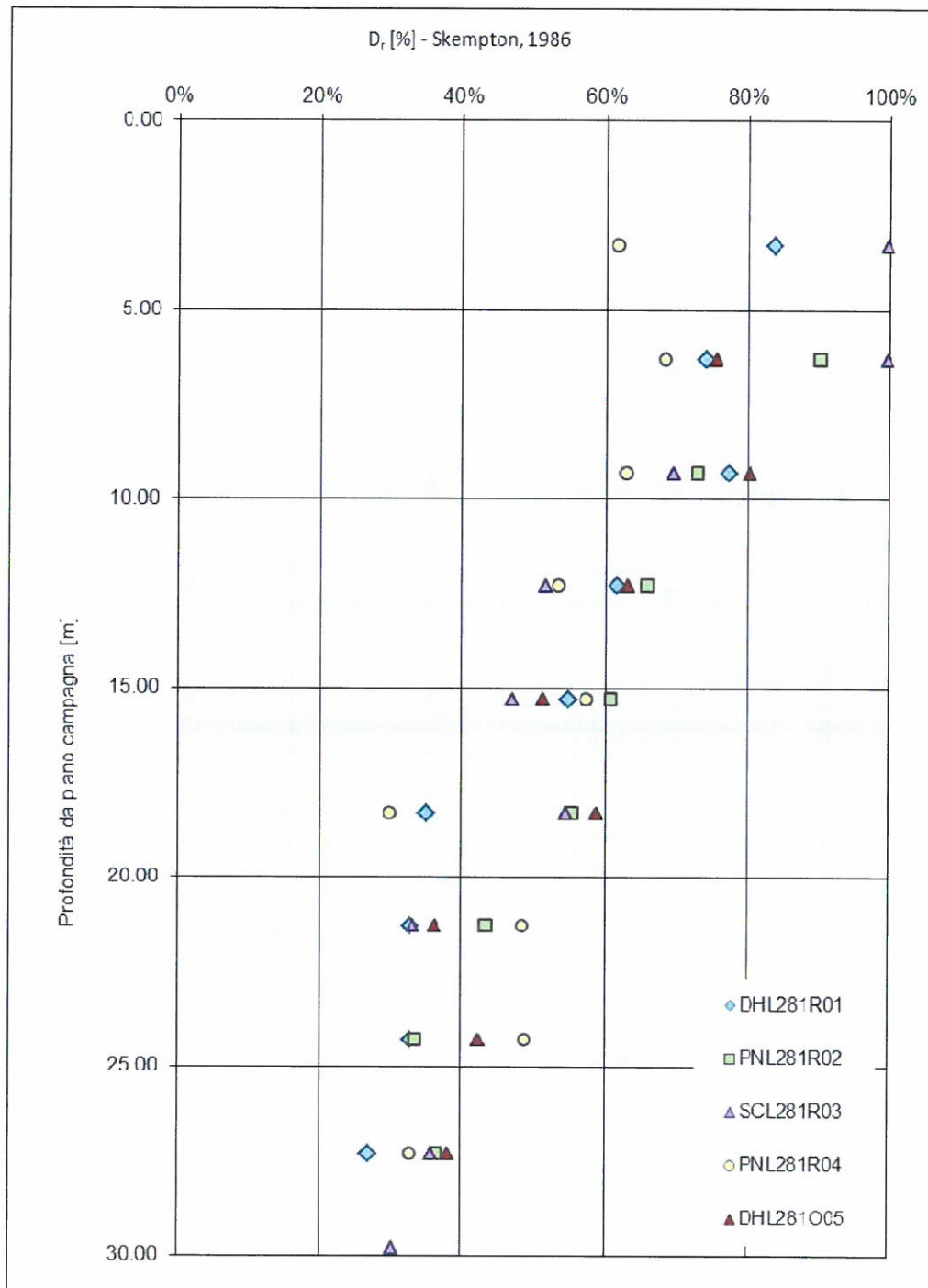


Grafico 7. Unità 1 Ghiaie - Densità relativa (Skempton, 1986)

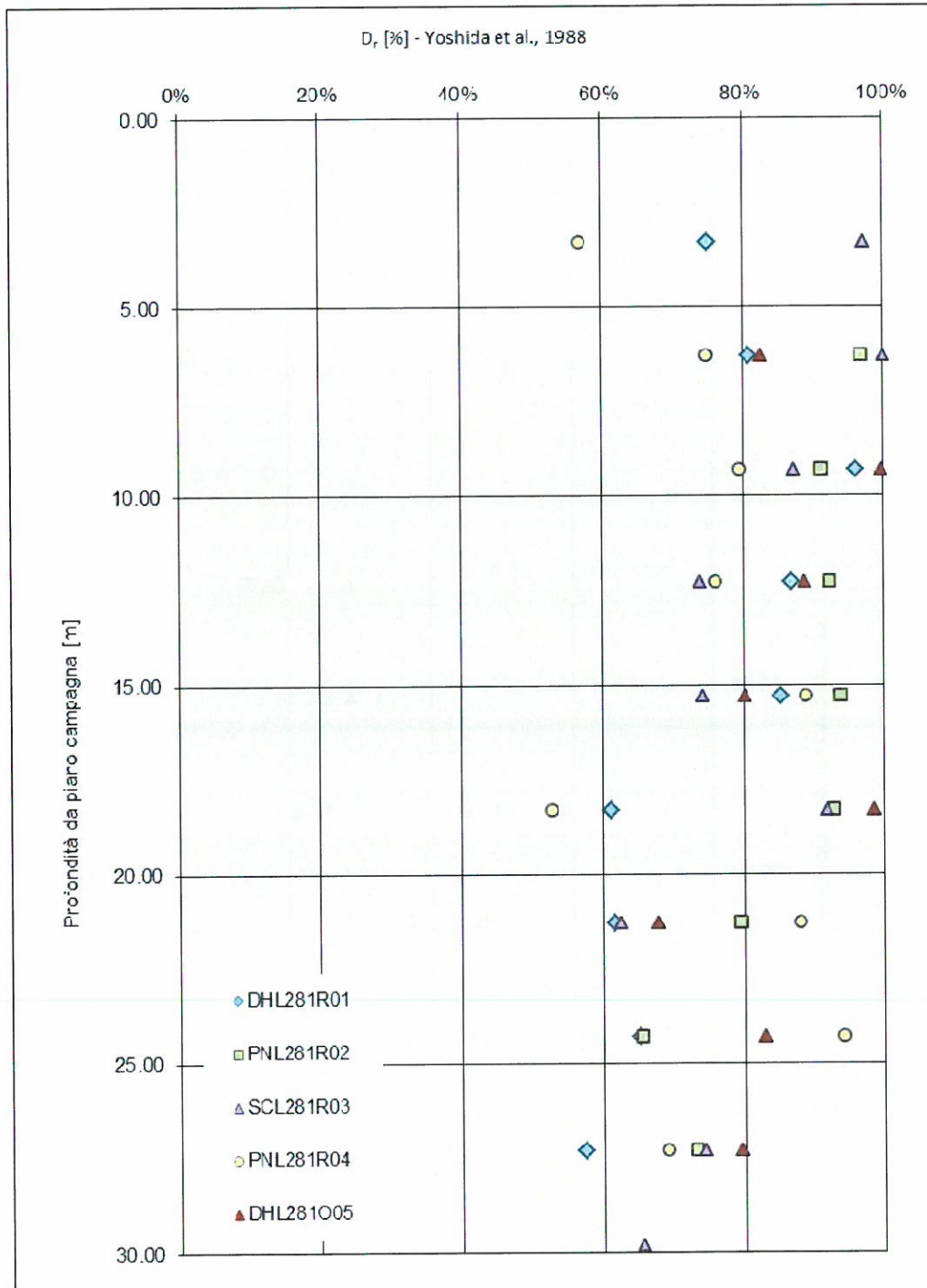


Grafico 8. Unità 1 Ghiaie – Densità relativa (Yoshida et al., 1988)

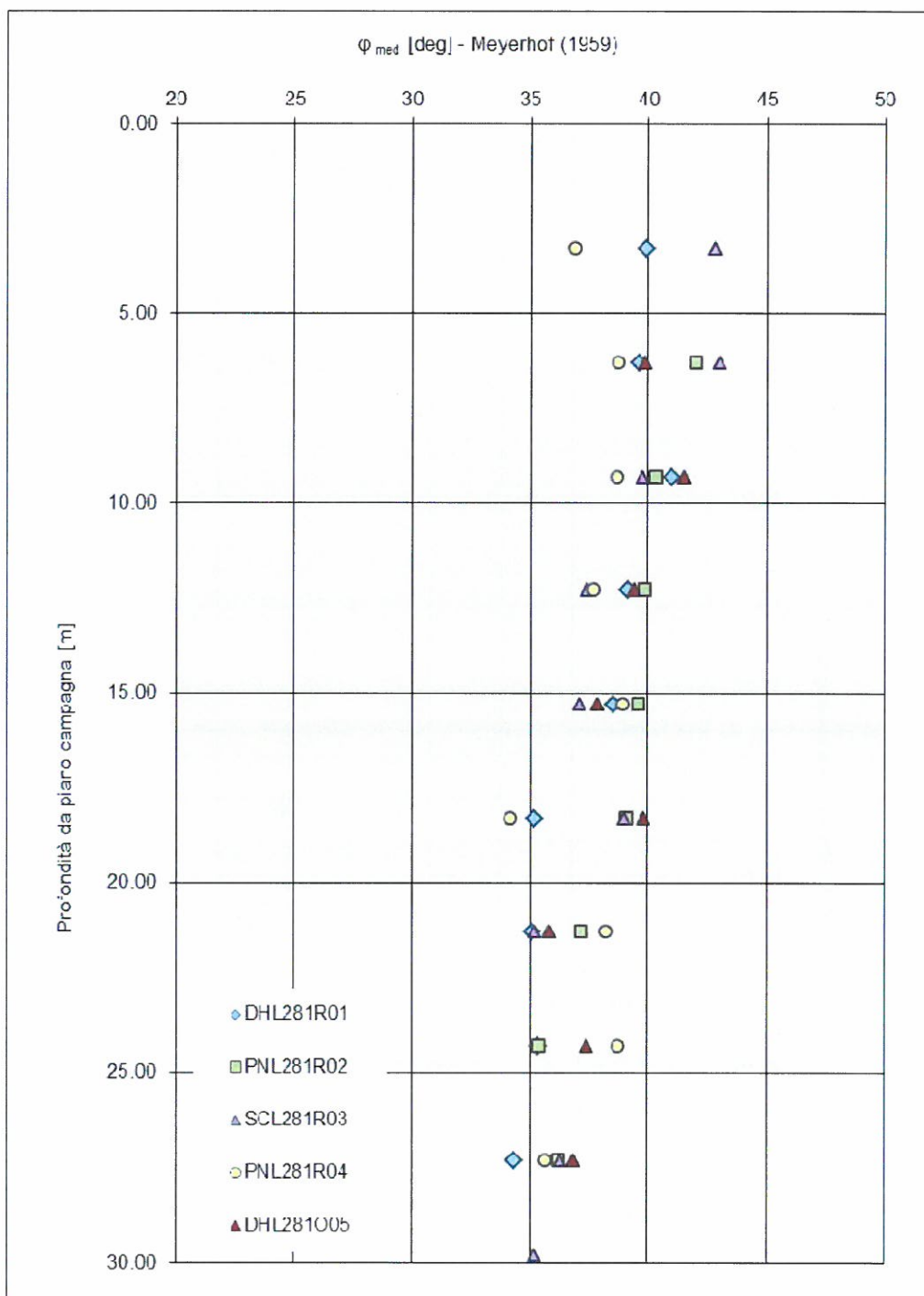


Grafico 9. Unità 1 Ghiaie – Angolo di resistenza al taglio

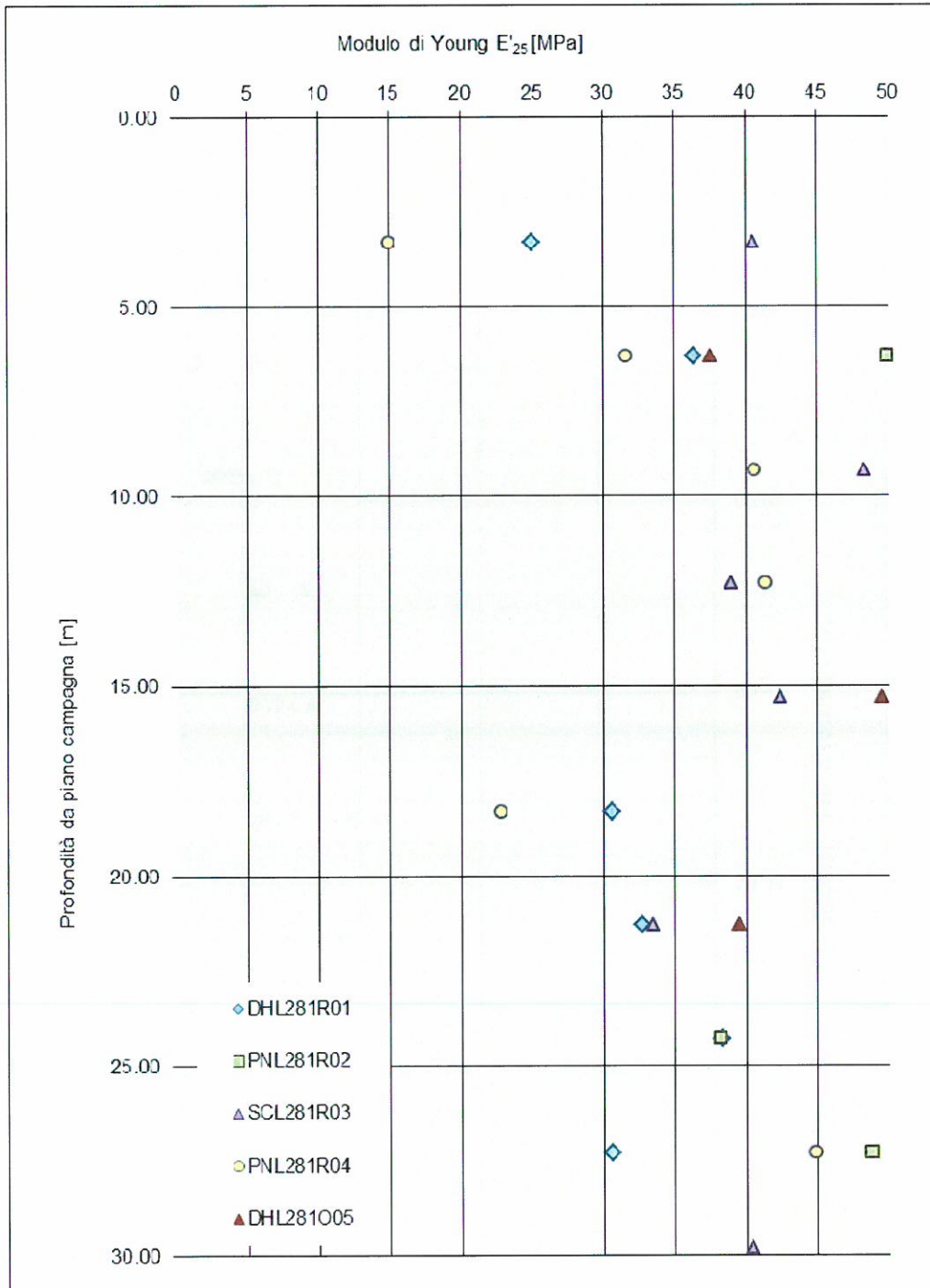


Grafico 10. Unità 1 Ghiaie – Modulo di Young

APPENDICE 2:

Grafici relativi alle risultanze del laboratorio geotecnico

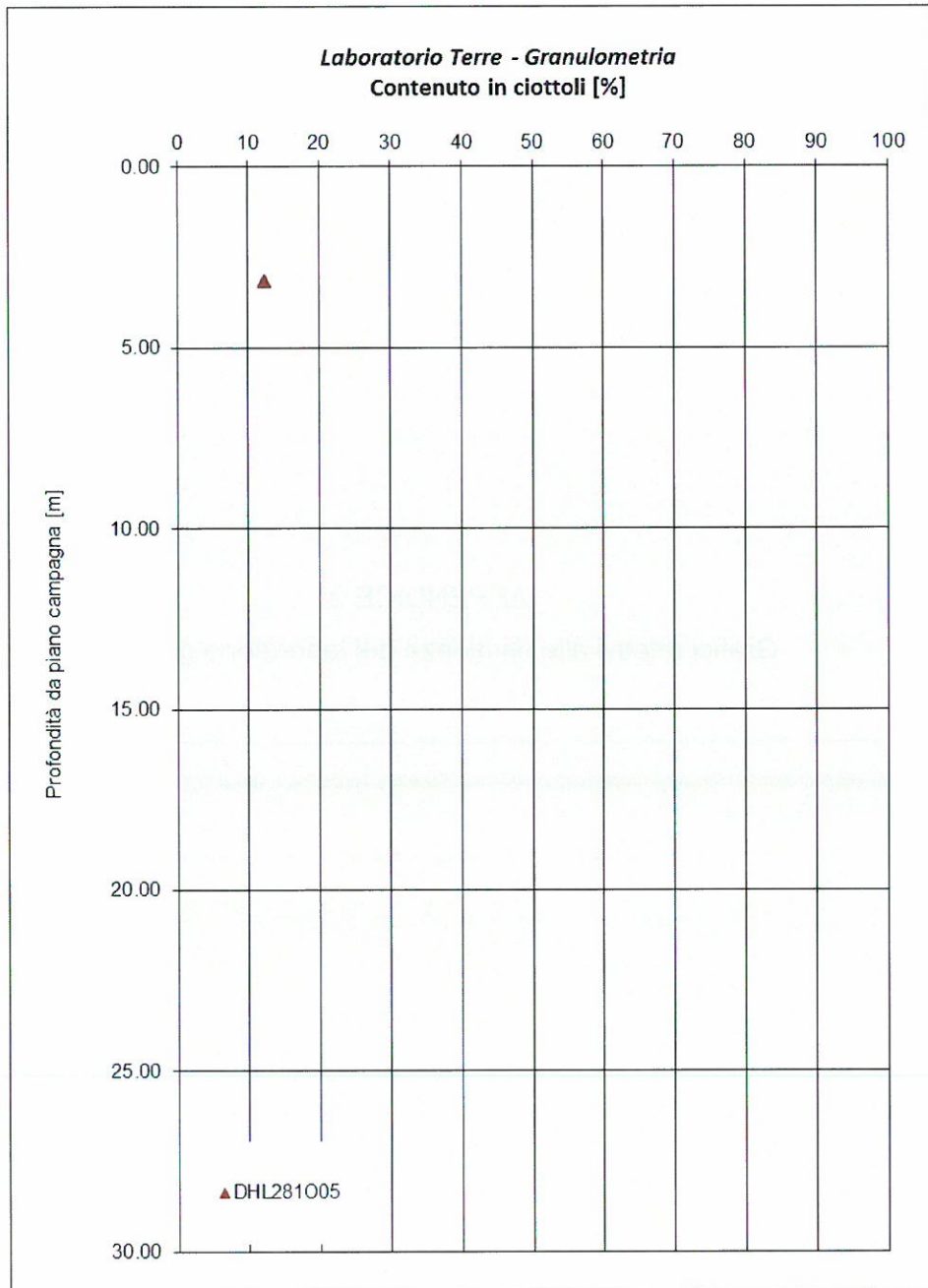


Grafico 11. Unità R Ghiaie e sabbie – Contenuto in ciottoli

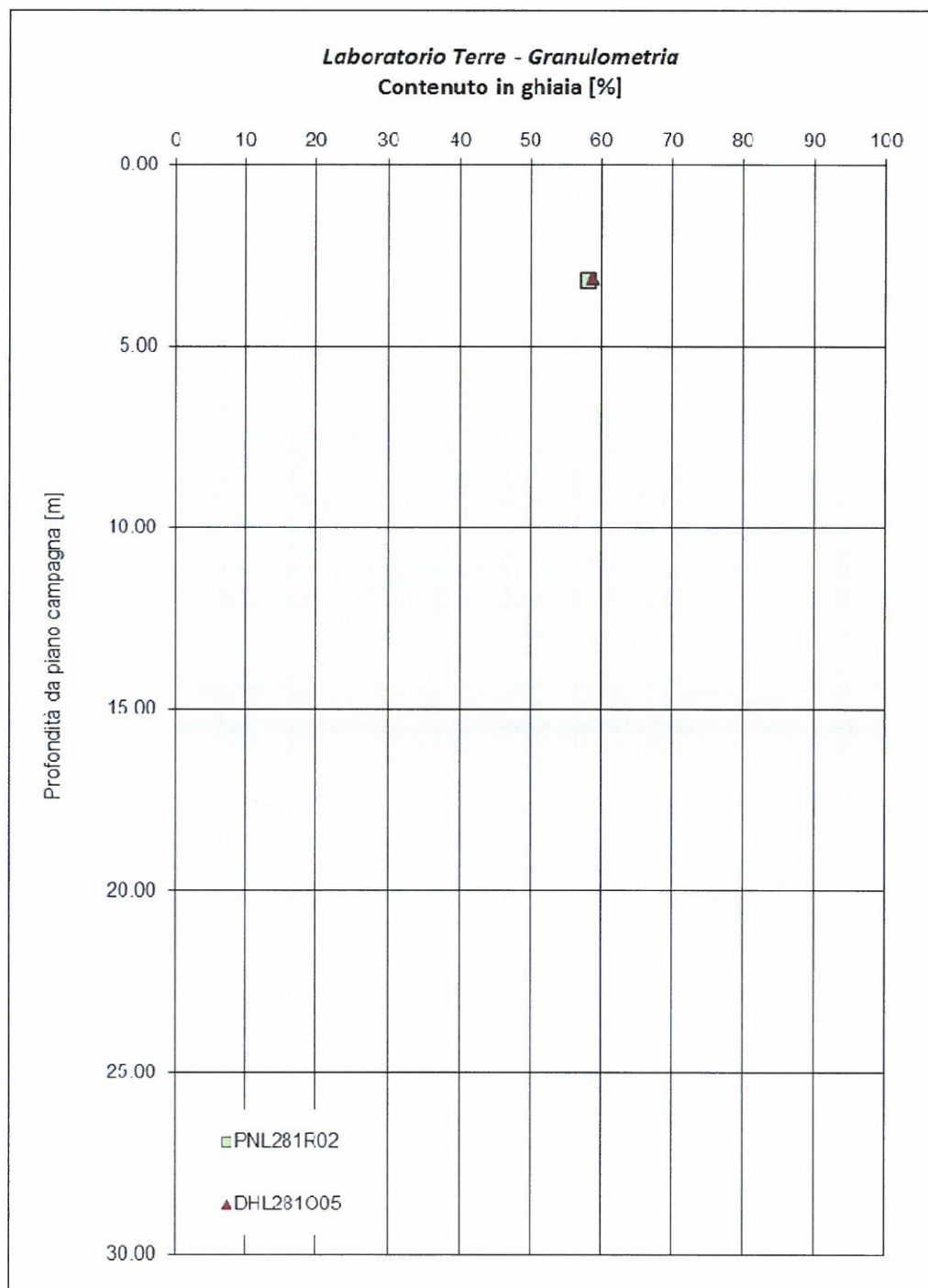


Grafico 12. Unità R Ghiaie e sabbie – Contenuto in ghiaia

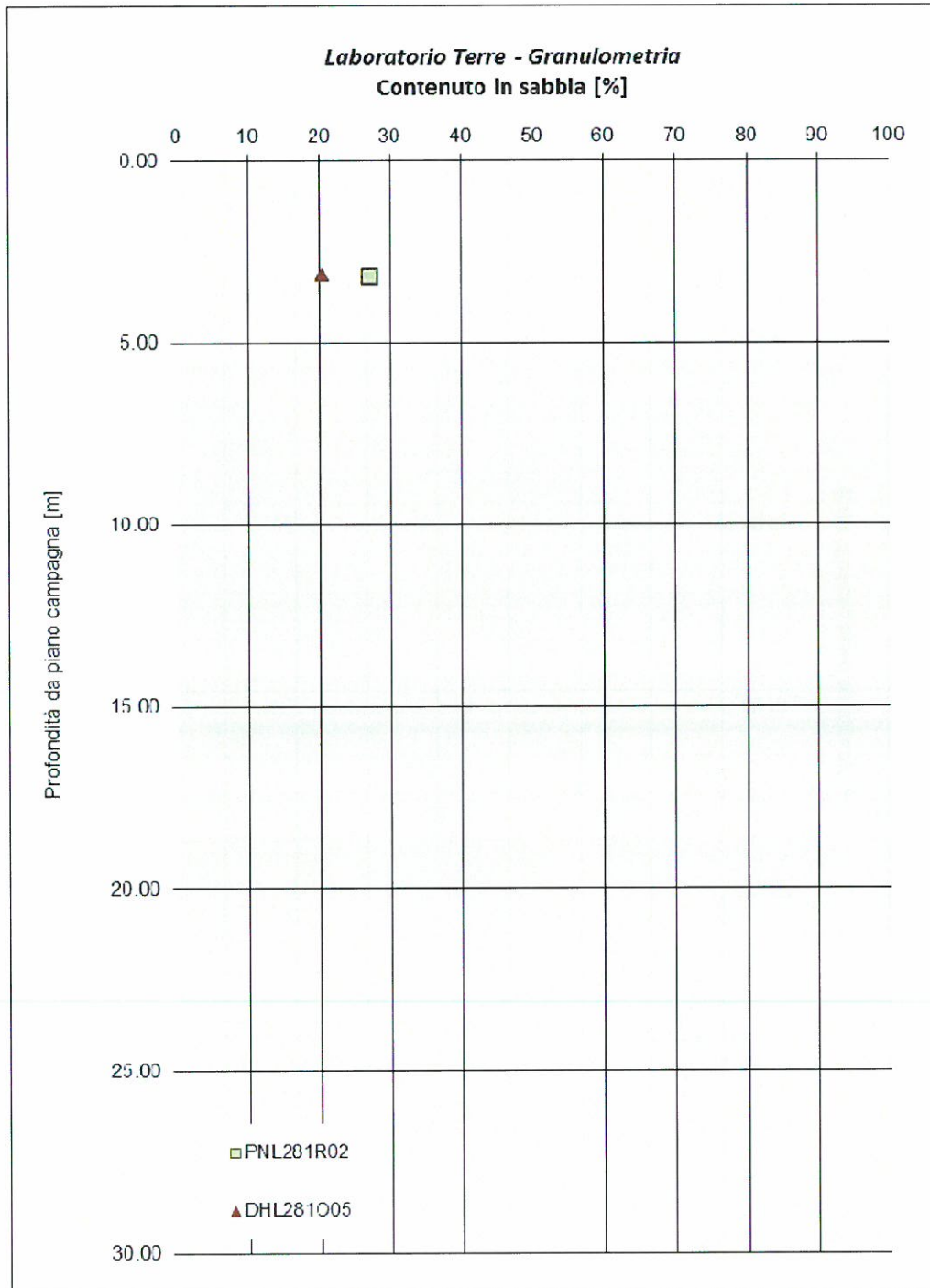


Grafico 13. Unità R Ghiaie e sabbie - Contenuto in sabbia

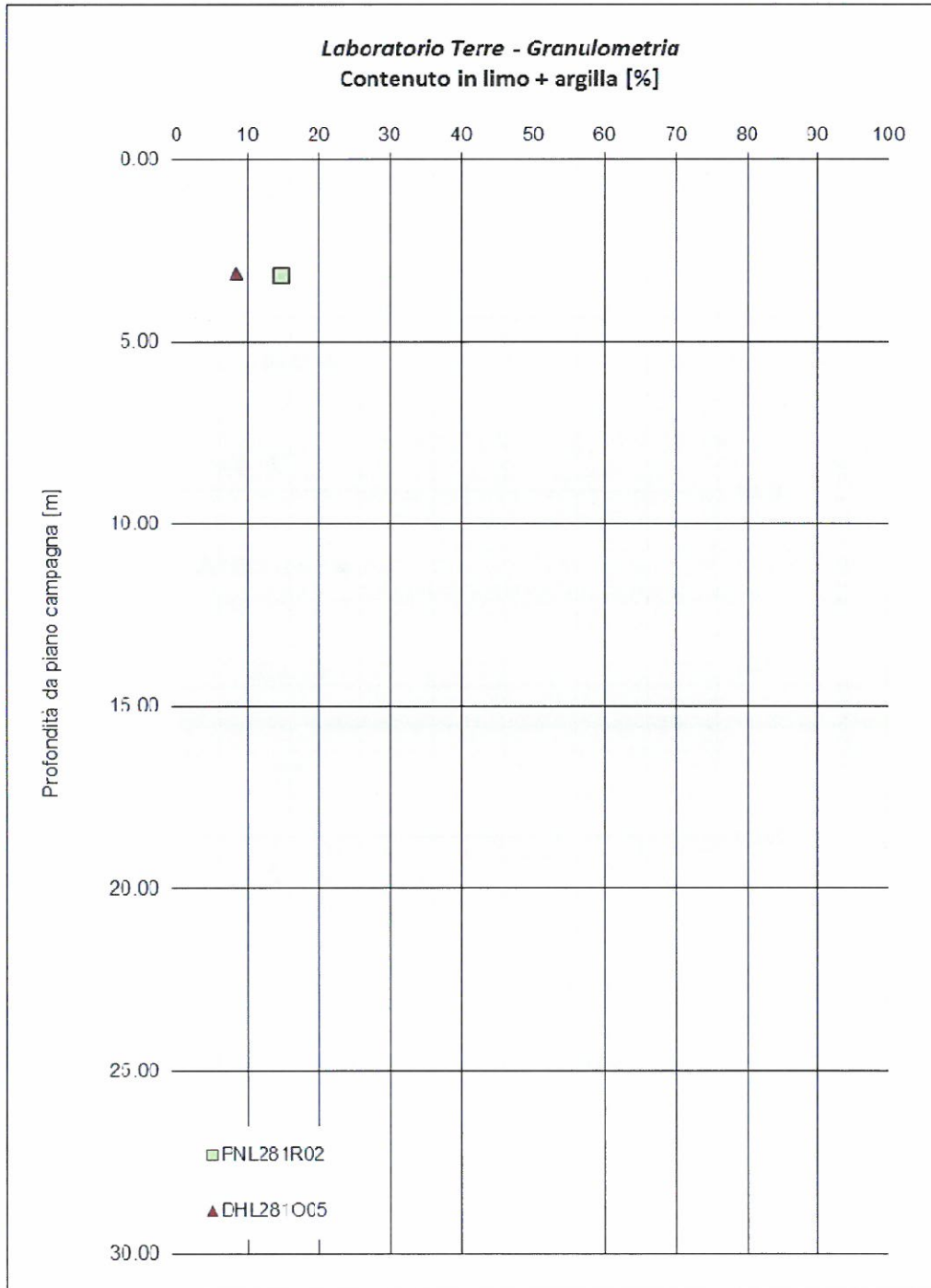


Grafico 14. Unità R Ghiaie e sabbie – Contenuto in limo+argilla

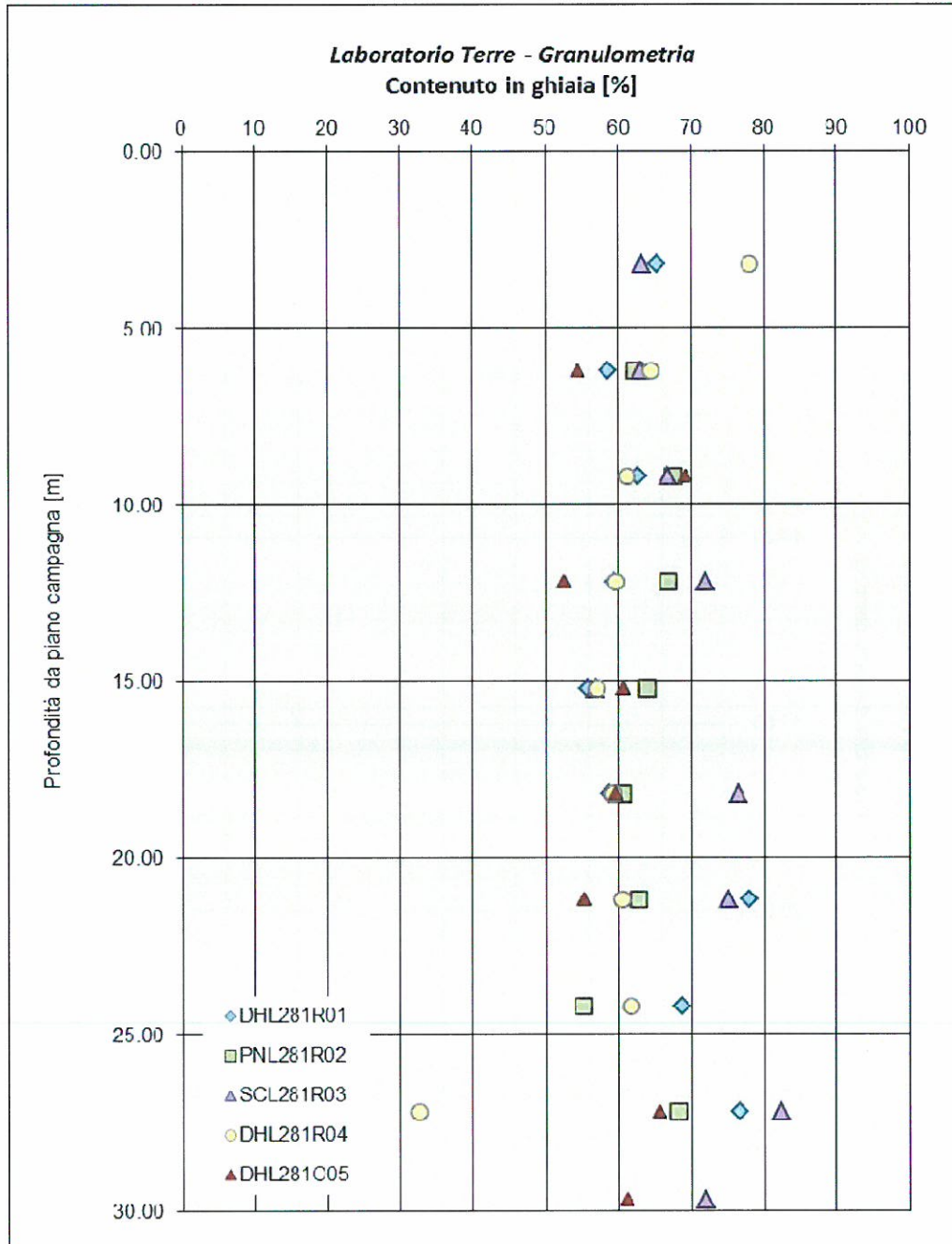


Grafico 15. Unità 1 Ghiaie – Contenuto in ghiaia

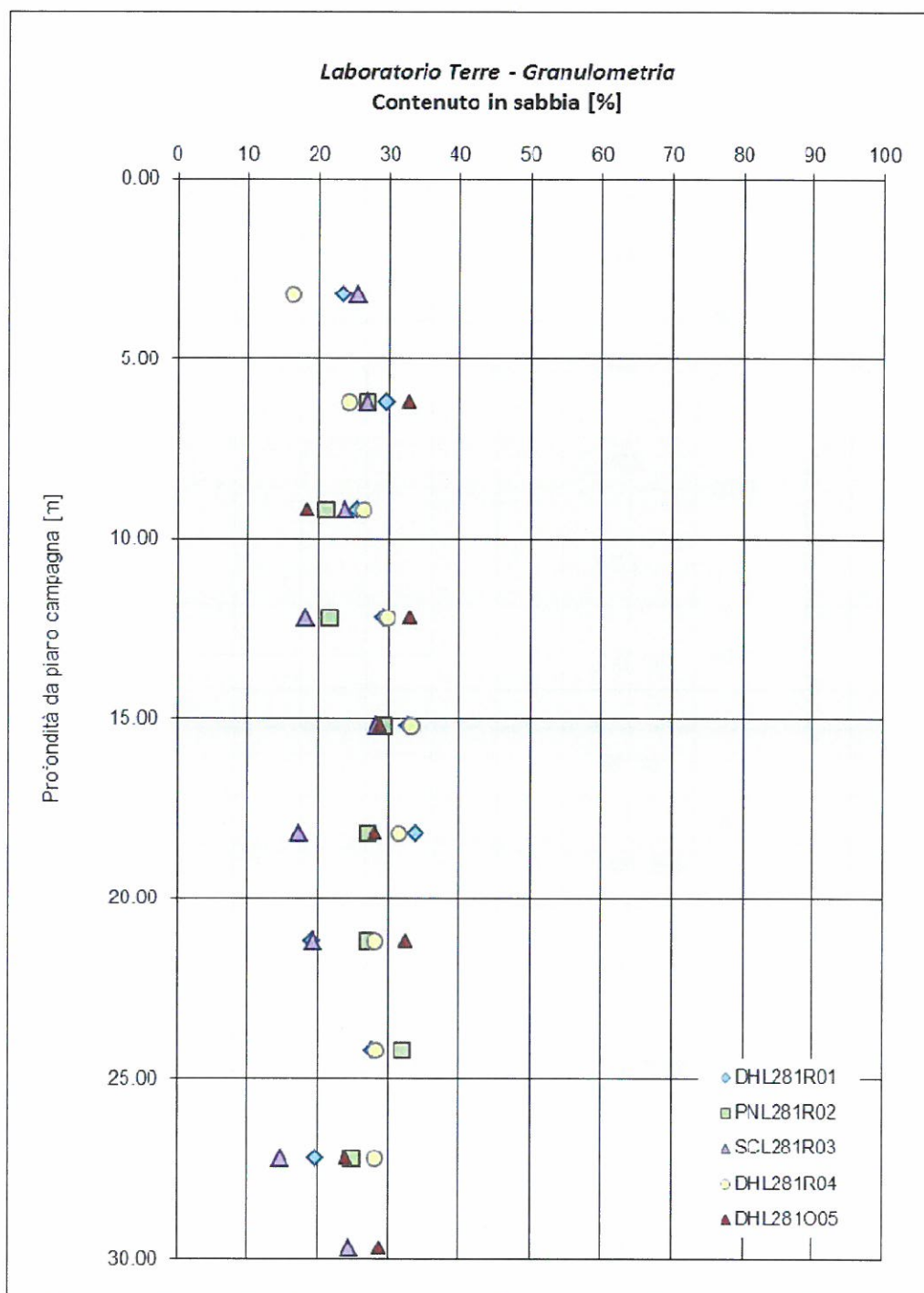


Grafico 16. Unità 1 Ghiaie – Contenuto in sabbia

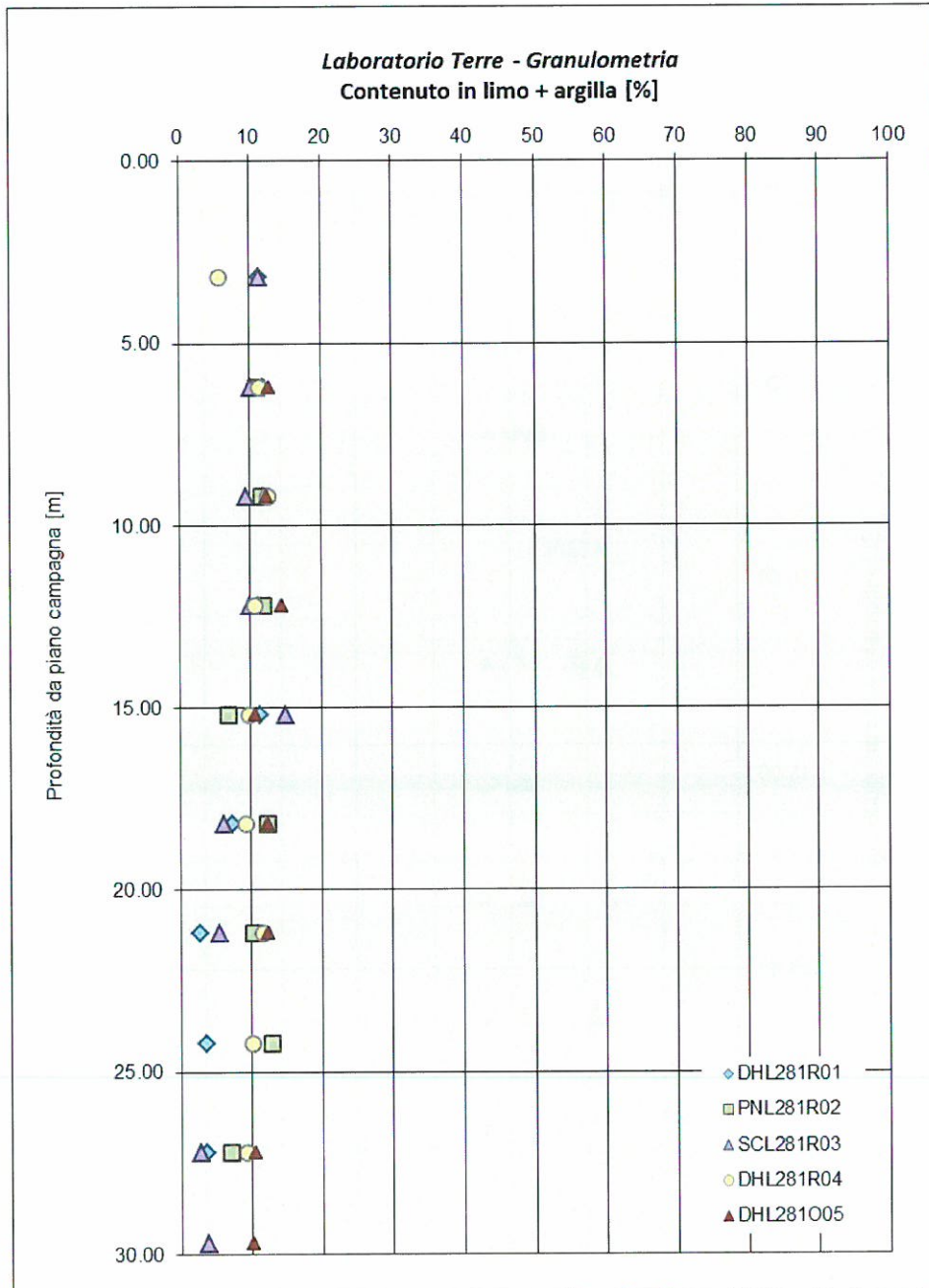


Grafico 17. Unità 1 Ghiaie - Contenuto in limo+argilla