Regione Piemonte
Città Metropolitana di Torino

D

Comune di

BUSSOLENO

LAVORI DI ADEGUAMENTO STRUTTURALE, EFFICIENTAMENTO ENERGETICO E MANUTENZIONE STRAORDINARIA DELLA SCUOLA PRIMARIA "EX MASCHILI"

Doc RGG

PROGETTO ESECUTIVO

SCALA: -
DATA: **02/2020**
COMM: AS1911
REV.
FILE:

RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA

Progetto:

Studio Tecnico Associato
Arch. A. Vergnano - Ing. A. Camelliti - Arch. A. Di Gregorio - Arch. S. Arena
Corso Peschiera 136, 10138 Torino
Tel 011 0361986 Fax 011 0361987 e-mail studio.as32@gmail.com

Ing. Paolo Perrone
Dott. Mirco Rosso

Responsabile Unico del Procedimento: **Geom. Luca Vottero**

REGIONE PIEMONTE

CITTA' METROPOLITANA DI TORINO

COMUNE DI BUSSOLENO

Proponente:

Comune di BUSSOLENO

Progetto:

Adeguamento strutturale, efficientamento energetico e manutenzione straordinaria della scuola primaria "ex maschili" di Piazza Cavour n. 2 a Bussoleno (TO).

RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA

Ai sensi del D.M. 17/01/2018 - § 6.2.1/6.2.2

Maglione, settembre 2019

dott. geol. Mirco Rosso

V. Cossano,14, 10030 - Maglione (TO)

Tel. 0161400193 - cell. 3482600265

e-mail: mircorosso@hotmail.it

INDICE

1. PREMESSA pag. 2

2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO " 3

3. IDROLOGIA E IDROGEOLOGIA " 13

4. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA " 20

5. CLASSIFICAZIONE SISMICA " 22

6. CONCLUSIONI " 32

1. PREMESSA

Su incarico dell'Amministrazione Comunale del Comune di Bussoleno è stata redatta la presente relazione geologica e geotecnica inerente al progetto di adeguamento strutturale, efficientamento energetico e manutenzione straordinaria della scuola primaria "ex maschili" di Piazza Cavour, 2.

Al fine di evidenziare le caratteristiche geologiche, geomorfologiche e geotecniche si è fatto riferimento ai risultati di n. 2 (due) prove penetrometriche eseguite dal dott. geol. Mauro Castelletto e di una indagine sismica di tipo MASW eseguita dal dott. geol. Fabrizio Vigna, i cui risultati sono illustrati nel "Rapporto di indagini" del 26.06.2019 e che costituiscono parte integrante degli elaborati progettuali.

I dati riportati nel seguito fanno anche riferimento, per l'inquadramento generale dell'area, al Piano Regolatore Generale Comunale del Comune di Bussoleno.

2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

L'area oggetto di studio è ubicata nella parte centrale del concentrico di Bussoleno, in sponda destra del F. Dora Riparia, ad una quota di circa 434 m s.l.m. Questo settore del Comune di Bussoleno è riportato sulla sezione n. 154060 del BDTRE della Regione Piemonte (Figg. 1 e 2).

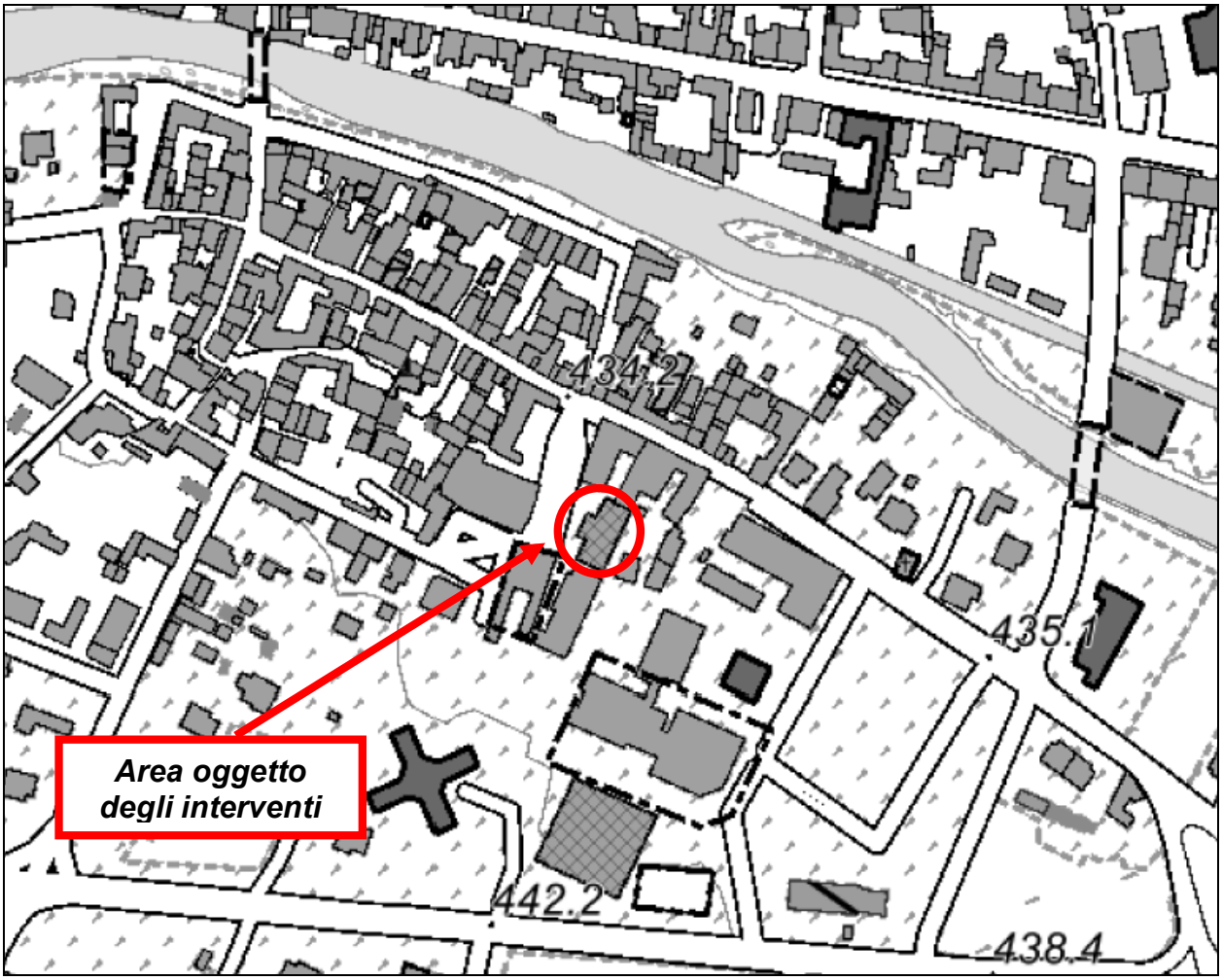


Fig. 1 – Estratto da: Regione Piemonte BDTRE - Sezione n. 154060

Fig. 2 – Ortofoto (da Google Maps)

Dal punto di vista geomorfologico l'area è ubicata nel settore distale dell'ampio conoide alluvionale del Rio Gerardo, affluente in destra orografica del F. Dora Riparia. La zona apicale è in corrispondenza dello sbocco del rio, subito a valle della Loc. Fornelli e si estende attualmente tra il corso del Rio Gerardo, a ovest, fino a poco oltre il cimitero di Bussoleno; da qui si estende verso est un altro conoide legato alla dinamica del Rio Pissaglio, che scorre poco a est, e che si sviluppa fino al corso attuale del rio stesso, in prossimità del confine con il territorio comunale di San Giorio di Susa. Questo conoide ha la sua zona apicale in corrispondenza dello sbocco vallivo poco a valle della Loc. Baroni.

Per quanto riguarda l'attività erosiva del F. Dora Riparia, si riscontra attualmente solo a monte dell'abitato di Bussoleno; resta l'evidenza della dinamica fluviale dell'asta principale per la presenza dell'orlo di terrazzo di altezza pari a circa 2,5 m. poco a valle

dell'edificio scolastico in oggetto, come testimoniato dallo stralcio della "Carta geomorfologica e dei dissesti" allegata al P.R.G.C. di Bussoleno (Fig. 3).

Regione Piemonte

Provincia di Torino

COMUNE DI BUSSOLENO

Piano Regolatore Generale Comunale
Tavola n° II a

AGGIORNAMENTO POST-ALLUVIONE 2008

Carta geomorfologica e dei dissesti

scala 1:10.000

sea consulting srl

10121 TORINO(ITALY) - Via Cernaia, 27 - Tel (+39) 011.516.29.39 Fax (+39) 011.511.91.85 - geology@seaconsult.eu - www.seaconsult.eu

LEGENDA

Area di fondovalle

Conoidi alluvionali

Conoidi misti

Conoidi detritici

Substrato roccioso indifferenziato

Limiti del substrato affiorante

Limiti dei conoidi

a b Faglie certe (a), incerte (b)

Aree rilevate rispetto al piano campagna

Aree depresse rispetto al piano campagna

BU-C1 Codice della scheda descrittiva del conoide

Dinamica fluviale

Reticolo idrografico superficiale

Alvei abbandonati

Paleoalvei

Orlo di scarpata fluviale

Erosioni di sponda legati all'evento alluvionale ottobre 2000

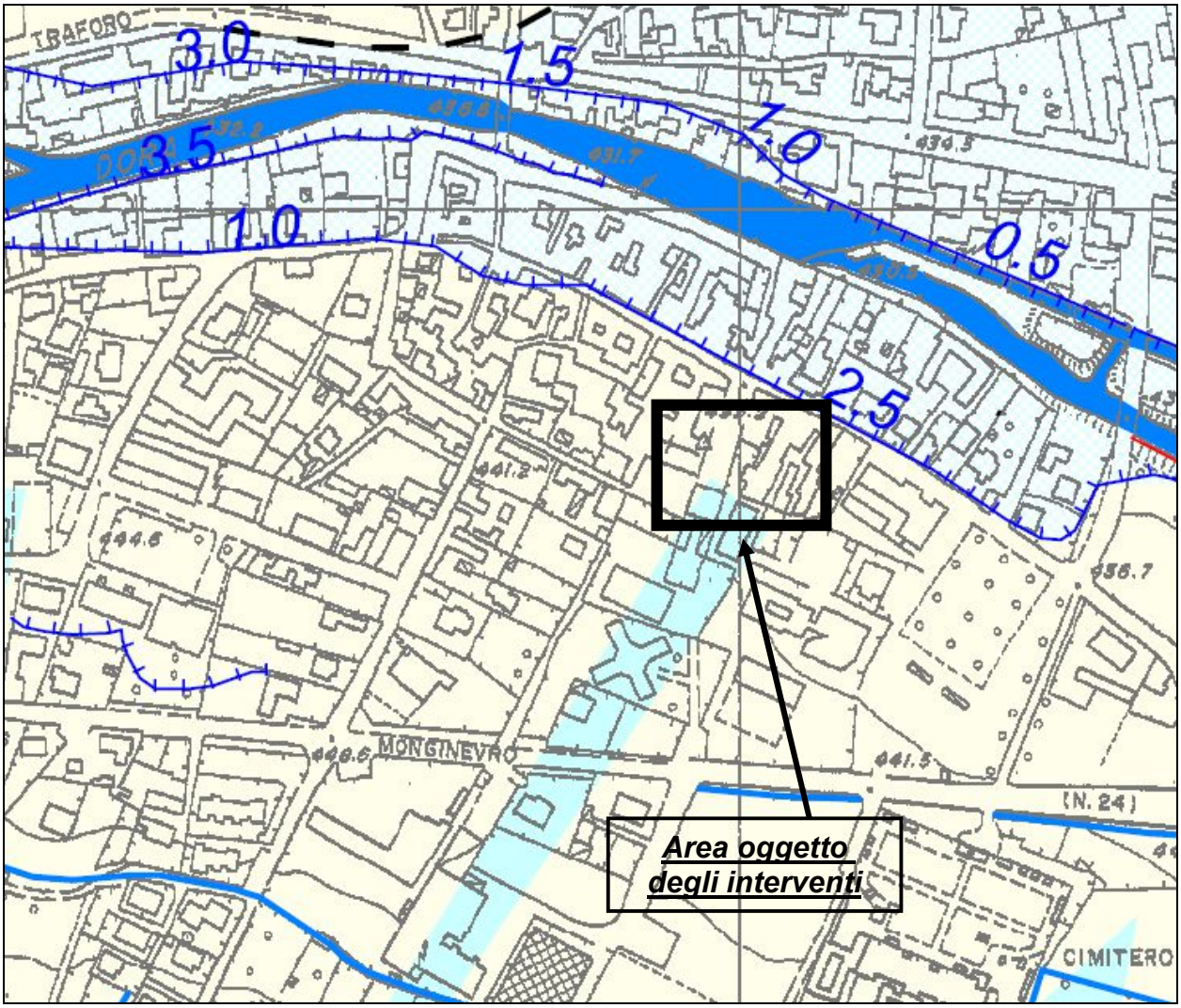


Fig. 3 – Estratto da: PRGC del Comune di Bussoleno

"Carta Geomorfologica e dei dissesti"

Nel successivo estratto di Fig. 4 della "Carta di pericolosità del fondovalle" allegata al P.R.G.C. di Bussoleno, viene evidenziata nel dettaglio l'ubicazione della struttura scolastica all'interno del conoide di deiezione del Rio Gerardo, definendo la pericolosità/intensità del dissesto, che nel caso specifico risulta essere media/moderata. Dallo stralcio risulta inoltre evidente come la struttura stessa sia stata marginalmente interessata dall'alluvione dell'ottobre 2000.

Regione Piemonte

Provincia di Torino

Comune di Bussoleno

Piano Regolatore Generale Comunale
Tavola n° VIII

AGGIORNAMENTO POST-ALLUVIONE 2008

Carta della pericolosità del fondovalle

Integrazione novembre 2009

scala 1:10.000

sea consulting srl

COMPANY WITH QUALITY SYSTEM CERTIFIED BY DNV = ISO 9001/2000 =

Timbro e firma del responsabile di commessa

Redatto	Dott. S. Ambrogio Dott. geol. I. Stringa	
Controllato	Dott. geol. D. Fontan	
Approvato	Dott. geol. A. Dematteis	

Stato		Codice Cliente	Codice Documento	Annotazioni	Data
Emissione			GST 0265-1-CDD11		Marzo 2008
REVISIONI	1		SFT06-76-14-CBR2		dicembre 2008
	2				
	3				

nome file: 05-076 perimetrazione_2008.apr

10121 TORINO(ITALY) - Via Cornaia, 27 - Tel (+39) 011.516.29.39 Fax (+39) 011.511.91.85 - geology@seaconsult.eu - www.seaconsult.eu

LEGENDA

Fasce fluviali derivanti dal PAI vigente e successive integrazioni

- Limite tra la fascia A e la fascia B
- Limite tra la fascia B e la fascia C
- Limite di progetto tra la fascia B e la fascia C
- Limite della fascia C
- Fascia A
- Fascia B
- Aree inondabili

Dinamica fluviale e torrentizia

- 5.0 Orlo di scarpata fluviale e relativa altezza in metri
- 1.5 Orlo di scarpata artificiale e relativa altezza in metri
- Canali riattivabili
- Canali non riattivabili
- Aree inondate durante l'evento alluvionale del 2000
- Aree inondate durante l'evento alluvionale del 2008

Altri simboli

- Limite del territorio comunale
- Limite di conoide

Tabella della pericolosità-intensità dei dissesti

DISSESTO / PERICOLOSITA' / INTENSITA'	Dinamica fluviale/torrentizia	Conoidi		
		Pericolosità naturale	Interventi di sistemazione	
			Negativi	*Migliorativi*
Pericolosità - Intensità molto elevata	Eea	CAe	CAe1	CAe2
Pericolosità - Intensità elevata	Eba	CAb	CAb1	CAb2
Pericolosità - Intensità media/moderata	Ema	CAm	CAm1	CAm2

La presente tabella è stata redatta seguendo le indicazioni riportate sul DGR 15 luglio 2002 n°45-6656.
- Per i processi fluvio-torrentizi di tipo areale l'intensità dei processi è stata valutata in base alle caratteristiche geomorfologiche delle aste.
- Per i processi sui conoidi la "pericolosità" è stata valutata in base a elementi geomorfologici, alle caratteristiche morfometriche dei relativi bacini e alle condizioni di deflusso.

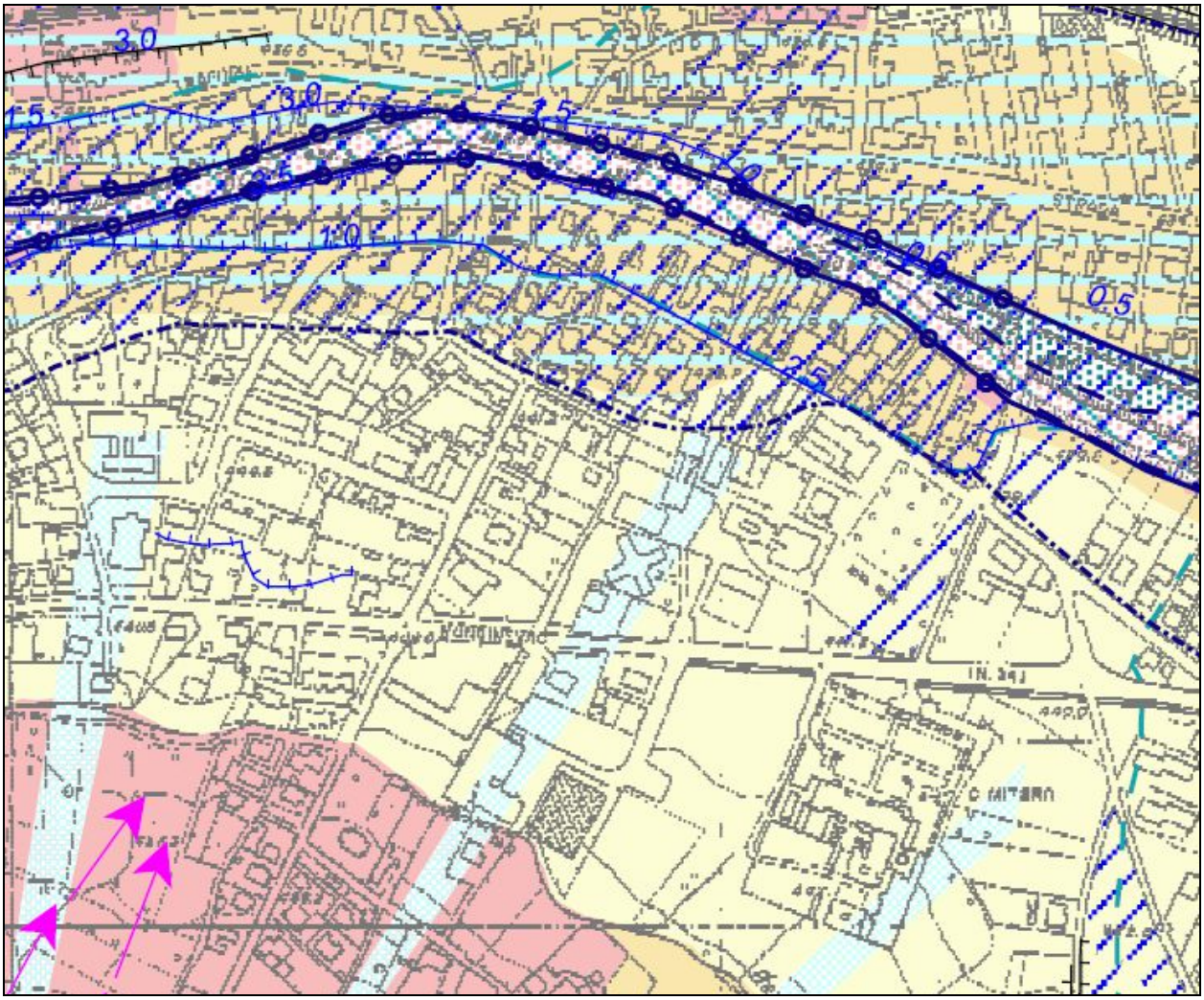


Fig. 4 – Estratto da: PRGC del Comune di Bussoleno

"Carta della pericolosità del fondovalle"

Per quanto riguarda gli aspetti geologici, l'edificio scolastico insiste sui depositi di natura alluvionale del conoide del Rio Gerardo. Si tratta di materiale grossolano, con presenza di ciottoli e talora di grossi blocchi, con alternanze di livelli di materiale fine di natura limoso-argillosa. Questi depositi di conoide sono quindi in contatto con i depositi alluvionali recenti e attuali legati alla dinamica fluviale del F. Dora Riparia. Tale situazione è ben rappresentata nello stralcio di Fig. 5, della "Carta geologica-strutturale e litotecnica" allegata al P.R.G.C. di Bussoleno.

Regione Piemonte

Provincia di Torino

COMUNE DI BUSSOLENO

Piano Regolatore Generale Comunale
Variante in itinere

Tavola I

Carta Geologica-Strutturale e Litotecnica

scala 1:10.000

sea consulting srl

Timbro e firma del responsabile di commessa

Redatto	Dott. Geol. I. Stringa	
Controllato	Dott. Geol. D. Fiorian	
Approvato	Dott. Geol. A. Donatiello	

Data	Codice Cliente	Codice Documento	Annotazioni	Data
Emissione	non fornito	SPT06-76-3-RGL1		Dicembre 2006
REVISIONE 1				
REVISIONE 2				
REVISIONE 3				

10121 TORINO(ITALY) - Via Cernaia, 27 - Tel (+39) 011.516.29.39 Fax (+39) 011.511.91.85 - geology@seaconsult.it - www.seaconsult.eu

Dora Riparia:

uid_g — *Depositi alluvionali recenti e attuali di fondovalle: ciottoli poligenici, di taglia variabile dal cm3 al m3, arrotondati, in matrice sciolta prevalentemente ghiaioso-sabbiosa, con subordinati livelli poco potenti di sabbie e limi. I depositi risultano mediamente pedogenizzati.*

Tributari:

uid_g — *Depositi torrentizi costituiti da ciottoli e blocchi poligenici, talora arrotondati, di pezzatura variabile dal cm3 al m3.*

uid_f — *Depositi alluvionali di conoide costituiti da ciottoli e blocchi poligenici, talora arrotondati, di pezzatura variabile dal cm3 al m3 alternati a intercalazioni limose, localmente argillose. I depositi risultano pedogenizzati.*

uid_c — *Depositi di conoide detritico costituiti da ciottoli e blocchi angolosi di pezzatura variabile dal cm3 al m3.*

uid_e — *Depositi di conoide di origine mista costituiti da ciottoli e blocchi sub-angolosi di pezzatura variabile dal cm3 al m3, immersi in matrice limosa-argillosa variabile in percentuale. I depositi sono generalmente stabilizzati e vegetati.*

Orlo di scarpata di erosione.

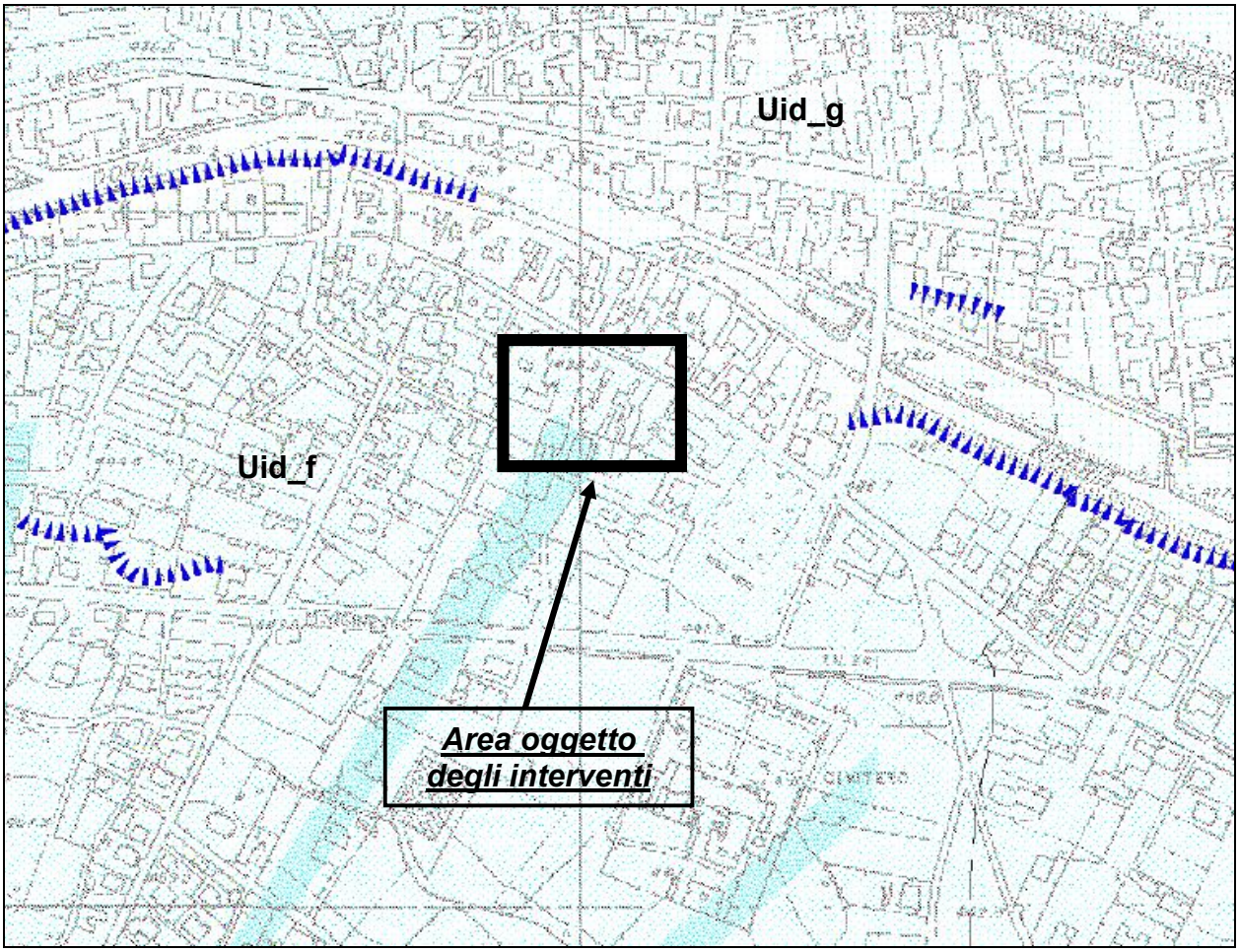


Fig. 5 – Estratto da: PRGC del Comune di Bussoleno

"Carta Geologica-Strutturale e Litotecnica"

Per un maggiore dettaglio nella ricostruzione del modello geologico è stato fatto riferimento ai risultati delle due prove penetrometriche citate in premessa e riportati nei capitoli successivi e a quello dell'indagine sismica. Dalle prove penetrometriche è

emersa la presenza di un livello superficiale di materiale rimaneggiato, potente circa 1 m, al di sotto del quale è presente un livello sabbioso-limoso, anch'esso di potenza pari a circa 1 m, alla base di questo si sono rinvenuti i depositi alluvionali grossolani. Questo dato stratigrafico è stato sostanzialmente confermato dalla prova di tipo MASW, per mezzo della quale, sulla base delle velocità di Vs, si è determinato il seguente assetto:

Livello	Profondità	Descrizione	Velocità Vs
1	Ca. 2 m	Materiale di riporto e sabbia sciolta	Vs < 250 m/s
2	Da ca. 2 a ca. 4 m	Depositi fluvioglaciali sciolti	Vs = 350 m/s
3	Oltre 4 m	Depositi fluvioglaciali compatti	Vs > 700 m/s

Tab. 1 – Estratto da: "Rapporto di indagini" - Modello geologico da prova di tipo MASW

3. IDROLOGIA E IDROGEOLOGIA

Gli aspetti idrologici e soprattutto quelli idrogeologici sono stati verificati per mezzo della cartografia di piano e dalle prove eseguite in sito.

Dal punto di vista idrologico la zona su cui è sito l'edificio scolastico è la parte distale del conoide di deiezione del Rio Gerardo, in un ambito, come illustrato in precedenza, di pericolosità e intensità medio/moderata.

Di seguito sono stati riportati anche gli stralci degli effetti delle alluvioni dell'ottobre 2000 (Fig. 6) e del maggio 2008 (Fig. 7). Come si può notare la zona in oggetto, in entrambi i casi, non è stata interessata da fenomeni di alluvionamento, sia in relazione alla dinamica del F. Dora Riparia che degli elementi del reticolo idrografico minore. In particolare, in riferimento all'evento dell'ottobre 2000 il riscontro è in contrasto con quanto sopra riportato nella Carta di pericolosità del fondovalle, secondo la quale invece la zona risulta inclusa tra le zone alluvionate. Trattandosi però di una cartografia mirata agli eventi alluvionali, si ritiene più sicuro il dato di queste ultime, che escluda la zona da fenomeni di esondazione in entrambi gli eventi.

Dal punto di vista idrogeologico, non sono stati reperiti dati di letteratura, ma si è fatto riferimento ai dati delle indagini di terreno, in particolare dell'indagine sismica di tipo MASW, che ha escluso la presenza di acqua nel sottosuolo fino alla profondità di circa

20 m. Analogamente le prove penetrometriche, spinte però soltanto fino alla profondità massima di 3 m dal p.c., non hanno riscontrato la presenza di acqua di falda.

REGIONE PIEMONTE
Provincia di Torino

Comune di Bussoleno

Piano Regolatore Generale Comunale
Variante in itinere

Tavola VI

Carta degli effetti dell'evento alluvionale del 15-16 Ottobre 2000

scala 1:10000

sea consulting srl

Timbro e firma del responsabile di commessa

Redatto	Dott. D. Agnello	
Controllato	Dott. Geol. D. Fontan	
Approvato	Dott. Geol. A. Dematteis	

Stato	Codice Cliente	Codice Documento	Annotazioni	Data
Emissione	non fornito	SFT06-76-10-CDD1		Dicembre 2006
REVISIONI 1				
REVISIONI 2				
REVISIONI 3				

10121 TORINO(ITALY) - Via Cernaia, 27 - Tel (+39) 011.516.29.39 Fax (+39) 011.511.91.95 - geology@seaconsult.it - www.seaconsult.eu

LEGENDA

Dora Riparia

Alvei in cui era presente acqua al momento delle riprese aeree (22/10/2000).
Zone di ristagno d'acqua all'esterno dell'alveo.

Aree di esondazione con spessori significativi di depositi sabbioso-limosi.

Aree con tracce del passaggio di acqua;
deposizione di esigui spessori di sedimenti fini.

Tributari

a
b

Aree con deposizione di materiale sabbioso-limoso (a), o di materiale grossolano, ghiaie ciottolose con blocchi in matrice sabbiosa (b)

Aree allagate e tracce di passaggio di acqua.

Aree del territorio comunale allagate da acque meteoriche, di ruscellamento lungo i versanti o da canalette artificiali, quindi non direttamente connessi all'evento di piena dei corsi d'acqua.

60 Altezza in cm rispetto al piano campagna o piano strada raggiunta dall'acqua di esondazione.

Traccia delle linee di deflusso della piena, ricostruite sia da fotointerpretazione e sia in base alle indicazioni fornite dal Comune.

Erosioni di sponda e di fondo più evidenti.

Frane di crollo

Frane per fluidificazione e scivolamento dei depositi sciolti superficiali, talora incanalati in impluvi originando colate detritiche (debris-flow).

Frana per crollo non cartografabile

Frana per colamento non cartografabile

Ponti distrutti durante l'evento

Ponti le cui sezioni di deflusso si sono mostrate insufficienti

Edifici danneggiati e/o inagibili

Limite del territorio comunale

FA1 Codice identificativo della tipologia e dello stato di attività della frana

BU-F12 Codice della scheda descrittiva della frana

NOTA
Per quanto riguarda l'indicazione delle altezze d'acqua, si fa presente che i valori riportati sono stati valutati a posteriori nel mese di Agosto 2001 sulla base dei segni ancora visibili su fabbricati e recinzioni, delle indicazioni degli abitanti delle zone allagate e dei tecnici comunali.

Si precisa inoltre che, in considerazione della dinamica evolutiva della piena, e del contesto morfologico e urbanistico in cui si sono manifestati gli effetti dell'evento, non è possibile interpolare i vari punti in cui è stata valutata l'altezza d'acqua per ottenere una "superficie" di massima piena ovvero una "tavola d'acqua".

In particolare si fa presente che, pur sviluppandosi nel fondovalle, il territorio interessato dall'evento di piena è caratterizzato da sensibili pendenze longitudinali e trasversali.
La notevole ed articolata urbanizzazione della zona di concentrico allagata, con presenza di numerosi fabbricati, muri di cinta, rilevati stradali e ferroviari, attraversamenti, canali di derivazione e bealere, ha influito in maniera sensibile sulla dinamica dell'evento e sulla sua evoluzione temporale.

Infine si fa presente che le altezze d'acqua indicate in carta possono essere state raggiunte in momenti differenti dell'evento alluvionale, anche in relazione al manifestarsi di più impulsi di piena.

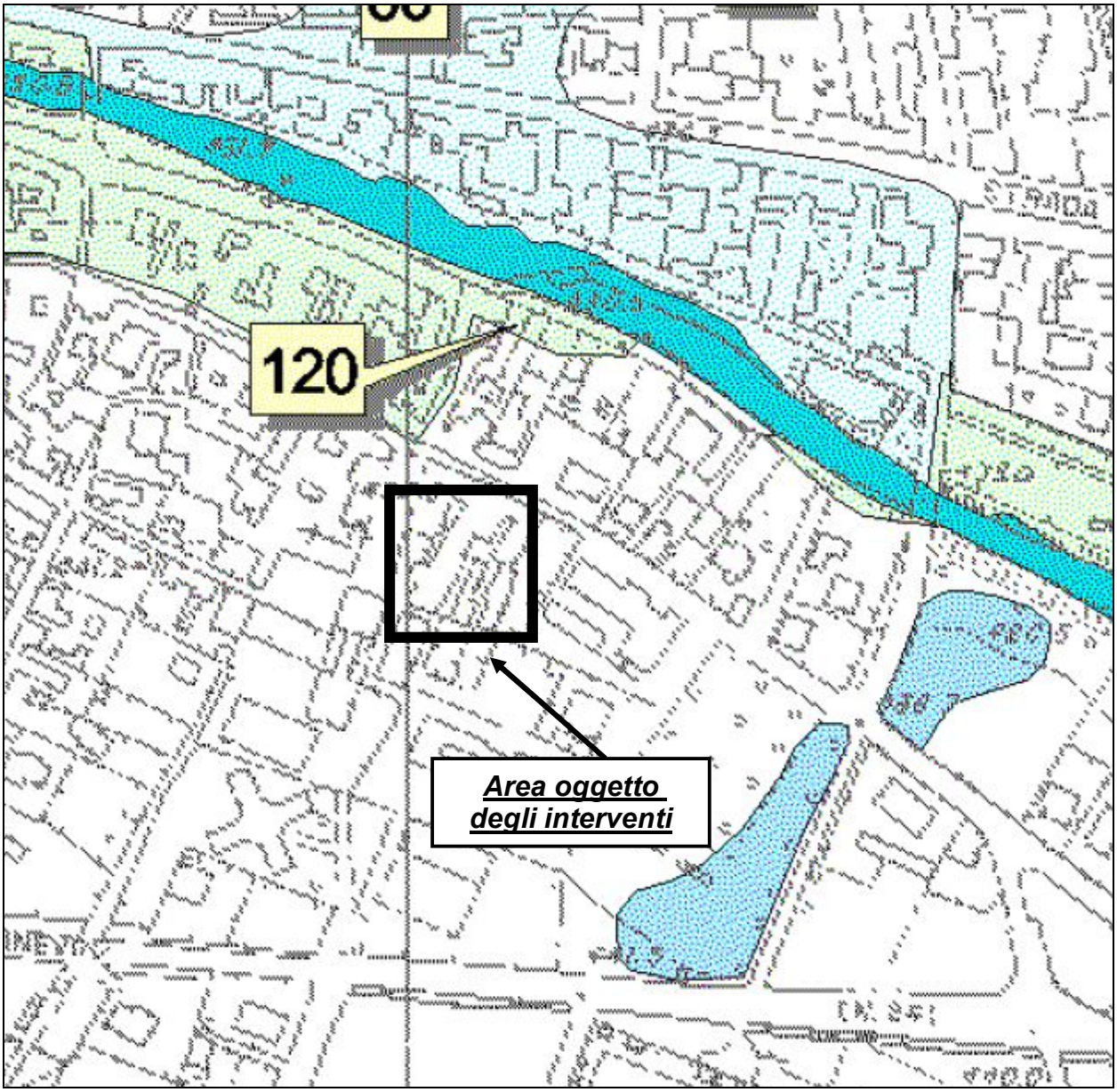


Fig. 6 – Estratto da: PRGC del Comune di Bussoleno

"Carta degli effetti dell'evento alluvionale del 15-16 ottobre 2000"

REGIONE PIEMONTE
Provincia di Torino

Comune di Bussoleno

Piano Regolatore Generale Comunale
Tavola X

AGGIORNAMENTO POST-ALLUVIONE 2008

Carta degli effetti dell'evento alluvionale del 28-30 maggio 2008

scala 1:10.000

sea consulting srl

COMPANY WITH QUALITY SYSTEM CERTIFIED BY DNV ISO 9001/2000

Timbro e firma del responsabile di commessa

Redatto	Dott. Geol. Fontan	
Controllato	Dott.ssa Geol. L Stringa	
Approvato	Dott. Geol. A. Demattola	

Stato	Codice Cliente	Codice Documento	Annotazioni	Data
Emissione		SFT06-76-13a-CDD1		dicembre 2008
REVISIONI 1				
2				
3				

nome file 06-076 event_opera.apr

Sea Consulting S.r.l. - 10121 TORINO(ITALY) - Via Cernaia, 27 - Tel (+39) 011.516.29.39 Fax (+39) 011.511.91.85 - geology@seaconsult.eu - www.seaconsult.eu

LEGENDA

Dora Riparia

Alvei in cui era presente acqua al momento dell'osservazione da elicottero (3/06/2008).

Aree con tracce del passaggio di acqua e deposizione di sedimenti fini.

Tributari

Aree con deposizione di materiale ciottoloso-sabbioso-limoso

Aree allagate e tracce di passaggio di acqua.

Erosioni di sponda e di fondo più evidenti.

Tratto di bealera danneggiata

Argine in terra rialzato successivamente all'evento 2008

Ponti distrutti durante l'evento

Ponti le cui sezioni di deflusso si sono mostrate insufficienti

Frane per fluidificazione e scivolamento dei depositi sciolti superficiali, talora incanalati in impluvi originando colate detritiche (debris-flow).

Frana per crollo non cartografabile

Aree caratterizzate da criticità per caduta massi (Via Nuova), per intasamento bealere (Balmetta), per potenziale esondazione (concentrico Bussoleno) o per trasporto solido (Boine).

Segnalazione generica (fonte: sito ARPA Piemonte)

Limite del territorio comunale

Limiti delle fasce Fluviali vigenti

Limite tra la fascia A e la fascia B

Limite tra la fascia B e la fascia C

Limite di progetto tra la fascia B e la fascia C

Limite della fascia C

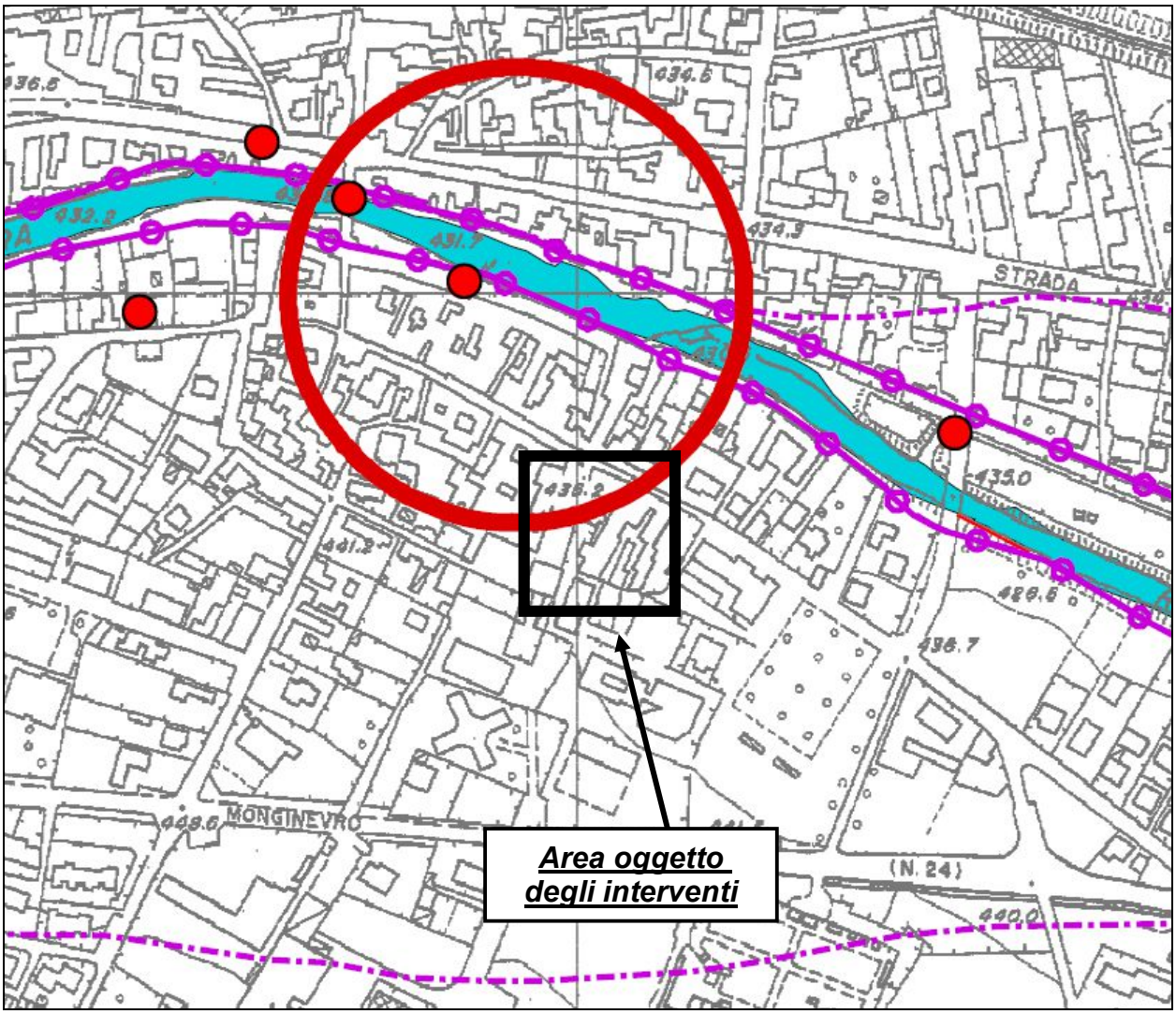


Fig. 7 – Estratto da: PRGC del Comune di Bussoleno

"Carta degli effetti dell'evento alluvionale del 28-30 maggio 2008"

4. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

La caratterizzazione geotecnica del sito con definizione del modello geotecnico, così come previsto dal D.M. 17.01.2018, è stata effettuata per mezzo di n. 2 (due) prove penetrometriche eseguite, come detto dal dott. geol. Mauro Castelletto, in prossimità dell'edificio scolastico. Di seguito sono riportati i risultati delle elaborazioni contenute nel "Rapporto di indagini", a cui si rimanda per un quadro completo delle indagini effettuate.

Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI DIN 1

						NATURA GRANULARE					NATURA COESIVA						
n°	H1	H2	Nspt	Vs	G	Dr	ø'	E'	Ysat	Yd	Cu	Ed	Ysat	W	e	Q	Litologia
1	0,00	1,20	2	70	22	7	20	24	1,85	1,36	0,13	12	1,75	46,9	1,267	0,49	Terreno rimaneggiato
2	1,20	2,30	9	111	67	31	26	108	1,92	1,48	0,56	54	1,89	34,0	0,918	1,70	Sabbia Limosa
3	2,30	3,10	46	161	224	81	41	552	2,13	1,82	2,88	276	2,33	10,1	0,274	7,89	Ghiaia e sabbia con ciottoli

Tab. 2 – Risultati prova DIN 1

Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI DIN 2

						NATURA GRANULARE					NATURA COESIVA						
n°	H1	H2	Nspt	Vs	G	Dr	ø'	E'	Ysat	Yd	Cu	Ed	Ysat	W	e	Q	Litologia
1	0,00	1,00	2	67	22	7	20	24	1,85	1,36	0,13	12	1,75	46,9	1,267	0,49	Terreno rimaneggiato
2	1,00	1,90	14	116	93	41	29	168	1,96	1,53	0,88	84	1,95	29,5	0,795	2,67	Sabbia Limosa
3	1,90	2,80	48	158	232	83	41	576	2,14	1,83	3,00	288	2,36	9,3	0,251	8,59	Ghiaia e sabbia con ciottoli

Tab. 2 – Risultati prova DIN 2

Un ulteriore approfondimento geotecnico ha interessato i due livelli costituiti da sabbia limosa e la ghiaia e sabbia con ciottoli, determinando per ciascun tipo litologico un valore più cautelativo dell'angolo di attrito interno, ovvero calcolando il valore caratteristico. Il risultato dell'elaborazione è riportato nella Tab. 3.

Litologia e profondità (m)	**Nspt medio**	**ϕ** (°)	**ϕ caratteristico** (°)
Sabbia limosa 0,00 – 2,30 m	11	28	25
Ghiaia e sabbia con ciottoli ➢ 2,30 m	47	41	38

Tab. 3 - Valori di Nspt e dell'angolo di attrito interno (ϕ)

Per quanto riguarda la coesione, ai depositi ghiaioso-sabbiosi può essere attribuito un valore cautelativamente nullo, attribuendo così una natura esclusivamente incoerente al livello in oggetto.

5. CLASSIFICAZIONE SISMICA

Con la D.G.R. n. 4-3084 del 12.12.2011 è stata definita la classificazione sismica dei comuni della Regione Piemonte, nello specifico il Comune di Bussoleno è stato inserito fra i comuni in classe 3 (Fig. 8).

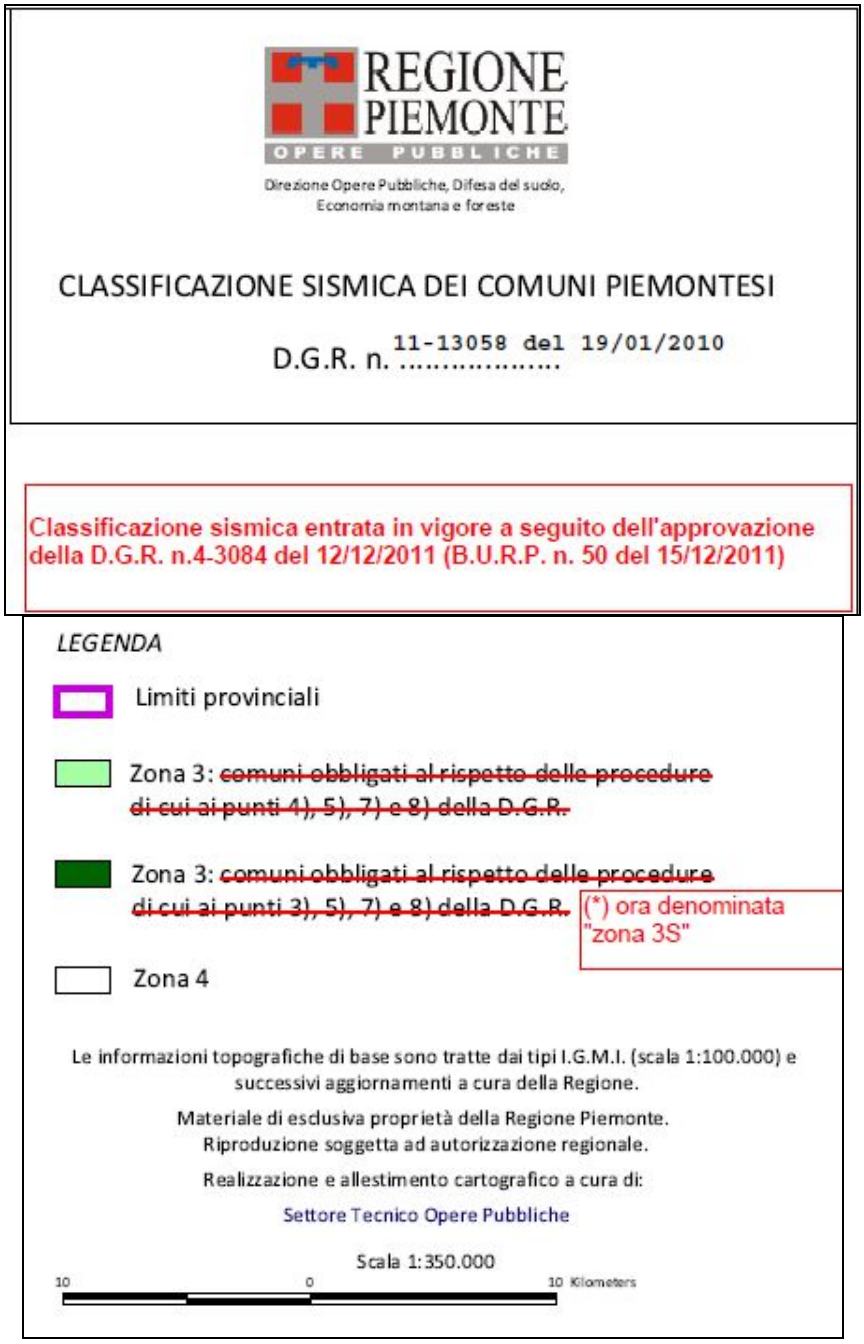


Fig. 8 - Estratto da Regione Piemonte "Classificazione sismica dei comuni piemontesi"

La classificazione è stata naturalmente fatta tenendo conto degli aggiornamenti apportati nel D.M. 17.01.2018.

Sulla base dell'indagine sismica eseguita dal dott. geol. Fabrizio Vigna, il terreno su cui insistono le opere rientra nella categoria di sottosuolo di **tipo B, con valore di Vs eq pari a 547,44 m/sec.**

Si riporta inoltre anche uno stralcio della "Carta della suscettività all'amplificazione sismica" allegata al P.R.G.C. di Bussoleno, dal quale si evince che l'area in oggetto ricade nella campitura delle categorie di sottosuolo tra B, C e D (Fig. 9).

Regione Piemonte

Provincia di Torino

COMUNE DI BUSSOLENO

Piano Regolatore Generale Comunale
Variante in itinere

Tavola IXb

Carta della suscettività all'amplificazione sismica

scala 1:5.000

sea consulting srl

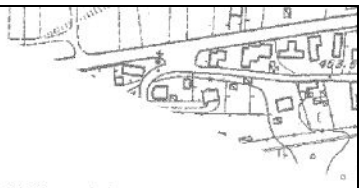
geology - environmental engineering

Timbro e firma del responsabile di commessa

Redatto	Dott. Geol. D. Fontan	
Controllato	Dott. Geol. A. Damiano	
Approvato	Dott. Geol. A. Donattaia	

Stato	Codice Cliente	Codice Documento	Annotazioni	Data
Emissione		SF706-76-15a-CD01		Aprile 2007
REVISIONI 1				
REVISIONI 2				
REVISIONI 3				

10121 TORINO(ITALY) - Via Cernaia, 27 - Tel (+39) 011.516.29.39 Fax (+39) 011.511.91.85 - geology@seaconsult.eu - www.seaconsult.eu



LEGENDA

Indicazione di massima in base ai dati disponibili delle Categorie di suolo di fondazione (OPCM 3274/2003)

A — Formazioni litoidi o suoli omognei molto rigidi (coltre colluviale cementata) caratterizzati da valori di Vs30 superiori a 800 m/s, comprendenti estesi lembi di depositi colluviali ed eluvio-colluviali di spessori massimo pari a circa 5 m.

B, C, D — Depositi prevalentemente ciottoloso-ghiaioso-sabbiosi con spessore superiore a 20 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 compresi tra 180 m/s e 800 m/s (resistenza penetrometrica > 50 e coesione non drenata nulla).

E — Profili di terreno costituiti da strati superficiali alluvionali con valori di Vs30 simili a quelli di tipo B, C, D e spessore compreso tra 5 m e 20 m, giacenti su di un substrato di materiale più rigido con Vs30 > 800 m/s.

Principali riporti artificiali.

Aree soggette a probabile amplificazione sismica causata da particolari situazioni geomorfologiche

Fascia posta lungo il piede del versante.

Principali creste rocciose sottili, di larghezza pari a 15-20 m, picchi isolati.

Fascia di rispetto rispetto al ciglio delle scarpate più significative (altezza superiore a 5 m ed elevata pendenza).

Principali scarpate indifferenziate (h < 5m).

Principali scarpate indifferenziate (h > 5m).

Frane areali indifferenziate.

Altri simboli

Frane puntuali indifferenziate.

Sorgenti.

Affioramenti rocciosi.

a b — Faglia certa (a), incerta (b).

Conoide

Reticolo idrografico superficiale

Alvei abbandonati

Paleoalvei

Scaricatori glaciali

Cava attiva

Cava abbandonata

Limite del territorio comunale di Bussoleno.

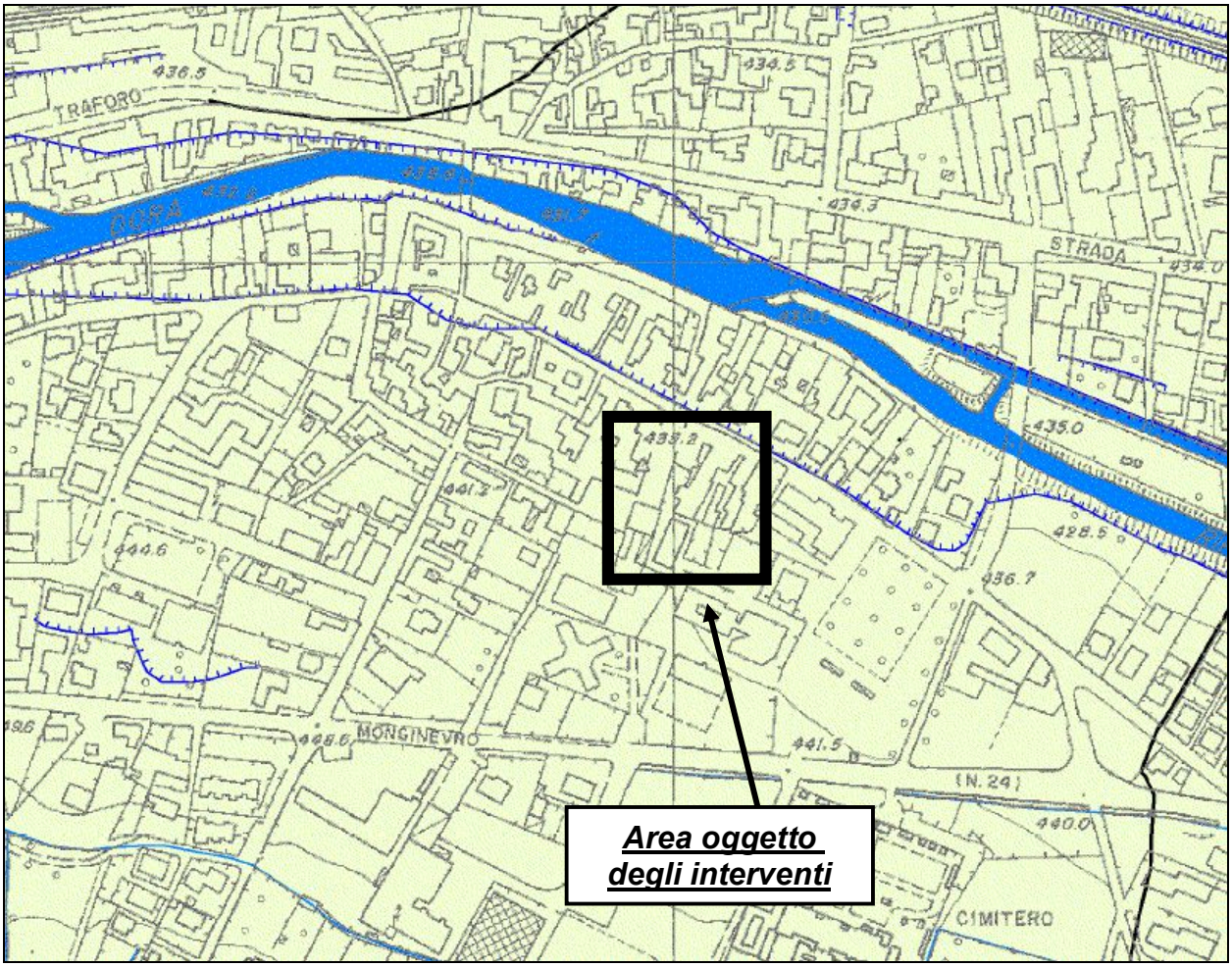


Fig. 9 – Estratto da: PRGC del Comune di Bussoleno

"Carta della suscettività all'amplificazione sismica"

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
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.

Tab. 4 - Categorie di sottosuolo ai sensi del D.M. 17.01.2018

Passando all'esame delle condizioni topografiche il sito in oggetto risulta ubicato in un settore pianeggiante e quindi nella **categoria T1** della Tab. 3.2.IV del D.M. 17.01.2018, di seguito riportata.

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15°$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15°$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15° \leq i \leq 30°$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30°$

Tab. 5 – Categorie topografiche ai sensi del D.M. 17.01.2018

Le azioni sismiche di progetto si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione. La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa ag in condizioni di campo libero su sito di riferimento con superficie topografica orizzontale (di categoria A), nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente Se(T), con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza PVR nel periodo di riferimento VR. In alternativa è ammesso l'uso di accelerogrammi, purché correttamente commisurati alla pericolosità sismica del sito.

Le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento PVR, a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

- a_g accelerazione orizzontale massima al sito;
- F_0 valore massimo di fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- T*C periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Si fa quindi riferimento alla classe d'uso: classe nella quale sono suddivise le opere, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso: l'opera in progetto appartiene alla Classe d'uso III.

Per il calcolo dei valori sopra citati sono stati considerati i seguenti parametri in base al tipo di opera in progetto: Vita nominale dell'opera V_N: intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale e destinata.

Classe I:	Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.
Classe II:	Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.
Classe III:	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.
Classe IV:	Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al DM 5/11/2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

Tab. 6 – Classi d'uso delle costruzioni ai sensi del D.M. 17.01.2018

	TIPI DI COSTRUZIONI	Valori minimi di V_N (anni)
1	Costruzioni temporanee e provvisorie	10
2	Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari	50
3	Costruzioni con livelli di prestazioni elevati	100

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE C_U	0,7	1,0	1,5	2,0

Tab. 7 – Vita nominale e periodo di riferimento per le costruzioni ai sensi del D.M. 17.01.2018

Dopo aver definito la Vita Nominale e la Classe d'uso è possibile, quindi, calcolare il Periodo di riferimento per l'azione sismica V_R come:

$$V_R = V_N * C_U = 50*1,5 = 75 \text{ anni}$$

La definizione dei parametri sismici e dei coefficienti sismici di seguito riportata è stata eseguita mediante l'uso del software Geostru PS Parametri Sismici v. 1.4

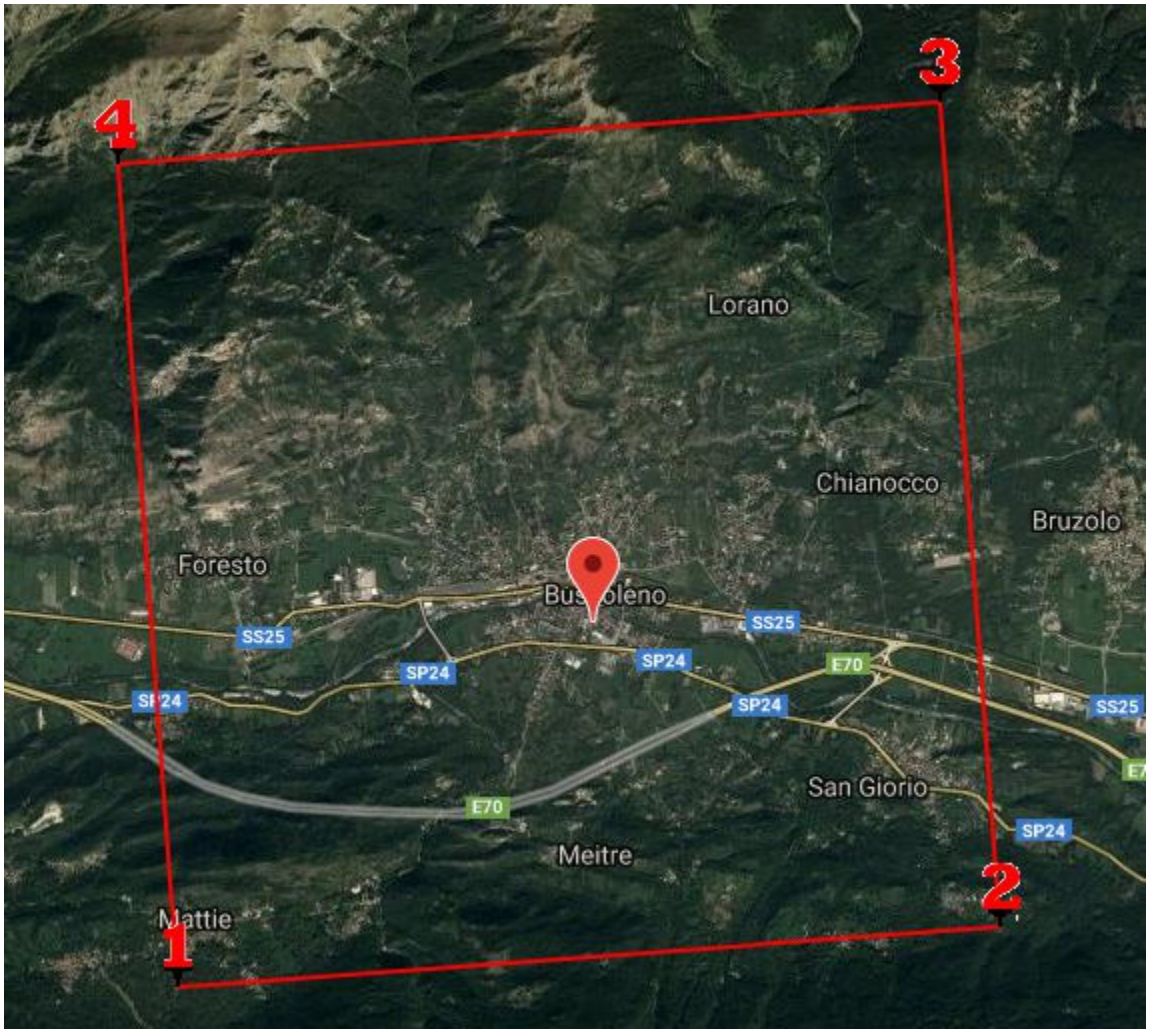


Fig. 10 – Maglia sismica di appartenenza del sito oggetto di indagine

Stati limite

Classe Edificio

III. Affollamento significativo...

Vita Nominale 50

Interpolazione Media ponderata

CU = 1.5

Stato Limite	Tr [anni]	a_g [g]	Fo	Tc^* [s]
Operatività (SLO)	45	0.049	2.419	0.222
Danno (SLD)	75	0.064	2.426	0.233
Salvaguardia vita (SLV)	712	0.153	2.477	0.267
Prevenzione collasso (SLC)	1462	0.189	2.514	0.276
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	75			

Tab. 8 – Stati limite

Coefficienti sismici

Tipo: Stabilità dei pendii e fondazioni

☐ Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti.

H (m): 1

us (m): 0.1

Cat. Sottosuolo: B

Cat. Topografica: T1

	SLO	SLD	SLV	SLC
SS Amplificazione stratigrafica	1,20	1,20	1,20	1,20
CC Coeff. funz categoria	1,49	1,47	1,43	1,42
ST Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00

☐ Acc.ne massima attesa al sito [m/s²] 0.6

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.012	0.015	0.044	0.054
kv	0.006	0.008	0.022	0.027
Amax [m/s²]	0.580	0.748	1.795	2.222
Beta	0.200	0.200	0.240	0.240

Tab. 9 – Coefficienti sismici

6. CONCLUSIONI

La presente relazione si riferisce al progetto di adeguamento strutturale, efficientamento energetico e manutenzione straordinaria della scuola primaria "ex maschili" di Piazza Cavour, 2 nel Comune di Bussoleno (TO).

Dal punto di vista geomorfologico l'area è ubicata nel settore di base del conoide alluvionale del Rio Gerardo, il cui apice è ubicato verso sud, allo sbocco vallivo in prossimità della Loc. Fornelli. Si tratta di un ampio conoide attualmente sviluppato tra il corso attuale del rio stesso, verso ovest, a la zona del cimitero di Bussoleno, a contatto con il vicino conoide legato alla dinamica del Rio Pissaglio.

Il conoide del Rio Gerardo è soggetto a fenomeni erosivi da parte del F. Dora Riparia solo a monte dell'abitato di Bussoleno.

La geologia dell'area è contraddistinta dalla presenza di depositi di origine alluvionale costituiti da ghiaie e sabbie con blocchi e ciottoli localmente alternati a livelli più fini limoso-argillosi.

Dal punto di vista idrologico la zona in oggetto non è stata interessata da fenomeni di alluvionamento durante gli eventi dell'ottobre 2000 e del maggio 2008, come testimoniato dagli stralci cartografici riportati nei precedenti capitoli e riferiti a ciascuno dei due eventi più importanti che hanno interessato queste zone.

La situazione dal punto di vista idrogeologico è stata ricostruita sulla base delle indicazioni fornite dalle prove eseguite. Sia per quanto riguarda le prove penetrometriche, che però hanno raggiunto solo la profondità di circa 3 m, sia per quanto riguarda l'indagine sismica, in questo caso fino a circa 20 m di profondità non si è avuto riscontro di presenza di acque di falda.

La caratterizzazione geotecnica è stata effettuata per mezzo di due prove penetrometriche, eseguite dal dott. geol. Mauro Castelletto i cui dati insieme a quelli dell'indagine sismica eseguita dal dott. geol. Fabrizio Vigna, sono riportati nel "Rapporto di indagini" del giugno 2019. È stato così possibile ricostruire il seguente modello geologico:

- ***0,00 – 2,30 m: livello superficiale sabbia limosa***
- ***> 2,30 m: depositi alluvionali ghiaioso-sabbiosi***

Le elaborazioni dei dati delle prove penetrometriche hanno permesso di ricostruire il seguente modello geotecnico del sottosuolo.

Profondità (m)	Unità geotecnica	Peso di volume (t/mc)	Angolo di attrito interno (°) caratteristico		Coesione (kg/cmq)
0,00 – 2,30	Sabbia limosa	1,5	28	25	0,7
2,30	Ghiaie e sabbie con ciottoli	1,8	41	38	0

Tab. 10 – Sintesi dei dati geotecnici

La caratterizzazione sismica è stata condotta facendo riferimento al risultato dell'indagine sismica eseguita dal dott. geol. Fabrizio Vigna, assumendo quale categoria di sottosuolo il Tipo B, mentre la categoria topografica è la T1.

Si è quindi proceduto anche alla verifica della compatibilità dell'intervento prendendo in considerazione la "Carta di Sintesi" allegata al P.R.G.C. di Bussoleno (Fig. 11).

La zona oggetto degli interventi ricade all'interno della **"Classe II Z2: aree ricadenti su settori di conoidi stabilizzati in cui il fattore penalizzante è la possibile presenza di pochi centimetri d'acqua."**

In fig. 12 sono state riportate infine le specifiche per la Classe II Z2 tratte dalla "Relazione geologica" allegata al P.R.G.C. di Bussoleno, che prevedono la possibilità di manutenzione ordinaria e straordinaria, ristrutturazione edilizia di Tipo A e B e anche la realizzazione di nuovi interventi.

Regione Piemonte

Provincia di Torino

COMUNE DI BUSSOLENO

Piano Regolatore Generale Comunale

Tavola VII a

AGGIORNAMENTO POST-ALLUVIONE 2008

Carta di Sintesi

Integrazione novembre 2009

scala 1:10.000

sea consulting srl

COMPANY WITH QUALITY SYSTEM CERTIFIED BY DNV (ISO 9001:2000)

Timbro e firma del responsabile di commessa

Redatto	Dott. Geol. D. Forlen	
Controllato	Dott. Geol. A. Damiano	
Approvato	Dott. Geol. A. Donatello	

Stato		Codice Cliente	Codice Documento	Annotazioni	Data
Emissione			SFT06.76-11-C3R1		Marzo 2008
REVISIONI	1		SFT06.76-11-C3R2		Dicembre 2008
	2				
	3				

10121 TORINO(ITALY) - Via Cernaia, 27 - Tel (+39) 011.516.29.39 Fax (+39) 011.511.91.85 - info@seaconsult.eu - www.seaconsult.eu

LEGENDA

CLASSE II

Porzioni di territorio nelle quali esistono condizioni di moderata pericolosità geomorfologica, derivanti dalla scarsa conoscenza della stratigrafia dei terreni di fondazione e della posizione della falda superficiale. Tali condizioni possono essere agevolmente superate attraverso l'adozione e il rispetto di modesti accorgimenti tecnici dettati dal D.M. 11 marzo 1988 e/o interventi di sistemazione idrogeologica realizzati in modo tale da non compromettere l'edificabilità delle aree circostanti.

La classe II è stata differenziata a seconda della posizione geomorfologica in tre zone.

Classe II z1
Aree a debole pendenza ricadenti nel versante montano. Ogni intervento deve essere effettuato prevedendo adeguate strutture di sostegno e predisponendo sistemi di drenaggio delle acque superficiali e/o profonde che prevengano fenomeni di saturazione della coltre detritico-colluviale.

Classe II z2
Aree ricadenti su settori di conoidi stabilizzati in cui il fattore penalizzante è la possibile presenza di pochi centimetri di acqua.

Classe II z3
Aree ricadenti nel fondovalle in cui il fattore penalizzante deriva dalla scarsa conoscenza della posizione della falda superficiale, dalle caratteristiche geotecniche dei terreni di fondazione e dalla possibile presenza di pochi centimetri d'acqua.

CLASSE III

Porzioni di territorio nelle quali gli elementi di pericolosità geomorfologica (es. dinamica di versante e fluviale) sono tali da impedirne l'utilizzo qualora inedificate; nelle aree edificate l'aumento del carico antropico è consentito dopo l'esecuzione di interventi di riassetto territoriale e/o di manutenzione.

Classe IIIa (z1, z2, z3)

Aree inedificate di versante caratterizzate da elevata acclività (>30°) in cui si possono prevedere fenomeni franosi per saturazione e fluidificazione dei depositi sciolti superficiali; versanti ed aree soggetti a fenomeni valanghivi o a fenomeni di crollo; aree inedificate di fondovalle alluvionabili da parte di acque ad elevata energia; aree comprese nei conoidi alluvionali; aree comprese nella fascia di pertinenza della Dora Riparia e in quelle dei rii laterali e nelle fasce fluviali A e B (definite dalla L. 183/89).
È esclusa la possibilità di realizzare qualsiasi intervento. Per opere infrastrutturali di interesse pubblico non altrimenti localizzabili, vale quanto indicato all'art. 31 L.R. 56/77.
Ad esclusione degli edifici ricadenti in aree di dissesto attivo o incipiente (rif. alle cartografie del PAI e alle carte dei dissesti del PRGC), è consentita la manutenzione dell'esistente e la realizzazione di ampliamenti funzionali e ristrutturazioni. Tali interventi sono condizionati all'esecuzione di studi di compatibilità geomorfologica comprensivi di indagini geologiche e litotecniche mirate a definire localmente le condizioni di pericolosità e a prescrivere gli accorgimenti tecnici alla loro mitigazione.
Per le aree comprese nelle fasce A e B si rimanda alla relativa normativa.

Classe IIIb (z1, z2, z3)

Classe IIIb2
Aree edificate in cui, a seguito della realizzazione di opere di riassetto, sarà possibile la realizzazione di nuove edificazioni, ampliamenti o completamenti.

Classe IIIb2f
Aree edificate in cui, a seguito della realizzazione di opere di riassetto, sarà possibile la realizzazione di nuove edificazioni, ampliamenti o completamenti. Ambiti coincidenti con le aree inondabili retrostanti alle fasce B di progetto, precedentemente classificate nelle classi II, a cui, nella fase transitoria, vanno applicate le norme d'uso del suolo specificate all'articolo 3 comma 2 della deliberazione n. 12/2006 del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino nella seduta del 5 aprile 2006.

Classe IIIb3
Aree edificate in cui, a seguito della realizzazione di opere di riassetto, sarà possibile solo un modesto aumento del carico antropico. Sono da escludersi nuove unità abitative e completamenti.

Classe IIIb4
Aree in cui, anche a seguito della realizzazione di opere di riassetto, indispensabili per la difesa dell'esistente, non sarà possibile realizzare nuovi edifici, ampliamenti o completamenti.

Classe IIIc

Porzioni di territorio edificate ad alta pericolosità geomorfologica e ad alto rischio, per le quali non è proponibile un'ulteriore utilizzazione urbanistica neppure per il patrimonio esistente, rispetto al quale dovranno essere adottati i provvedimenti di cui alla Legge 9/7/1908 n.445.

Classe III s.l.

Settori di versante montano non edificati o con presenza di isolati edifici; zone ricadenti in gran parte in classe IIIa, con locali aree in classe IIIb e in classe II.

FASCE FLUVIALI DERIVANTI DAL PAI VIGENTE E SUCCESSIVE INTEGRAZIONI

Limite tra la fascia A e la fascia B

Limite tra la fascia B e la fascia C

Limite di progetto tra la fascia B e la fascia C

Limite della fascia C

Aree inondabili

ALTRI SIMBOLI

Dissesti lineari legati alla dinamica fluviale e torrentizia: pericolosità elevata o molto elevata (Le).

Dissesti lineari legati alla dinamica fluviale e torrentizia: pericolosità media/moderata (Lm).

Limite delle aree in frana precedenti all'evento 2008

Limite delle aree in frana relative all'evento 2008

Frane non cartografabili precedenti all'evento 2008

Frane non cartografabili relative all'evento 2008

FA1 Frana per crollo attiva
FQ1 Frana per crollo quiescente
FQ5 Frana per colamento lento quiescente
FA6 Frana per colamento veloce attiva
FA1 Frana per colamento lento quiescente

BU-F12 Codice scheda associata alla frana (allegato 3)

Limite delle valanghe areali e valanghe lineari

Ve1 Valanghe a pericolosità elevata con interventi di sistemazione assenti od inefficaci

BU-V12 Codice scheda associata alla valanga (allegato 4)

Limite tra l'area di fondovalle (zona 1) e l'area di versante (zona 3)

Limiti dei conoidi (zona 2)

BU-C1 Codice scheda associata al conoide (allegato 1)

Aree a pericolosità elevata e molto elevata retrostanti al Limite B di progetto ed incluse nella Fascia C per le quali, fino al collaudo delle opere di sistemazione previste, sono associate norme dei suoli coerenti o più restrittive di quelle della Fascia B.

Zone di nuovo intervento

Limite del territorio comunale

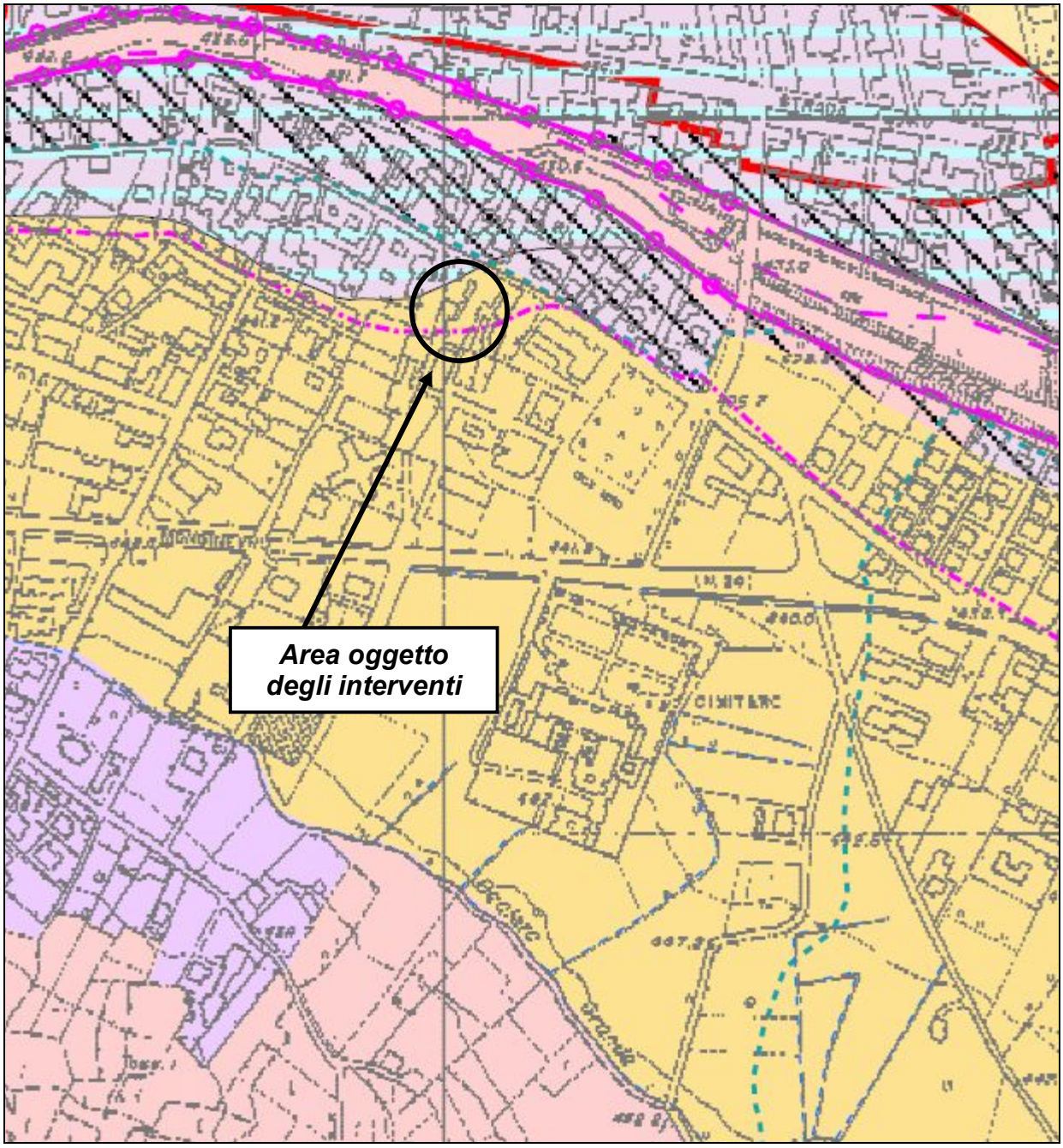


Fig. 11 – Estratto da: PRGC del Comune di Bussoleno

"Carta di Sintesi"

10.2 Classe II Z2: conoidi alluvionali

Comprende le aree ricadenti su settori di conoidi stabilizzati in cui il fattore penalizzante è la potenziale presenza di una lama d'acqua (di pochi centimetri di altezza), che data la pendenza (compresa tra 3° e 7°), potrebbe essere localmente a media energia e depositare materiale fine. In questa classe sono consentiti interventi di:

manutenzione ordinaria e straordinaria,

restauro e risanamento conservativo

ristrutturazione edilizia di tipo A e B

nuovi interventi, ampliamenti o complementi al fine dell'utilizzo delle cubature residue.

Ogni nuova edificazione, comprese ristrutturazioni, ampliamenti/sopraelevazioni, esclusi gli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro e risanamento conservativo, devono essere preceduti da uno studio di fattibilità condotto secondo quanto previsto dal D.M. 11 marzo 1988, dal D.M. 14 settembre 2005 (Norme tecniche per le costruzioni) e ss.mm., relativamente alla norme sismiche. Il comportamento meccanico del terreno di fondazione, sollecitato dalle opere di fondazione, deve essere indagato mediante metodi diretti e/o indiretti e per la definizione dell'ampiezza del volume di terreno sollecitato si deve fare riferimento alle "Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche" dell'Associazione Geotecnica Italiana (1977).

Fig. 12 – Estratto da: P.R.G.C. del Comune di Bussoleno

"Relazione geologica - Specifiche per la Classe II Z2: conoidi alluvionali"

17/2019

REGIONE PIEMONTE **CITTA' METROPOLITANA DI TORINO**

COMUNE DI BUSSOLENO

COMMITTENTE: COMUNE DI BUSSOLENO
Piazza Cavour, n°1

OGGETTO: INDAGINI PRESSO LA SCUOLA PRIMARIA "EX MASCHILI"
Piazza Cavour, n°2

RAPPORTO DI INDAGINI

STUDIO DI GEOLOGIA
ed
INDAGINI GEOTECNICHE

Via Torino, 30 - 10034 Chivasso
Tel. 011 - 9101768
Fax 011 – 9103175
Mobile 338 2085744
E mail: mauro.castelletto@geologipiemonte.it

dott. Geol. Mauro CASTELLETTO

Data	Rev.	Fase	Codice
			1719
26-06-2019	0	Consulenza - Prima emissione	

INDICE

1. PREMESSA.....2

ALLEGATI

- **Foto delle indagini eseguite**
- **Elaborati prove penetrometriche dinamiche**
- **Elaborato indagine geofisica di tipo MASW**

1. PREMESSA

Il presente documento costituisce il rapporto di indagini eseguite presso la Scuola Primaria "Ex maschili" situata in Piazza Cavour n°2 nel Comune di Bussoleno (TO).

Sono state effettuate le seguenti indagini geotecniche e geofisiche, come riportato nello stralcio planimetrico di Figura 1:

- n°2 prove penetrometriche dinamiche con penetrometro medio, le cui caratteristiche sono indicate negli elaborati allegati (punti rossi in figura);
- n°1 indagine geofisica di tipo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) (linea verde in figura).

I risultati e gli elaborati delle indagini eseguite sono riportati in Allegato.

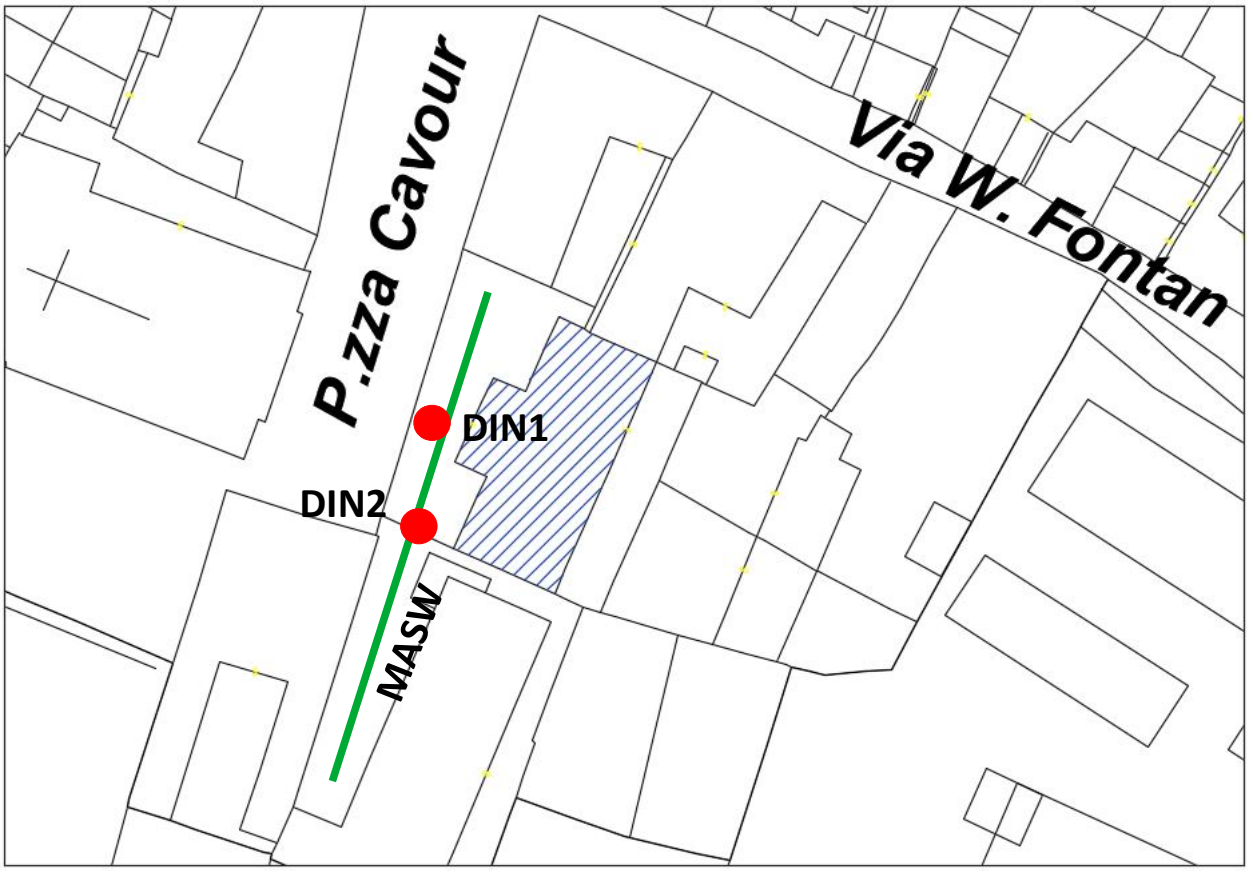


Figura 1: *stralcio planimetrico con ubicazione delle indagini eseguite*

ALLEGATI

- **Foto delle indagini eseguite**
- **Elaborati prove penetrometriche dinamiche**
- **Elaborato indagine geofisica di tipo MASW**

Foto 1: *foto sito prova penetrometrica dinamica DIN1*

Foto 2: *foto sito prova penetrometrica dinamica DIN2*

Foto 3: *foto sito stendimento indagine MASW*

ELABORATI PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE

PENETROMETRO DINAMICO IN USO : **DM30 DEEP DRILL**

Classificazione ISSMFE (1988) dei penetrometri dinamici		
TIPO	Sigla Certificato	Massa Battente M (kg)
Leggero	DPL (Light)	$M \leq 10$
Medio	DPM (Medium)	$10 < M < 40$
Pesante	DPH (Heavy)	$40 \leq M < 60$
Super pesante	DPSH (Super Heavy)	$M \geq 60$

CARATTERISTICHE TECNICHE : DM30 DEEP DRILL

MASSA BATTENTE	M	=	30,00 kg
ALTEZZA CADUTA LIBERA	H	=	0,20 m
MASSA SISTEMA BATTUTA	Ms	=	13,00 kg
DIAMETRO PUNTA CONICA	D	=	35,70 mm
AREA BASE PUNTA CONICA	A	=	10,0000 cm²
ANGOLO APERTURA PUNTA	α	=	60 °
LUNGHEZZA DELLE ASTE	La	=	1,00 m
MASSA ASTE PER METRO	Ma	=	2,95 kg
PROF. GIUNZIONE 1ª ASTA	P1	=	0,80 m
AVANZAMENTO PUNTA	δ	=	0,10 m
NUMERO DI COLPI PUNTA	N	=	N(10) $\Rightarrow$ Relativo ad un avanzamento di 10 cm
RIVESTIMENTO / FANGHI	NO		

RENDIMENTO SPECIFICO x COLPO Q = (MH)/(Aδ) = 6,00 kg/cm² (prova SPT : Qspt = 7,83 kg/cm²)
COEFF.TEORICO RENDIMENTO βt = Q/Qspt = 0,766 (teoricamente : Nspt = βt N)

Valutazione resistenza dinamica alla punta Rpd [funzione del numero di colpi N] (FORMULA OLANDESE) :

$$Rpd = M^2 H / [A e (M+P)] = M^2 H N / [A \delta (M+P)]$$

Rpd = resistenza dinamica punta [area A]
e = infissione per colpo = δ / N
M = massa battente (altezza caduta H)
P = massa totale aste e sistema battuta

UNITA' di MISURA (conversioni)
1 kg/cm² = 0.098067 MPa =~ 0,1 MPa
1 MPa = 1 MN/m² = 10.197 kg/cm²
1 bar = 1.0197 kg/cm² = 0.1 MPa
1 kN = 0.001 MN = 101.97 kg

STUDIO DI GEOLOGIA dott. Mauro Castelletto - Geologo
Via Torino 30, 10034 Chivasso - tel. 011.9101768 - fax 011.9103175
e-mail: mauro.castelletto@geologipiemonte.it

Rapporto di prova n°: 2019_Bussoleno

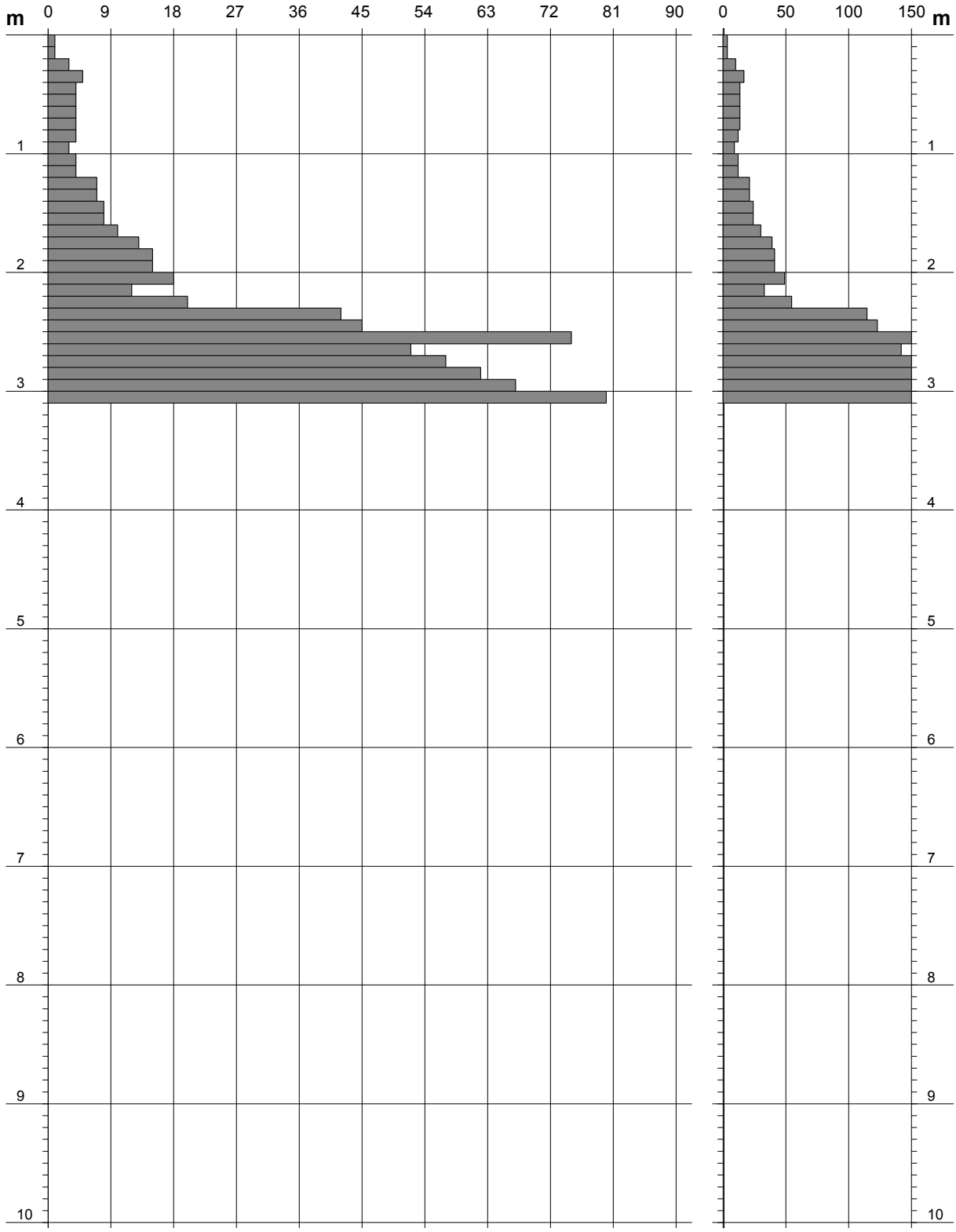
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIN 1
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

Scala 1: 50

- committente :	COMUNE DI BUSSOLENO	- data prova :	25/06/2019
- lavoro :	SCUOLA PRIMARIA "EX MASCHILI"	- quota inizio :	Piano campagna
- località :	Piazza Cavour n°2 -Bussoleno (TO)	- prof. falda :	Falda non rilevata

- note :

N = N(10) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento δ = 10,00 cm



STUDIO DI GEOLOGIA dott. Mauro Castelletto - Geologo
Via Torino 30, 10034 Chivasso - tel. 011.9101768 - fax 011.9103175
e-mail: mauro.castelletto@geologipiemonte.it

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIN 1
TABELLE VALORI DI RESISTENZA

- committente : COMUNE DI BUSSOLENO
- lavoro : SCUOLA PRIMARIA "EX MASCHILI"
- località : Piazza Cavour n°2 -Bussoleno (TO)
- data prova : 25/06/2019
- quota inizio : Piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata

- note :

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm²)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm²)	asta
0,00 - 0,10	1	3,3	1	1,60 - 1,70	10	30,0	2
0,10 - 0,20	1	3,3	1	1,70 - 1,80	13	39,0	2
0,20 - 0,30	3	10,0	1	1,80 - 1,90	15	40,9	3
0,30 - 0,40	5	16,7	1	1,90 - 2,00	15	40,9	3
0,40 - 0,50	4	13,3	1	2,00 - 2,10	18	49,1	3
0,50 - 0,60	4	13,3	1	2,10 - 2,20	12	32,7	3
0,60 - 0,70	4	13,3	1	2,20 - 2,30	20	54,5	3
0,70 - 0,80	4	13,3	1	2,30 - 2,40	42	114,5	3
0,80 - 0,90	4	12,0	2	2,40 - 2,50	45	122,7	3
0,90 - 1,00	3	9,0	2	2,50 - 2,60	75	204,5	3
1,00 - 1,10	4	12,0	2	2,60 - 2,70	52	141,8	3
1,10 - 1,20	4	12,0	2	2,70 - 2,80	57	155,5	3
1,20 - 1,30	7	21,0	2	2,80 - 2,90	62	155,0	4
1,30 - 1,40	7	21,0	2	2,90 - 3,00	67	167,5	4
1,40 - 1,50	8	24,0	2	3,00 - 3,10	80	200,0	4
1,50 - 1,60	8	24,0	2				

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **DL-30 (60°)**
- M (massa battente)= **30,00** kg - H (altezza caduta)= **0,20** m - A (area punta)= **10,0000** cm² - D(diam. punta)= **35,70 mm**
- Numero Colpi Punta N = N(**10**) [δ = 10 cm] - Uso rivestimento / fanghi iniezione : **SI**

STUDIO DI GEOLOGIA dott. Mauro Castelletto - Geologo
Via Torino 30, 10034 Chivasso - tel. 011.9101768 - fax 011.9103175
e-mail: mauro.castelletto@geologipiemonte.it

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIN 1
ELABORAZIONE STATISTICA

- committente : COMUNE DI BUSSOLENO
- lavoro : SCUOLA PRIMARIA "EX MASCHILI"
- località : Piazza Cavour n°2 -Bussoleno (TO)
- data prova : 25/06/2019
- quota inizio : Piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata

- note :

n°	Profondità (m)		PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA							VCA	β	Nspt
				M	min	Max	½(M+min)	s	M-s	M+s			
1	0,00	1,20	N	3,4	1	5	2,2	1,2	2,2	4,7	3	0,77	**2**
			Rpd	11,0	3	17	7,2	4,0	6,9	15,0	10		
2	1,20	2,30	N	12,1	7	20	9,5	4,5	7,6	16,6	12	0,77	**9**
			Rpd	34,3	21	55	27,6	11,5	22,8	45,8	34		
3	2,30	3,10	N	60,0	42	80	51,0	13,6	46,4	73,6	60	0,77	**46**
			Rpd	157,7	115	205	136,1	32,6	125,1	190,3	158		

M: valore medio min: valore minimo Max: valore massimo s: scarto quadratico medio VCA: valore caratteristico assunto
N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento δ = 10 cm) Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm²)
β: Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico βt = 0,77) Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento δ = 30 cm)

Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI DIN 1

						NATURA GRANULARE					NATURA COESIVA						
n°	H1	H2	Nspt	Vs	G	Dr	ø'	E'	Ysat	Yd	Cu	Ed	Ysat	W	e	Q	Litologia
1	0,00	1,20	2	70	22	7	20	24	1,85	1,36	0,13	12	1,75	46,9	1,267	0,49	Terreno rimaneggiato
2	1,20	2,30	9	111	67	31	26	108	1,92	1,48	0,56	54	1,89	34,0	0,918	1,70	Sabbia Limosa
3	2,30	3,10	46	161	224	81	41	552	2,13	1,82	2,88	276	2,33	10,1	0,274	7,89	Ghiaia e sabbia con ciottoli

Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento δ = 30 cm)

DR % = densità relativa ø' (°) = angolo di attrito efficace E' (kg/cm²) = modulo di deformazione drenato W% = contenuto d'acqua
e (-) = indice dei vuoti Cu (kg/cm²) = coesione non drenata Ysat, Yd (t/m³) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno
Vs (m/sec) = Velocità onde di taglio G (kg/cm²) = Modulo di taglio dinamico Q (kg/cm²) = [Rpd/Chi] [15>=Chi>=20] capacità portante Sanglerat 1972

STUDIO DI GEOLOGIA dott. Mauro Castelletto - Geologo
Via Torino 30, 10034 Chivasso - tel. 011.9101768 - fax 011.9103175
e-mail: mauro.castelletto@geologipiemonte.it

Rapporto di prova n°: 2019_Bussoleno

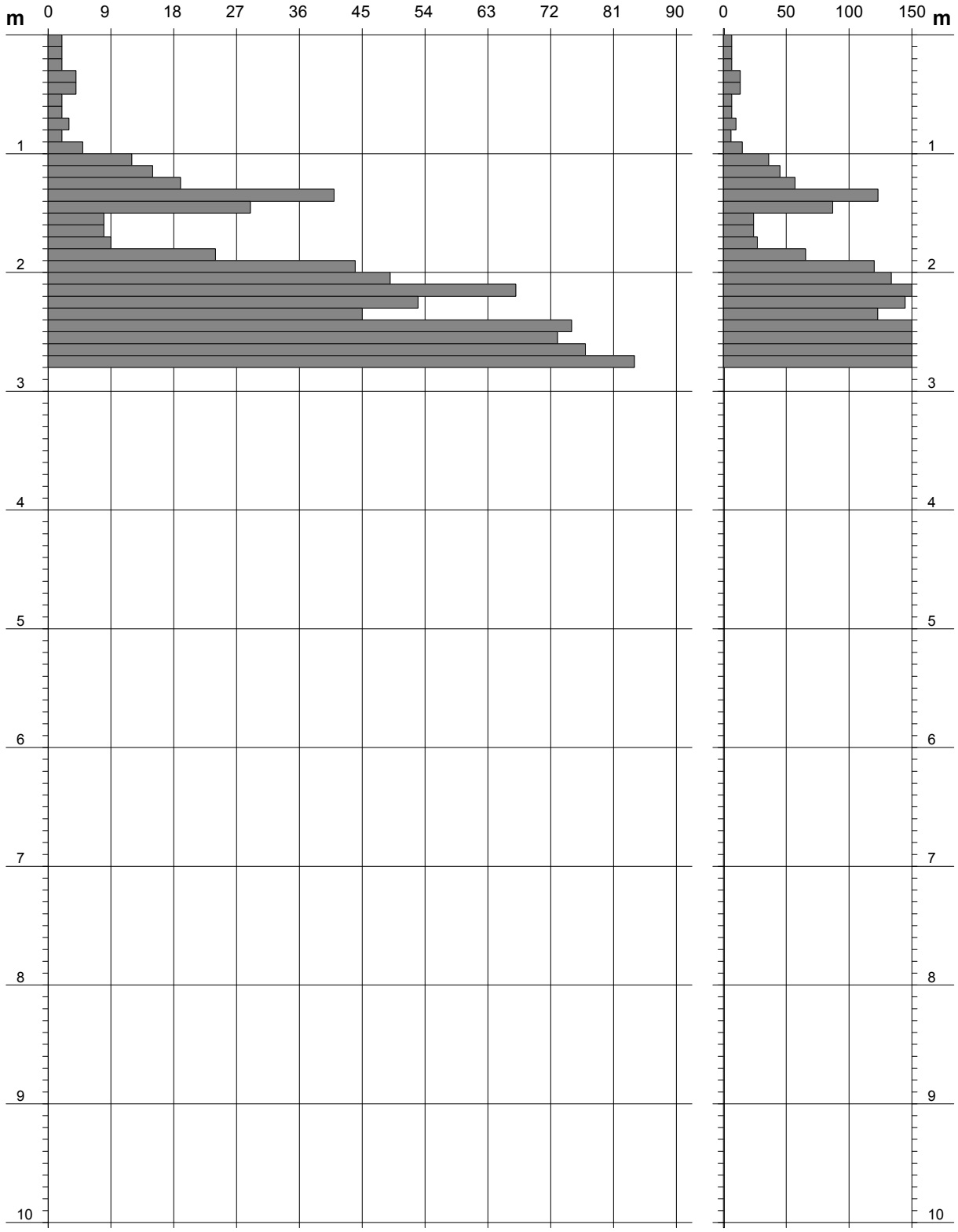
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIN 2
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

Scala 1: 50

- committente :	COMUNE DI BUSSOLENO	- data prova :	25/06/2019
- lavoro :	SCUOLA PRIMARIA "EX MASCHILI"	- quota inizio :	Piano campagna
- località :	Piazza Cavour n°2 -Bussoleno (TO)	- prof. falda :	Falda non rilevata

- note :

N = N(10) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento δ = 10,00 cm



STUDIO DI GEOLOGIA dott. Mauro Castelletto - Geologo
Via Torino 30, 10034 Chivasso - tel. 011.9101768 - fax 011.9103175
e-mail: mauro.castelletto@geologipiemonte.it

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIN 2
TABELLE VALORI DI RESISTENZA

- committente : COMUNE DI BUSSOLENO
- lavoro : SCUOLA PRIMARIA "EX MASCHILI"
- località : Piazza Cavour n°2 -Bussoleno (TO)
- data prova : 25/06/2019
- quota inizio : Piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata

- note :

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm²)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm²)	asta
0,00 - 0,10	2	6,7	1	1,40 - 1,50	29	87,0	2
0,10 - 0,20	2	6,7	1	1,50 - 1,60	8	24,0	2
0,20 - 0,30	2	6,7	1	1,60 - 1,70	8	24,0	2
0,30 - 0,40	4	13,3	1	1,70 - 1,80	9	27,0	2
0,40 - 0,50	4	13,3	1	1,80 - 1,90	24	65,5	3
0,50 - 0,60	2	6,7	1	1,90 - 2,00	44	120,0	3
0,60 - 0,70	2	6,7	1	2,00 - 2,10	49	133,6	3
0,70 - 0,80	3	10,0	1	2,10 - 2,20	67	182,7	3
0,80 - 0,90	2	6,0	2	2,20 - 2,30	53	144,5	3
0,90 - 1,00	5	15,0	2	2,30 - 2,40	45	122,7	3
1,00 - 1,10	12	36,0	2	2,40 - 2,50	75	204,5	3
1,10 - 1,20	15	45,0	2	2,50 - 2,60	73	199,1	3
1,20 - 1,30	19	57,0	2	2,60 - 2,70	77	210,0	3
1,30 - 1,40	41	123,0	2	2,70 - 2,80	84	229,1	3

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **DL-30 (60°)**
- M (massa battente)= **30,00** kg - H (altezza caduta)= **0,20** m - A (area punta)= **10,0000** cm² - D(diam. punta)= **35,70 mm**
- Numero Colpi Punta N = N(**10**) [δ = 10 cm] - Uso rivestimento / fanghi iniezione : **SI**

STUDIO DI GEOLOGIA dott. Mauro Castelletto - Geologo
Via Torino 30, 10034 Chivasso - tel. 011.9101768 - fax 011.9103175
e-mail: mauro.castelletto@geologipiemonte.it

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIN 2
ELABORAZIONE STATISTICA

- committente : COMUNE DI BUSSOLENO
- lavoro : SCUOLA PRIMARIA "EX MASCHILI"
- località : Piazza Cavour n°2 -Bussoleno (TO)
- data prova : 25/06/2019
- quota inizio : Piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata

- note :

n°	Profondità (m)		PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA							VCA	β	Nspt
				M	min	Max	½(M+min)	s	M-s	M+s			
1	0,00	1,00	N	2,8	2	5	2,4	1,1	1,7	3,9	3	0,77	**2**
			Rpd	9,1	6	15	7,6	3,5	5,6	12,6	10		
2	1,00	1,90	N	18,3	8	41	13,2	11,2	7,1	29,6	18	0,77	**14**
			Rpd	54,3	24	123	39,1	33,4	20,9	87,7	53		
3	1,90	2,80	N	63,0	44	84	53,5	15,3	47,7	78,3	63	0,77	**48**
			Rpd	171,8	120	229	145,9	41,8	130,0	213,6	172		

M: valore medio min: valore minimo Max: valore massimo s: scarto quadratico medio VCA: valore caratteristico assunto
N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento δ = 10 cm) Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm²)
β: Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico βt = 0,77) Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento δ = 30 cm)

Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI DIN 2

						NATURA GRANULARE					NATURA COESIVA						
n°	H1	H2	Nspt	Vs	G	Dr	ø'	E'	Ysat	Yd	Cu	Ed	Ysat	W	e	Q	Litologia
1	0,00	1,00	2	67	22	7	20	24	1,85	1,36	0,13	12	1,75	46,9	1,267	0,49	Terreno rimaneggiato
2	1,00	1,90	14	116	93	41	29	168	1,96	1,53	0,88	84	1,95	29,5	0,795	2,67	Sabbia Limosa
3	1,90	2,80	48	158	232	83	41	576	2,14	1,83	3,00	288	2,36	9,3	0,251	8,59	Ghiaia e sabbia con ciottoli

Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento δ = 30 cm)

DR % = densità relativa ø' (°) = angolo di attrito efficace E' (kg/cm²) = modulo di deformazione drenato W% = contenuto d'acqua
e (-) = indice dei vuoti Cu (kg/cm²) = coesione non drenata Ysat, Yd (t/m³) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno
Vs (m/sec) = Velocità onde di taglio G (kg/cm²) = Modulo di taglio dinamico Q (kg/cm²) = [Rpd/Chi] [15>=Chi>=20] capacità portante Sanglerat 1972

COMUNE DI BUSSOLENO

Indagine sismica con metodologia MASW finalizzata alla determinazione del parametro Vseq per la classificazione sismica dei suoli

SCUOLA PRIMARIA "EX – MASCHILI"

RELAZIONE TECNICA

Data: Giugno 2019

DOTT. GEOL. FABRIZIO VIGNA
Via Alfonso Badini Confalonieri, 14
10148 TORINO Cell. 338/25.88.463
E-mail fabrivigna@libero.it

1. INTRODUZIONE

La presente relazione tecnica illustra e descrive le indagini geofisiche di tipo sismico (MASW – Multichannel Analysis of Surface Waves) realizzato presso:
Regione: Piemonte
Comune: Bussoleno
Zona Sismica: 3
Coordinate UTM WGS84

- E: 354.477
- N: 4.999.837

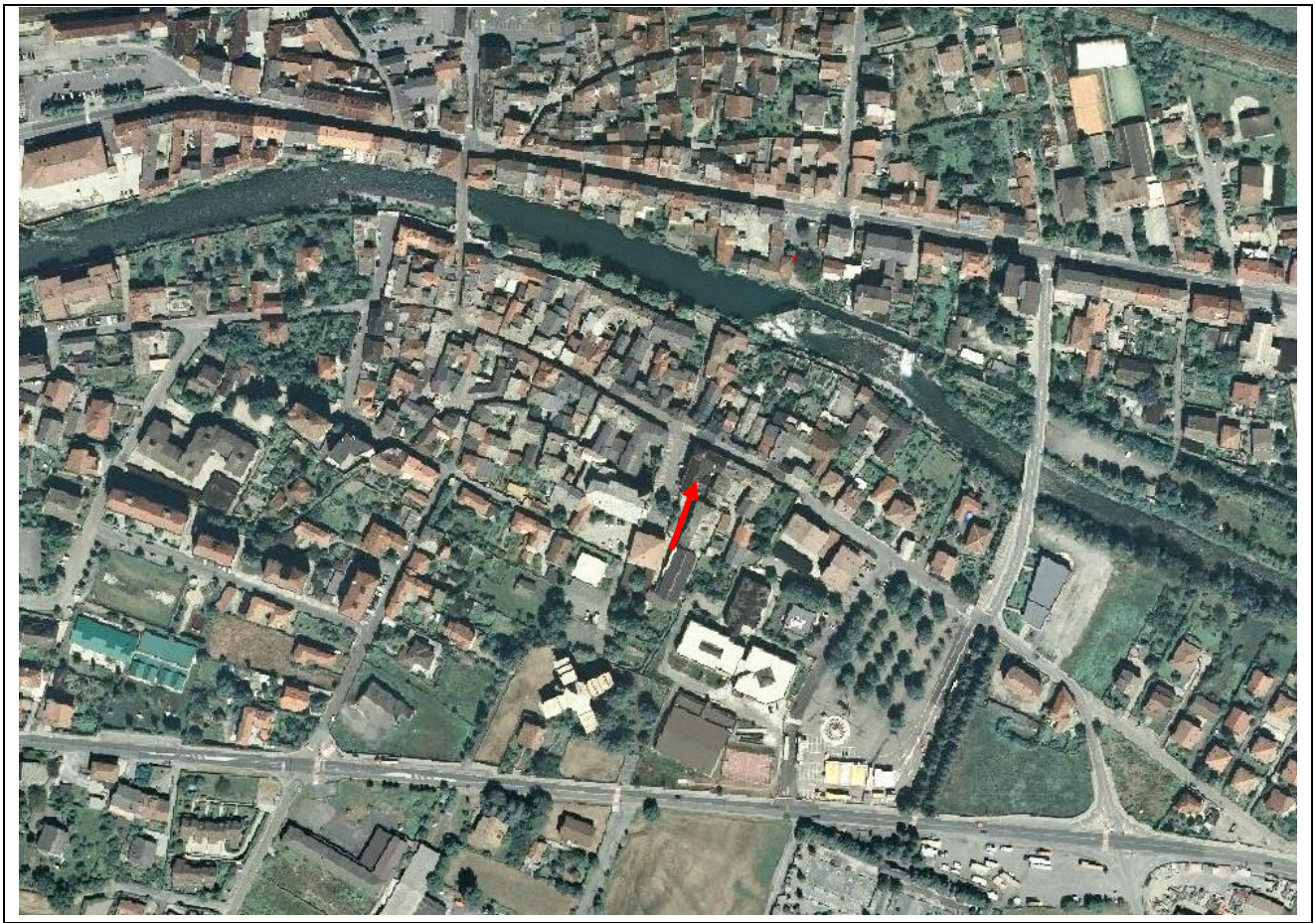


Figura 1 – ubicazione stendimento MASW

2. STRUMENTAZIONE UTILIZZATA

Per l'acquisizione dei dati sismici è stato utilizzato un sismografo multicanale per geofisica DoReMi della SARA electronic instruments a 12 canali.

I geofoni utilizzati possiedono una frequenza di risonanza pari 4.5Hz.
L'energizzazione è stata ottenuta con massa battente di 10 Kg su piastra.

3. CENNI SULLA METODOLOGIA MASW

L'indagine si realizza disponendo lungo una linea retta, a intervalli regolari, una serie di geofoni collegati ad un sismografo. Una fonte puntuale di energia, quale una mazza battente su piastra metallica, produce treni d'onda che attraversano il terreno con percorsi, velocità e frequenze variabili. Il passaggio del treno d'onda sollecita la massa inerziale presente nel geofono, e l'impulso così prodotto viene convertito in segnale elettrico e acquisito dal sismografo. Il risultato è un sismogramma che contiene molteplici informazioni, quali tempo di arrivo ai geofoni rispetto all'instante di energizzazione, frequenze e relative ampiezze dei treni d'onda.
La successiva elaborazione consente di ottenere un diagramma 1D (profondità/velocità onde di taglio) tramite modellizzazione matematica con algoritmi finalizzati a minimizzare le differenze tra i modelli elaborati e i dati di partenza. Il diagramma, riferibile al centro della linea sismica, rappresenta un valor medio della sezione di terreno interessata dall'indagine, di lunghezza circa corrispondente a quella della linea sismica e profondità variabile principalmente in funzione delle caratteristiche dei materiali attraversati e della geometria dello stendimento.
Il metodo MASW sfrutta le caratteristiche di propagazione delle onde di Rayleigh per ricavare le equivalenti velocità delle onde di taglio (Vs), essendo le onde di Rayleigh prodotte dall'interazione delle onde di taglio verticali e delle onde di volume (Vp).
Onde di Rayleigh ad alte frequenze e piccole lunghezze d'onda trasportano informazioni relative agli strati più superficiali mentre quelle a basse frequenze e lunghezze d'onda maggiori interessano anche gli strati più profondi. Il metodo MASW di tipo attivo opera in intervalli di frequenze comprese tra 5 e 70 Hz circa, permettendo di indagare una profondità massima variabile, in funzione delle caratteristiche dei terreni interessati, tra 30 e 50 metri.
La geometria della linea sismica ha influenza sui dati e quindi sul risultato finale. La massima lunghezza d'onda acquisibile è circa corrispondente alla lunghezza dello stendimento; la distanza tra i geofoni, solitamente compresa tra 1 e 3 metri, definisce la minima lunghezza d'onda individuabile evitando fenomeni di aliasing.

Interpretazione dei dati
Dal sismogramma è possibile risalire alla curva di dispersione (cioè un grafico ampiezza/frequenza) mediante la relazione

$$VR(f)=f/k,$$

dove f = frequenza e k = numero d'onda.
Il processo di individuazione della curva di dispersione caratteristica del sito in esame è eseguito tramite software. La successiva fase di elaborazione-interpretazione è condotta eseguendo una "analisi spettrale", e consiste sostanzialmente nella risoluzione del cosiddetto problema inverso: a partire dalla curva di

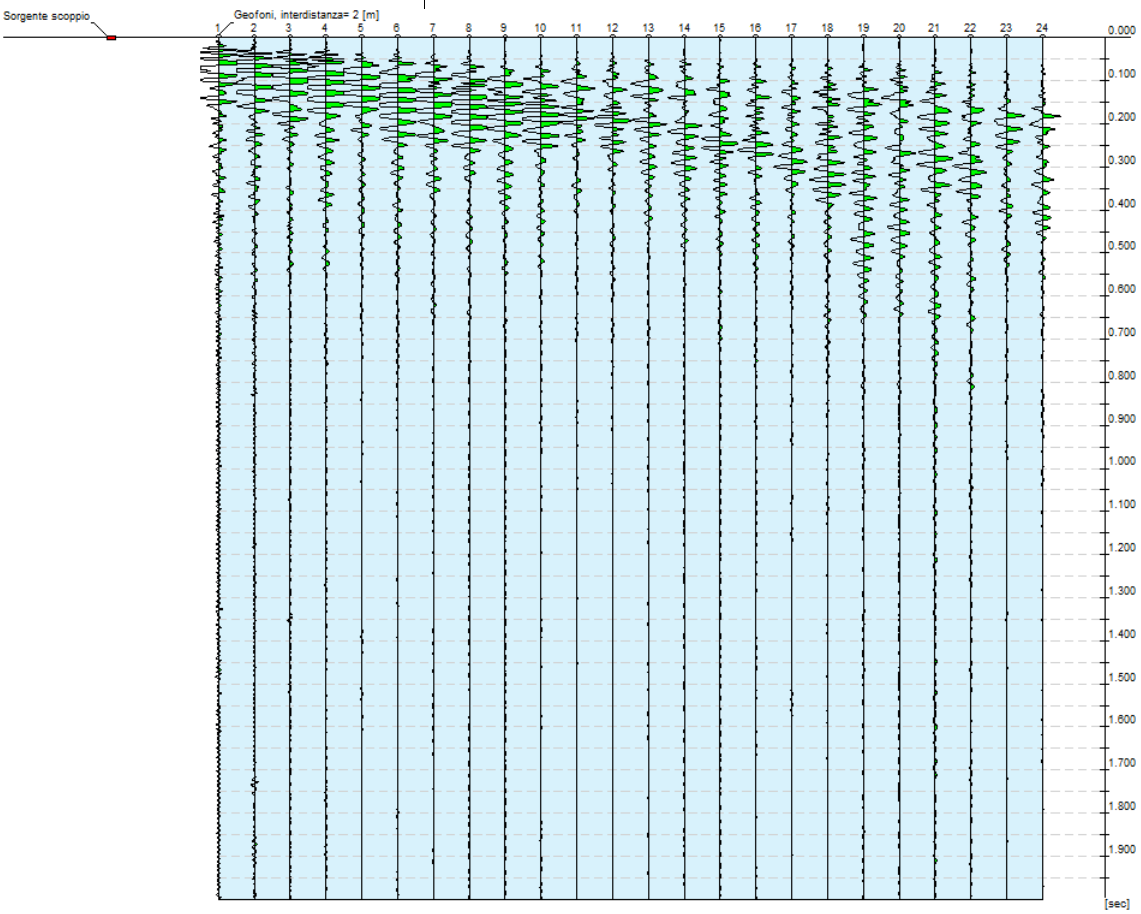
dispersione misurata in situ, si arriva al modello di stratificazione del terreno con i relativi parametri sismici, secondo il seguente schema:

- Concatenazione dei file contenenti i record di registrazione in situ.
- Fase di pre-processing per "ottimizzare" i record stessi in modo da migliorare la qualità dell'interpretazione cioè eventuale filtraggio o "pulizia" dei dati grezzi.
- Passaggio dal sismogramma al dominio spettrale mediante trasformata FK.
- Picking dei punti dello spettro per ottenere la curva di dispersione sperimentale; la procedura consiste nel trovare per ogni frequenza i massimi assoluti/relativi dello spettro FK, ed è finalizzata alla individuazione del modo fondamentale di propagazione dell'onda (ovvero quello a velocità minore), senza trascurare (analisi multimodale) di ricercare eventuali modi superiori.
- Estrazione della curva di dispersione sperimentale mediante la procedura sopra indicata dallo spettro FK.
- Inversione: tale procedura è effettuata allo scopo di ottimizzare un modello stratigrafico che sia relativo e sovrapponibile alla curva di dispersione sperimentale propria del sito.
- Fase di ottimizzazione e di taratura della curva teorica, realizzata contestualmente alla procedura d'inversione, con inserimento di strati, assegnazione di moduli di Poisson e taratura dello spessore degli strati mediante prove dirette o più frequentemente osservazioni di campagna, ed eseguendo ulteriori processi di inversione allo scopo di raffinare il risultato ottenuto, cioè una curva di dispersione teorica finale molto ben sovrapposta a quella sperimentale
- Ottenimento di un profilo verticale delle Vs, minimizzando le imprecisioni (risultati random), e ottenendo un modello finale ad elevata attendibilità e fortemente rappresentativo, mediante le tarature del reale profilo Vs/profondità del sito in analisi.

4. ACQUISIZIONE ED ELABORAZIONE DEI DATI

Tracce

N. tracce	24
Durata acquisizione [msec]	2000.0
Interdistanza geofoni [m]	2.0
Periodo di campionamento [msec]	1.00



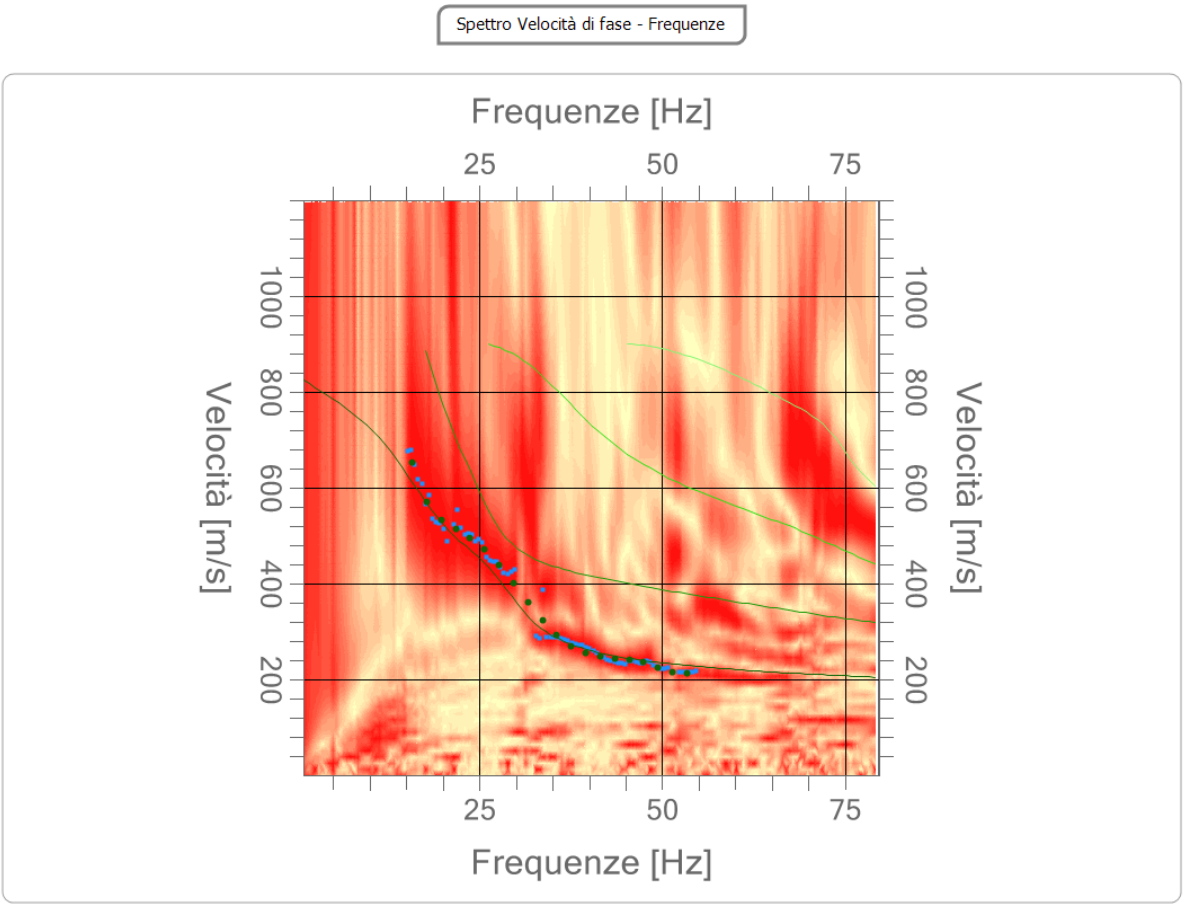
Analisi spettrale

Frequenza minima di elaborazione [Hz]	**1**
Frequenza massima di elaborazione [Hz]	**80**
Velocità minima di elaborazione [m/sec]	**1**
Velocità massima di elaborazione [m/sec]	**1200**

Intervallo velocità [m/sec] | **1**

Curva di dispersione

n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	15.8	654.0	0
2	17.8	571.3	0
3	19.8	534.2	0
4	21.8	514.8	0
5	23.7	496.7	0
6	25.7	472.4	0
7	27.7	440.2	0
8	29.7	402.1	0
9	31.6	362.2	0
10	33.6	324.7	0
11	35.6	293.5	0
12	37.6	270.4	0
13	39.5	255.9	0
14	41.5	248.5	0
15	43.5	245.0	0
16	45.5	242.0	0
17	47.5	236.2	0
18	49.4	226.6	0
19	51.4	215.9	0
20	53.4	213.3	0



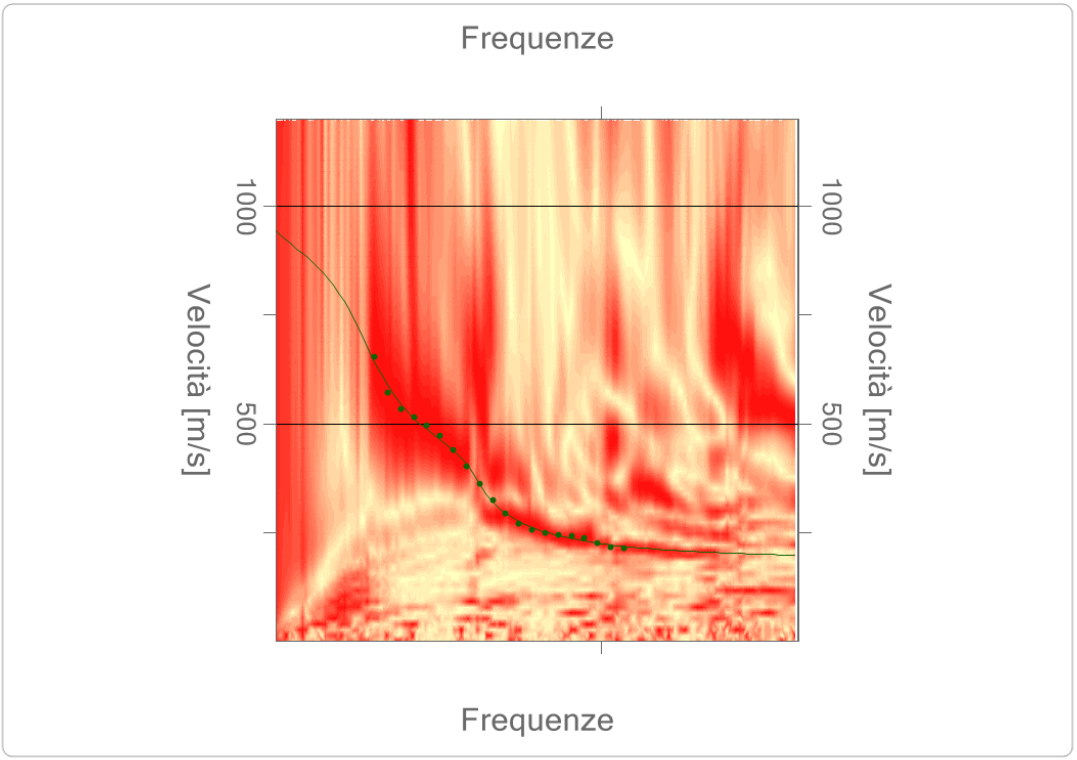
Inversione

n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Coefficiente Poisson	Falda	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1	1.27	1.27	0.3	No	379.8	203.0
2	2.33	1.06	0.3	No	449.5	240.3
3	4.18	1.84	0.3	No	645.7	345.1
4	5.59	1.42	0.3	No	1327.5	709.6
5	11.13	5.53	0.3	No	1450.4	775.3
6	19.56	8.43	0.3	No	1492.2	797.6
7	oo	oo	0.3	No	1926.0	1029.5

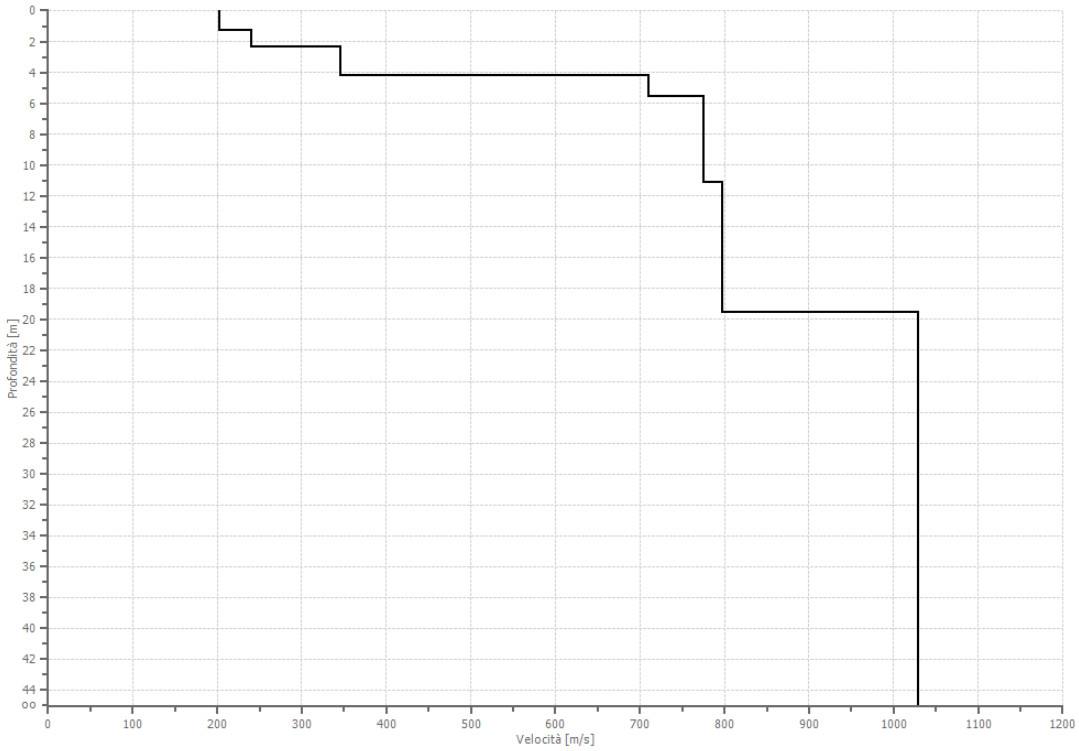
Percentuale di errore 0.034 %

Fattore di disadattamento della soluzione 0.018

Inversione



Profilo di velocità



5. RISULTATI

L'analisi del profilo stratigrafico, evidenzia un assetto sismostratigrafio descritto nella tabella seguente:

Livello	Profondità	Descrizione	Velocità Vs
1	Ca. 2 m	Materiale di riporto e sabbia sciolta	Vs < 250 m/s
2	Da ca. 2 a ca. 4 m	Depositi fluvioglaciali sciolti	Vs = 350 m/s
3	Oltre 4 m	Depositi fluvioglaciali compatti	Vs > 700 m/s

Il valore di Vs equivalente calcolato al piano campagna è pari a 547.44 m/s. pertanto è possibile definire il contesto geotecnico esaminato come suolo di classe sismica "B".

Vs,eq [m/sec] (H=19.56 m)	**547.44**
Categoria del suolo	***B***

Suolo di tipo 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.

Sommario

1. INTRODUZIONE 1
2. STRUMENTAZIONE UTILIZZATA 1
3. CENNI SULLA METODOLOGIA MASW 2
4. ACQUISIZIONE ED ELABORAZIONE DEI DATI 4
5. RISULTATI 8