

# **RELAZIONE GEOLOGICA**

**RELAZIONE GEOLOGICA ESEGUITA IN COMUNE  
DI BRISIGHELLA LOCALITA' PONTE NONO-  
FOGNANO PER STABILIRE LE  
CARATTERISTICHE DI EDIFICABILITA' DI  
UN'AREA POSTA IN VIA GIOVANNI ORIOLI**



**COMMITTENTE:**

**CONVI di SPADA RENATO Soc. Agricola  
Via Siepi, 29  
BRISIGHELLA(Ra)**



**ANDREATTA Dr. GIANCARLO**

Studio di **Geologia Tecnica**  
Via XXV Aprile, 140  
CASTELBOLOGNESE (RA)  
Tel. 0546/656362-333/2209149  
e-mail: [andreattag@libero.it](mailto:andreattag@libero.it)

## INDICE

a. <i>PREMESSA</i>	<i>pag. 3</i>
b. <i>INQUADRAMENTO GEOLOGICO E IDROGEOLOGICO</i>	<i>pag. 4</i>
c. <i>INDAGINI "IN SITU" E CARATTERISTICHE GEOTECNICHE</i>	<i>pag. 5</i>
d. <i>MISURE DIGITALI DEL RUMORE SISMICO (HVSR)</i>	<i>pag. 8</i>
e. <i>CARATTERISTICHE SISMICHE</i>	<i>pag. 12</i>
f. <i>Caratteristiche sismiche: verifica alla liquefazione</i>	<i>pag. 18</i>
g. <i>Caratteristiche sismiche: verifica alla condizione topografica</i>	<i>pag. 20</i>
h. <i>Caratterizzazione sismica (Il livello di approfondimento DGR63/2019)</i>	<i>pag. 20</i>
i. <i>Studi di MZS – Approfondimento di Il livello Tarabusi, 2015</i>	<i>pag. 22</i>
I. <i>VALUTAZIONE DI STABILITA' SCARPATA NATURALE</i>	<i>pag. 22</i>
m. <i>COMPATIBILITA' EDIFICATORIA DELL'INTERVENTO</i>	<i>pag. 23</i>
i. <i>Area - "Via Orioli – Ponte Nono": Prescrizioni conclusive</i>	<i>pag. 24</i>

## ALLEGATI:

- *Grafici tomografia HVSR*
- *Microzonazione DGR 630/2019*
- *Carta geologica* *scala 1:5.000*
- *Distanza di sicurezza dalla scarpata* *scala 1:100*
- *Planimetria geotecnica* *scala 1:1.000*
- *Cartografia MZS anno 2015 (Tarabusi)*
- *Cartografia PSC anno 2009*
- *Sezioni geologiche* *scala 1:200*
- *Planimetria ubicazione prove* *scala 1:1.000*
- *Grafico sondaggio*
- *Grafici penetrometrici e correlazioni geotecniche*

## a. PREMESSA

Su richiesta della **CONVI di Spada Renato Soc. Agricola** via **Siepi n° 29** comune di **Brisighella (Ra)**, è stata eseguita un'indagine geologica e caratterizzazione geotecnica del sottosuolo in via G. Orioli località Ponte Nono - Fognano comune di **Brisighella** per **un'area di espansione sviluppo urbanistico**. Per questo studio vengono utilizzati anche dati di precedenti analisi di aree adiacenti prendendo in considerazione le caratteristiche geologiche, idrologiche, idrogeologiche, idromorfologiche e geotecniche e le implicazioni sismiche che ne derivano, i cui dati vengono di seguito riportati. Lo studio è stato effettuato in ottemperanza alle seguenti normative di legge e/o direttive di interesse:

- Al D.M. 11.03.88 (sez. H) e pubblicato G.U. n.127 del 01.06.88
- Circolare Regionale (Dipartimento Ambiente e Territorio) n.1288 del 11.02.1983
- Piano Territoriale Paesistico Regionale,
- Al Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale,
- Alle Norme Piano Stralcio Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino del Lamone.
- D.M. 17/01/2018 "Norme Tecniche per le Costruzioni"
- Del.Reg.1677/2005 indicazioni norme tecniche per le costruzioni in zona sismica
- Atto di indirizzo e coordinamento tecnico ai sensi dell'art. 16, comma 1, della L.R. 20/2000 "Indirizzi per gli studi di microzonizzazione sismica in Emilia-Romagna per la pianificazione urbanistica" approvato con D.G.R. n. 2131 del 02-05-2007.
- Al Piano Strutturale del Comune di Brisighella 2009.
- Delibera di Giunta Regionale n° 630 del 29/04/2019 "Atto di coordinamento tecnico sugli studi di microzonazione sismica per la pianificazione territoriale e urbanistica (art. 22 e 49. L.R. n° 24/201 7)"
- Studi di microzonazione sismica - approfondimenti di livello 2 (Tarabusi G. 2015) eseguiti per il Comune di Brisighella e certificati dalla Regione Emilia-Romagna.

Per la realizzazione dello studio in oggetto si è proceduto alla raccolta e selezione critica di dati bibliografici riguardanti il territorio di interesse ed un adeguato intorno; tali dati sono stati successivamente integrati tramite indagini in situ. Inoltre sono state analizzate le caratteristiche litostratigrafiche e geomeccaniche del sottosuolo del territorio oggetto di studio, in modo da determinare una serie di considerazioni sui

possibili rischi geologici dell'area oggetto di edificazione e dei relativi approfondimenti necessari per completare il quadro geologico, geotecnico e idrogeologico.

## **b. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E IDROGEOLOGICO**

L'area in esame è posta nei pressi del confine geolitologico di due formazioni:

- **Formazione Marnoso-Arenacea (Miocene medio-sup.)** costituita dalle rocce marine e caratterizzata da strati di arenaria compatta, micacea, più o meno cementata, intercalata alle marne-argillose, di colore grigiastro, ben addensate, a fratturazione concoide. I terreni affiorano in vari punti nelle zone a Nord per cui è stato possibile ricavare direzione ed inclinazione della stratificazione che evidenzia direzione Nord-Ovest/Sud-Est ed immersione verso Nord-Est di circa 32°-40°.
- **Terrazzi fluviali del III° ordine** depositati dal F. Lamone si riscontrano nella zona direttamente interessata dall'area d'intervento in esame ed a Sud separati dalla scarpata morfologica dai terrazzi del IV° ordine. In superficie i terreni in posto sono di natura prevalentemente argilloso-limoso-sabbiosa con abbondanti calcinelli, di colore giallo-grigiastro, fino a riscontrare il banco di ghiaia e sabbia dello spessore di m. 2,00-3,00 circa.

Lungo il ciglio superiore della scarpata si sono notati vari indizi di erosione superficiale con conseguente arretramento del ciglio stesso, anche in considerazione della forte pendenza topografica. I piani di stratificazione, che sono notoriamente piani preferenziali di scivolamento, sono in posizione di traverspoggio e nell'ambito dell'insieme geomeccanico scarpata-roccia non si notano segni premonitori di dissesto per cui la parete rocciosa si può considerare, dal punto di vista geostatico, stabile.

L'area in oggetto presenta una pendenza topografica molto bassa (circa 4%-5%) degradante verso Sud-Est dove si incontra la scarpata subverticale generata dallo scorrere del F. Lamone. Detta scarpata coinvolge per la massima parte i litotipi rocciosi della Formazione Marnoso-Arenacea e alla sua base non si notano fenomeni erosivi fluviali che possano determinare un suo arretramento. Al ciglio superiore sono presenti erosioni superficiali dovute alle acque dilavanti che interessano i terreni alluvionali (argille-limose, ghiaie e sabbie) soprattutto nelle zone avvallate dove si concentra il flusso. Al fine di tutelare il ciglio della scarpata stessa occorrerà predisporre un intervento mirato alla regimazione delle acque superficiali e alla

limitazione dell'erosione (fossi di scolo, livellamento delle zone avvallate, rinverdimento, ecc.).

L'idrologia di superficie è molto semplice in quanto le acque meteoriche attualmente defluiscono verso il ciglio scarpata con vari fossi di scolo presenti nell'area attualmente coltivata a frutteto. Non sono presenti fossi di raccolta di testata che eviterebbero il dilavamento e l'erosione concentrata nelle zone avvallate poste in adiacenza del ciglio della scarpata rocciosa.

Come verificato nel corso dei sondaggi eseguiti direttamente sull'area interessata, l'idrologia di profondità è quasi inesistente e, limitatamente alla zona indagata, risulta correlata allo spessore ghiaioso-sabbioso profondo dove, al contatto con la Formazione Marnoso-Arenacea impermeabile (facies marnosa) si può riscontrare una falda idrica generalmente povera di acqua correlata essenzialmente al periodo di massime precipitazioni.

### **c. INDAGINI "IN SITU" E CARATTERISTICHE GEOTECNICHE**

Essendo inserita la zona di edificazione nella cartografia di zonizzazione del RUE vigente del comune di Brisighella come compatibile alla destinazione di espansione, tenuto conto delle conoscenze geotecniche acquisite in zone contermini con le medesime caratteristiche geo-litologiche, sono state eseguite prove "in situ" utili alla caratterizzazione geotecnica dei litotipi.

#### **Prove penetrometriche**

Nell'area di costruzione sono state effettuate **n° 6 prove penetrometriche dinamiche** indicate con cerchio rosso. L'ubicazione delle prove è riportata in planimetria allegata unitamente ai grafici.

#### **Caratteristiche strumentazione dinamica DPL30.**

- *Penetrometro dinamico leggero*
- *Peso del maglio 30 daN*
- *Altezza di caduta del maglio cm. 20*
- *Peso delle aste di Kg 3,0*

I dati, rappresentati come numero di colpi necessari per determinare una penetrazione di **cm. 10**, vengono riportati in allegato.

Dalla resistenza alla punta riscontrata nelle prove, applicando la nota "formula degli Olandesi" :

$$Q_d = \frac{M^2 * H}{e * (P + M) * A}$$

dove :

**M** = massa del maglio

**H** = altezza di caduta del maglio

**P** = peso delle aste

**e** = penetrazione della punta per un colpo di maglio cadente da altezza H

**A** = sezione della punta (cmq. 10).

si ottiene la resistenza dinamica in daN/cm<sup>2</sup> e diagrammando i valori dei carichi dinamici corretti con **coefficiente di sicurezza 20** si ottiene il carico ammissibile.

L'esame dei grafici evidenzia, dopo un primo spessore di terreno rimaneggiato pari a circa m. 1,30-1,50 (profondità riferita al piano campagna attuale), terreni limoso-sabbiosi addensati dotati di una resistenza alla compressione buona (R<sub>pm</sub> = 15-25 daN/cm<sup>2</sup>) fino al tetto del banco di ghiaia e sabbia addensato (R<sub>pm</sub> = > 150 daN/cm<sup>2</sup>) che ha determinato l'arresto dell'infissione alla profondità di m. 3,00-5,00 circa di profondità. Segue il substrato marnoso-arenaceo compatto con ottime caratteristiche geomeccaniche.

Al termine delle prove non si è riscontrata presenza di acqua di falda a conferma che il livello statico è posto all'interno del banco di sabbia-ghiaia al contatto con la formazione marnoso-arenacea del substrato.

## Stratigrafie

La stratigrafia è stata osservata in occasione dei sondaggi con sonda ed aste elicoidali del diametro di mm. 150 integrate con escavatore eseguiti nella zona interessata al fine di appurare lo spessore dei terreni alluvionali e del banco di ghiaia, la presenza di eventuali falde idriche sospese; qui di seguito si riporta la stratigrafia rinvenuta:

### **Sondaggio n° 1**

#### *Livello statico falda idrica a m. 5,80 di profondità*

1. *Terreno vegetale limoso-argilloso nocciola ( spessore m. 0,80)*
2. *Limo-sabbioso colore nocciola-rossastro, mediamente consistente (spessore m. 1,40)*
3. *Sabbia fine colore nocciola con rari calcinelli, addensata (spessore m. 1,00)*
4. *Ghiaia in matrice sabbiosa, addensata, ciottoli eterometrici (spessore m. 3,40)*
5. *Intercalazioni di marne grigie, compatte con arenarie addensate, poco cementate, (rapporto A/M = 1,5-3,0) (Substrato)*

**Sondaggio n° 2***Livello statico falda idrica a m. 5,00 di profondità*

1. Terreno vegetale limoso-argilloso nocciola ( spessore m. 0,50)
2. Limo-sabbioso colore nocciola-rossastro, mediamente consistente (spessore m. 0,90)
3. Sabbia fine colore nocciola con rari calcinelli, addensata (spessore m. 1,10)
4. Ghiaia in matrice sabbiosa, addensata, ciottoli eterometrici (spessore m. 3,00)
5. Intercalazioni di marne grigie, compatte con arenarie addensate, poco cementate, (rapporto A/M = 1,5-3,0) (Substrato)

**Sondaggio n° 3***Livello statico falda idrica a m. 5,80 di profondità*

1. Terreno vegetale limoso-argilloso nocciola ( spessore m. 1,20)
2. Limo-sabbioso colore nocciola-rossastro, mediamente consistente (spessore m. 1,10)
3. Sabbia fine colore nocciola con rari calcinelli, addensata (spessore m. 2,50)
4. Ghiaia in matrice sabbiosa, addensata, ciottoli eterometrici (spessore m. 1,80)
5. Intercalazioni di marne grigie, compatte con arenarie addensate, poco cementate, (rapporto A/M = 1,5-3,0) (Substrato)

**Sondaggio n° 4***Livello statico falda idrica a m. 6,50 di profondità*

1. Terreno vegetale limoso-argilloso nocciola ( spessore m. 1,30)
2. Limo-sabbioso colore nocciola-rossastro, mediamente consistente (spessore m. 1,20)
3. Sabbia fine colore nocciola con rari calcinelli, addensata (spessore m. 1,00)
4. Ghiaia in matrice sabbiosa, addensata, ciottoli eterometrici (spessore m. 3,40)
5. Intercalazioni di marne grigie, compatte con arenarie addensate, poco cementate, (rapporto A/M = 1,5-3,0) (Substrato)

**Sondaggio n° 5***Livello statico falda idrica a m. - di profondità*

1. Terreno vegetale limoso-argilloso nocciola ( spessore m. 0,80)
2. Sabbia fine colore nocciola-rossastro, addensata (spessore m. 0,30)
3. Ghiaia in matrice sabbiosa, addensata, ciottoli eterometrici (fino a m. 4,00)

**Sondaggio n° 6***Livello statico falda idrica a m. - di profondità*

1. Terreno vegetale limoso-argilloso nocciola ( spessore m. 0,20)
2. Sabbia fine colore nocciola-rossastro, addensata (spessore m. 0,50)
3. Ghiaia in matrice sabbiosa, addensata, ciottoli eterometrici (fino a m. 3,00)



**Sondaggio n° 7**  
*Falda idrica ASSENTE*

1. *Terreno vegetale limoso-argilloso nocciola ( spessore m. 0,70)*
2. *Limo-sabbioso colore nocciola-rossastro, mediamente consistente (spessore m. 0,70)*
3. *Sabbia fine colore nocciola con rari calcinelli, addensata (spessore m. 0,20)*
4. *Ghiaia in matrice sabbiosa, addensata, ciottoli eterometrici (spessore m. 3,60)*
5. *Intercalazioni di marne grigie, compatte con arenarie addensate, poco cementate, (rapporto A/M = 1,5-3,0) (Substrato)*

Stratigrafia ricavata da prove "in situ" e da rilievo stratigrafico in affioramento:

Spessore ml.	LITOLOGIA	Peso Yt daN/mc	Resistenza alla rottura Rpm daN/cm <sup>2</sup>	Coazione non drenata caratteristica Cuk daN/cm <sup>2</sup>	Angolo attrito caratteristico gradi
0,80-1,30	Terreno rimaneggiato	-	-	-	-
1,00-1,50	Limo sabbioso	1.800- 1.820	15-25	0,10-0,20	26°-28°
1,50-2,50	Sabbie addensate	2.000- 2.100	40-60	0,05-0,15	32°-36°
3,00-3,50	Banco di ghiaia addensata	2.000- 2.100	150-250	0	40°-44°
substrato	Formazione Marnoso- arenacea	2.050- 2.150	200-350	1,20-1,40	22°-24°

#### **d. MISURE DIGITALI DEL RUMORE SISMICO (HVSR)**

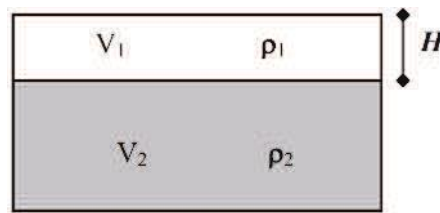
Si sono eseguite delle misure sismiche passive HVSR (Tromino) da cui è stato possibile giungere alla valutazione dell'amplificazione sismica di risonanza del substrato di interesse e della Vs30, valore più significativo per valutare la risposta sismica di un determinato sito. Infatti i maggiori danni a seguito di un sisma di



progetto si hanno proprio per corrispondenza tra periodo proprio del sottosuolo e quello della struttura in esame, con possibilità che si abbiano pericolosi fenomeni di risonanza. Il Tromino è uno strumento in grado di misurare i microtremori. Il tremore sismico, comunemente definito “rumore sismico”, esiste ovunque sulla superficie della terra. Esso è principalmente costituito da onde superficiali, ovvero da onde elastiche prodotte dall’interferenza costruttiva di onde P ed S che si propagano negli strati superficiali. Il rumore sismico è prodotto essenzialmente dal vento o dalle onde marine. A questo rumore di fondo, che è sempre presente, si sovrappongono le sorgenti locali, antropiche (traffico, industrie ecc.) e naturali. I microtremori sono solo in parte costituiti da onde di volume, P o S. In essi giocano un ruolo fondamentale le onde superficiali, che hanno velocità prossima a quella delle onde S, il che spiega la dipendenza di tutta la formulazione della velocità di queste ultime. Dai primi studi di Kanai (1957) in poi, diversi metodi sono stati proposti per estrarre l’informazione relativa al sottosuolo da rumore sismico registrato in un sito. Tra questi, la tecnica che si è maggiormente consolidata nell’uso è quella dei rapporti spettrali tra le componenti del moto orizzontale e quella verticale (Horizontal to Vertical Spectral Ratio, HVSR o H/V), proposta da Nogoschi e Igaraschi (1970). La tecnica è universalmente riconosciuta come efficace nel fornire stime affidabili della frequenza fondamentale di risonanza del sottosuolo. Le basi teoriche dell’H/V sono relativamente facili da comprendere in un mezzo del tipo strato + bedrock (o strato assimilabile al bedrock) in cui i parametri sono costanti in ciascuno strato. Considerando lo schema della figura sottostante in cui gli strati 1 e 2 si distinguono per le diverse densità (R1 e R2) e le diverse velocità delle onde sismiche (V1 e V2). Un’onda così riflessa interferisce con quelle incidenti, sommandosi e raggiungendo le ampiezze massime (condizioni di risonanza) quando la lunghezza dell’onda incidente ( $\lambda$ ) è 4 volte (o suoi multipli dispari) lo spessore H del primo strato. La frequenza fondamentale di risonanza ( $f_r$ ) dello strato 1 relativa alle onde S è pari a

$$f_r s = V_{s1} / 4 * H$$

Questo effetto è sommabile, anche se non in modo lineare e senza corrispondenza 1:1. Ciò significa che la curva H/V relativa ad un sistema a più strati contiene l’informazione relativa alle frequenze di risonanza (e quindi dello spessore) di ciascuno di essi, ma non è interpretabile semplicemente applicando la sopra riportata equazione.



L'inversione richiede l'analisi delle singole componenti e del rapporto  $H/V$ , che fornisce un'importante normalizzazione del segnale per a) in contenuto di frequenza, b) la risposta strumentale e c) l'ampiezza del segnale quando le registrazioni vengono effettuate in momenti con rumore di fondo più o meno alto. Un aspetto assai importante è che il rumore sismico agisce come sorgente di eccitazione per la risonanza del sottosuolo e degli edifici più o meno come una luce bianca diffusa illumina gli oggetti eccitando le lunghezze d'onda tipiche di ciascun oggetto e dandogli il suo tipico colore. Questo risulta molto importante a livello ingegneristico perché se un edificio ha frequenze proprie di vibrazione uguali a quelle del substrato su cui è fondato, durante un sisma, si assiste al fenomeno dell'accoppiamento delle vibrazioni. Questo effetto di amplificazione sismica produrrà un grande aumento della sollecitazione sugli edifici.

L'inquadramento dei terreni dell'area nelle categorie stratigrafiche del suolo di fondazione si ottiene sulla base dei valori di  $V_{s,eq}$  (velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio (in m/s) definita dalla seguente espressione:

$$V_{s,eq} = H / \text{Somma } N-i=1 \quad h_i/V_{s,i}$$

dove:

$h_i$  = spessore dello strato  $i$ -esimo (m.)

$V_{s,i}$  = velocità delle onde di taglio nello  $i$ -esimo strato (m/sec)

$N$  = numero di strati

$H$  = profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da  $V_s$  non inferiori a 800 m/s

N.B. Per depositi con profondità  $H$  del substrato superiore a 30 m. la velocità equivalente delle onde di taglio  $V_{s,eq}$  è definita dal parametro  $VS_{30}$  ottenuto ponendo  $H = 30$  m e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a 30 metri di profondità. Utilizzando una misurazione geofisica che permette di vincolare alla curva sperimentale una curva teorica da cui si può ricavare il profilo delle  $V_s$ . Investigando così la velocità di taglio dei terreni, si ottiene la **categoria del suolo di fondazione (D.M.17.01.2018)**.

Vengono definite 5 categorie di profili stratigrafici del suolo di fondazione (le profondità si riferiscono al piano di posa delle fondazioni):

- A.** *Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/sec, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 metri.*
- 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 m. 30, 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 m/s 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 metri.*

La calibrazione delle misure dei microtremori è stata eseguita in base alle indagini geognostiche eseguite sul sito di indagine. Nell'area è stato eseguito uno stendimento MASW (PSC2009 Prova n° 30) e n. 1 Tromino (Tr1) che viene utilizzato per l'inversione della curva in combinazione con la misura MASW. Le prove eseguite impiegando la suddetta metodologia dei microtremori ha evidenziato, utilizzando l'inversione H/V con il metodo proposto da Nakamura, secondo la teoria descritta da Aki (1964) e Ben-Menahem & Sing (1981), correlata ed integrata con le misure attive Masw, una **Vs30** di **623 m/s.** a cui corrisponde la **categoria del suolo di fondazione:**

- 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.*

## e. CARATTERISTICHE SISMICHE

Negli indirizzi di microzonazione della Regione Emilia-Romagna (anno 2007) per Brisighella viene indicata una accelerazione orizzontale massima di 0,211.

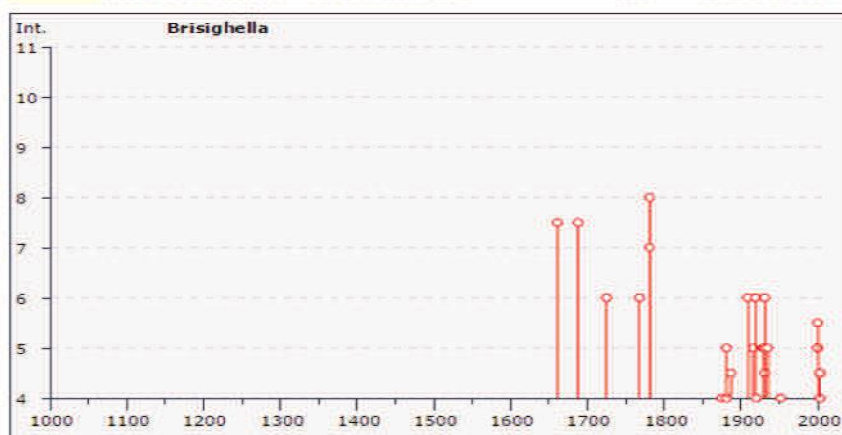
Sulla base di quanto sopra, si è reso necessario inserire nello studio geologico-geotecnico a corredo dell'area "via Orioli – Ponte Nono", un capitolo che focalizzi lo studio macrosismico della zona interessata all'urbanizzazione.

Innanzitutto sulla base di quanto riportato nel Carta Sismotettonica della Regione Emilia Romagna Il comune di Brisighella ricade nella zona sismogenetica 914 della zonazione ZS9 (da Meletti & Valensise, 2004). I principali terremoti di questa zona sono per lo più compressivi e trascorrenti, con profondità ipocentrale generalmente compresa nei primi 25 km di profondità (da Boccaletti et al., 2004; DISS Working Group, 2007). Questa zona è soggetta ad una sismicità che può essere definita media rispetto alla realtà nazionale, con terremoti storici che hanno causato effetti di intensità (Is) fino a 7,4 della scala MCS (Mercalli-Cancani-Seiberg) e magnitudo stimata (Mw=Magnitudo Momento) compresa tra 5,2 e 6 (vedi tabelle seguenti).

**Storia sismica di Brisighella**  
[44.223, 11.775]

Numero di eventi: 43

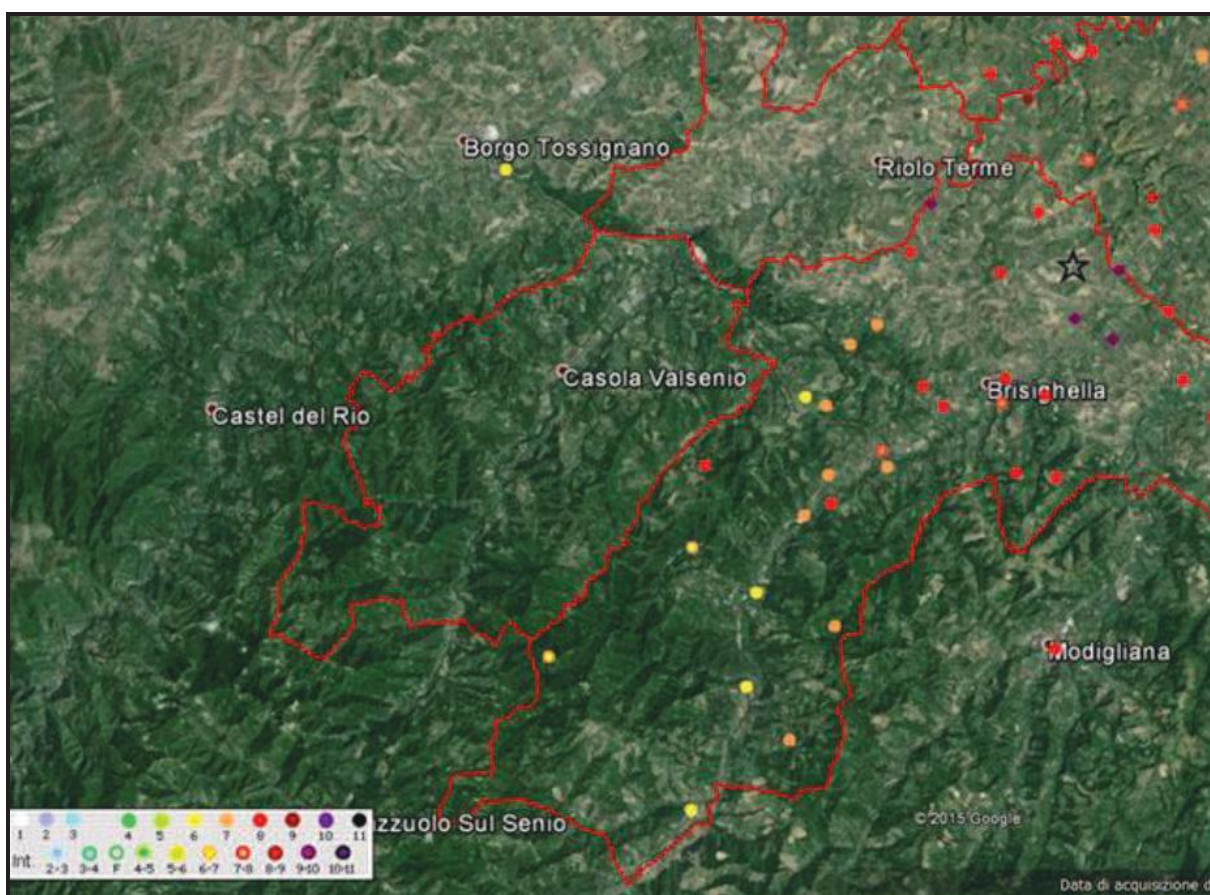
Effetti	In occasione del terremoto del:			
I (MCS)	Data	Ax	Np	Io Mw
8	1781 04 04 21:20	Romagna	96	9-10 5.94 ±0.17
7-8	1661 03 22 12:50	Appennino romagnolo	79	9 6.09 ±0.16
7-8	1688 04 11 12:20	Romagna	39	8-9 5.78 ±0.35
7	1781 07 17 09:40	Romagna	46	8 5.58 ±0.26
6	1725 10 29 17:40	Appennino tosco-emiliano	28	8 5.43 ±0.34
6	1768 10 19 23:00	Appennino romagnolo	45	9 5.87 ±0.21
6	1909 01 13 00:45	BASSA PADANA	799	6-7 5.53 ±0.09
6	1919 06 29 15:06	Mugello	566	10 6.29 ±0.09
6	1931 04 05 13:34	Faentino	14	6 4.80 ±0.25
5-6	2000 05 10 16:52	Emilia Romagna	151	5-6 4.96 ±0.09
5	1881 02 12	RUSSI	14	5-6 4.95 ±0.39
5	1916 05 17 12:49	Alto Adriatico	132	5.95 ±0.14
5	1929 07 18 21:01	Mugello	56	6-7 5.02 ±0.17
5	1931 12 15 03:31	Mugello	26	6 4.85 ±0.24
5	1935 06 05 11:48	Faentino	27	6 5.16 ±0.25
5	2000 05 06 22:07	Emilia Romagna	94	5 4.17 ±0.09
5	2000 05 08 12:29	Emilia Romagna	126	5 4.66 ±0.09





Secondo quanto riportato nel DBMI, l'evento sismico che ha prodotto i danni maggiori nel Faentino, in special modo nel Comune di Brisighella è quello del 4 aprile 1781 (a cui è attribuita una magnitudo di oltre 5.9), di cui è riportata nella figura che segue la mappa degli effetti. I maggiori effetti (grado IX-X MCS), con crolli e distruzioni diffusi, sono localizzati nel comune di Brisighella (Poggio, San Ruffillo, Villa San Giorgio in Vezzano) o al confine con quello di Faenza (Quartolo).

L'epicentro macrosismico, in sostanza il "baricentro" degli effetti, è collocato infatti in comune di Brisighella in prossimità del confine con Faenza.



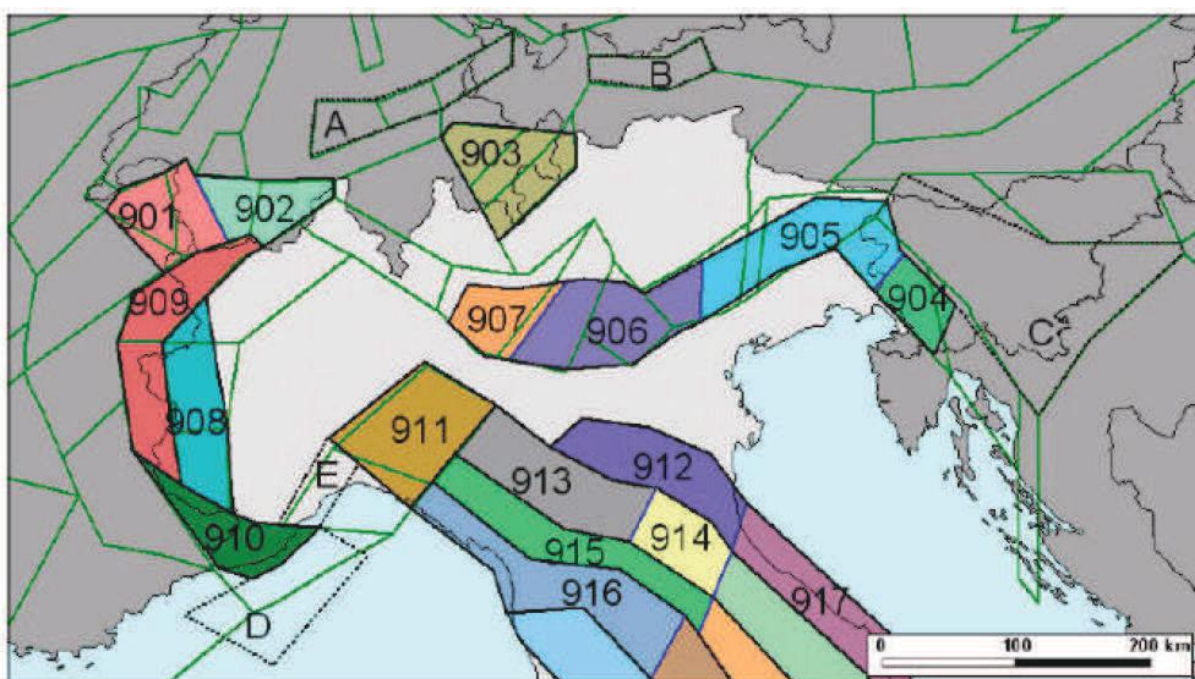
Nella primavera del 2000, l'area Faentina e Forlivese è stata interessata da una sequenza di sismi di lieve e medio-bassa energia che, sebbene abbia provocato una diffusa preoccupazione tra la popolazione per il perdurare delle scosse, ha prodotto danni generalmente leggeri (classificati fino al VI MCS in due casi rispettivamente a Faenza e Brisighella), ma piuttosto diffusi (caduta di intonaci, lesioni capillari) e risultato del cumulo dei diversi eventi osservati.

Va inoltre sottolineato che, in generale, il danneggiamento ha interessato prevalentemente edifici vulnerabili, o per tipologia edilizia o per condizioni di manutenzione. Complessivamente, sono stati registrati 70 eventi con magnitudo 3 o superiore, di cui 11 scosse con magnitudo superiore a 3.8. La più elevata (10 maggio

2000), ha raggiunto una magnitudo momento pari a 4,86. Lo sciame sismico del 2000 è stato registrato dalle stazioni accelerometriche situate nel Capoluogo Faenza. In particolare, la stazione "FNZ" (Rete Accelerometrica Nazionale) ha consentito di misurare una ag massima al suolo pari a 108,09 cm/s<sup>2</sup> (cioè pari a 0,110g) per la principale scossa 10 maggio.

### Sorgenti sismogenetiche

Secondo la Zonazione sismogenetica del Territorio Italiano - ZS9, prodotta dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) nel 2004 (Meletti e Valensise, 2004)

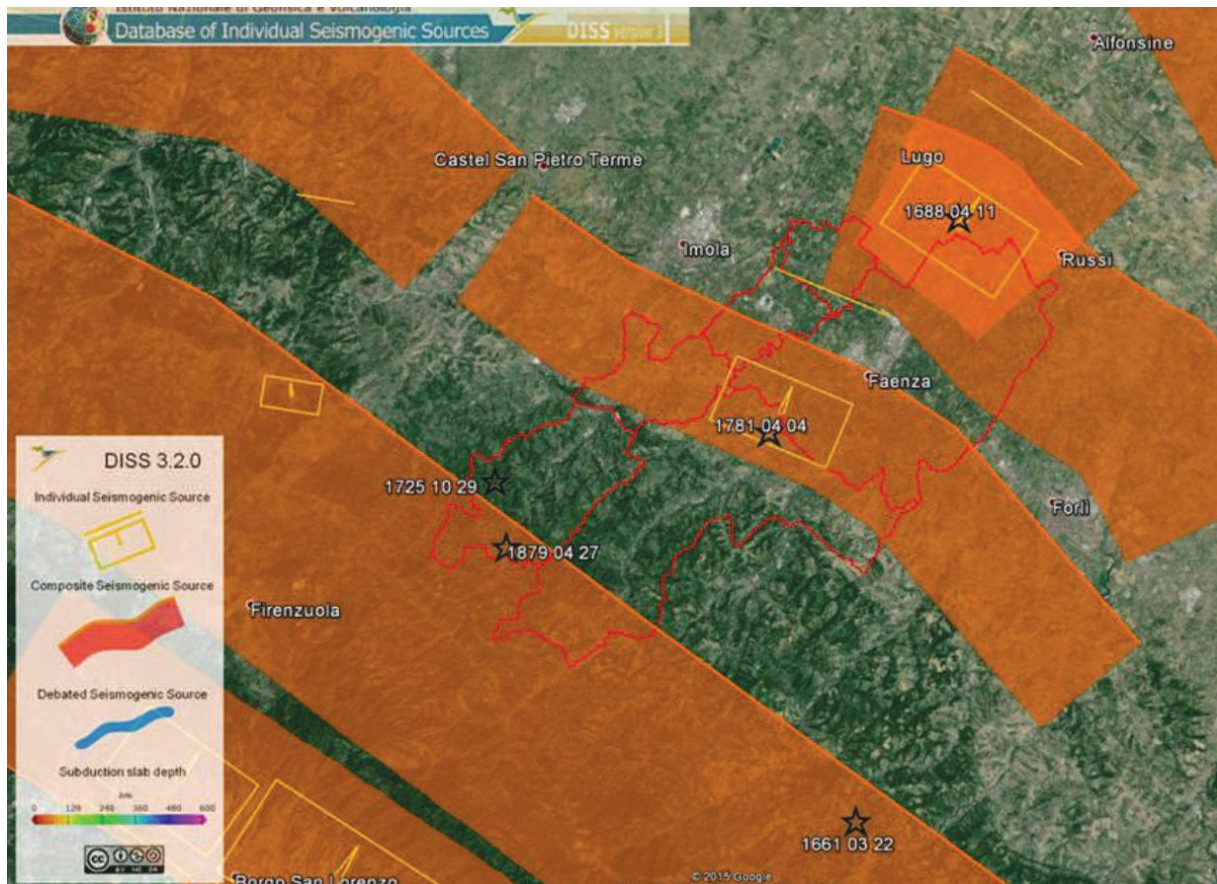


che rappresenta il riferimento per le valutazioni di pericolosità sismica nel territorio nazionale, l'area in esame ricade principalmente entro la Zona 914, mentre soltanto la porzione più settentrionale del territorio amministrativo di Faenza ricade nella Zona 912. Entrambe le zone sono caratterizzate da un valore di  $M_{wmax}$  pari a 6.14. Il database DISS (DISS Working Group, 2015) indica la presenza di tre sorgenti sismogenetiche che, complessivamente, attraversano la vasta area dell'Unione dei Comuni della Romagna Faentina.

Come evidenziato dalla figura che segue, gli epicentri macrosismici dei terremoti che hanno dato luogo ai maggiori risentimenti nei Comuni montani e collinari dell'area di studio, sono attribuibili a diverse sorgenti sismogenetiche composite del sistema compressivo appenninico, un sistema di faglie con vergenza nordest. Anche per i Comuni di pianura, gli effetti di macrosismicità sono riconducibili a sorgenti



sismogenetiche composite che derivano dal sistema di faglie del margine avanzato e sepolto dell'arco appenninico.



Gli ultimi indirizzi regionali per gli studi di microzonazione sismica (DGR 630/2019 Regione Emilia-Romagna), sono stati elaborati sulla scorta degli esiti delle indagini sismiche che la Regione Emilia-Romagna ha effettuato nel territorio regionale a partire dalla fine degli anni '70 del secolo scorso e assumendo come riferimento (per gli studi applicati alla pianificazione territoriale), la pericolosità di base elaborata da INGV (recepita a livello nazionale dall'OPCM 3519/2006). In questo senso, gli allegati della citata Delibera forniscono tabelle e formule propedeutiche alla valutazione semplificata dell'amplificazione locale (analisi di "secondo livello"). Gli allegati alla Delibera regionale forniscono, inoltre, i dati fondamentali per valutazioni più accurate della risposta sismica: lo spettro di risposta normalizzato di riferimento per l'Emilia-Romagna, per  $T_r = 475$  anni, con smorzamento pari al 5% e i valori di PGA anch'essi normalizzati e riferiti al suolo rigido, per ogni Comune della Regione. Si precisa che tale forma spettrale è sostanzialmente congrua con lo spettro elastico di riferimento per le norme tecniche per le costruzioni attualmente vigenti (NTC 2018).

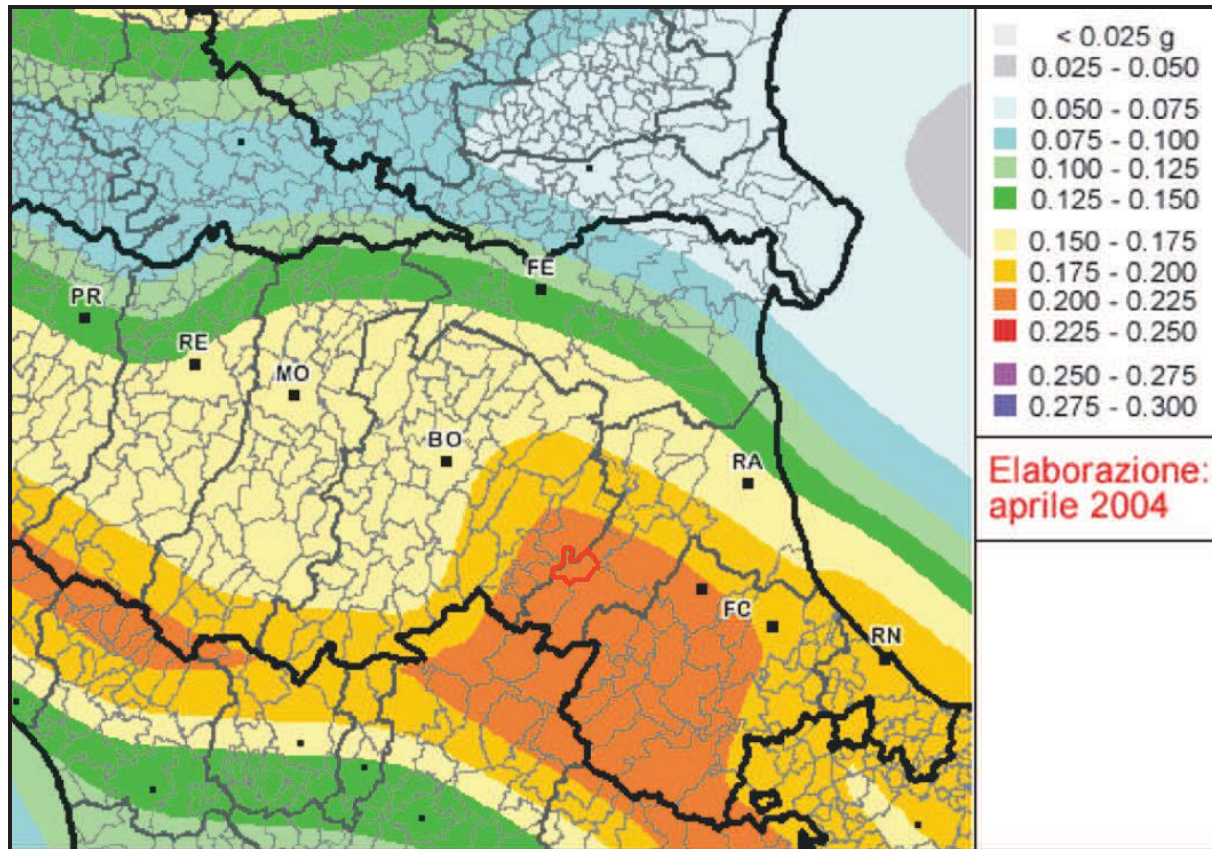


Per il territorio amministrativo del Comune di Brisighella le PGA di riferimento su suolo rigido attribuita dalla Regione Emilia-Romagna (Regione Emilia-Romagna, 2007 - Allegato A4) risultano:

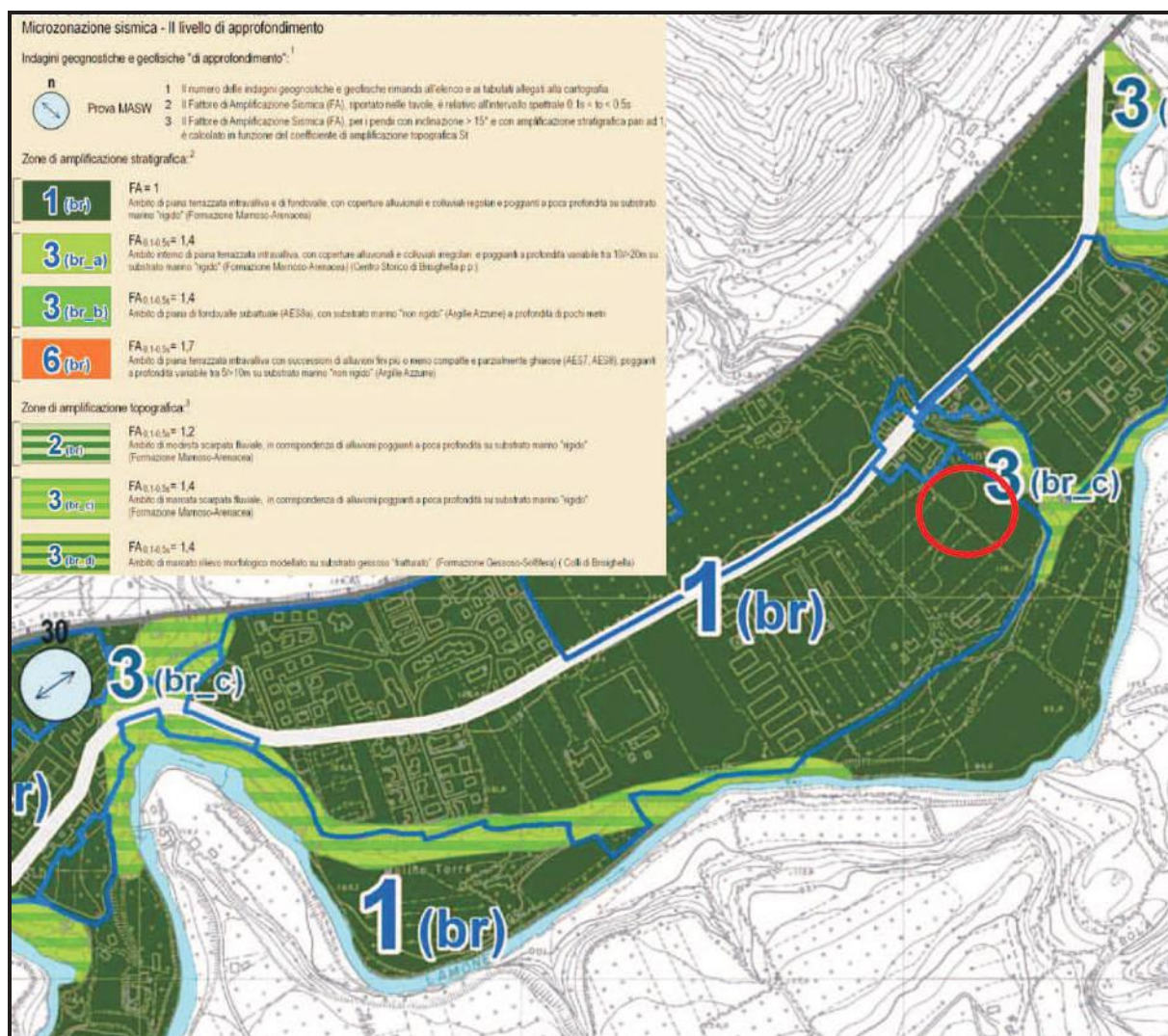
### **Brisighella 0,211g**

Occorre precisare che, per permettere che i risultati degli studi di microzonazione siano confrontabili a scala comunale, il valore di PGA di riferimento al suolo rigido riportato nella DAL 112/2007 è unico per ciascun comune, ma è calcolato mediando i dati INGV alla scala nazionale, sintetizzati nella Mappa di Pericolosità Sismica nazionale (Gruppo di lavoro MPS04, 2004) e calcolati su una griglia di punti.

La mappa nazionale MPS04 (Gruppo di lavoro MPS04, 2004) descrive infatti anch'essa la pericolosità sismica attraverso il parametro dell'accelerazione massima attesa su suolo rigido e pianeggiante, con una probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni: i valori sono però attribuiti ad ogni punto della griglia di calcolo, costruita per tutto il territorio nazionale (griglia con una densità di 20 punti per grado, ossia circa un punto ogni 5 km). Tale mappa è diventata ufficialmente la mappa di riferimento per il territorio nazionale con l'emanazione dell'Ordinanza PCM 3519/2006 (G.U. n.105 dell'11 maggio 2006).



L'Unione dei Comuni della Romagna Faentina già dispone di uno studio di pericolosità sismica di primo e secondo livello, a corredo del Quadro Conoscitivo per il Piano Strutturale Comunale (PSC) in forma associata:



Lo studio del 2009 ha consentito:

- di produrre una preliminare cartografia che individua le aree suscettibili di effetti locali (primo livello di approfondimento). Questa mappa, pur rispondendo parzialmente ai criteri di analisi di primo livello dettati nelle linee guida regionali (si tratta di un'analisi a scala più vasta – 1:50.000 – e priva di approfondimenti alla scala comunale o subcomunale), ha di fatto rappresentato una prima base per le ulteriori indagini di approfondimento per la microzonazione sismica);
- di effettuare ulteriori indagini geognostiche e geofisiche mirate alla caratterizzazione sismica dei comuni interessati (sondaggi a carotaggio continuo; penetrometrie; stendimenti MASW; prove in foro "Down-Hole");



- di redigere la cartografia di microzonazione sismica degli ambiti urbani (secondo livello di approfondimento) consolidati e di potenziale espansione.

La microzonazione sismica si è basata sui criteri di stima dei fattori di amplificazione attraverso l'utilizzo di tabelle e formule riportate nella DAL n. 112/2007 e in funzione degli esiti di caratterizzazione geognostica e geofisica del territorio studiato. I risultati della microzonazione sismica sono stati sintetizzati in mappe di dettaglio (Comune di Brisighella scala 1:10.000). Si sono individuate zone a differente pericolosità sismica e si forniscono indicazioni relative alla maggiore o minore pericolosità in termini di fattori di amplificazione sismica. All'epoca dello studio, si è convenuto di considerare come fattore di amplificazione rappresentativo del territorio studiato il solo rapporto di Intensità Spettrale di Housner (SI) per un intervallo di periodi compreso tra 0,1 e 0,5 secondi (per un TR pari a 475 anni e smorzamento 5%), in quanto in questo intervallo è compresa oltre il 90% degli edifici esistenti o di previsione.

#### **f. COMPATIBILITA' SISMICA: verifica alla liquefazione**

Dal punto di vista litologico, pur con le possibili e locali piccole variazioni, la stratigrafia delle aree è caratterizzata dalla presenza di terreni limoso-argilloso-sabbiosi e sabbioso-ghiaiosi cui sottostanno i terreni essenzialmente rocciosi del substrato marino miocenico. I materiali alluvionali si presentano in uno stato di buon addensamento ed in condizioni di presenza di falda idrica esclusivamente nei litotipi ghiaioso-sabbiosi al contatto con la formazione rocciosa sottostante. L'analisi dei possibili fenomeni causati da un evento sismico si è limitata al potenziale di liquefazione che è stato valutato con modalità empirica, alla luce dei dati su esposti. Considerando quindi la presenza di **falda idrica all'interno dello spessore ghiaioso, l'addensamento dei terreni, la composizione litologica e granulometrica essenzialmente GHIAIOSO-SABBIOSA molto addensata con  $N_{spt} = 100-110$** , la possibilità di drenaggio dell'acqua di falda attraverso le lenti ghiaiose fanno escludere fenomeni di liquefazione.

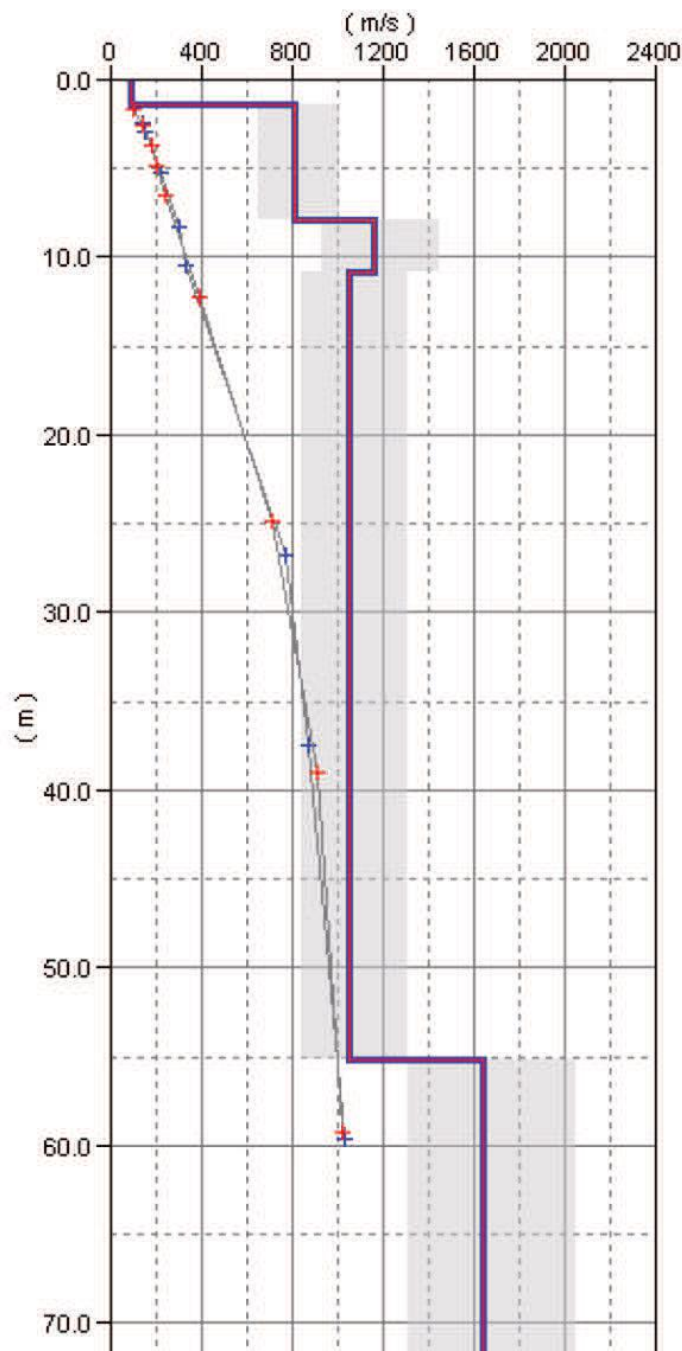
E' chiaro, a questo punto che **si può escludere** la possibilità di liquefazione ciclica dei terreni granulari per effetto delle sollecitazioni sismiche. In conclusione si può affermare che la zona indagata e destinata all'edificazione, è da ritenersi esente da penalizzazione dovuta a particolari situazioni che possono generare pericolosi fenomeni indotti da un terremoto.

Si riportano inoltre le estrazioni cartografiche e della prova MASW n° 30 realizzata per il PSC2009 che interessa l'area d'influenza della lottizzazione in esame, utilizzata unitamente alle prove geofisiche e geotecniche eseguite per il comparto edificatorio.

### Modello interpretativo Vs

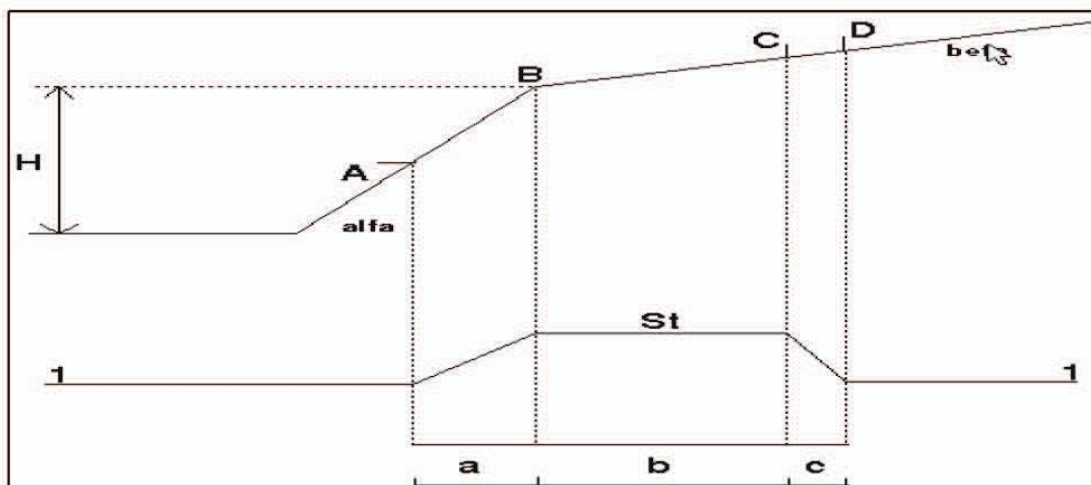
Masw n° 30  
 $V_{s30} = 661 \text{ m/s}$

### Models



### g. COMPATIBILITA' SISMICA: verifica della condizione topografica

Per la valutazione delle condizioni topografiche in questo caso siamo in una situazione chiara con piano topografico a debole inclinazione pari a  $2,0^\circ$ - $4,0^\circ$  adiacente una scarpata d'erosione sub-verticale di 12 metri circa di altezza, per cui il sito in esame può rientrare nella categoria:



Angolo alfa = gradi°	<b>70</b>	gradiente maggiore
Angolo beta = gradi°	<b>4</b>	gradiente minore
Altezza H = ml.	<b>12.00</b>	

Per St si impone comunque un valore compreso tra 1,0 e 1,4:

$$\mathbf{St = 1 + 0,8 \times (\text{alfa} + \text{beta} - 0,40) \text{ sul segmento BC} = 1.4}$$

dove:

$$b = \text{valore minimo tra } 20\text{alfa e } (H+10)/4 = \text{ml.} \quad 5.50$$

alfa = gradiente della parte più ripida

beta = gradiente della parte meno ripida

$$St = 1,0 \text{ in A (} a = H/3 = 4.00 \text{ ml.)}$$

$$St = 1,0 \text{ in D (} c = H/4 = 3.00 \text{ ml.)}$$

### h. CARATTERIZZAZIONE SISMICA (II° livello di approfondimento Delibera di Giunta Regionale n° 630/2019)

Nello studio geologico-geotecnico a corredo dell'area "via Orioli – Ponte Nono", un capitolo che focalizzi lo studio macrosismico della zona interessata all'urbanizzazione in relazione alla DGR63/2019. Gli allegati della citata Delibera forniscono tabelle e formule aggiornate propedeutiche alla valutazione semplificata dell'amplificazione locale (analisi di "secondo livello"). Gli allegati alla Delibera regionale forniscono, inoltre, i dati fondamentali per valutazioni più accurate della risposta sismica: lo

spettro di risposta normalizzato di riferimento per l'Emilia-Romagna, per  $T_r = 475$  anni, con smorzamento pari al 5% e i valori di PGA anch'essi normalizzati e riferiti al suolo rigido, per ogni Comune della Regione. Si precisa che tale forma spettrale è sostanzialmente congrua con lo spettro elastico di riferimento per le norme tecniche per le costruzioni attualmente vigenti (NTC 2018).

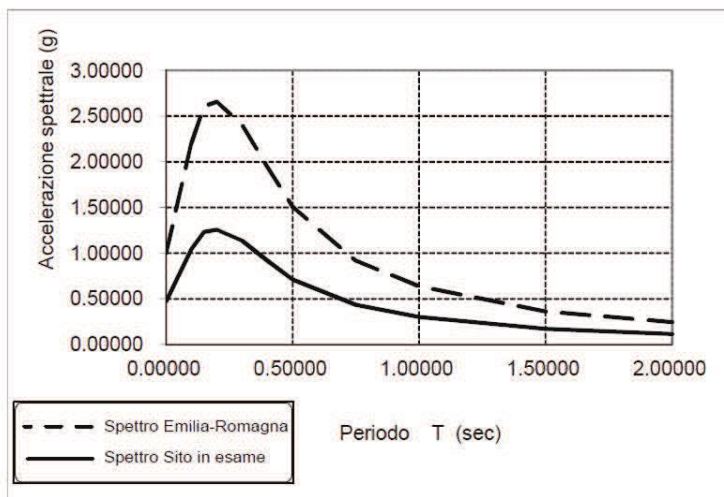
Per il territorio in esame del Comune di Brisighella siamo nell'ambito APPENNINO con coperture direttamente poggianti sul substrato rigido da cui si sono ricavati i seguenti F.A. (vedi calcoli allegati):

	<b>Comune:</b>		<b>BRISIGHELLA</b>	
	<b>Zona sismica 2003:</b>		<b>2</b>	
	<b>Accelerazione max orizz.: Arefg</b>		<b>0.211</b>	(Indirizzi microzonazione E-R; L.R.2015)
	<b>Vs30 (m/sec)</b>		<b>552.07</b>	
	<b>Categoria di Suolo</b>		<b>B</b>	(D.M. 17.01.2018)
<b>(PGA/PGAo)</b>	<b>F.A. P.G.A.</b>		<b>1.6</b>	(da tab. D.GR. Em.Romagna n° 630/2019)
<b>(SA/SAo)</b>	<b>F.A. SA1</b>	0,1s<T<0,5s	<b>1.4</b>	
<b>(SA/SAo)</b>	<b>F.A. SA2</b>	0,4s<T<0,8s	<b>1</b>	
<b>(SA/SAo)</b>	<b>F.A. SA3</b>	0,7s<T<1,1s	<b>1</b>	
<b>(SA/SAo)</b>	<b>F.A. SA4*</b>	0,5s<T<1,5s	<b>-</b>	
<b>(SI/SIo)</b>	<b>F.A. SI1</b>	0,1s<T<0,5s	<b>1.3</b>	(intervalli di periodo per l'intensità di Housner per strutture basse max. 4-5 piani, regolari e rigide)
<b>(SI/SIo)</b>	<b>F.A. SI2</b>	0,5s<T<1,0s	<b>1</b>	(intervalli di periodo per l'intensità di Housner per strutture più alte e flessibili)
<b>(SI/SIo)</b>	<b>F.A. SI3*</b>	0,5s<T<1,5s	<b>-</b>	
	<b>FATTORE St</b>		<b>1.4</b>	(coefficiente amplificazione topografica)

Per la definizione del moto di riferimento (All. 4) viene riportata la forma dello spettro di risposta normalizzato rappresentativo del moto sismico atteso per un periodo di ritorno di 475 anni (con smorzamento pari al 5%) in Emilia-Romagna.

Dallo spettro di risposta normalizzato è possibile ottenere lo spettro di risposta a probabilità uniforme che descrive le caratteristiche del moto sismico atteso per **BRISIGHELLA** e per il sito in esame stimeremo lo spettro di risposta moltiplicando i valori spettro del comune per F.A. stimati in precedenza ottenendo una accelerazione max attesa al suolo di: **A max= g 0.4726**

T (s)	Sa/aref	Sa/PGA
0.00000	1.00000	0.47264
0.10000	2.21000	1.04453
0.15000	2.60800	1.23265
0.20000	2.65620	1.25543
0.30000	2.40330	1.13590
0.40000	1.93940	0.91664
0.50000	1.50500	0.71132
0.75000	0.91720	0.43351
1.00000	0.63590	0.30055
1.50000	0.36080	0.17053
2.00000	0.24620	0.11636



## **i. Studi di MZS - approfondimenti di livello 2 (Tarabusi G. 2015)**

Il comune di Brisighella dispone di uno studio di pericolosità sismica di secondo livello eseguito dallo Studio di Geologia Gabriele Tarabusi (anno 2015) i cui elaborati vengono proposti in allegato e le risultanze qui di seguito riassunte:

### **- Carta delle Microzone Omogenee:**

Zona 2002 – Piana terrazzata intravalliva con successioni irregolari alluvionali e colluviali più fini o meno consistenti e parzialmente ghiaiose (AES7, AES8, AES8a), sovrastanti substrato marino rigido, in parte detensionato (Formazione Marnoso-Arenacea). Spessore coperture H = 10 metri (alluvioni + bedrock alterato).

**- F.A. P.G.A. : = 1,70.**

**- F.H. Intensità Spettrale (0.1s<To<0.5s) = 1,40**

**- F.A. Intensità Spettrale (0.5s<To<1.0s) = 1,00**

## **I. VALUTAZIONE DI STABILITA' SCARPATA NATURALE**

Prendendo in considerazione le valutazioni topografiche eseguite in precedenza e considerate le buone caratteristiche meccaniche dei terreni in posto e le dimensioni ridotte dell'area di intervento, si sono eseguite solamente le prove ritenute indispensabili per una corretta progettazione delle opere.

Constatata la presenza dei terreni alluvionali limoso-sabbioso-ghiaiosi fino a **5,00-6,50 metri** circa di profondità, si è considerato un campione rappresentativo dei terreni alluvionali argilloso-limoso-sabbiosi ricavato dai sondaggi eseguiti nella zona di massima vicinanza alla scarpata naturale.

Si sono così determinati l'angolo d'attrito, la coesione e la densità che vengono riportati qui di seguito unitamente alle caratteristiche geotecniche dello spessore vegetale e sabbioso-ghiaioso:

	Limo sabbioso	Sabbia e ghiaia
<b>Peso terreno kN/mc</b>	<b>18,30</b>	<b>20,00</b>
<b>Angolo attrito gradi</b>	<b>22°</b>	<b>42°</b>
<b>Coesione daN/cm<sup>q</sup></b>	<b>0,15</b>	<b>0</b>

La valutazione di stabilità è stata eseguita considerando il substrato marnoso-arenaceo stabile essendo **assenti indizi e/o predisposizioni all'instabilità** dello



stesso (fratture, diaclasi, stratificazione a franapoggio, ecc.). Considerando l'angolo di attrito efficace dei litotipi presenti e una colonna d'acqua pari a m. 2,00 sul piano di scorrimento ipotizzato al contatto banco di ghiaia e Formazione rocciosa Marnoso-Arenacea, valutando che la instabilità può riguardare esclusivamente i litotipi alluvionali, si può assumere per le **infrastrutture una distanza di sicurezza dal ciglio della scarpata pari 7 metri.**

### **m. COMPATIBILITA' EDIFICATORIA DELL'INTERVENTO**

Lo studio svolto tramite indagini dirette e da informazioni acquisite per inquadrare il territorio di Brisighella interessato sia dal punto di vista geomorfologico che geotecnico **non ha evidenziato emergenze o caratteristiche geologiche tali da condizionare le scelte urbanistiche future.**

Quindi, al fine di approntare una valutazione sulle classi di edificabilità si può distinguere unicamente: **Zone normalmente edificabili.** Infatti i vari diagrammi penetrometrici analizzati, il sondaggio ed il rilievo geomorfologico eseguito non hanno evidenziato differenza tali da giustificare un ulteriore divisione. Gli orizzonti geotecnici **risultano sufficientemente consistenti ed adatti a sopportare eventuali nuovi carichi derivanti dall'edificazione.**

Essendo in una fase preliminare dove non vengono indicate le ipotesi edificatorie, sulla base dei dati ricavati, onde verificare la portanza dei terreni, devono essere utilizzati l'angolo d'attrito e la coesione ricavati dalle correlazioni con le prove penetrometriche e dai sondaggi, utilizzando i valori meccanici più scadenti e quindi cautelativi. Considerando che alla profondità supposta del piano di posa pari a **m. 1,50-1,80** i terreni risultano essenzialmente sabbioso-limosi, per il calcolo della **pressione ultima di rottura "qr"** si impongono condizioni drenate.

Si suppone cioè che la dissipazione delle pressioni interstiziali in fase di consolidamento avvenga con velocità superiore rispetto a quella di applicazione dei carichi strutturali. In tali condizioni si considera che la sovrappressione interstiziale annulli la componente coesiva del terreno (**C = 0**) e che il terreno si opponga ai fenomeni di rottura con le sole forze attritive.

## **n. Lotto - "Via Orioli – Ponte Nono": Prescrizioni conclusive**

Dalle prove penetrometriche e dalle stratigrafie utilizzate per l'area interessata si è riscontrato nei primi metri di profondità, la presenza depositi alluvionali terrazzati dapprima limoso-argillosi normalconsolidati quindi maggiormente limoso-sabbiosi con sufficiente resistenza alla compressione cui seguono litotipi a componente essenzialmente sabbiosa con livelli sottili limosi, dotati di buona consistenza fino a m. 3,00-5,00 circa di profondità dove si riscontra il tetto del banco di ghiaia-sabbia addensato che ha arrestato l'infissione, per cui:

1. Occorre innestare le fondazioni nei litotipi alluvionali omogenei dal punto di vista geomeccanico al fine di evitare cedimenti differenziali elevati, da valutare rispetto al piano posa, al tipo di fondazioni ed alla geometria della stratificazione limoso-sabbiosa. Verificare quindi lo spessore e l'uniformità geo-meccanica del terreno limoso-sabbioso superficiale riscontrato nei primi metri di profondità eseguendo apposita indagine geotecnica (distinzione tra sovraconsolidato-normalconsolidato e lenti sabbioso-limose sciolte).
2. Innestando le fondazioni entro i litotipi alluvionali omogenei si può indicativamente adottare un piano di posa posto ad almeno **m. 1,50-1,80** di profondità dove i terreni risultano essenzialmente sabbioso-limosi, per il calcolo della **pressione ultima di rottura "qr"** si impongono condizioni drenate.
3. Come verificato nel corso delle prove utilizzate per l'area interessata, **l'idrologia di profondità** è correlata allo spessore ghiaioso-sabbioso profondo dove, al contatto con il litotipo argilloso impermeabile. E' presente un **livello freatico** a **m. 5,00-6,50** dal piano campagna. Questa falda idrica presenta una portata modesta ed una escursione stagionale di m. 1,00-1,50 correlata essenzialmente al periodo di massime precipitazioni.
4. La natura litologica e granulometrica dei litotipi interessati dal bulbo di carico, l'omogeneità e il sufficiente grado di addensamento dei terreni limoso-sabbiosi posti nei primi 5,00-6,50 metri profondità con al disotto il banco di ghiaia ben addensato con  $N_{spt} = 100-110$  (valutazione fino a m. 6-7) che contiene la falda idrica **esclude la possibilità di liquefazione** in caso di evento sismico.
5. La **caratterizzazione sismica dei terreni alla luce del D.M. 17.01.2018** presenta un coefficiente di amplificazione topografico pari a **st = 1,0-1,40 (vedi sezione di calcolo allegata)** ed una **Vseq = 623-661 m/sec** da cui si ricava la categoria del suolo di fondazione:

**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.

6. Lo **STUDIO DEGLI EFFETTI DI SITO ATTESI** (II° livello di approfondimento Delibera di Giunta Regionale n° 630/2019) evidenzia le caratteristiche fisiche dei terreni e/o di addensamento che possono determinare amplificazione (vedi allegati).

CastelBolognese 16.10.2020

Dott.Geol. Andreatta Giancarlo



## BRISIGHELLA - SPADA RENATO, VIA PONTE NONO CAPANNONE

Strumento: TRZ-0033/01-09

Inizio registrazione: 17/04/19 11:56:56 Fine registrazione: 17/04/19 12:16:56

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h20'00". Analizzato 92% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

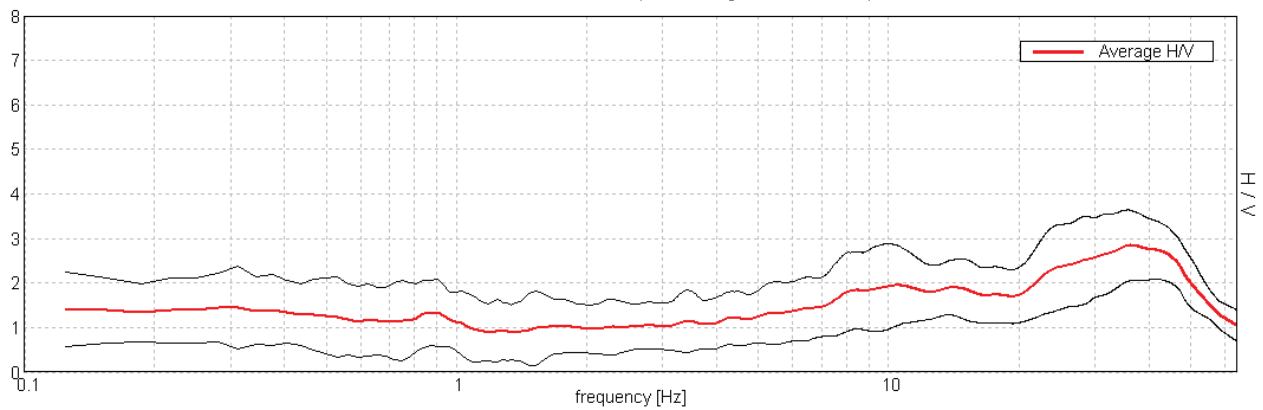
Lunghezza finestre: 20 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

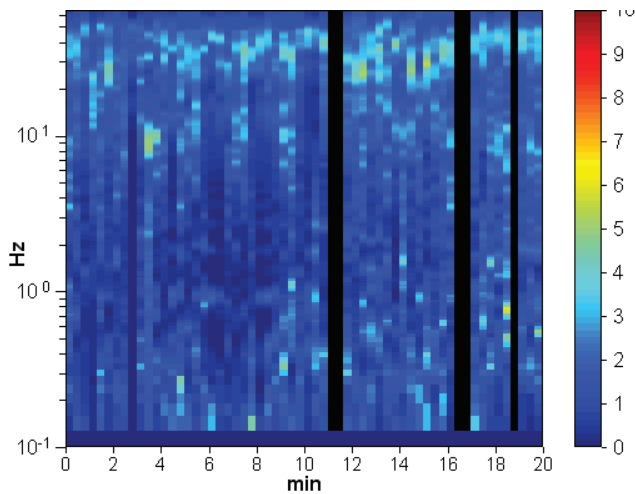
Lisciamento: 10%

### RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

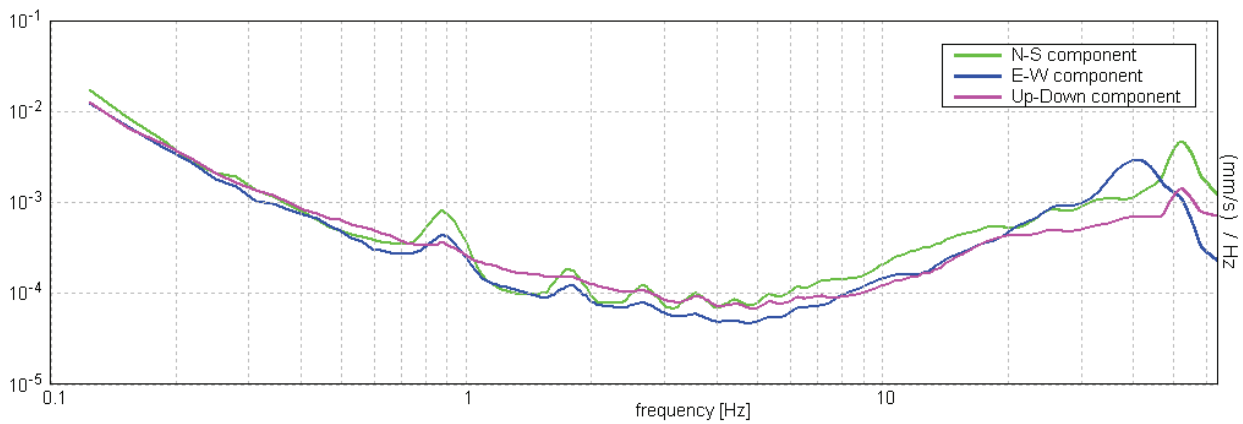
Max. H/V at  $36.13 \pm 1.82$  Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



### SERIE TEMPORALE H/V

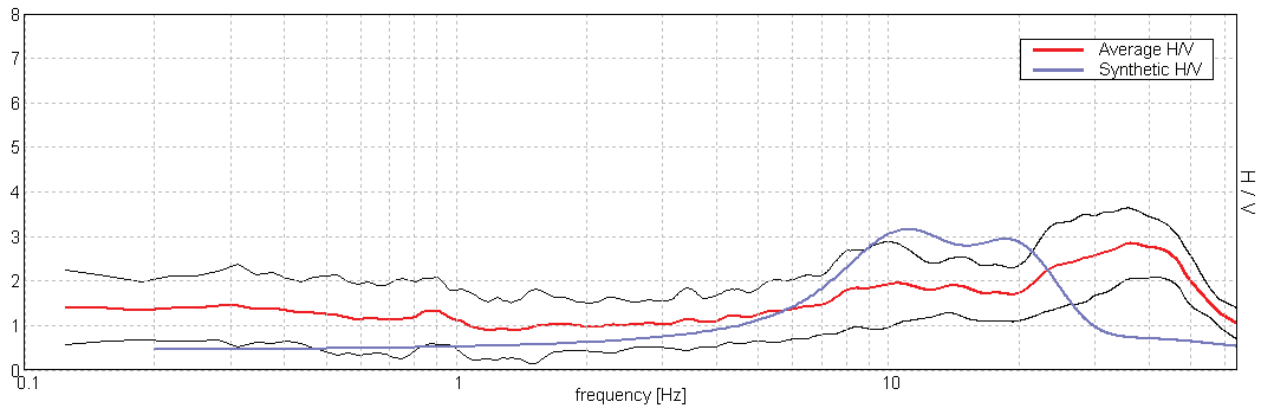


SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



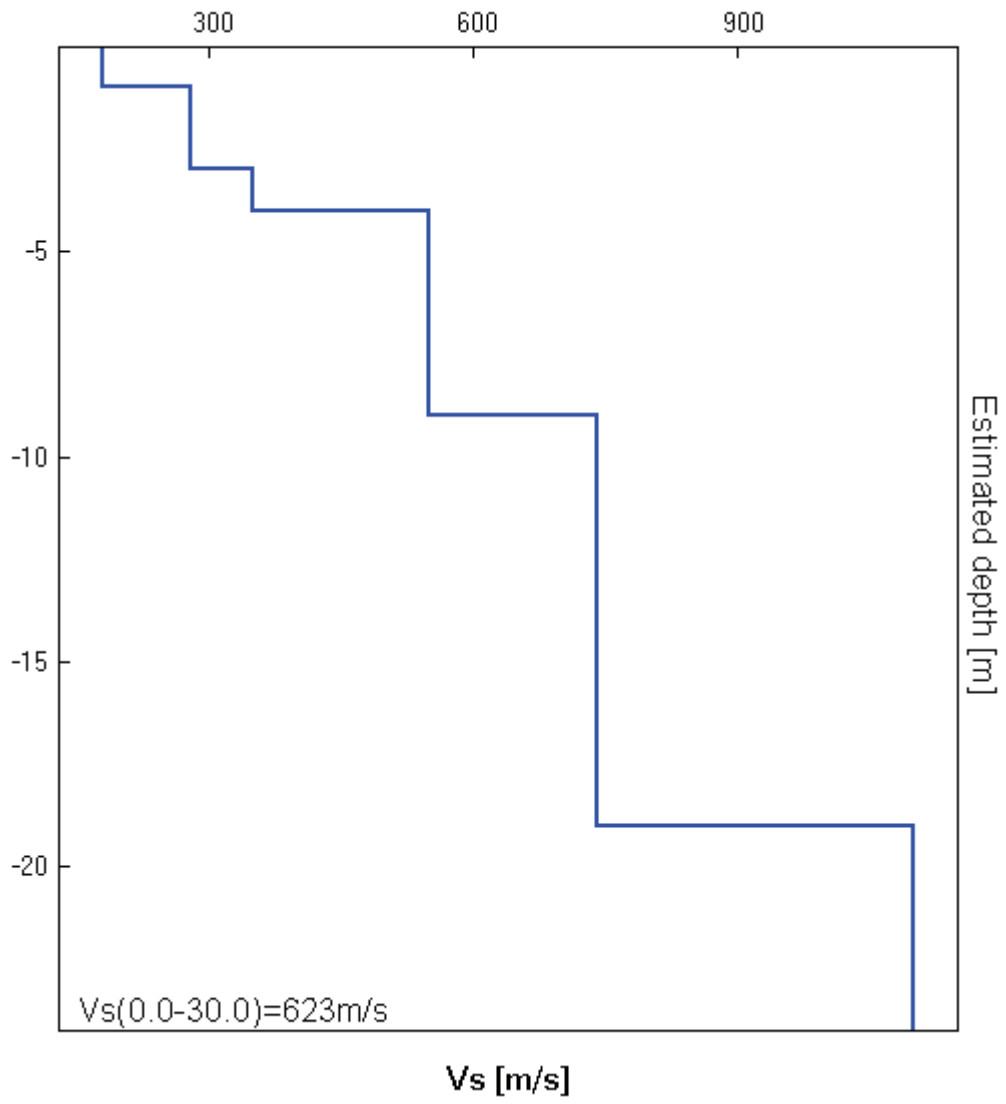
H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO

Max. H/V at  $36.13 \pm 1.82$  Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Rapporto di Poisson
1.00	1.00	180	0.25
3.00	2.00	280	0.30
4.00	1.00	350	0.35
9.00	5.00	550	0.35
19.00	10.00	740	0.35
inf.	inf.	1100	0.35

Vs(0.0-30.0)=623m/s



[Secondo le linee guida SESAME, 2005. Si raccomanda di leggere attentamente il manuale di Grilla prima di interpretare la tabella seguente].

**Picco H/V a  $36.13 \pm 1.82$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).**

**Criteri per una curva H/V affidabile**

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$36.13 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$39737.5 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 1471	OK	

**Criteri per un picco H/V chiaro**

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$			<b>NO</b>
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	56.438 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$2.84 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.02495  < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.90149 < 1.80625$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.3922 < 1.58$	OK	

$L_w$	lunghezza della finestra
$n_w$	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
$f$	frequenza attuale
$f_0$	frequenza del picco H/V
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
$A_0$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f_0$
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$
$f^-$	frequenza tra $f_0/4$ e $f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
$f^+$	frequenza tra $f_0$ e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Valori di soglia per  $\sigma_f$  e  $\sigma_A(f_0)$

Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20



**CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEI TERRENI (Normative di riferimento: D.M. 14/09/05**

**- Circolare n°617/2009 -Circ.LL.PP.) - D.M.17/01/18. Committente: Spada**

**CONDIZIONE STRATIGRAFICA.**

Il Decreto Ministeriale 14.09.2005 ed il successivo D.M. 17.01.2018 contengono nuove disposizioni in materia di classificazione sismica e di normativa tecnica.

Il numero delle zone sismiche viene riportato qui di seguito unitamente ai valori di accelerazione orizzontale (ag/g) di ancoraggio dello spettro di risposta elastico:

Zona 2003	Valore di ag	Comune: <b>BRISIGHELLA</b>
1	0.35	Zona sismica 2005: 2
2	0.25	1. Accel.max orizz.RER: 0.211
3	0.15	(Rischio Sismico E/R - 2016)
4	0.05	2. Accelerazione orizz.: 0.25

Ai fini della definizione delle azioni sismiche di progetto, vengono definite 5 categorie di profili stratigrafici del suolo di fondazione (le profondità si riferiscono al piano posa delle fondazioni):

Tab. 3.2.II - Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato:

- A** Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/sec, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 metri.
- 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** Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a m. 30, 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** Depositati 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 m/s 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 metri

La classificazione del sito si ottiene sulla base dei valori di Vs,eq (velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio (in m/s) definita dalla seguente espressione:

$$V_{s,eq} = H / \text{Somma } N-i=1 \text{ } h_i/V_{s,i}$$

dove:

hi = spessore dello strato i-esimostrati (m.)

Vs,i = velocità delle onde di taglio nello i-esimo strato (m/sec)

N = numero di strati

H = profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da Vs non inferiori a 800 m/s

N.B. Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m. la velocità equivalente delle onde di taglio Vs,eq è definita dal parametro VS30 ottenuto ponendo H = 30 m e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a 30 metri di profondità.

**Metodo di calcolo delle Vs,eq: STAZIONE SISMICA SINGOLA (tromografo)**

Si ottiene la misura diretta delle Vs mediante stazione sismica singola (tromografo), previa acquisizione con apparecchiatura "HVSR - TROMINO" per gli strati investigati:

LITOTIPO	Spessore strati "hi" (ml.)	Vs' in sito (m/s)	hi/Vs' (Vs mis.) (sec)
<i>h1. Limi sabbiosi</i>	2	280	0.007
<i>h2. Sabbia</i>	1	350	0.003
<i>h3. Ghiaia</i>	5	550	0.009
<i>h4. M.A. fratt.</i>	10	740	0.014
<i>h5. Marnoso-Arenacea</i>	18 ml Profondità substrato con Vs>800 m/s	1,100	
Somma hi/Vs,i			0.033

$$Vs,eq = H / \text{Somma } N-i=1 \text{ hi/Vs,i} = 552.07 \text{ m/sec}$$

dove:

- hi = spessore dello strato i-esimostrati (m.)  
 Vs,i = velocità delle onde di taglio nello i-esimo strato (m/sec)  
 N = numero di strati  
 H = profondità del substrato (Vs non inferiori a 800 m/s)

**Occorre immettere delle informazioni a carattere geologico-stratigrafico:**

LITOTIPO	Spessore strati "hi" (ml.)	Fattore geologico	Periodo Olocene - Pleistocene
h1. Limi sabbiosi	2		O
h2. Sabbia	1	Dove:	O
h3. Ghiaia	5	- Depositi recenti e terreni Olocene-Pliocene = O	O
h4. M.A. fratt.	10	- Terreni del Terziario (substrato) = P	P
h5. Marnoso-Arenacea	substrato		P

Metodi di calcolo delle Vs,eq	Vs,eq (m/sec)	Terreno liquefacibile Inserire SI o NO	CATEGORIA SUOLO
Misure in sito con indagini Dirette con tromografo	552.07	<b>NO</b>	B

che viene così definita dal D.M. 17.01.18:

- 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.

**VALUTAZIONE DEI FATTORI DI AMPLIFICAZIONE SISMICA PER LE ANALISI DI SECONDO LIVELLO DI APPROFONDIMENTO E PER LA VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI TOPOGRAFICI (Atto di indirizzo e coordinamento tecnico L.R.20/2000 - Aggiornamento DGR2193/2015 - DGR630/2019)**

Per calcolare i Fattori di Amplificazione (F.A.) richiesti nell'analisi di secondo livello di approfondimento sono state realizzate indagini geotecniche e geofisiche che hanno permesso di definire lo spessore H del deposito di copertura e la velocità equivalente delle onda di taglio.

Per copertura si intende una coltre detritica di origine continentale (alluvionale, eluvio-colluviale, gravitativa, ecc.) o di alterazione presente sulla superficie al tetto del substrato geologico per un intervallo H > 3 metri. Quindi H è lo spessore della copertura o profondità del substrato rigido, ovvero del bedrock sismico.

- Spessore del deposito di copertura e profondità del substrato rigido (H)

- Velocità equivalente delle onde di taglio per lo spessore considerato (VsH e Vs30) del deposito di copertura secondo le formule:

$$V_{sH} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N h_i / V_{s_i}}$$

dove:

- N = Numero di strati del profilo sismico corrispondenti alla copertura
- H = spessore totale dei terreni di copertura o profondità del tetto substrato rigido
- hi = spessore strati (m.) fino al substrato rigido
- Vsi = velocità delle onde di taglio dello strato (m/sec) fino al substrato rigido

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1}^M h_i / V_{s_i}}$$

dove:

- M = Numero di strati del profilo sismico fino alla profondità di m. 30
- hi = spessore strati (m.) fino alla profondità di m. 30
- Vsi = velocità delle onde di taglio dello strato (m/sec) fino alla profondità di m. 30

Nel nostro caso si ha:

Terreni di copertura H = ml. 8.00  
 Substrato marino Vs = m/sec 740.00  
 Vs30 = m/sec 552.07  
 VsH = m/sec 419.05  
 CATEGORIA di SUOLO **B**

Le tabelle per il calcolo dei coefficienti di amplificazione sismica (II° livello di approfondimento) vengono divise a secondo della zona geologica e successione stratigrafica.

Poiché siamo in presenza di sedimenti fini limoso-argilloso-sabbiosi fino alla profondità di m. 2-4 cui seguono sedimenti grossolani ghiaioso-sabbiosi presenti con intercalazioni più fini fino a circa m. 6-7 di profondità dove si riscontra il substrato marino della Marnoso-Arenacea miocenica (vedi sezione MZS-PSC) l'area in esame viene localizzata nell'ambito:

#### A2.1.1 - APPENNINO

Le tabelle relative al settore appenninico sono il riferimento per la stima semplificata dell'amplificazione stratigrafica nelle aree collinari e montane dell'Emilia-Romagna. Possono essere applicate anche nelle aree di pianura prossime al margine morfologico appenninico-padano dove le coperture detritiche continentali hanno spessore indicativamente non superiore a 50 m.

In caso di coperture direttamente poggianti su substrato rigido, ovvero *bedrock* sismico, generalmente caratterizzato da Vs ≥ 800 m/s, si devono usare le seguenti tabelle

V <sub>sH</sub> (m/s) → H (m) ↓	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700
5	1.8	1.7	1.4	1.2	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
10	2.0	2.0	1.9	1.7	1.5	1.4	1.2	1.1	1.0	1.0
15	2.0	2.0	2.0	1.9	1.8	1.6	1.4	1.3	1.2	1.0
20	2.0	2.0	2.0	2.0	1.9	1.7	1.6	1.4	1.3	1.0
25	2.0	2.0	2.0	1.9	1.8	1.8	1.6	1.5	1.3	1.0
30	1.9	1.9	1.9	1.8	1.7	1.7	1.6	1.5	1.4	1.2
35	1.9	1.9	1.9	1.9	1.7	1.6	1.6	1.4	1.4	1.2
40	1.9	1.9	1.9	1.9	1.7	1.6	1.6	1.4	1.4	1.2
50	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.6	1.6	1.4	1.4	1.2

Fattore di Amplificazione **PGA**

V <sub>sH</sub> (m/s) → H (m) ↓	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700
5	1.7	1.4	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
10	2.1	2.0	1.7	1.4	1.2	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0
15	2.2	2.2	2.0	1.8	1.5	1.4	1.2	1.1	1.0	1.0
20	2.2	2.2	2.2	2.0	1.8	1.6	1.4	1.3	1.1	1.1
25	2.2	2.2	2.2	2.1	1.9	1.7	1.6	1.4	1.3	1.1
30	2.2	2.2	2.1	2.0	1.8	1.6	1.5	1.3	1.2	1.2
35	2.1	2.1	2.1	2.1	1.9	1.7	1.5	1.4	1.2	1.2
40	2.1	2.1	2.1	2.0	1.9	1.7	1.6	1.4	1.2	1.2
50	2.0	2.0	2.0	2.0	1.9	1.7	1.6	1.5	1.2	1.2

Fattore di Amplificazione **SA1** (0.1s ≤ T ≤ 0.5s)

V <sub>sH</sub> (m/s) → H (m) ↓	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700
5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
10	1.2	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
15	1.4	1.3	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
20	2.0	1.5	1.3	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
25	2.7	1.9	1.5	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0
30	2.5	1.8	1.4	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0
35	3.1	2.3	1.5	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0
40	3.4	2.9	1.9	1.5	1.3	1.2	1.2	1.1	1.0	1.0
50	3.5	3.3	2.8	1.8	1.6	1.4	1.3	1.2	1.1	1.0

Fattore di Amplificazione **SA3** (0.7s ≤ T ≤ 1.1s)

V <sub>sH</sub> (m/s) → H (m) ↓	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700
5	1.5	1.2	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
10	2.1	2.0	1.6	1.3	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
15	2.4	2.3	2.1	1.7	1.4	1.3	1.1	1.0	1.0	1.0
20	2.4	2.4	2.3	2.0	1.7	1.5	1.3	1.2	1.1	1.0
25	2.4	2.4	2.4	2.2	1.9	1.7	1.5	1.3	1.2	1.0
30	2.4	2.4	2.3	2.1	1.8	1.6	1.5	1.3	1.1	1.1
35	2.3	2.3	2.3	2.2	1.9	1.7	1.5	1.4	1.2	1.2
40	2.2	2.2	2.2	2.2	2.0	1.8	1.6	1.4	1.2	1.2
50	2.1	2.1	2.1	2.1	2.0	1.8	1.6	1.5	1.3	1.3

Fattore di Amplificazione **SI1** (0.1s ≤ T ≤ 0.5s)

V <sub>sH</sub> (m/s) → H (m) ↓	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700
5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
10	1.3	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
15	1.6	1.4	1.2	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
20	2.6	1.9	1.5	1.2	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
25	2.9	2.5	1.9	1.4	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0
30	2.9	2.3	1.6	1.4	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0
35	3.2	2.8	1.9	1.5	1.4	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0
40	3.4	3.1	2.4	1.8	1.5	1.4	1.2	1.1	1.0	1.0
50	3.2	3.2	2.9	2.2	1.9	1.6	1.4	1.3	1.1	1.1

Fattore di Amplificazione **SI2** (0.5s ≤ T ≤ 1.0s)

Considerando una VsH pari a: 420.00 e uno spessore H = ml. 15.00 si ottengono seguenti F.A.:

- accelerazione di picco orizzontale (PGA)<sup>1</sup>:

- intensità spettrale  $SA = \int_{T_1}^{T_2} A(T, \zeta) dT$

dove  $A$  è lo spettro di risposta in accelerazione,  $T$  è il periodo proprio e  $\zeta$  è lo smorzamento<sup>2</sup>; sono stati considerati quattro intervalli di periodo proprio  $T$  ottenendo quattro valori di intensità spettrale:

F.A. P.G.A.	<b>1.6</b>
F.A. SA1 0,1s<T<0,5s	<b>1.4</b>
F.A. SA2 0,4s<T<0,8s	<b>1</b>
F.A. SA3 0,7s<T<1,1s	<b>1</b>
F.A. SA4* 0,5s<T<1,5s	-
F.A. SI1 0,1s<T<0,5s	<b>1.3</b>
F.A. SI2 0,5s<T<1,0s	<b>1</b>
F.A. SI3* 0,5s<T<1,5s	-

- intensità spettrale  $SI = \int_{T_1}^{T_2} V(T, \zeta) dT$

dove  $V$  è lo spettro di risposta in velocità,  $T$  è il periodo proprio e  $\zeta$  è lo smorzamento<sup>3</sup>; sono stati considerati tre intervalli di periodo proprio  $T$  ottenendo tre valori di intensità spettrale:

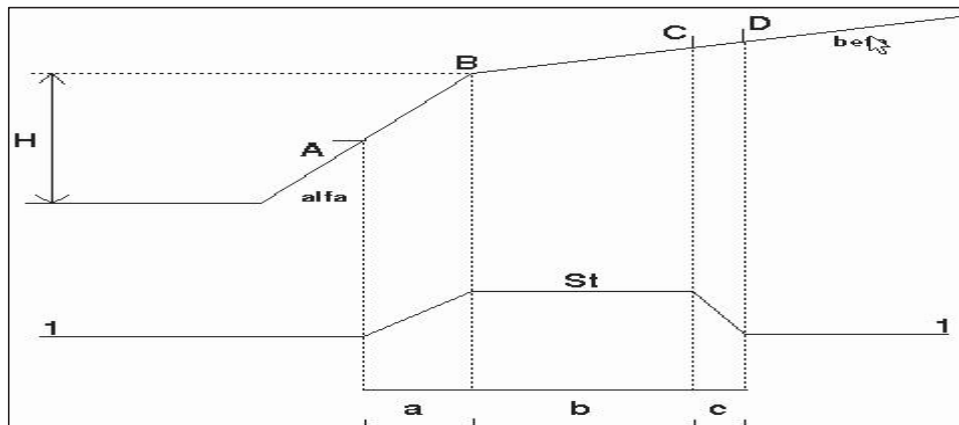
\*I fattori di amplificazione SA4 e SI3 sono richiesti per studi in aree di pianura e di costa.

### EFFETTI DELLA TOPOGRAFIA

Gli effetti topografici possono essere trascurati per pendii con inclinazione media inferiore a 15°.

Devono essere calcolati in caso di configurazioni geometriche bidimensionali e tridimensionali (cocuzzolo, cresta, dorsale allungata) di altezza H > 30 metri.

Per pendii con inclinazione maggiore di 15° la risposta sismica locale deve essere moltiplicata per un fattore St (coefficiente di amplificazione topografica) calcolato nel seguente modo



Angolo alfa = gradi° **70**      gradiente maggiore  
 Angolo beta = gradi° **4**      gradiente minore  
 Altezza H = ml. **12.00**

Per St si impone comunque un valore compreso tra 1,0 e 1,4:

**St = 1 + 0,8 x (alfa + beta - 0,40) sul segmento BC = 1.4**

dove:

b = valore minimo tra 20alfa e (H+10)/4 = ml. 5.50

alfa = gradiente della parte più ripida

beta = gradiente della parte meno ripida

St = 1,0 in A (a = H/3 = 4.00 ml.)

St = 1,0 in D (c = H/4 = 3.00 ml.)

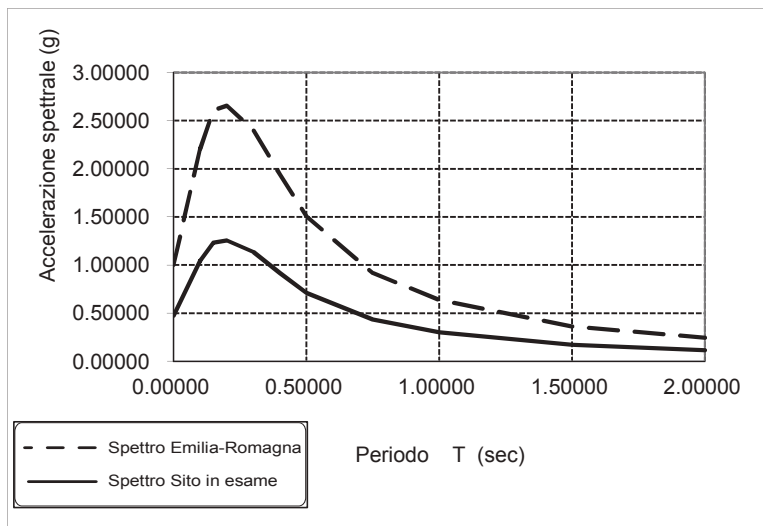
Riassumendo per il territorio preso in esame si ha:

<b>Comune:</b>	<b>BRISIGHELLA</b>		
<b>Zona sismica 2003:</b>	<b>2</b>		
<b>Accelerazione max orizz.: Arefg</b>	<b>0.211</b>	(Indirizzi microzonazione E-R; L.R.2015)	
<b>Vs30 (m/sec)</b>	<b>552.07</b>		
<b>Categoria di Suolo</b>	<b>B</b>	(D.M. 17.01.2018)	
<b>(PGA/PGAo) F.A. P.G.A.</b>	<b>1.6</b>	(da tab. D.GR. Em.Romagna n° 630/2019)	
<b>(SA/SAo) F.A. SA1</b>	<b>0,1s&lt;T&lt;0,5s</b>	<b>1.4</b>	
<b>(SA/SAo) F.A. SA2</b>	<b>0,4s&lt;T&lt;0,8s</b>	<b>1</b>	
<b>(SA/SAo) F.A. SA3</b>	<b>0,7s&lt;T&lt;1,1s</b>	<b>1</b>	
<b>(SA/SAo) F.A. SA4*</b>	<b>0,5s&lt;T&lt;1,5s</b>	<b>-</b>	
<b>(SI/Slo) F.A. SI1</b>	<b>0,1s&lt;T&lt;0,5s</b>	<b>1.3</b>	(intervalli di periodo per l'intensità di Housner per strutture basse max. 4-5 piani, regolari e rigide)
<b>(SI/Slo) F.A. SI2</b>	<b>0,5s&lt;T&lt;1,0s</b>	<b>1</b>	(intervalli di periodo per l'intensità di Housner per strutture più alte e flessibili)
<b>(SI/Slo) F.A. SI3*</b>	<b>0,5s&lt;T&lt;1,5s</b>	<b>-</b>	
<b>FATTORE St</b>	<b>1.4</b>	(coefficiente amplificazione topografica)	

Per la definizione del moto di riferimento (All. 4) viene riportata la forma dello spettro di risposta normalizzato rappresentativo del moto sismico atteso per un periodo di ritorno di 475 anni (con smorzamento pari al 5%) in Emilia-Romagna.

Dallo spettro di risposta normalizzato è possibile ottenere lo spettro di risposta a probabilità uniforme che descrive le caratteristiche del moto sismico atteso per **BRISIGHELLA** e per il sito in esame stimeremo lo spettro di risposta moltiplicando i valori spettro del comune per F.A. stimati in precedenza ottenendo una accelerazione max attesa al suolo di: **A max= g 0.4726**

T (s)	Sa/aref	Sa/PGA
0.00000	1.00000	0.47264
0.10000	2.21000	1.04453
0.15000	2.60800	1.23265
0.20000	2.65620	1.25543
0.30000	2.40330	1.13590
0.40000	1.93940	0.91664
0.50000	1.50500	0.71132
0.75000	0.91720	0.43351
1.00000	0.63590	0.30055
1.50000	0.36080	0.17053
2.00000	0.24620	0.11636

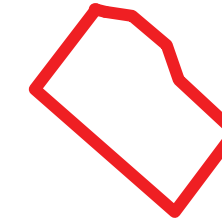




CARTA  
GEOLOGICA  
IDROGEOLOGICA

Scala 1:5.000

LEGENDA:



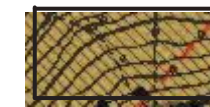
Area in  
esame



Terrazzo fluviale  
del IV° ordine F. Lamone



Terrazzo fluviale  
del III° ordine F. Lamone



Formazione  
Marnoso-Arenacea  
miocenica



Pendenza  
stratificazione



Scarpata antropica  
e/o d'erosione



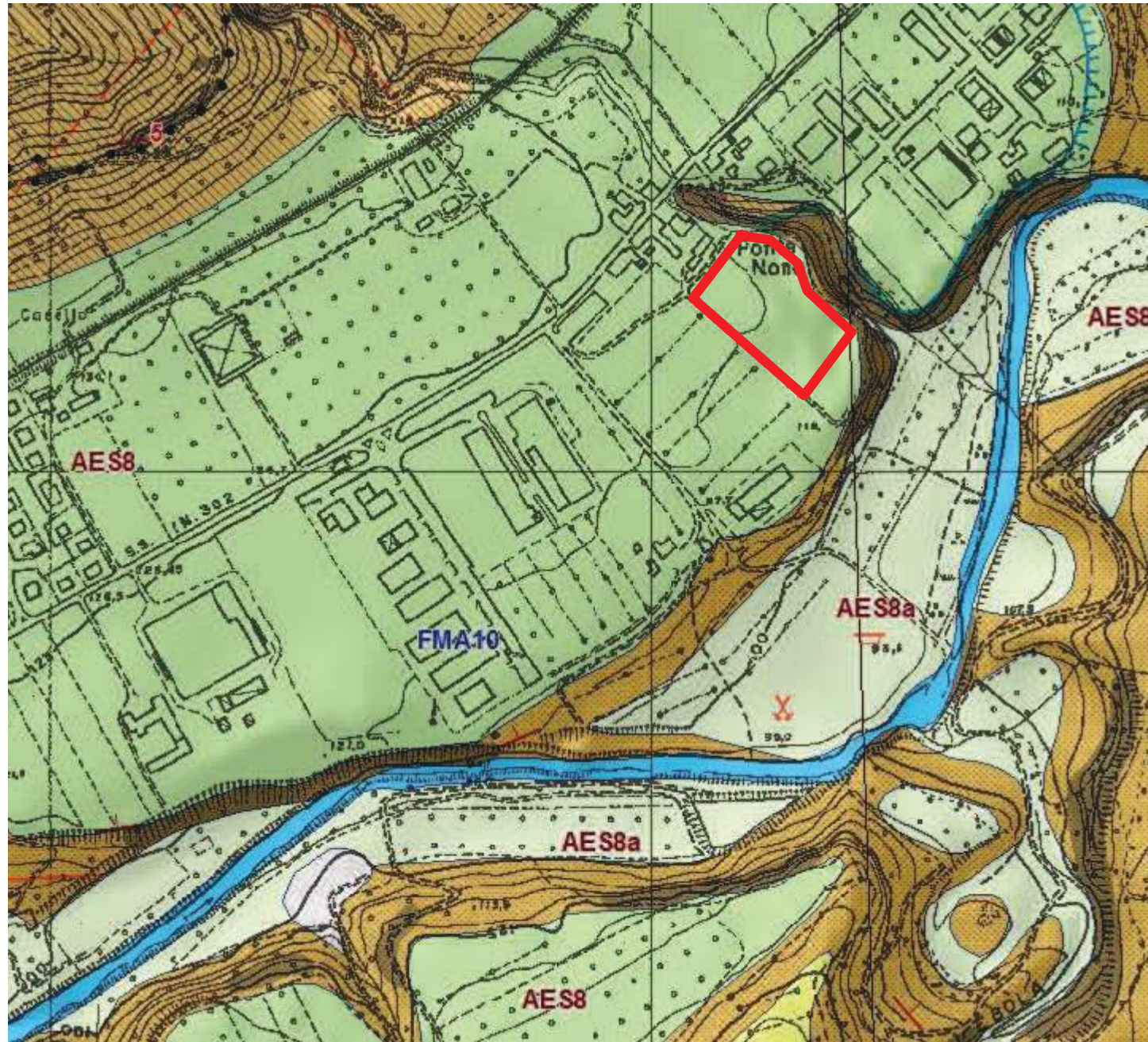
Alveo  
F. Lamone



Scarpata separazione  
terrazzo fluviale



Faglia  
presunta

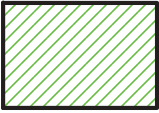


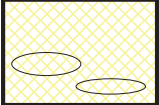
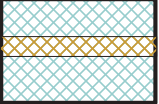


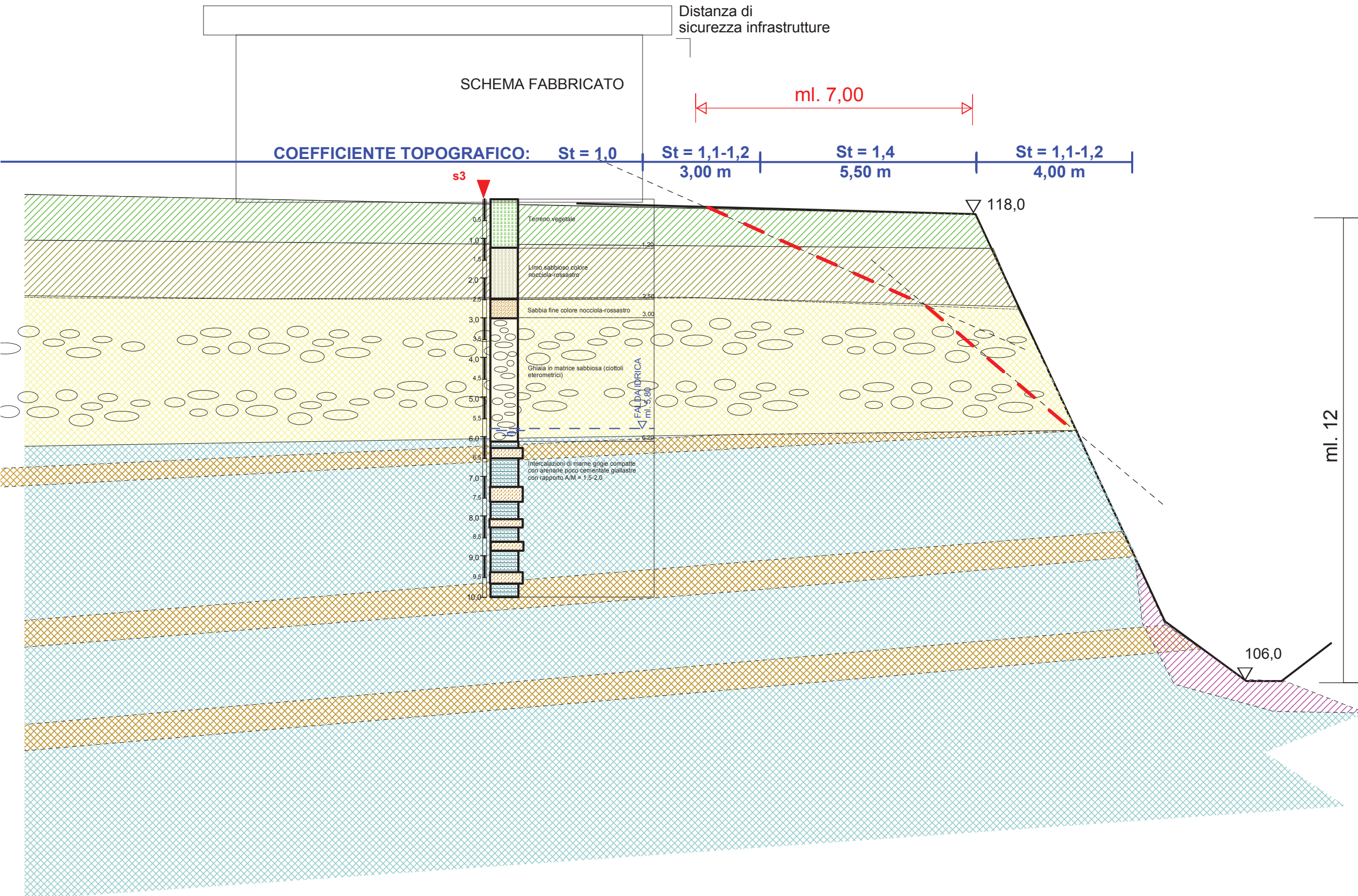


VALUTAZIONE DI STABILITA'

Scala 1:100

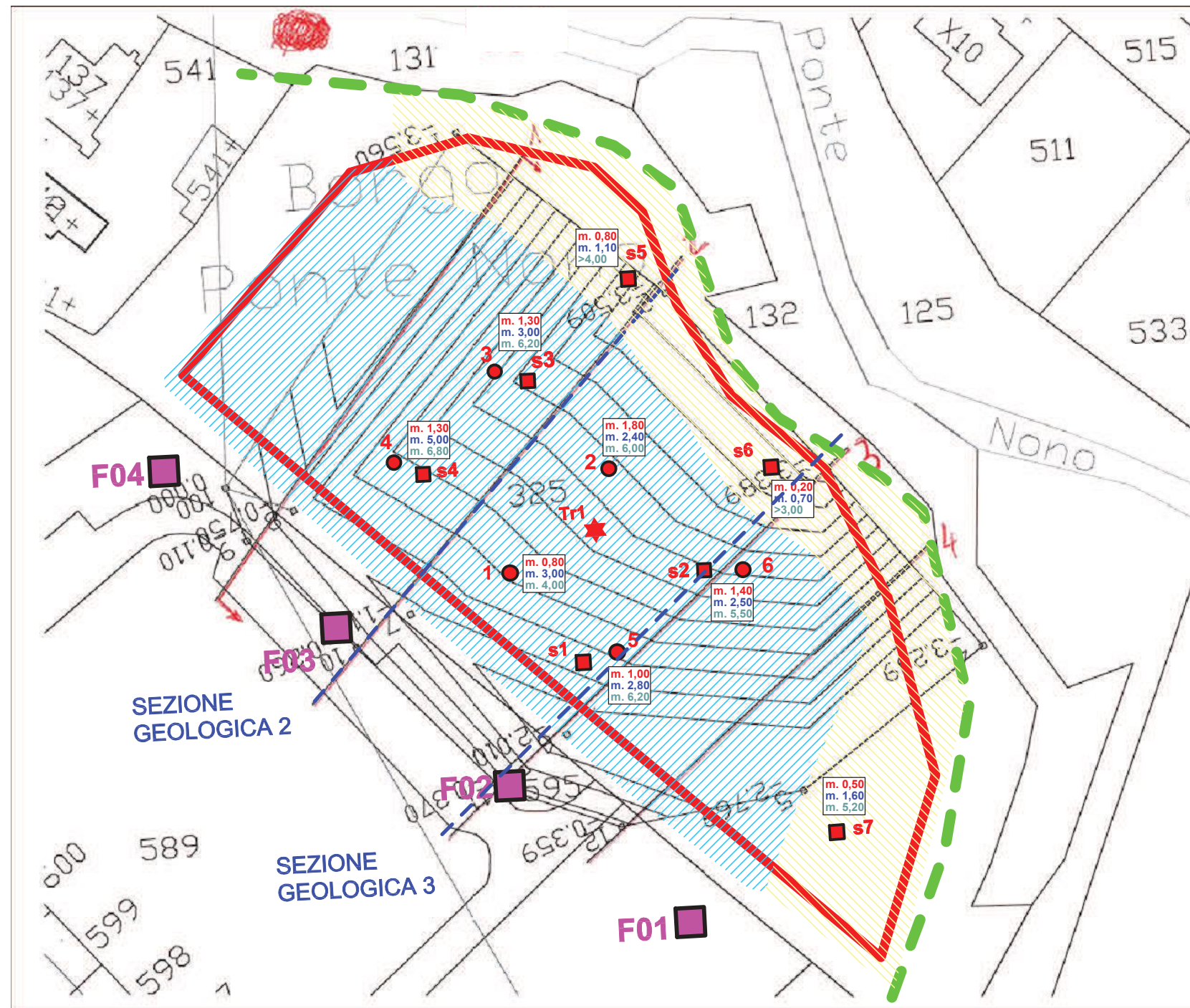
LEGENDA:

-  Terreno argilloso-limoso rimaneggiato e/o fratturato
-  Accumulo sciolto alla base versante
-  Intercalazioni Argilloso-limose da normalmente consistenti a sovraconsolidate
-  Banco di ghiaia e sabbia addensato
-  Formazione Marnoso-arenacea (substrato)



CARTA DI  
 ZONIZZAZIONE  
 GEOTECNICA

Scala 1:1.000



LEGENDA:

- Area in esame
- 1 ● Prove penetrometriche dinamiche
- s1 ■ Sondaggio a carotaggio continuo 2019
- F01 ■ Sondaggi PRG1996
- Tr1 ★ Prova sismica passiva HVSR
- Ciglio superiore scarpata d'erosione

ZONIZZAZIONE GEOTECNICA

Profondità dal p.c.:

- m. 0,80 Spessore litotipo rimaneggiato insufficientemente addensato (Rpm = 5-8 daN/cm<sup>q</sup>)
- m. 1,10 Profondità tetto terreni a caratteristiche geomeccaniche ottime (banco di ghiaia e sabbia) con resistenza alla compressione 150-200 daN/cm<sup>q</sup>
- Profondità compresa tra m. 0,50 e m. 1,00
- Profondità compresa tra m. 3,00 e m. 5,00
- m. 4,00 Profondità substrato roccioso Marnoso-Arenaceo (Rpm <250 daN/cm<sup>q</sup>)



## MICROZONAZIONE SISMICA

### Carta delle frequenze naturali dei terreni

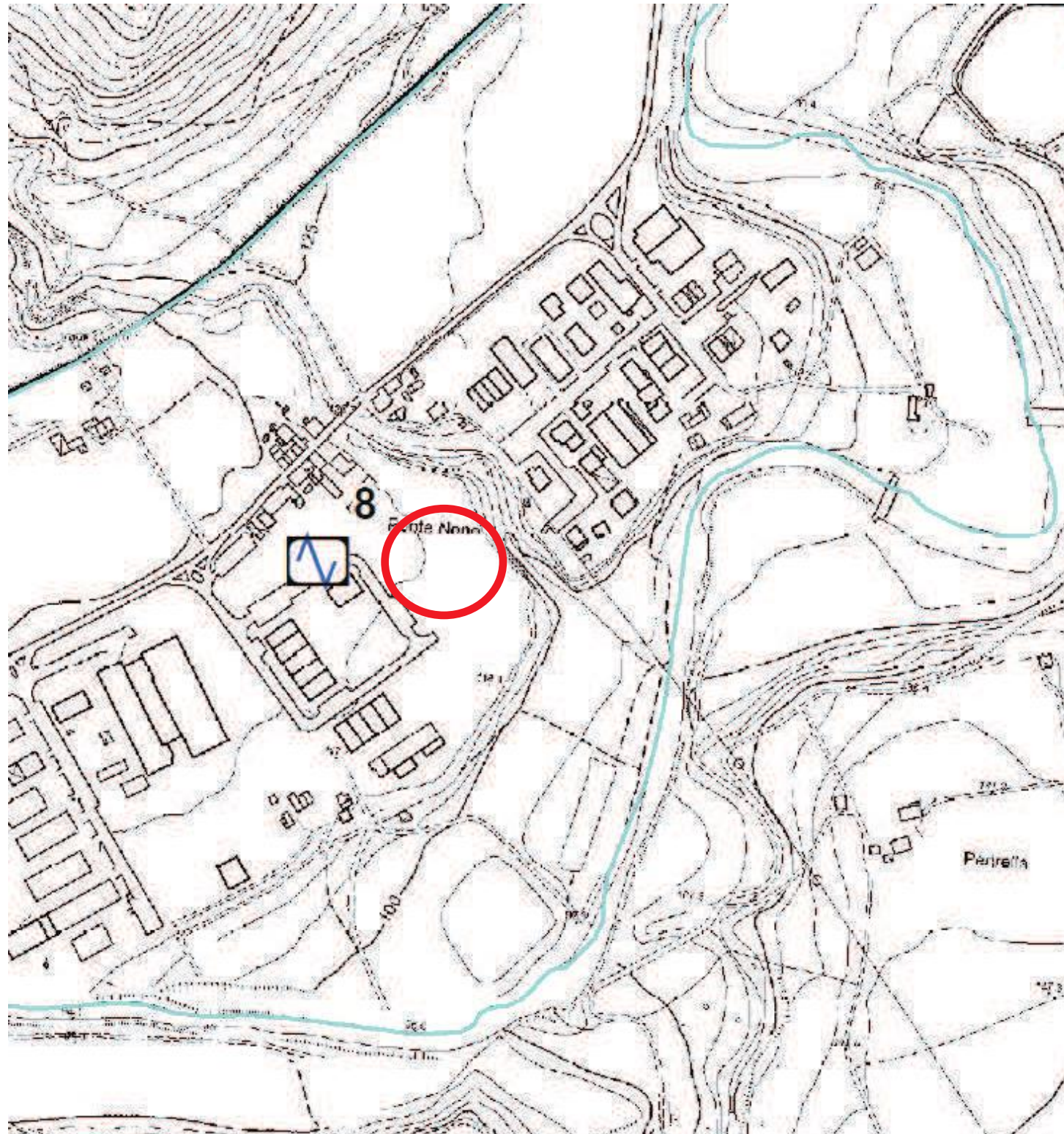
scala 1 : 10.000

Regione Emilia-Romagna  
Unione della Romagna Faentina  
Comune di Brisighella



Tavola 3a

Regione	Soggetto realizzatore	Data
Emilia-Romagna	Studio di Geologia Gabriele Tarabusi	9/10/2015
	Elaborazione cartografica Sofia Gamberi	



### Legenda

#### Punti di misura di rumore ambientale

- Misura di microtremore a stazione singola con valore della frequenza di risonanza fondamentale  $f_0$ . Ampiezza massima  $< 3$ .
- Misura di microtremore a stazione singola con valore della frequenza di risonanza fondamentale  $f_0$ . Ampiezza massima  $\geq 3$ .

Area intervento



# MICROZONAZIONE SISMICA

## Carta delle indagini

scala 1 : 10.000

Regione Emilia-Romagna

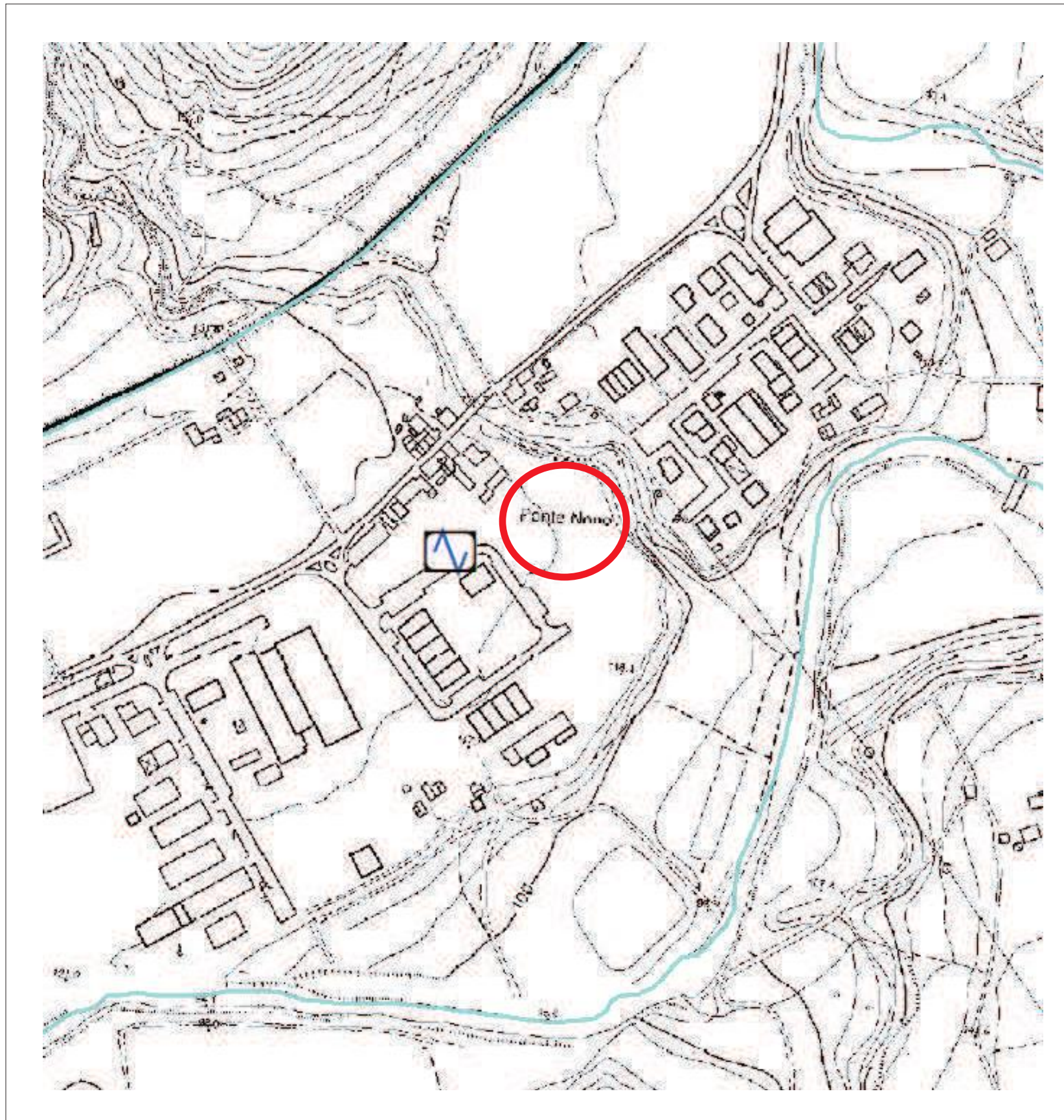
Unione della Romagna Faentina

Comune di Brisighella



Tavola 1a

Regione	Soggetto realizzatore	Data
Emilia-Romagna	Studio di Geologia Gabriele Tarabusi	9/10/2015
	Elaborazione cartografica Sofia Gamberi	



## Legenda

-  MASW
  -  Prova penetrometrica statica con punta meccanica (CPT)
  -  Prova penetrometrica dinamica leggera
  -  Sondaggio a carotaggio continuo
  -  Trincea o pozzetto esplorativo
  -  Stazione microtremore a stazione singola
-  **Area intervento**



# MICROZONAZIONE SISMICA

## Carta geologico - tecnica

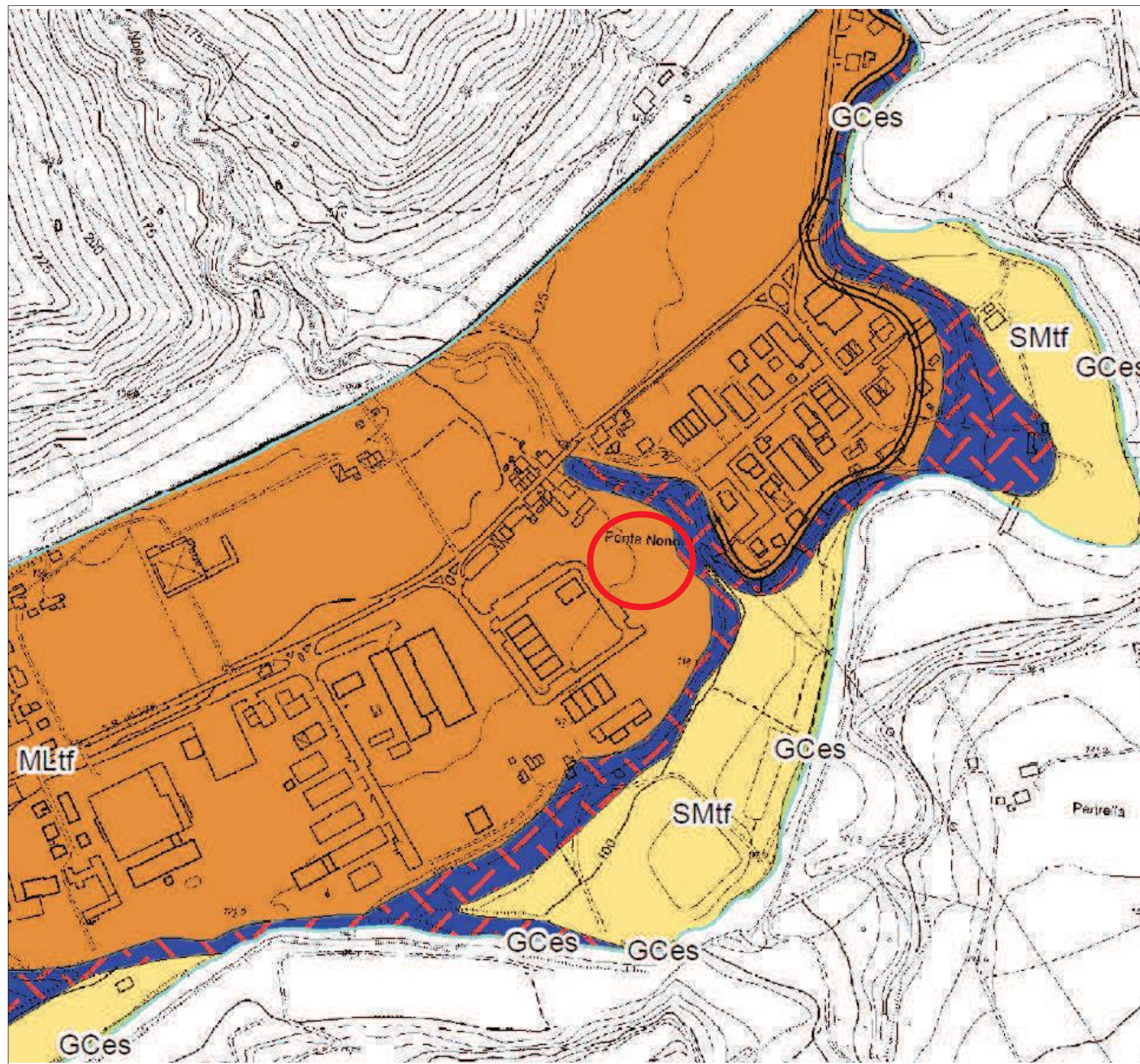
scala 1 : 10.000

Regione Emilia-Romagna  
Unione della Romagna Faentina  
Comune di Brisigella



Tavola 2a

Regione	Soggetto realizzatore	Data
Emilia-Romagna	Studio di Geologia Gabriele Tarabusi	9/10/2015
	Elaborazione cartografica Sofia Gamberi	



### Terreni di copertura

- GC** Tessiture prevalenti nei primi metri: ghiaie argillose, miscela di ghiaia, sabbia e argilla. Ambiente deposizionale di argine/barre/canali (es).
- SM** Tessiture prevalenti nei primi metri: sabbie limose, miscela di sabbia e limo. Ambiente deposizionale di terrazzo fluviale (tf).
- ML** Tessiture prevalenti nei primi metri: limi inorganici, sabbie fini limose o argillose e limi argillosi di bassa plasticità. Ambiente deposizionale di terrazzo fluviale (tf), eluvi/colluvi (ec), falda detritica (fd) o conoide detritica (cd).
- CL** Tessiture prevalenti nei primi metri: argille inorganiche di media-bassa plasticità, argille ghiaiose o sabbiose, argille limose, argille magre. Ambiente deposizionale di terrazzo fluviale (tf) o eluvi/colluvi (ec).

### Substrato geologico

- Lapideo stratificato molto fratturato /alterato

### Forme di superficie e sepolte

- Conoide alluvionale

- Orlo di terrazzo fluviale (10-20 m)

**Area intervento**



# MICROZONAZIONE SISMICA

## Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica

scala 1 : 10.000

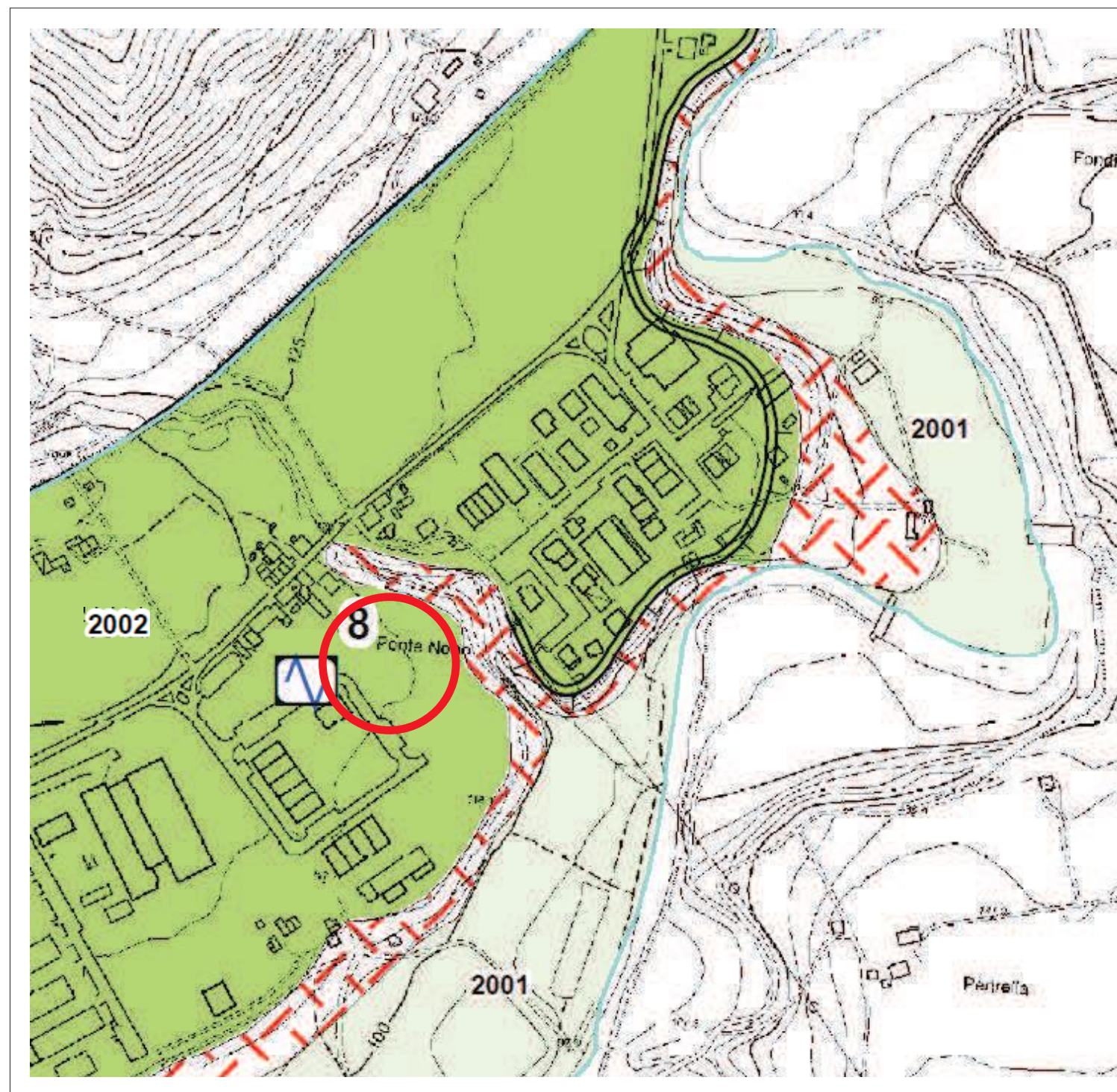
Regione Emilia-Romagna

Unione della Romagna Faentina  
Comune di Brisighella



Tavola 4a

Regione	Soggetto realizzatore	Data
Emilia-Romagna	Studio di Geologia Gabriele Tarabusi	9/10/2015
	Elaborazione cartografica Sofia Gamberi	



### Legenda

#### Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali

- 2099 Substrato geologico molto fratturato o alterato
- Area intervento**
- 2001 Zona 2001 - Piana terrazzata intravalliva o versante con limitate coperture alluvionali e colluviali fini e ghiaiose (AES7, AES8, AES8a) sovrastanti substrato marino "rigido", in parte "detensionato" (Formazione Marnoso-Arenacea / Formazione della Vena del Gesso). Spessore delle coperture: H=5 m (limitate alluvioni + bedrock alterato)
- 2002 Zona 2002 - Piana terrazzata intravalliva con successioni irregolari alluvionali e colluviali fini più o meno consistenti e parzialmente ghiaiose (AES7, AES8, AES8a), sovrastanti substrato marino "rigido", in parte "detensionato" (Formazione Marnoso-Arenacea). Spessore delle coperture: H=10 m (alluvioni + bedrock alterato)
- 2003 Zona 2003 - Piana terrazzata intravalliva con successioni irregolari alluvionali e colluviali fini più o meno consistenti e parzialmente ghiaiose (AES7, AES8, AES8a), sovrastanti substrato marino "rigido", in parte "detensionato" (Formazione Marnoso-Arenacea). Spessore delle coperture: H=20 m (alluvioni + bedrock alterato)
- 2004 Zona 2004 - Piana di fondovalle subattuale (AES8a) sovrastante substrato marino "non rigido" (Argille Azzurre). Spessore coperture: H=15 m (alluvioni + bedrock alterato).
- 2007 Zona 2007 - Piana terrazzata intravalliva con successioni di alluvioni fini più o meno consistenti e parzialmente ghiaiose (AES7, AES8) sovrastante substrato marino "non rigido" (Argille Azzurre). Spessore coperture: H=20 m (alluvioni + bedrock alterato).



# MICROZONAZIONE SISMICA

## Carta di microzonazione sismica Livello 2

scala 1 : 10.000

Regione Emilia-Romagna  
Unione della Romagna Faentina  
Comune di Brisighella



Tavola 6a - FAPGA

Regione	Soggetto realizzatore	Data
Emilia-Romagna	Studio di Geologia Gabriele Tarabusi	9/10/2015
	Elaborazione cartografica Sofia Gamberi	

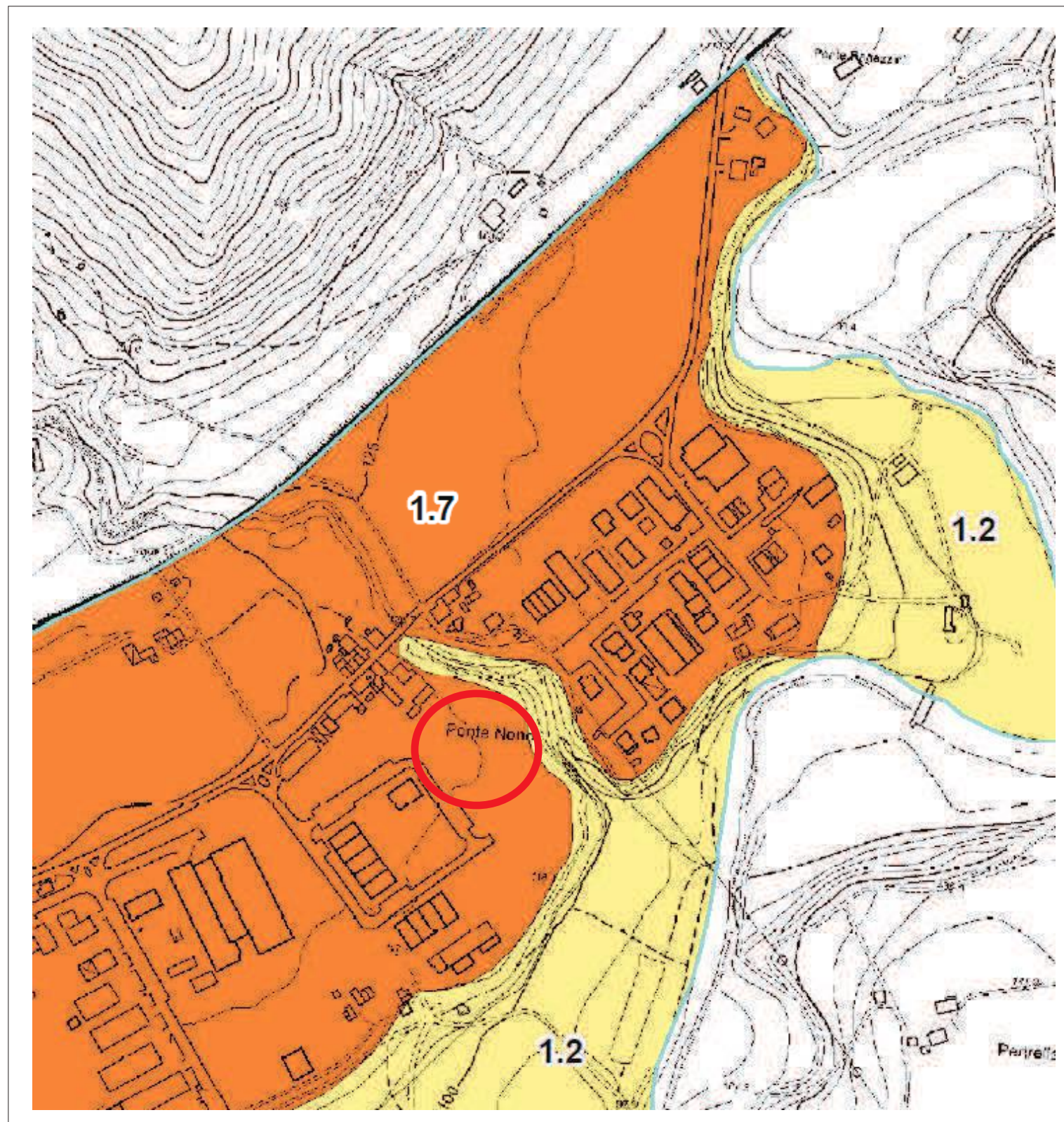
### Legenda

#### Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali

	FAPGA = 1.1 - 1.2		<b>Area intervento</b>
	FAPGA = 1.3 - 1.4		
	FAPGA = 1.5 - 1.6		
	FAPGA = 1.7 - 1.8		
	FAPGA = 1.9 - 2.0		
	FAPGA = 2.1 - 2.2		
	FAPGA = 2.3 - 2.4		
	FAPGA >= 2.5		

#### Zone di attenzione per instabilità

	ZAFR_A - Zona di attenzione per instabilità di versante attiva
	ZAFR_Q - Zona di attenzione per instabilità di versante quiescente





# MICROZONAZIONE SISMICA

## Carta di microzonazione sismica Livello 2

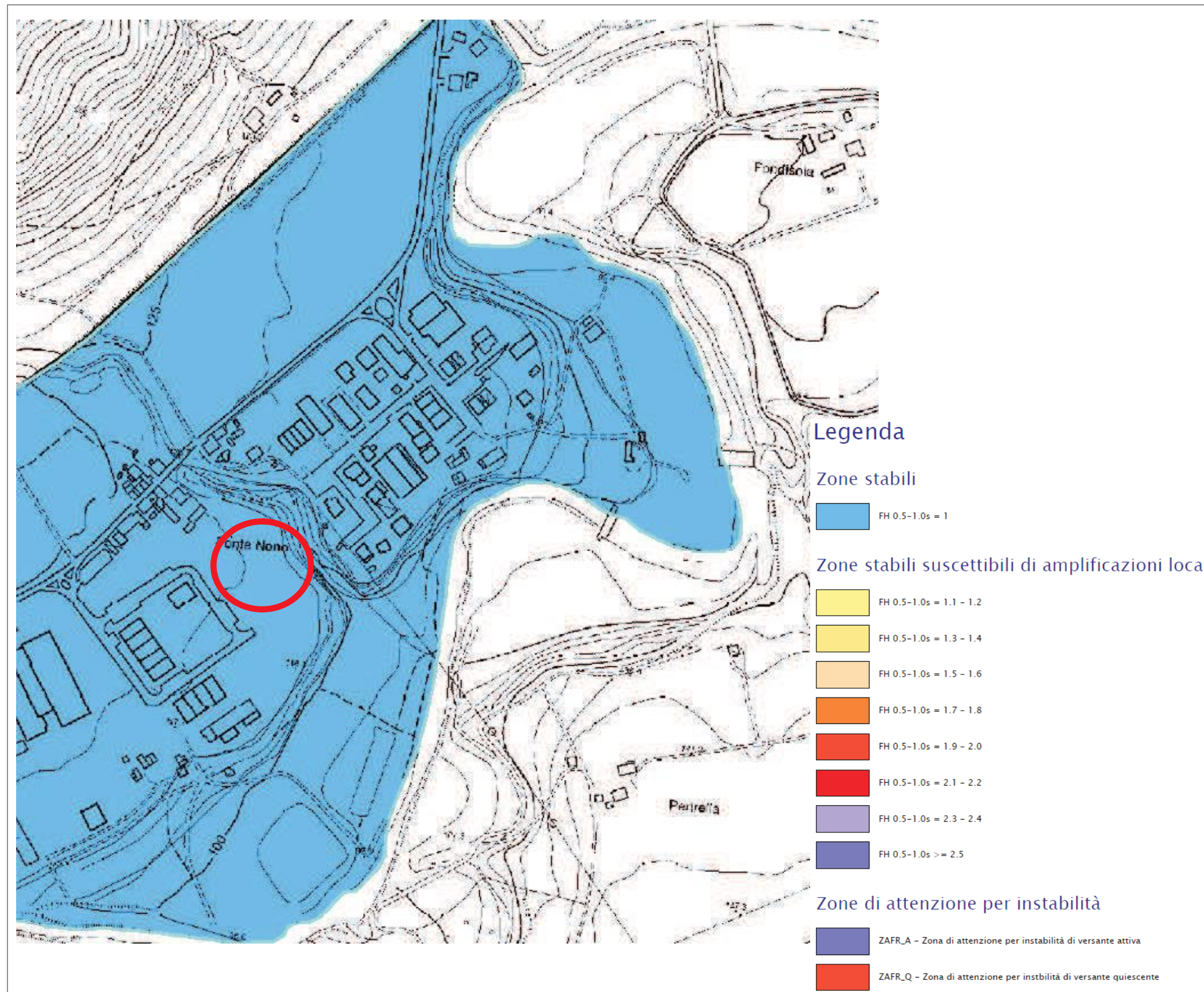
scala 1 : 10.000

Regione Emilia-Romagna  
 Unione della Romagna Faentina  
 Comune di Brisighella



Tavola 8a - FH 0.5-1.0s

Regione	Soggetto realizzatore	Data
Emilia-Romagna	Studio di Geologia Gabriele Tarabusi	9/10/2015
	Elaborazione cartografica Sofia Gamberi	



**Area intervento**



# MICROZONAZIONE SISMICA

## Carta di microzonazione sismica Livello 2

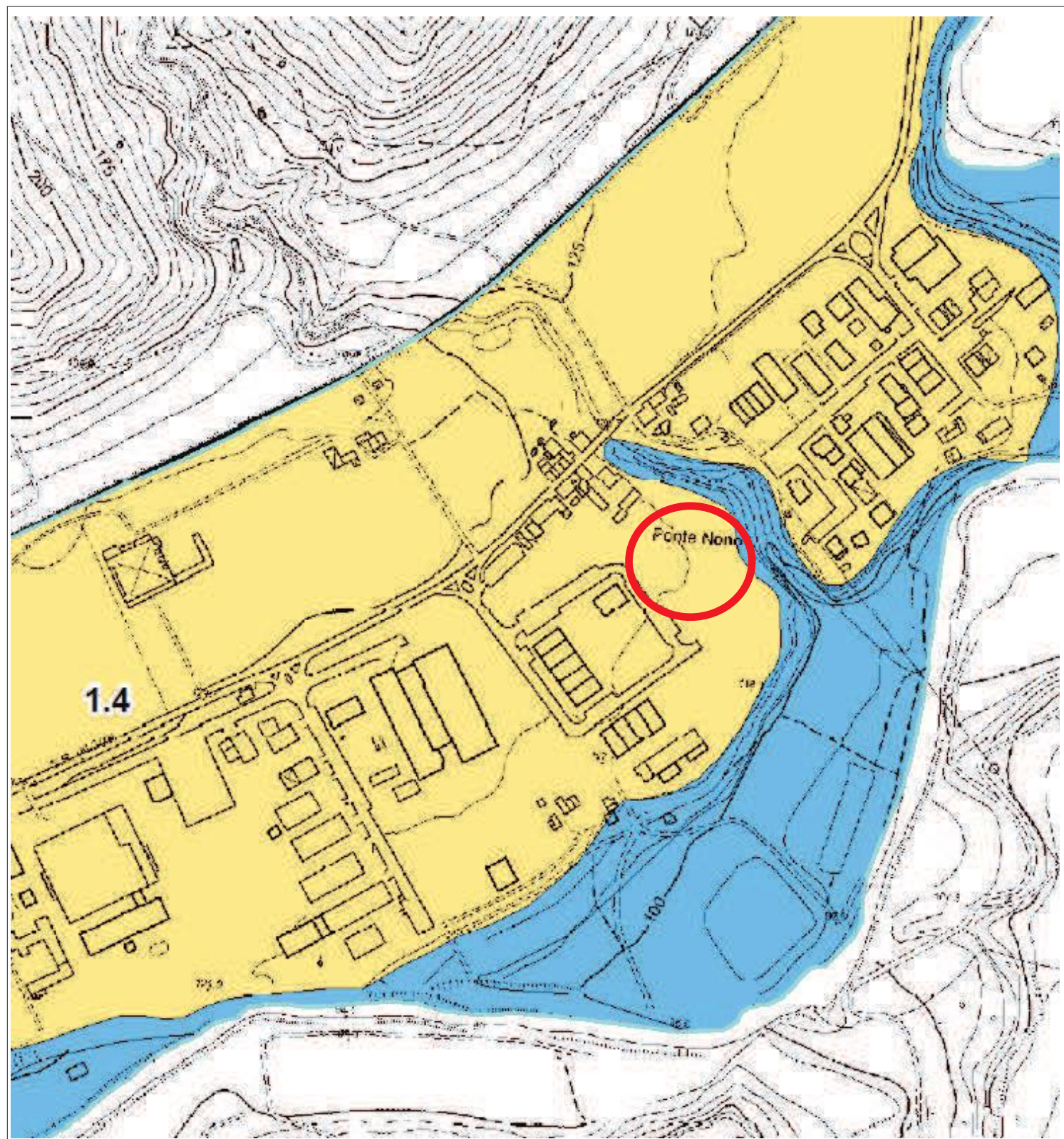
scala 1 : 10.000

Regione Emilia-Romagna  
 Unione della Romagna Faentina  
 Comune di Brisighella



Tavola 7a - FH<sub>0.1-0.5s</sub>

Regione	Soggetto realizzatore	Data
Emilia-Romagna	Studio di Geologia Gabriele Tarabusi	9/10/2015
	Elaborazione cartografica Sofia Gamberi	



### Legenda

#### Zone stabili

FH<sub>0.1-0.5s</sub> = 1

#### Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali

FH<sub>0.1-0.5s</sub> = 1.1 - 1.2

FH<sub>0.1-0.5s</sub> = 1.3 - 1.4

FH<sub>0.1-0.5s</sub> = 1.5 - 1.6

FH<sub>0.1-0.5s</sub> = 1.7 - 1.8

FH<sub>0.1-0.5s</sub> = 1.9 - 2.0

FH<sub>0.1-0.5s</sub> = 2.1 - 2.2

FH<sub>0.1-0.5s</sub> = 2.3 - 2.4

FH<sub>0.1-0.5s</sub> >= 2.5

#### Zone di attenzione per instabilità

ZAFR\_A - Zona di attenzione per instabilità di versante attiva

ZAFR\_Q - Zona di attenzione per instabilità di versante quiescente

**Area intervento**



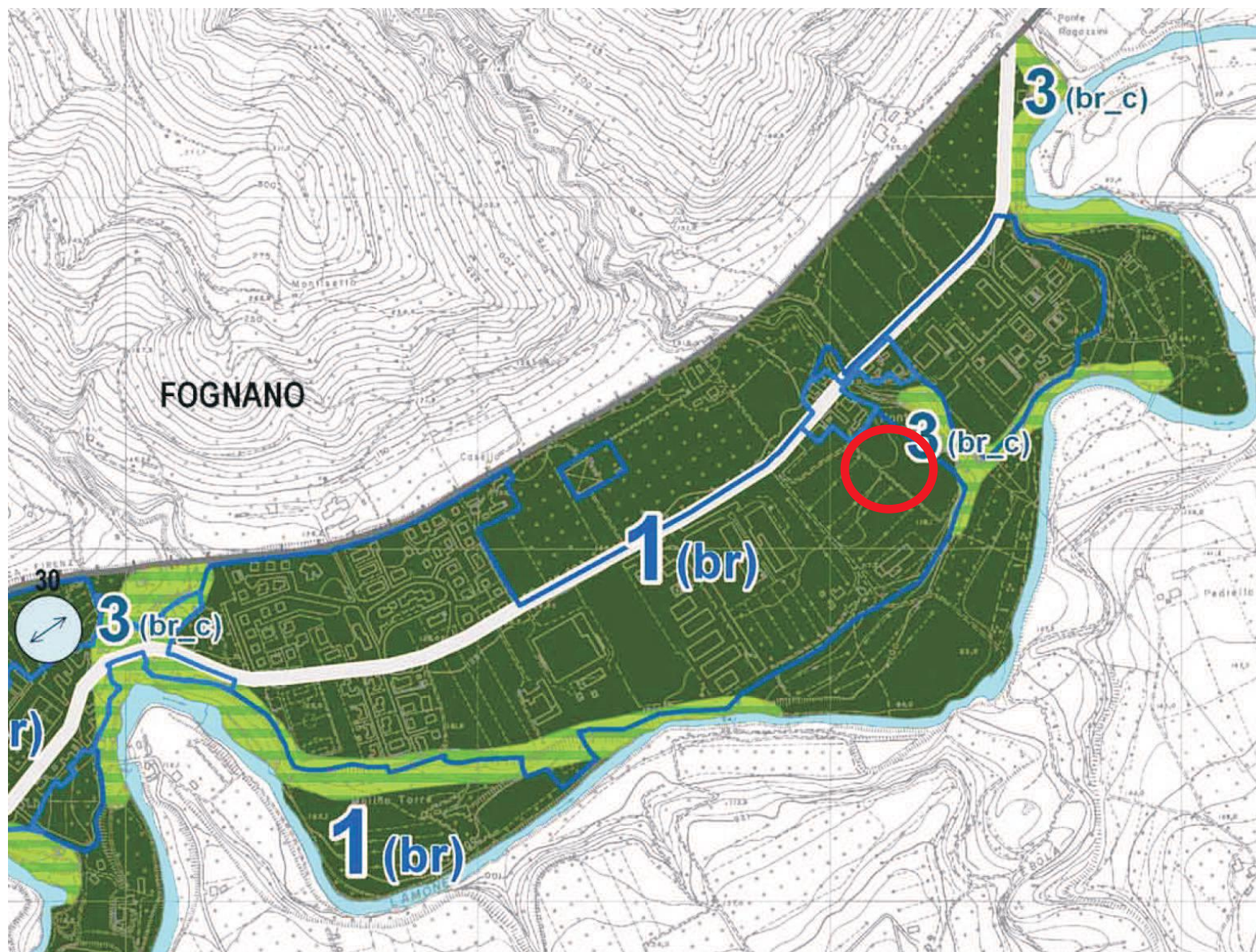
**B.3.3.2**

SISTEMA NATUARALE ED AMBIENTALE

**RISCHI NATURALI: carta di microzonazione sismica del Comune di Brisighella**

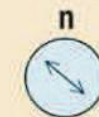
scala 1:10000

 Area intervento



**Microzonazione sismica - Il livello di approfondimento**

Indagini geognostiche e geofisiche "di approfondimento":<sup>1</sup>



Prova MASW

- 1 Il numero delle indagini geognostiche e geofisiche rimanda all'elenco e ai tabulati allegati alla cartografia
- 2 Il Fattore di Amplificazione Sismica (FA), riportato nelle tavole, è relativo all'intervallo spettrale 0.1s < to < 0.5s
- 3 Il Fattore di Amplificazione Sismica (FA) per i pendii con inclinazione > 15° e con amplificazione stratigrafica pari ad 1 è calcolato in funzione del coefficiente di amplificazione topografica St

Zone di amplificazione stratigrafica:<sup>2</sup>

**1 (br)**

FA = 1

Ambito di piana terrazzata intravalliva e di fondovalle, con coperture alluvionali e colluviali regolari e poggianti a poca profondità su substrato marino "rigido" (Formazione Marnoso-Arenacea)

**3 (br\_a)**

FA<sub>0,1-0,5s</sub> = 1,4

Ambito interno di piana terrazzata intravalliva, con coperture alluvionali e colluviali irregolari e poggianti a profondità variabile tra 10/>20m su substrato marino "rigido" (Formazione Marnoso-Arenacea) (Centro Storico di Brisighella p.p.)

**3 (br\_b)**

FA<sub>0,1-0,5s</sub> = 1,4

Ambito di piana di fondovalle subattuale (AES8a), con substrato marino "non rigido" (Argille Azzurre) a profondità di pochi metri

**6 (br)**

FA<sub>0,1-0,5s</sub> = 1,7

Ambito di piana terrazzata intravalliva con successioni di alluvioni fini più o meno compatte e parzialmente ghiaiose (AES7, AES8), poggianti a profondità variabile tra 5/>10m su substrato marino "non rigido" (Argille Azzurre)

Zone di amplificazione topografica:<sup>3</sup>

**2 (br)**

FA<sub>0,1-0,5s</sub> = 1,2

Ambito di modesta scarpata fluviale, in corrispondenza di alluvioni poggianti a poca profondità su substrato marino "rigido" (Formazione Marnoso-Arenacea)

**3 (br\_c)**

FA<sub>0,1-0,5s</sub> = 1,4

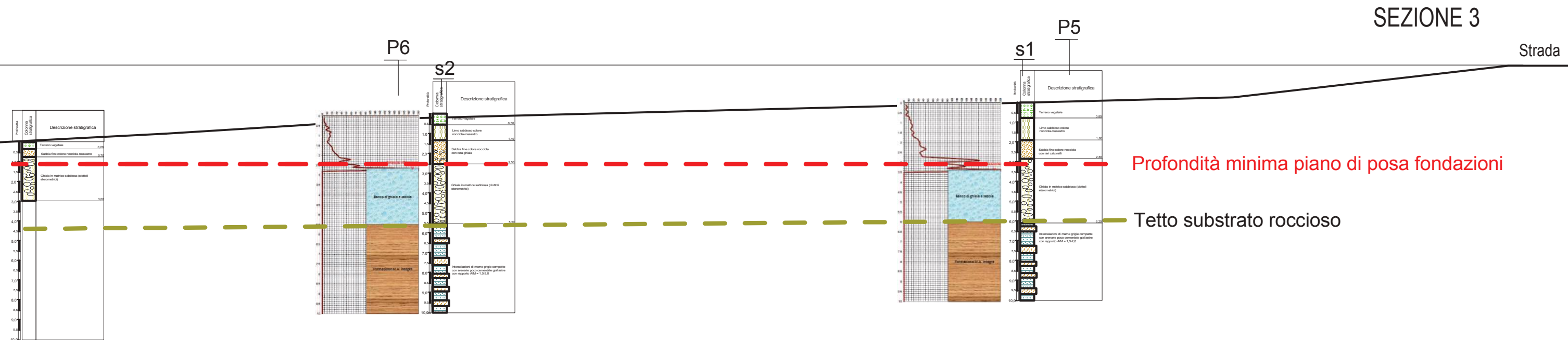
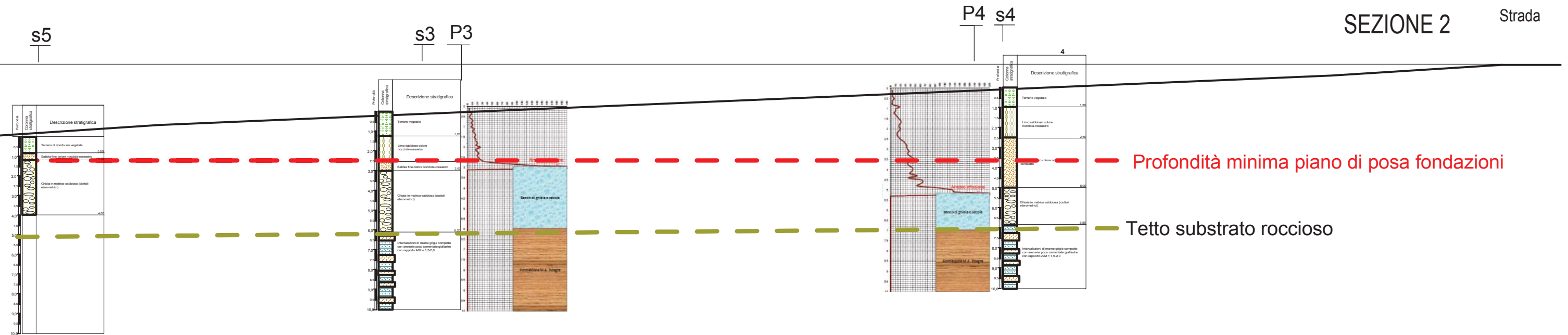
Ambito di marcata scarpata fluviale, in corrispondenza di alluvioni poggianti a poca profondità su substrato marino "rigido" (Formazione Marnoso-Arenacea)

**3 (br\_d)**

FA<sub>0,1-0,5s</sub> = 1,4

Ambito di marcato rilievo morfologico modellato su substrato gessoso "fratturato" (Formazione Gessoso-Solfifera) (Colli di Brisighella)





CARTA  
UBICAZIONE  
PROVE

Scala 1:1.000



LEGENDA:



Area in esame

1 ●

Prove penetrometriche  
dinamiche

s1 ■

Sondaggio a carotaggio  
continuo 2019

F01 ■

Sondaggi PRG1996

Tr1 ★

Prova sismica  
passiva HVSR



Ciglio superiore  
scarpata d'erosione



# Prova Penetrometrica dinamica DPL30 n°

1

## CARATTERISTICHE STRUMENTALI:

Massa battente = 30 kg.  
Altezza caduta = 20 cm.  
Sezione punta = 10 cmq

Committente:

SPADA

Località:

Via Ponte Nono

Comune:

BRISIGHELLA

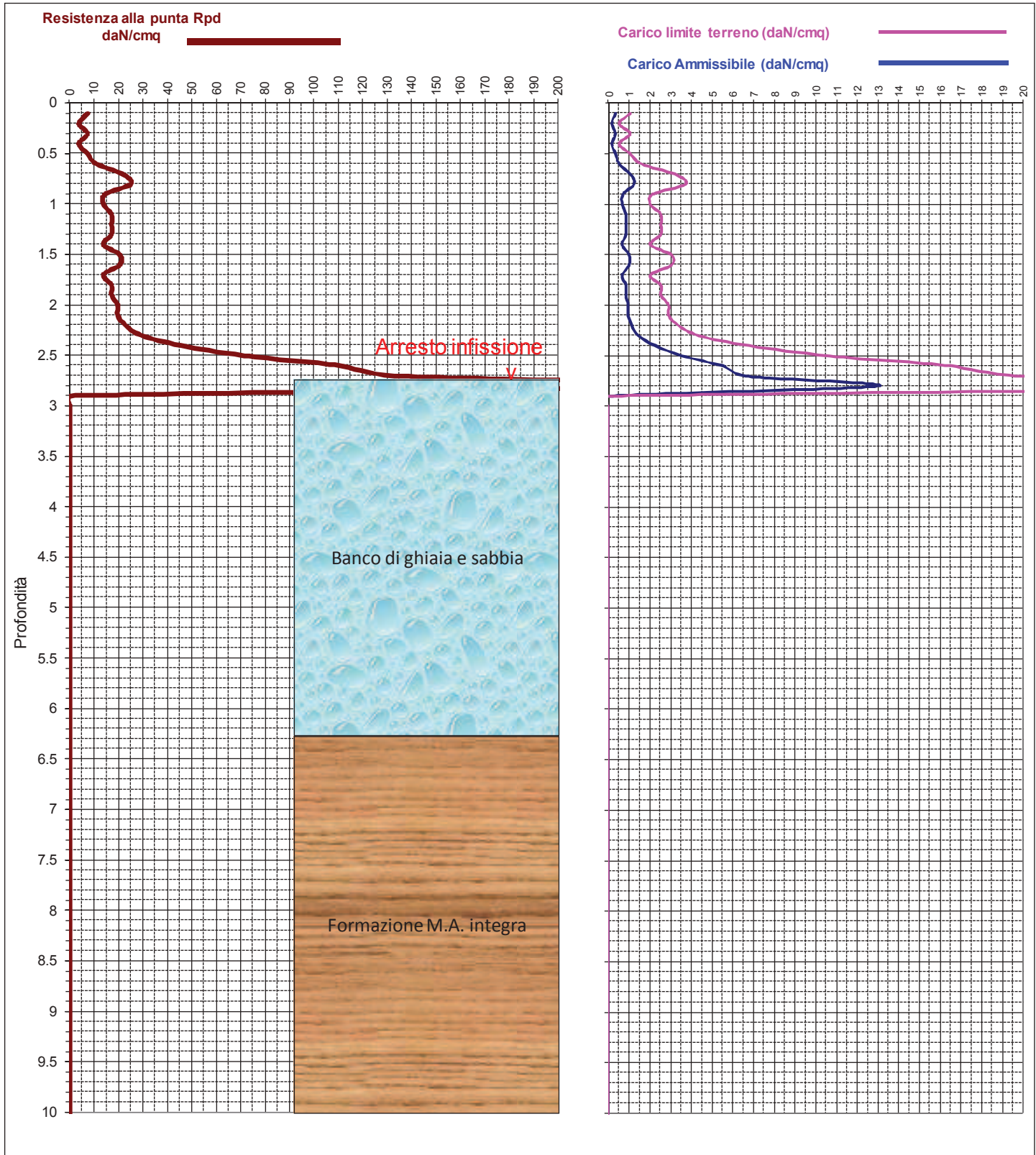
Data:

18.04.2019

- Coeff. di sicurezza = 20

Profondità Falda: ml.

5.80



# Prova Penetrometrica dinamica DPL30 n°

2

## CARATTERISTICHE STRUMENTALI:

Massa battente = 30 kg.  
Altezza caduta = 20 cm.  
Sezione punta = 10 cmq

Committente:

SPADA

Località:

Via Ponte Nono

Comune:

BRISIGHELLA

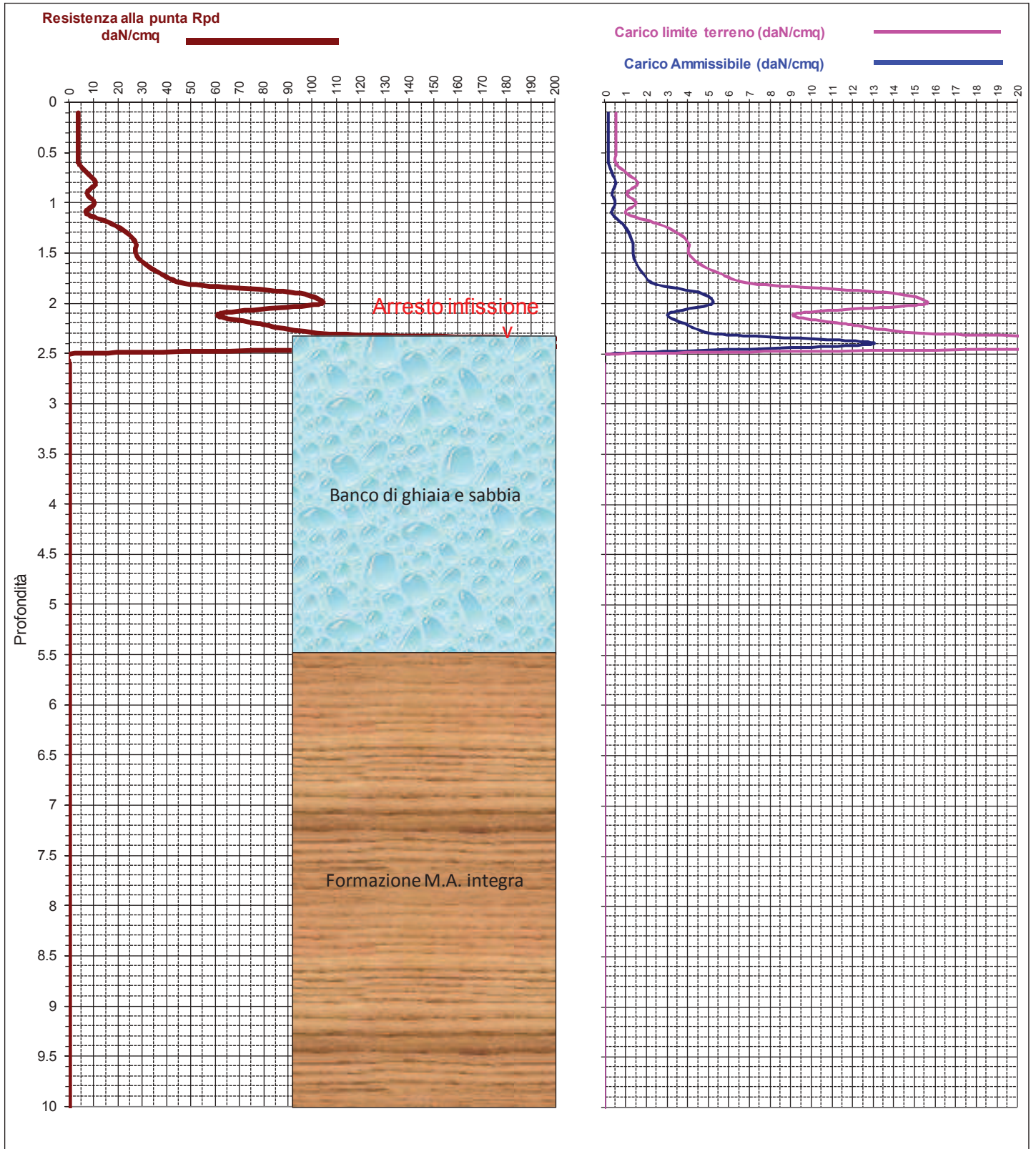
Data:

18.04.2019

- Coeff. di sicurezza = 20

Profondità Falda: ml.

5.50



## CARATTERISTICHE STRUMENTALI:

Massa battente = 30 kg.  
 Altezza caduta = 20 cm.  
 Sezione punta = 10 cmq

Committente:

SPADA

Località:

Via Ponte Nono

Comune:

BRISIGHELLA

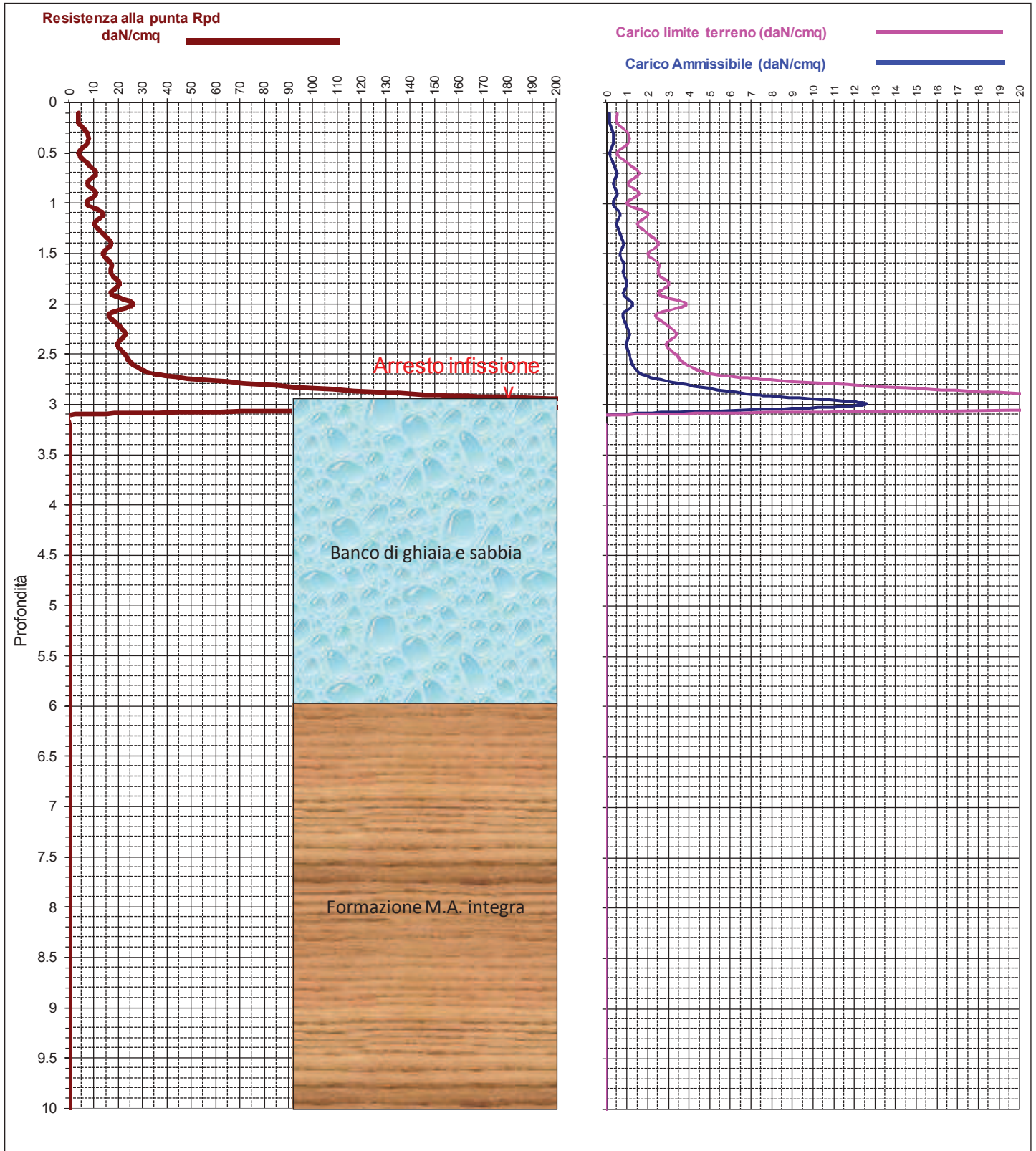
Data:

18.04.2019

- Coeff. di sicurezza = 20

Profondità Falda: ml.

5.50





# Prova Penetrometrica dinamica DPL30 n°

4

## CARATTERISTICHE STRUMENTALI:

Massa battente = 30 kg.  
Altezza caduta = 20 cm.  
Sezione punta = 10 cmq

Committente:

SPADA

Località:

Via Ponte Nono

Comune:

BRISIGHELLA

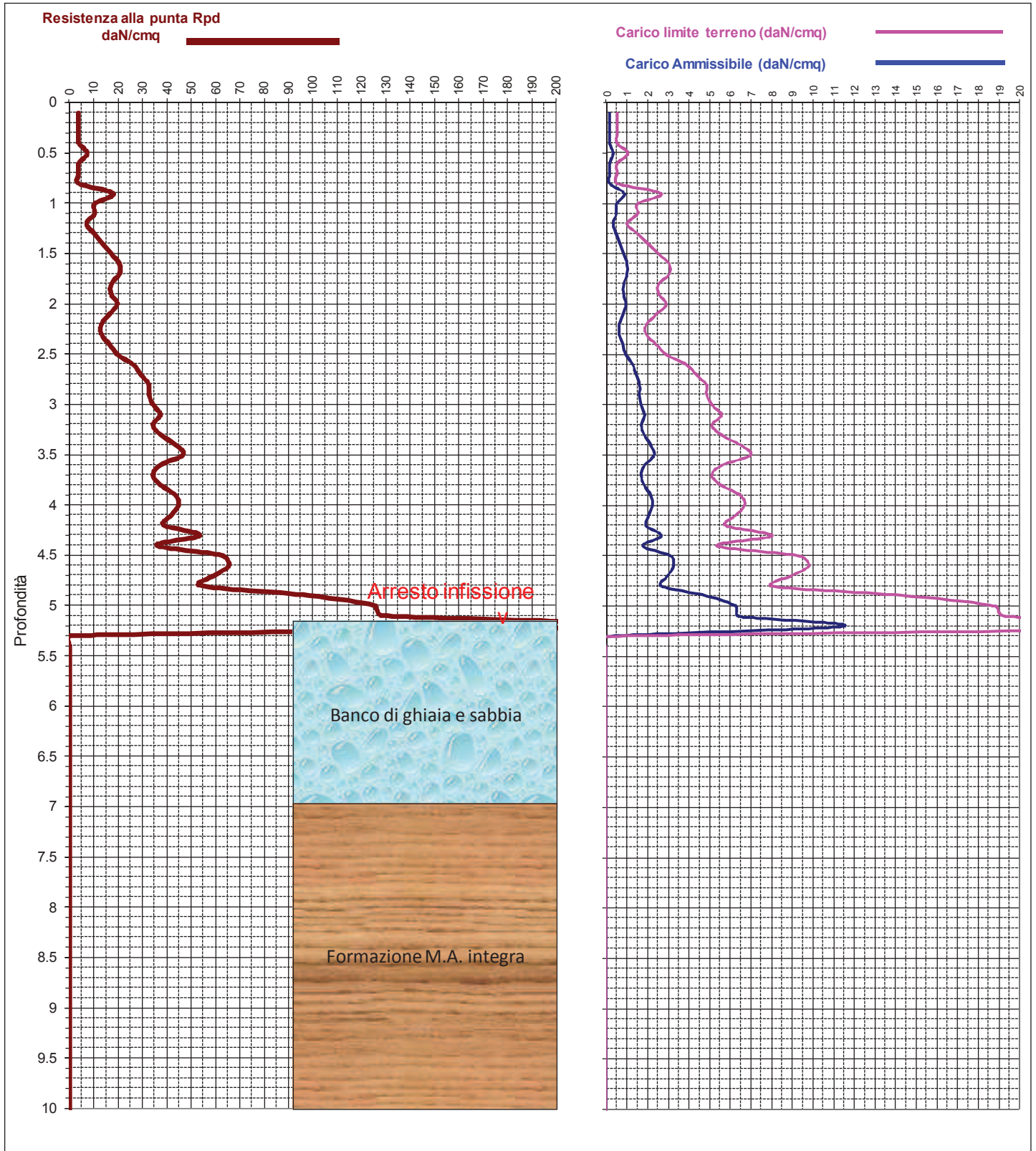
Data:

18.04.2019

- Coeff. di sicurezza = 20

Profondità Falda: ml.

6.50



# Prova Penetrometrica dinamica DPL30 n°

5

## CARATTERISTICHE STRUMENTALI:

Massa battente = 30 kg.  
Altezza caduta = 20 cm.  
Sezione punta = 10 cmq

Committente:

SPADA

Località:

Via Ponte Nono

Comune:

BRISIGHELLA

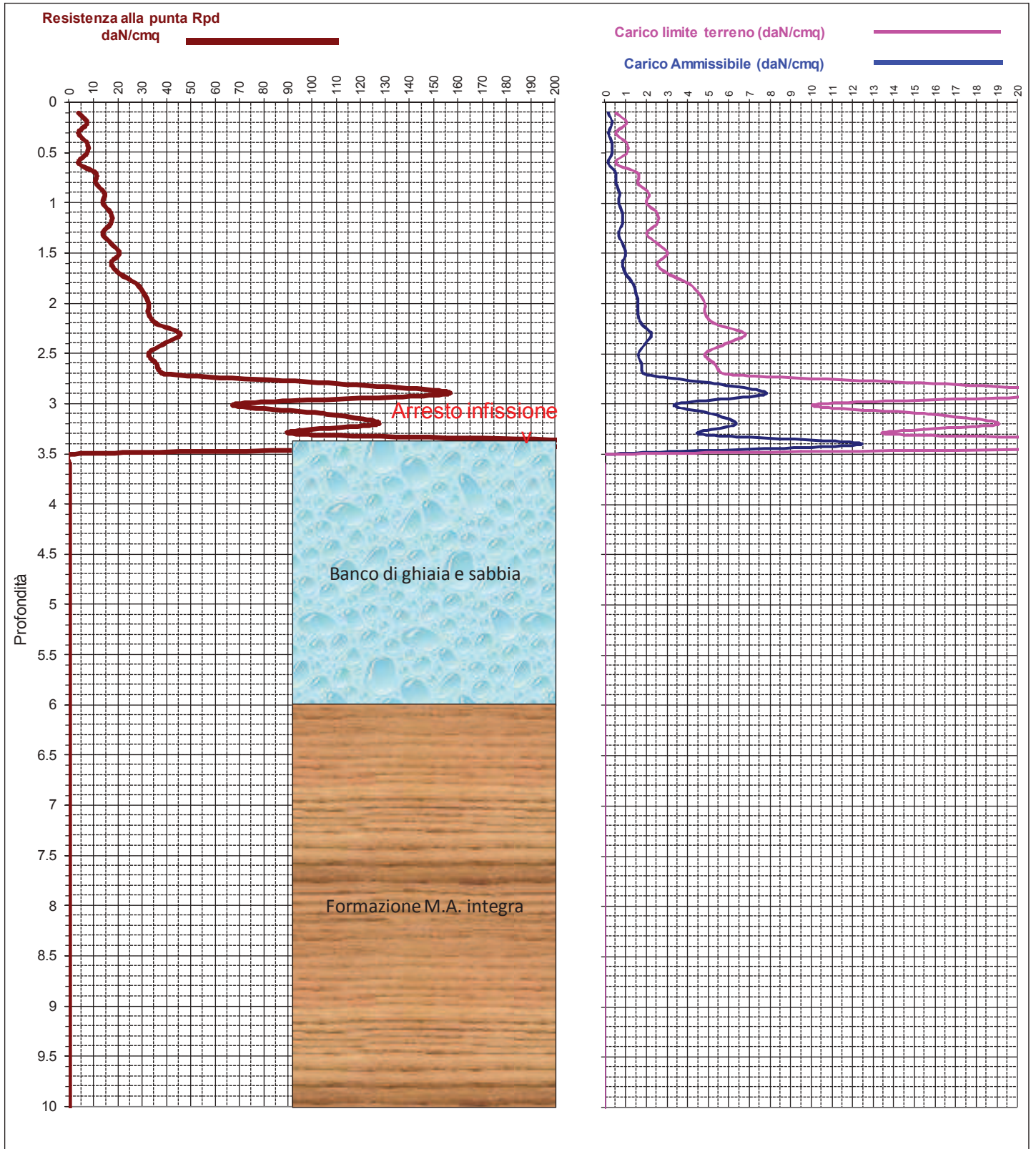
Data:

18.04.2019

- Coeff. di sicurezza = 20

Profondità Falda: ml.

5.50





# Prova Penetrometrica dinamica DPL30 n°

6

## CARATTERISTICHE STRUMENTALI:

Massa battente = 30 kg.  
Altezza caduta = 20 cm.  
Sezione punta = 10 cmq

Committente:

SPADA

Località:

Via Ponte Nono

Comune:

BRISIGHELLA

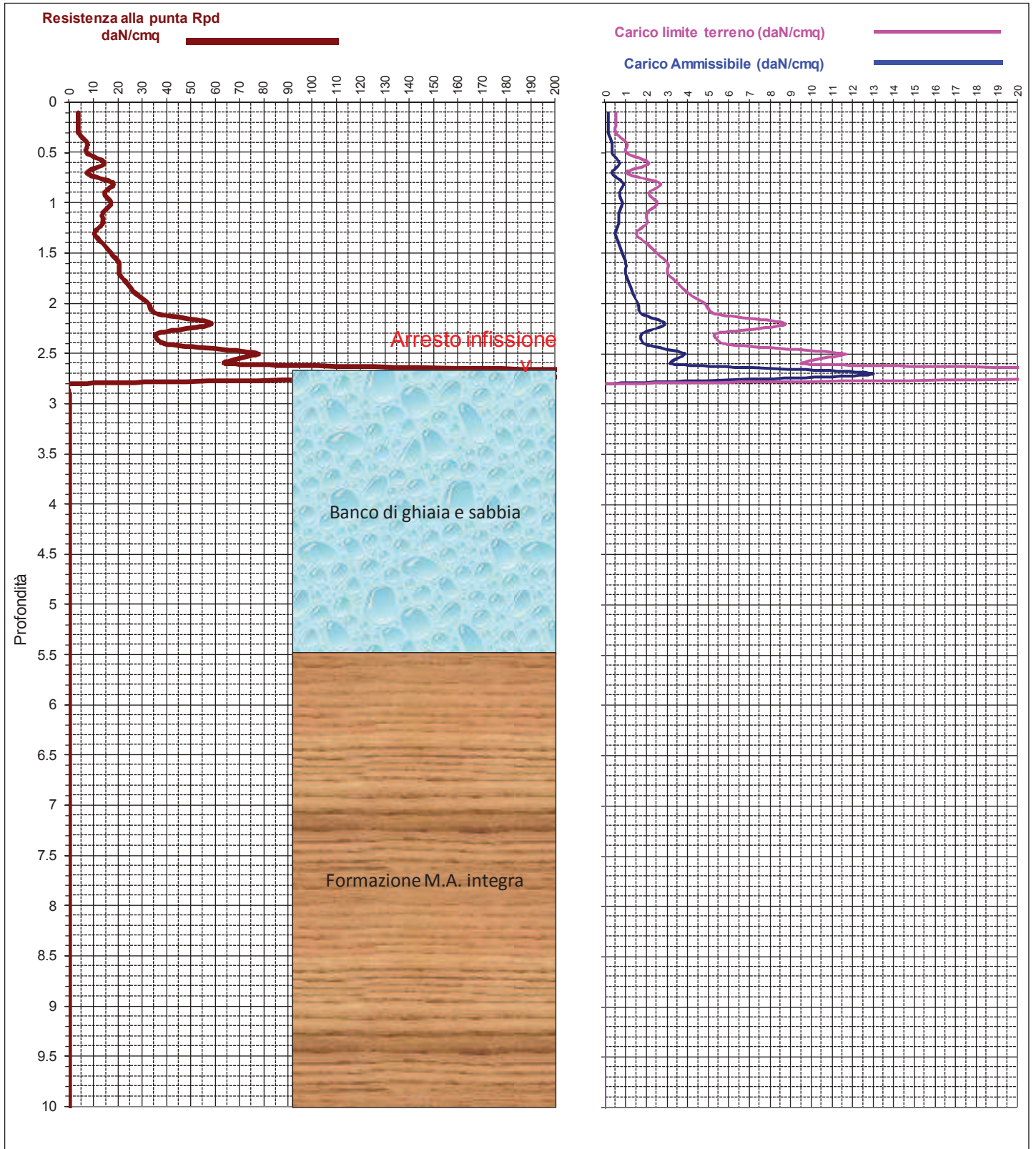
Data:

18.04.2019

- Coeff. di sicurezza = 20

Profondità Falda: ml.

5.00



ANDREATTA dott. GIANCARLO - GEOLOGO -										PARAMETRI GEOTECNICI			DPL30		N°		I	
Via XXV Aprile n° 140 - Tel. 0546-656362. CastelBolognese (Ra)																		
Committ.: SPADA BRIGHELLA										Loc.: Via Ponte Nono			Data: 18.04.2019		Prof.acqua: ml.		5.8	
Prof. ml.	N10	Rp din. daN/cm <sup>2</sup>	Y' t	Y' t	Angolo	Attrito	Dr % Sabb.	Addensamento (SABBIA)	Kw	Kh	Cu da SPT daN/cm <sup>2</sup>	Consistenza (ARGILLA)	Cu1	Cu2	Kw	Kh		
			(Sabb.) daN/cm <sup>2</sup>	(Arg.) daN/cm <sup>2</sup>	Corr. Rdin.	Corr. N <sub>sp</sub> t			(SABBIA) daN/cm <sup>2</sup>	TERZAGHI daN/cm <sup>2</sup>			(ARGILLA) daN/cm <sup>2</sup>					
0																		
0.1	2	7.13	1500	1598	44	28	16	Molto sciolta	1	0.4	0.22	Fluido-plastica	0.32	0.22	1	0.71		
0.2	1	3.56	1500	1495	37	27	15	Molto sciolta	1	0.2	0.20	Fluido-plastica	0.16	0.11	1	0.36		
0.3	2	7.13	1500	1598	38	28	16	Molto sciolta	1	0.4	0.22	Fluido-plastica	0.32	0.22	1	0.71		
0.4	1	3.56	1500	1495	33	27	15	Molto sciolta	1	0.2	0.20	Fluido-plastica	0.16	0.11	1	0.36		
0.5	2	7.13	1500	1598	36	28	16	Molto sciolta	1	0.4	0.22	Fluido-plastica	0.32	0.22	1	0.71		
0.6	3	10.69	1550	1659	37	29	18	Molto sciolta	1	0.6	0.28	Fluido-plastica	0.48	0.34	3	1.07		
0.7	6	21.39	1600	1762	39	31	27	Scioltta	3	1.2	0.51	Molle-plastica	0.71	0.67	7	2.14		
0.8	7	24.95	1650	1785	39	32	31	Scioltta	3	1.4	0.59	Plastica	0.83	0.78	8	2.50		
0.9	4	14.26	1550	1702	36	30	19	Scioltta	2	0.8	0.30	Molle-plastica	0.50	0.45	4	1.43		
1	4	13.58	1550	1694	35	30	19	Scioltta	2	0.8	0.30	Molle-plastica	0.50	0.45	4	1.36		
1.1	5	16.98	1600	1728	36	31	23	Scioltta	2	1.0	0.35	Molle-plastica	0.57	0.56	5	1.70		
1.2	5	16.98	1600	1728	35	31	23	Scioltta	2	1.0	0.35	Molle-plastica	0.57	0.56	5	1.70		
1.3	5	16.98	1600	1728	35	31	23	Scioltta	2	1.0	0.35	Molle-plastica	0.57	0.56	5	1.70		
1.4	4	13.58	1550	1694	34	30	19	Scioltta	2	0.8	0.30	Molle-plastica	0.50	0.45	4	1.36		
1.5	6	20.38	1600	1755	35	31	27	Scioltta	3	1.2	0.51	Molle-plastica	0.68	0.67	7	2.04		
1.6	6	20.38	1600	1755	35	31	27	Scioltta	3	1.2	0.51	Molle-plastica	0.68	0.67	7	2.04		
1.7	4	13.58	1550	1694	33	30	19	Scioltta	2	0.8	0.30	Molle-plastica	0.50	0.45	4	1.36		
1.8	5	16.98	1600	1728	34	31	23	Scioltta	2	1.0	0.35	Molle-plastica	0.57	0.56	5	1.70		
1.9	5	16.98	1600	1728	33	31	23	Scioltta	2	1.0	0.35	Molle-plastica	0.57	0.56	5	1.70		
2	6	19.46	1600	1748	34	31	27	Scioltta	3	1.1	0.51	Molle-plastica	0.65	0.67	7	1.95		
2.1	6	19.46	1600	1748	33	31	27	Scioltta	3	1.1	0.51	Molle-plastica	0.65	0.67	7	1.95		
2.2	7	22.70	1650	1771	34	32	31	Scioltta	3	1.3	0.59	Plastica	0.76	0.78	8	2.27		
2.3	9	29.19	1700	1809	35	32	36	Media	4	1.7	0.74	Plastica	0.93	0.99	8	2.92		
2.4	14	45.41	1800	1875	37	34	45	Media	5	2.6	1.26	Solido-plastica	1.38	1.47	10	4.54		
2.5	22	71.35	1850	1942	39	35	55	Media	7	4.1	1.62	Solido-plastica	1.90	1.85	12	7.14		
2.6	34	110.27	1900	2007	41	37	70	Addensata	9	6.3	2.15	Solida	2.45	2.86	12	11.03		
2.7	41	132.97	1900	2035	42	38	76	Addensata	12	7.6	2.15	Solida	2.95	3.44	12	13.30		
2.8	80	259.46	2000	2135	45	45	90	Molto addensata	28	14.8	2.15	Solida	5.77	6.72	12	25.95		



ANDREATTA dott. GIANCARLO - GEOLOGO -										PARAMETRI GEOTECNICI		DPL30		N°		2	
Via XXV Aprile n° 140 - Tel. 0546-656362. CastelBolognese (Ra)																	
Committ.: SPADA		BRISIGHELLA			Loc.: Via Ponte Nono			Data: 18.04.2019		Prof.acqua: ml.		5.5					
Prof. ml.	N10	Rp din. daN/cm <sup>2</sup>	Y' t	Y' t	Angolo	Attrito	Dr %	Addensamento (SABBIA)	Kw	Kh	Cu da SPT daN/cm <sup>2</sup>	Consistenza (ARGILLA)	Cu1	Cu2	Kw	Kh	
			(Sabb.) daN/mc	(Arg.) daN/mc	Corr. Rdin.	Corr. Nspt			(SABBIA) daN/cm <sup>2</sup>	TERZAGHI daN/cm <sup>2</sup>			(ARGILLA) daN/cm <sup>2</sup>				
0					0	0											
0.1	1	3.56	1500	1495	40	27	15	Molto sciolta	1	0.2	0.20	Fluido-plastica	0.16	0.11	1	0.36	
0.2	1	3.56	1500	1495	37	27	15	Molto sciolta	1	0.2	0.20	Fluido-plastica	0.16	0.11	1	0.36	
0.3	1	3.56	1500	1495	35	27	15	Molto sciolta	1	0.2	0.20	Fluido-plastica	0.16	0.11	1	0.36	
0.4	1	3.56	1500	1495	33	27	15	Molto sciolta	1	0.2	0.20	Fluido-plastica	0.16	0.11	1	0.36	
0.5	1	3.56	1500	1495	32	27	15	Molto sciolta	1	0.2	0.20	Fluido-plastica	0.16	0.11	1	0.36	
0.6	1	3.56	1500	1495	32	27	15	Molto sciolta	1	0.2	0.20	Fluido-plastica	0.16	0.11	1	0.36	
0.7	2	7.13	1500	1598	34	28	16	Molto sciolta	1	0.4	0.22	Fluido-plastica	0.32	0.22	1	0.71	
0.8	3	10.69	1500	1659	35	29	18	Molto sciolta	1	0.6	0.28	Fluido-plastica	0.48	0.34	3	1.07	
0.9	2	7.13	1500	1598	33	28	16	Molto sciolta	1	0.4	0.22	Fluido-plastica	0.32	0.22	1	0.71	
1	3	10.19	1500	1651	34	29	18	Molto sciolta	1	0.6	0.28	Fluido-plastica	0.45	0.34	3	1.02	
1.1	2	6.79	1500	1591	32	28	16	Molto sciolta	1	0.4	0.22	Fluido-plastica	0.30	0.22	1	0.68	
1.2	5	16.98	1600	1728	36	31	23	Sciolti	2	1.0	0.35	Molle-plastica	0.57	0.56	5	1.70	
1.3	7	23.77	1650	1778	37	32	31	Sciolti	3	1.4	0.59	Plastica	0.79	0.78	8	2.38	
1.4	8	27.17	1650	1798	37	32	35	Sciolti	3	1.6	0.67	Plastica	0.86	0.90	8	2.72	
1.5	8	27.17	1650	1798	37	32	35	Sciolti	3	1.6	0.67	Plastica	0.86	0.90	8	2.72	
1.6	9	30.57	1700	1816	37	32	36	Media	4	1.7	0.74	Plastica	0.97	0.99	8	3.06	
1.7	11	37.36	1750	1846	38	33	39	Media	4	2.1	1.00	Plastica	1.19	1.20	9	3.74	
1.8	14	47.55	1800	1882	38	34	45	Media	5	2.7	1.26	Solido-plastica	1.38	1.47	10	4.75	
1.9	28	95.09	1850	1985	42	35	61	Media	7	5.4	1.95	Solido-plastica	2.19	2.35	12	9.51	
2	32	103.78	1900	1998	42	36	68	Addensata	8	5.9	2.15	Solida	2.31	2.69	12	10.38	
2.1	19	61.62	1800	1920	39	34	50	Media	6	3.5	1.42	Solido-plastica	1.71	1.60	11	6.16	
2.2	24	77.84	1850	1955	40	35	57	Media	7	4.4	1.74	Solido-plastica	2.00	2.02	12	7.78	
2.3	33	107.03	1900	2003	41	37	69	Addensata	9	6.1	2.15	Solida	2.38	2.77	12	10.70	
2.4	80	259.46	2000	2135	46	45	90	Molto addensata	28	14.8	2.15	Solida	5.77	6.72	12	25.95	

ANDREATTA dott. GIANCARLO - GEOLOGO -										PARAMETRI GEOTECNICI			DPL30		N°		3	
Via XXV Aprile n° 140 - Tel. 0546-656362. CastelBolognese (Ra)																		
Committ.:		SPADA		BRIGHELLA		Loc.:		Via Ponte Nono		Data:		18.04.2019		Prof.acqua: ml.		5.5		
Prof. ml.	N10	Rp din. daN/cm <sup>2</sup>	Y' t	Y' t	Angolo	Attrito	Dr % Sabb.	Addensamento (SABBIA)	Kw	Kh	Cu da SPT daN/cm <sup>2</sup>	Consistenza (ARGILLA)	Cu1	Cu2	Kw	Kh		
			(Sabb.) daN/cm <sup>2</sup>	(Arg.) daN/cm <sup>2</sup>	Corr. Rdin.	Corr. Nspt			(SABBIA) daN/cm <sup>2</sup>	TERZAGHI daN/cm <sup>2</sup>			(ARGILLA) daN/cm <sup>2</sup>					
0																		
0.1	1	3.56	1500	1495	40	27	15	Molto sciolta	1	0.2	0.20	Fluido-plastica	0.16	0.11	1	0.36		
0.2	1	3.56	1500	1495	37	27	15	Molto sciolta	1	0.2	0.20	Fluido-plastica	0.16	0.11	1	0.36		
0.3	2	7.13	1500	1598	38	28	16	Molto sciolta	1	0.4	0.22	Fluido-plastica	0.32	0.22	1	0.71		
0.4	2	7.13	1500	1598	37	28	16	Molto sciolta	1	0.4	0.22	Fluido-plastica	0.32	0.22	1	0.71		
0.5	1	3.56	1500	1495	32	27	15	Molto sciolta	1	0.2	0.20	Fluido-plastica	0.16	0.11	1	0.36		
0.6	2	7.13	1500	1598	35	28	16	Molto sciolta	1	0.4	0.22	Fluido-plastica	0.32	0.22	1	0.71		
0.7	3	10.69	1500	1659	36	29	18	Molto sciolta	1	0.6	0.28	Fluido-plastica	0.48	0.34	3	1.07		
0.8	2	7.13	1500	1598	33	28	16	Molto sciolta	1	0.4	0.22	Fluido-plastica	0.32	0.22	1	0.71		
0.9	3	10.69	1500	1659	35	29	18	Molto sciolta	1	0.6	0.28	Fluido-plastica	0.48	0.34	3	1.07		
1	2	6.79	1500	1591	32	28	16	Molto sciolta	1	0.4	0.22	Fluido-plastica	0.30	0.22	1	0.68		
1.1	4	13.58	1550	1694	35	30	19	Scioltta	2	0.8	0.30	Molle-plastica	0.50	0.45	4	1.36		
1.2	3	10.19	1550	1651	33	29	18	Molto sciolta	1	0.6	0.28	Fluido-plastica	0.45	0.34	3	1.02		
1.3	4	13.58	1550	1694	34	30	19	Scioltta	2	0.8	0.30	Molle-plastica	0.50	0.45	4	1.36		
1.4	5	16.98	1600	1728	35	31	23	Scioltta	2	1.0	0.35	Molle-plastica	0.57	0.56	5	1.70		
1.5	4	13.58	1550	1694	33	30	19	Scioltta	2	0.8	0.30	Molle-plastica	0.50	0.45	4	1.36		
1.6	5	16.98	1600	1728	34	31	23	Scioltta	2	1.0	0.35	Molle-plastica	0.57	0.56	5	1.70		
1.7	5	16.98	1600	1728	34	31	23	Scioltta	2	1.0	0.35	Molle-plastica	0.57	0.56	5	1.70		
1.8	6	20.38	1600	1755	34	31	27	Scioltta	3	1.2	0.51	Molle-plastica	0.68	0.67	7	2.04		
1.9	5	16.98	1600	1728	33	31	23	Scioltta	2	1.0	0.35	Molle-plastica	0.57	0.56	5	1.70		
2	8	25.95	1650	1791	35	32	35	Scioltta	3	1.5	0.67	Plastica	0.86	0.90	8	2.59		
2.1	5	16.22	1600	1721	33	31	23	Scioltta	2	0.9	0.35	Molle-plastica	0.54	0.56	5	1.62		
2.2	6	19.46	1600	1748	33	31	27	Scioltta	3	1.1	0.51	Molle-plastica	0.65	0.67	7	1.95		
2.3	7	22.70	1650	1771	34	32	31	Scioltta	3	1.3	0.59	Plastica	0.76	0.78	8	2.27		
2.4	6	19.46	1600	1748	33	31	27	Scioltta	3	1.1	0.51	Molle-plastica	0.65	0.67	7	1.95		
2.5	7	22.70	1650	1771	33	32	31	Scioltta	3	1.3	0.59	Plastica	0.76	0.78	8	2.27		
2.6	8	25.95	1650	1791	34	32	35	Scioltta	3	1.5	0.67	Plastica	0.86	0.90	8	2.59		
2.7	11	35.68	1750	1839	35	33	39	Media	4	2.0	1.00	Plastica	1.13	1.20	9	3.57		
2.8	24	77.84	1850	1955	39	35	57	Media	7	4.4	1.74	Solido-plastica	2.00	2.02	12	7.78		
2.9	45	145.95	1900	2049	42	39	79	Addensata	13	8.3	2.15	Solida	3.24	3.78	12	14.59		
3	80	248.28	2000	2128	45	45	90	Molto addensata	28	14.2	2.15	Solida	5.52	6.72	12	24.83		



Prof. ml.	N10	Rp din. daN/cm <sup>2</sup>	Y' t	Y' t	Angolo	Attrito	Dr % Sabb.	Addensamento (SABBIA)	Kw	Kh	Cu da SPT daN/cm <sup>2</sup>	Consistenza (ARGILLA)	Cu1	Cu2	Kw	Kh	
			(Sabb.) daN/cm <sup>2</sup>	(Arg.) daN/cm <sup>2</sup>	Corr. Rdin.	Corr. Nspt			(SABBIA) daN/cm <sup>2</sup>	da SPT daN/cm <sup>2</sup>			TERZAGHI daN/cm <sup>2</sup>	(ARGILLA) daN/cm <sup>2</sup>			
0																	
0.1	1	3.56	1500	1495	40	27	15	Molto sciolta	1	0.2	0.20	Fluido-plastica	0.16	0.11	1	0.36	
0.2	1	3.56	1500	1495	37	27	15	Molto sciolta	1	0.2	0.20	Fluido-plastica	0.16	0.11	1	0.36	
0.3	1	3.56	1500	1495	35	27	15	Molto sciolta	1	0.2	0.20	Fluido-plastica	0.16	0.11	1	0.36	
0.4	1	3.56	1500	1495	33	27	15	Molto sciolta	1	0.2	0.20	Fluido-plastica	0.16	0.11	1	0.36	
0.5	2	7.13	1500	1598	36	28	16	Molto sciolta	1	0.4	0.22	Fluido-plastica	0.32	0.22	1	0.71	
0.6	1	3.56	1500	1495	32	27	15	Molto sciolta	1	0.2	0.20	Fluido-plastica	0.16	0.11	1	0.36	
0.7	1	3.56	1500	1495	31	27	15	Molto sciolta	1	0.2	0.20	Fluido-plastica	0.16	0.11	1	0.36	
0.8	1	3.56	1500	1495	30	27	15	Molto sciolta	1	0.2	0.20	Fluido-plastica	0.16	0.11	1	0.36	
0.9	5	17.82	1600	1735	37	31	23	Scioltta	2	1.0	0.35	Molle-plastica	0.59	0.56	5	1.78	
1	3	10.19	1550	1651	34	29	18	Molto sciolta	1	0.6	0.28	Fluido-plastica	0.45	0.34	3	1.02	
1.1	3	10.19	1550	1651	34	29	18	Molto sciolta	1	0.6	0.28	Fluido-plastica	0.45	0.34	3	1.02	
1.2	2	6.79	1500	1591	31	28	16	Molto sciolta	1	0.4	0.22	Fluido-plastica	0.30	0.22	1	0.68	
1.3	3	10.19	1550	1651	33	29	18	Molto sciolta	1	0.6	0.28	Fluido-plastica	0.45	0.34	3	1.02	
1.4	4	13.58	1550	1694	34	30	19	Scioltta	2	0.8	0.30	Molle-plastica	0.50	0.45	4	1.36	
1.5	5	16.98	1600	1728	34	31	23	Scioltta	2	1.0	0.35	Molle-plastica	0.57	0.56	5	1.70	
1.6	6	20.38	1600	1755	35	31	27	Scioltta	3	1.2	0.51	Molle-plastica	0.68	0.67	7	2.04	
1.7	6	20.38	1600	1755	35	31	27	Scioltta	3	1.2	0.51	Molle-plastica	0.68	0.67	7	2.04	
1.8	5	16.98	1600	1728	34	31	23	Scioltta	2	1.0	0.35	Molle-plastica	0.57	0.56	5	1.70	
1.9	5	16.98	1600	1728	33	31	23	Scioltta	2	1.0	0.35	Molle-plastica	0.57	0.56	5	1.70	
2	6	19.46	1600	1748	34	31	27	Scioltta	3	1.1	0.51	Molle-plastica	0.65	0.67	7	1.95	
2.1	5	16.22	1600	1721	33	31	23	Scioltta	2	0.9	0.35	Molle-plastica	0.54	0.56	5	1.62	
2.2	4	12.97	1550	1688	32	30	19	Scioltta	2	0.7	0.30	Molle-plastica	0.51	0.45	4	1.30	
2.3	4	12.97	1550	1688	31	30	19	Scioltta	2	0.7	0.30	Molle-plastica	0.51	0.45	4	1.30	
2.4	5	16.22	1600	1721	32	31	23	Scioltta	2	0.9	0.35	Molle-plastica	0.54	0.56	5	1.62	
2.5	6	19.46	1600	1748	33	31	27	Scioltta	3	1.1	0.51	Molle-plastica	0.65	0.67	7	1.95	
2.6	8	25.95	1650	1791	34	32	35	Scioltta	3	1.5	0.67	Plastica	0.86	0.90	8	2.59	
2.7	9	29.19	1700	1809	34	32	36	Media	4	1.7	0.74	Plastica	0.93	0.99	8	2.92	
2.8	10	32.43	1700	1824	34	33	37	Media	4	1.9	0.83	Plastica	1.03	1.09	9	3.24	
2.9	10	32.43	1700	1824	34	33	37	Media	4	1.9	0.83	Plastica	1.03	1.09	9	3.24	
3	11	34.14	1750	1832	34	33	39	Media	4	2.0	1.00	Plastica	1.08	1.20	9	3.41	
3.1	12	37.24	1750	1845	35	33	41	Media	5	2.1	1.10	Plastica	1.18	1.29	10	3.72	
3.2	11	34.14	1750	1832	34	33	39	Media	4	2.0	1.00	Plastica	1.08	1.20	9	3.41	
3.3	12	37.24	1750	1845	34	33	41	Media	5	2.1	1.10	Plastica	1.18	1.29	10	3.72	
3.4	14	43.45	1800	1868	35	34	45	Media	5	2.5	1.26	Solido-plastica	1.32	1.47	10	4.34	
3.5	15	46.55	1800	1878	35	34	46	Media	5	2.7	1.26	Solido-plastica	1.35	1.48	10	4.66	
3.6	12	37.24	1750	1845	34	33	41	Media	5	2.1	1.10	Plastica	1.18	1.29	10	3.72	
3.7	11	34.14	1750	1832	33	33	39	Media	4	2.0	1.00	Plastica	1.08	1.20	9	3.41	
3.8	12	37.24	1750	1845	34	33	41	Media	5	2.1	1.10	Plastica	1.18	1.29	10	3.72	
3.9	14	43.45	1800	1868	34	34	45	Media	5	2.5	1.26	Solido-plastica	1.32	1.47	10	4.34	
4	15	44.63	1800	1872	34	34	46	Media	5	2.6	1.26	Solido-plastica	1.35	1.48	10	4.46	
4.1	14	41.65	1800	1862	34	34	45	Media	5	2.4	1.26	Solido-plastica	1.26	1.47	10	4.17	
4.2	13	38.68	1800	1851	33	33	43	Media	5	2.2	1.18	Solido-plastica	1.17	1.38	10	3.87	
4.3	18	53.55	1800	1899	35	34	50	Media	6	3.1	1.34	Solido-plastica	1.55	1.59	11	5.36	
4.4	12	35.70	1750	1839	33	33	41	Media	5	2.0	1.10	Plastica	1.13	1.29	10	3.57	
4.5	21	62.48	1850	1922	35	35	54	Media	6	3.6	1.56	Solido-plastica	1.74	1.76	11	6.25	
4.6	22	65.45	1850	1929	35	35	55	Media	7	3.7	1.62	Solido-plastica	1.75	1.85	12	6.55	
4.7	20	59.50	1800	1915	35	34	52	Media	6	3.4	1.49	Solido-plastica	1.65	1.68	11	5.95	
4.8	18	53.55	1800	1899	34	34	50	Media	6	3.1	1.34	Solido-plastica	1.55	1.59	11	5.36	
4.9	33	98.18	1900	1990	37	37	69	Addensata	9	5.6	2.15	Solida	2.26	2.77	12	9.82	
5	44	125.71	1900	2027	38	39	78	Addensata	13	7.2	2.15	Solida	2.79	3.70	12	12.57	
5.1	45	128.57	1900	2030	38	39	79	Addensata	13	7.3	2.15	Solida	2.86	3.78	12	12.86	
5.2	80	228.57	2000	2116	41	45	90	Molto addensata	28	13.1	2.15	Solida	5.08	6.72	12	22.86	

ANDREATTA dott. GIANCARLO - GEOLOGO -										PARAMETRI GEOTECNICI			DPL30		N°		5	
Via XXV Aprile n° 140 - Tel. 0546-656362. CastelBolognese (Ra)																		
Committ.: SPADA		BRIGHELLA			Loc.: Via Ponte Nono			Data: 18.04.2019		Prof.acqua: ml.		5.5						
Prof. ml.	N10	Rp din. daN/cm <sup>2</sup>	Y' t	Y' t	Angolo	Attrito	Dr %	Addensamento (SABBIA)	Kw	Kh	Cu da SPT daN/cm <sup>2</sup>	Consistenza (ARGILLA)	Cu1	Cu2	Kw	Kh		
			(Sabb.) daN/mc	(Arg.) daN/mc	Corr. Rdin.	Corr. Nept			(SABBIA) daN/cm <sup>2</sup>	TERZAGHI daN/cm <sup>2</sup>			(ARGILLA) daN/cm <sup>2</sup>					
0																		
0.1	1	3.56	1500	1495	40	27	15	Molto sciolta	1	0.2	0.20	Fluido-plastica	0.16	0.11	1	0.36		
0.2	2	7.13	1500	1598	40	28	16	Molto sciolta	1	0.4	0.22	Fluido-plastica	0.32	0.22	1	0.71		
0.3	1	3.56	1500	1495	35	27	15	Molto sciolta	1	0.2	0.20	Fluido-plastica	0.16	0.11	1	0.36		
0.4	2	7.13	1500	1598	37	28	16	Molto sciolta	1	0.4	0.22	Fluido-plastica	0.32	0.22	1	0.71		
0.5	2	7.13	1500	1598	36	28	16	Molto sciolta	1	0.4	0.22	Fluido-plastica	0.32	0.22	1	0.71		
0.6	1	3.56	1500	1495	32	27	15	Molto sciolta	1	0.2	0.20	Fluido-plastica	0.16	0.11	1	0.36		
0.7	3	10.69	1550	1659	36	29	18	Molto sciolta	1	0.6	0.28	Fluido-plastica	0.48	0.34	3	1.07		
0.8	3	10.69	1550	1659	35	29	18	Molto sciolta	1	0.6	0.28	Fluido-plastica	0.48	0.34	3	1.07		
0.9	4	14.26	1550	1702	36	30	19	Scioltta	2	0.8	0.30	Molle-plastica	0.50	0.45	4	1.43		
1	4	13.58	1550	1694	35	30	19	Scioltta	2	0.8	0.30	Molle-plastica	0.50	0.45	4	1.36		
1.1	5	16.98	1600	1728	36	31	23	Scioltta	2	1.0	0.35	Molle-plastica	0.57	0.56	5	1.70		
1.2	5	16.98	1600	1728	36	31	23	Scioltta	2	1.0	0.35	Molle-plastica	0.57	0.56	5	1.70		
1.3	4	13.58	1550	1694	34	30	19	Scioltta	2	0.8	0.30	Molle-plastica	0.50	0.45	4	1.36		
1.4	5	16.98	1600	1728	35	31	23	Scioltta	2	1.0	0.35	Molle-plastica	0.57	0.56	5	1.70		
1.5	6	20.38	1600	1755	35	31	27	Scioltta	3	1.2	0.51	Molle-plastica	0.68	0.67	7	2.04		
1.6	5	16.98	1600	1728	34	31	23	Scioltta	2	1.0	0.35	Molle-plastica	0.57	0.56	5	1.70		
1.7	6	20.38	1600	1755	35	31	27	Scioltta	3	1.2	0.51	Molle-plastica	0.68	0.67	7	2.04		
1.8	8	27.17	1650	1798	36	32	35	Scioltta	3	1.6	0.67	Plastica	0.86	0.90	8	2.72		
1.9	9	30.57	1700	1816	36	32	36	Media	4	1.7	0.74	Plastica	0.97	0.99	8	3.06		
2	10	32.43	1700	1824	36	33	37	Media	4	1.9	0.83	Plastica	1.03	1.09	9	3.24		
2.1	10	32.43	1700	1824	36	33	37	Media	4	1.9	0.83	Plastica	1.03	1.09	9	3.24		
2.2	11	35.68	1750	1839	36	33	39	Media	4	2.0	1.00	Plastica	1.13	1.20	9	3.57		
2.3	14	45.41	1800	1875	37	34	45	Media	5	2.6	1.26	Solido-plastica	1.38	1.47	10	4.54		
2.4	12	38.92	1750	1852	36	33	41	Media	5	2.2	1.10	Plastica	1.18	1.29	10	3.89		
2.5	10	32.43	1700	1824	35	33	37	Media	4	1.9	0.83	Plastica	1.03	1.09	9	3.24		
2.6	11	35.68	1750	1839	35	33	39	Media	4	2.0	1.00	Plastica	1.13	1.20	9	3.57		
2.7	12	38.92	1750	1852	35	33	41	Media	5	2.2	1.10	Plastica	1.18	1.29	10	3.89		
2.8	34	110.27	1900	2007	40	37	70	Addensata	9	6.3	2.15	Solida	2.45	2.86	12	11.03		
2.9	48	155.68	1950	2059	42	40	81	Addensata	15	8.9	2.15	Solida	3.46	4.03	12	15.57		
3	22	68.28	1850	1936	37	35	55	Media	7	3.9	1.62	Solido-plastica	1.82	1.85	12	6.83		
3.1	34	105.52	1900	2001	40	37	70	Addensata	9	6.0	2.15	Solida	2.34	2.86	12	10.55		
3.2	41	127.24	1900	2029	40	38	76	Addensata	12	7.3	2.15	Solida	2.83	3.44	12	12.72		
3.3	30	93.10	1850	1982	39	36	67	Media	8	5.3	2.10	Solido-plastica	2.14	2.52	12	9.31		
3.4	80	248.28	2000	2128	44	45	90	Molto addensata	28	14.2	2.15	Solida	5.52	6.72	12	24.83		



ANDREATTA dott. GIANCARLO - GEOLOGO -										PARAMETRI GEOTECNICI			DPL30		N°		6	
Via XXV Aprile n° 140 - Tel. 0546-656362. CastelBolognese (Ra)																		
Committ.: SPADA BRIGHELLA										Loc.: Via Ponte Nono			Data: 18.04.2019		Prof.acqua: ml.		5	
Prof. ml.	N10	Rp din. daN/cm <sup>2</sup>	Y' t	Y' t	Angolo	Attrito	Dr % Sabb.	Addensamento (SABBIA)	Kw	Kh	Cu da SPT daN/cm <sup>2</sup>	Consistenza (ARGILLA)	Cu1	Cu2	Kw	Kh		
			(Sabb.) daN/cm <sup>2</sup>	(Arg.) daN/cm <sup>2</sup>	Corr. Rdin.	Corr. N <sub>opt</sub>			(SABBIA) daN/cm <sup>2</sup>	TERZAGHI daN/cm <sup>2</sup>			(ARGILLA) daN/cm <sup>2</sup>					
0					0	0												
0.1	1	3.56	1500	1495	40	27	15	Molto sciolta	1	0.2	0.20	Fluido-plastica	0.16	0.11	1	0.36		
0.2	1	3.56	1500	1495	37	27	15	Molto sciolta	1	0.2	0.20	Fluido-plastica	0.16	0.11	1	0.36		
0.3	1	3.56	1500	1495	35	27	15	Molto sciolta	1	0.2	0.20	Fluido-plastica	0.16	0.11	1	0.36		
0.4	2	7.13	1500	1598	37	28	16	Molto sciolta	1	0.4	0.22	Fluido-plastica	0.32	0.22	1	0.71		
0.5	2	7.13	1500	1598	36	28	16	Molto sciolta	1	0.4	0.22	Fluido-plastica	0.32	0.22	1	0.71		
0.6	4	14.26	1550	1702	38	30	19	Scioltta	2	0.8	0.30	Molle-plastica	0.50	0.45	4	1.43		
0.7	2	7.13	1500	1598	34	28	16	Molto sciolta	1	0.4	0.22	Fluido-plastica	0.32	0.22	1	0.71		
0.8	5	17.82	1600	1735	38	31	23	Scioltta	2	1.0	0.35	Molle-plastica	0.59	0.56	5	1.78		
0.9	4	14.26	1550	1702	36	30	19	Scioltta	2	0.8	0.30	Molle-plastica	0.50	0.45	4	1.43		
1	5	16.98	1600	1728	36	31	23	Scioltta	2	1.0	0.35	Molle-plastica	0.57	0.56	5	1.70		
1.1	4	13.58	1550	1694	35	30	19	Scioltta	2	0.8	0.30	Molle-plastica	0.50	0.45	4	1.36		
1.2	4	13.58	1550	1694	34	30	19	Scioltta	2	0.8	0.30	Molle-plastica	0.50	0.45	4	1.36		
1.3	3	10.19	1550	1651	33	29	18	Molto sciolta	1	0.6	0.28	Fluido-plastica	0.45	0.34	3	1.02		
1.4	4	13.58	1550	1694	34	30	19	Scioltta	2	0.8	0.30	Molle-plastica	0.50	0.45	4	1.36		
1.5	5	16.98	1600	1728	34	31	23	Scioltta	2	1.0	0.35	Molle-plastica	0.57	0.56	5	1.70		
1.6	6	20.38	1600	1755	35	31	27	Scioltta	3	1.2	0.51	Molle-plastica	0.68	0.67	7	2.04		
1.7	6	20.38	1600	1755	35	31	27	Scioltta	3	1.2	0.51	Molle-plastica	0.68	0.67	7	2.04		
1.8	7	23.77	1650	1778	35	32	31	Scioltta	3	1.4	0.59	Plastica	0.79	0.78	8	2.38		
1.9	8	27.17	1650	1798	35	32	35	Scioltta	3	1.6	0.67	Plastica	0.86	0.90	8	2.72		
2	10	32.43	1700	1824	36	33	37	Media	4	1.9	0.83	Plastica	1.03	1.09	9	3.24		
2.1	11	35.68	1750	1839	36	33	39	Media	4	2.0	1.00	Plastica	1.13	1.20	9	3.57		
2.2	18	58.38	1800	1912	38	34	50	Media	6	3.3	1.34	Solido-plastica	1.62	1.51	11	5.84		
2.3	11	35.68	1750	1839	36	33	39	Media	4	2.0	1.00	Plastica	1.13	1.20	9	3.57		
2.4	12	38.92	1750	1852	36	33	41	Media	5	2.2	1.10	Plastica	1.18	1.29	10	3.89		
2.5	24	77.84	1850	1955	39	35	57	Media	7	4.4	1.74	Solido-plastica	2.00	2.02	12	7.78		
2.6	20	64.86	1800	1928	38	34	52	Media	6	3.7	1.49	Solido-plastica	1.73	1.68	11	6.49		
2.7	80	259.46	2000	2135	46	45	90	Molto addensata	28	14.8	2.15	Solida	5.77	6.72	12	25.95		

Committente: Spada  
 Data: 06.04.2019  
 Località: Ponte Nono  
 Comune: BRISIGHELLA (Ra)  
 Attrezzatura: Sondaggio a carotaggio continuo

Dott. Geologo ANDREATTA GIANCARLO  
 Via XX Aprile n° 140  
 CASTELBOLOGNESE (Ra)  
 Tel. 0546-656362

## SONDAGGIO n° 1 - scala 1:50

Profondità	Colonna stratigrafica	Descrizione stratigrafica	Piket Penetrometer daN/cm <sup>q</sup>	Vane Test daN/cm <sup>q</sup>	RECUPERO % R.Q.D. %	CAMPIONI		S.P.T.		Profondità falda	Data di lettura
						Indisturbati	Semindisturbati	n° colpi	Profondità		
0,5		Terreno vegetale									
1,0		Limo sabbioso colore nocciola-rossastro									
1,5											
2,0		Sabbia fine colore nocciola con rari calcinelli									
2,5											
3,0		Ghiaia in matrice sabbiosa (ciottoli eterometrici)									
3,5											
4,0											
4,5											
5,0											
5,5											
6,0											
6,20											
6,5		Intercalazioni di marne grigie compatte con arenarie poco cementate giallastre con rapporto A/M = 1,5-2,0									
7,0											
7,5											
8,0											
8,5											
9,0											
9,5											
10,0											

▼ **FALDA IDRICA**  
 ml. 5,80



Committente: Spada  
 Data: 06.04.2019  
 Località: Ponte Nono  
 Comune: BRISIGHELLA (Ra)  
 Attrezzatura: Sondaggio a carotaggio continuo

Dott. Geologo ANDREATTA GIANCARLO  
 Via XX Aprile n° 140  
 CASTELBOLOGNESE (Ra)  
 Tel. 0546-656362

## SONDAGGIO n° 2 - scala 1:50

Profondità	Colonna stratigrafica	Descrizione stratigrafica	Poket Penetrometer daN/cm <sup>q</sup>	Vane Test daN/cm <sup>q</sup>	RECUPERO % R.Q.D. %	CAMPIONI		S.P.T.		Profondità falda	Data di lettura
						Indisturbati	Semindisturbati	n° colpi	Profondità		
0,5		Terreno vegetale 0,50									
1,0		Limo sabbioso colore nocciola-rossastro 1,40									
1,5		Sabbia fine colore nocciola con rara ghiaia 2,50									
2,0		Ghiaia in matrice sabbiosa (ciottoli eterometrici) 5,50									
2,5											
3,0											
3,5											
4,0											
4,5											
5,0											
5,5											
6,0											
6,5											
7,0											
7,5											
8,0		Intercalazioni di marna grigie compatte con arenarie poco cementate giallastre con rapporto A/M = 1,5-2,0									
8,5											
9,0											
9,5											
10,0											

FALDA IDRICA  
 ml. 5,00

Committente: Spada  
 Data: 06.04.2019  
 Località: Ponte Nono  
 Comune: BRISIGHELLA (Ra)  
 Attrezzatura: Sondaggio a carotaggio continuo

Dott. Geologo ANDREATTA GIANCARLO  
 Via XX Aprile n° 140  
 CASTELBOLOGNESE (Ra)  
 Tel. 0546-656362

## SONDAGGIO n° 3 - scala 1:50

Profondità	Colonna stratigrafica	Descrizione stratigrafica	Piket Penetrometer daN/cm <sup>q</sup>	Vane Test daN/cm <sup>q</sup>	RECUPERO % R.Q.D. %	CAMPIONI		S.P.T.		Profondità falda	Data di lettura
						Indisturbati	Semindisturbati	n° colpi	Profondità		
0,5		Terreno vegetale									
1,0			1,20								
1,5		Limo sabbioso colore nocciola-rossastro									
2,0			2,50								
2,5		Sabbia fine colore nocciola-rossastro									
3,0			3,00								
3,5		Ghiaia in matrice sabbiosa (ciottoli eterometrici)									
4,0											
4,5											
5,0											
5,5											
6,0			6,20								
6,5		Intercalazioni di marne grigie compatte con arenarie poco cementate giallastre con rapporto A/M = 1,5-2,0									
7,0											
7,5											
8,0											
8,5											
9,0											
9,5											
10,0											

▼ FALDA IDRICA  
 ml. 5,80

Committente: Spada  
 Data: 06.04.2019  
 Località: Ponte Nono  
 Comune: BRISIGHELLA (Ra)  
 Attrezzatura: Sondaggio a carotaggio continuo

Dott. Geologo ANDREATTA GIANCARLO  
 Via XX Aprile n° 140  
 CASTELBOLOGNESE (Ra)  
 Tel. 0546-656362

## SONDAGGIO n° 4 - scala 1:50

Profondità	Colonna stratigrafica	Descrizione stratigrafica	Poket Penetrometer daN/cm <sup>q</sup>	Vane Test daN/cm <sup>q</sup>	RECUPERO % R.Q.D. %	CAMPIONI		S.P.T.		Profondità falda	Data di lettura
						Indisturbati	Semindisturbati	n° colpi	Profondità		
0,5		Terreno vegetale									
1,0											
1,30											
1,5											
2,0		Limo sabbioso colore nocciola-rossastro									
2,50											
2,5											
3,0											
3,5		Limo sabbioso colore nocciola-rossastro compatto									
4,0											
4,5											
5,00											
5,0											
5,5											
6,0		Ghiaia in matrice sabbiosa (ciottoli eterometrici)									
6,5											
6,50											
6,80											
7,0											
7,5											
8,0											
8,0		Intercalazioni di marne grigie compatte con arenarie poco cementate giallastre con rapporto A/M = 1,5-2,0									
8,5											
8,5											
9,0											
9,0											
9,5											
9,5											
10,0											

▽ FALDA IDRICA  
 ml. 6,50



Committente: Spada  
 Data: 10.08.2019  
 Località: Ponte Nono  
 Comune: BRISIGHELLA (Ra)  
 Attrezzatura: Sondaggio a carotaggio continuo

Dott. Geologo ANDREATTA GIANCARLO  
 Via XX Aprile n° 140  
 CASTELBOLOGNESE (Ra)  
 Tel. 0546-656362

## SONDAGGIO n° 5 - scala 1:50

Profondità	Colonna stratigrafica	Descrizione stratigrafica	Poket Penetrometer daN/cm <sup>q</sup>	Vane Test daN/cm <sup>q</sup>	RECUPERO % R.Q.D. %	CAMPIONI		S.P.T.		Profondità falda	Data di lettura
						Indisturbati	Semindisturbati	n° colpi	Profondità		
0,5		Terreno di riporto e/o vegetale									
1,0		Sabbia fine colore nocciola-rossastro	0,80								
1,5		Ghiaia in matrice sabbiosa (ciottoli eterometrici)	1,10								
2,0											
2,5											
3,0											
3,5											
4,0			4,00								
4,5											
5,0											
5,5											
6,0											
6,5											
7,0											
7,5											
8,0											
8,5											
9,0											
9,5											
10,0											

Committente: Spada  
 Data: 10.08.2019  
 Località: Ponte Nono  
 Comune: BRISIGHELLA (Ra)  
 Attrezzatura: Sondaggio a carotaggio continuo

Dott. Geologo ANDREATTA GIANCARLO  
 Via XX Aprile n° 140  
 CASTELBOLOGNESE (Ra)  
 Tel. 0546-656362

## SONDAGGIO n° 6 - scala 1:50

Profondità	Colonna stratigrafica	Descrizione stratigrafica	Poket Penetrometer daN/cm <sup>q</sup>	Vane Test daN/cm <sup>q</sup>	RECUPERO % R.Q.D. %	CAMPIONI		S.P.T.		Profondità falda	Data di lettura
						Indisturbati	Semindisturbati	n° colpi	Profondità		
0,5		Terreno vegetale 0,20									
0,70		Sabbia fine colore nocciola-rossastro 0,70									
1,0		Ghiaia in matrice sabbiosa (ciottoli eterometrici) 3,00									
1,5											
2,0											
2,5											
3,0											
3,5											
4,0											
4,5											
5,0											
5,5											
6,0											
6,5											
7,0											
7,5											
8,0											
8,5											
9,0											
9,5											
10,0											

Committente: Spada  
 Data: 10.08.2019  
 Località: Ponte Nono  
 Comune: BRISIGHELLA (Ra)  
 Attrezzatura: Sondaggio a carotaggio continuo

Dott. Geologo ANDREATTA GIANCARLO  
 Via XX Aprile n° 140  
 CASTELBOLOGNESE (Ra)  
 Tel. 0546-656362

## SONDAGGIO n° 7 - scala 1:50

Profondità	Colonna stratigrafica	Descrizione stratigrafica	Poket Penetrometer daN/cm <sup>q</sup>	Vane Test daN/cm <sup>q</sup>	RECUPERO % R.Q.D. %	CAMPIONI		S.P.T.		Profondità falda	Data di lettura
						Indisturbati	Semindisturbati	n° colpi	Profondità		
0,5		Terreno vegetale									
1,0		Limo sabbioso colore nocciola-rossastro									
1,5		Sabbia fine colore nocciola-rossastro									
2,0		Ghiaia in matrice sabbiosa (ciottoli eterometrici)									
5,20		Ghiaia in matrice sabbiosa (ciottoli eterometrici)									
5,5		Intercalazioni di marne grigie compatte con arenarie poco cementate giallastre con rapporto A/M = 1,5-2,0									
6,0		Intercalazioni di marne grigie compatte con arenarie poco cementate giallastre con rapporto A/M = 1,5-2,0									
6,5		Intercalazioni di marne grigie compatte con arenarie poco cementate giallastre con rapporto A/M = 1,5-2,0									
7,0		Intercalazioni di marne grigie compatte con arenarie poco cementate giallastre con rapporto A/M = 1,5-2,0									
7,5		Intercalazioni di marne grigie compatte con arenarie poco cementate giallastre con rapporto A/M = 1,5-2,0									
8,0		Intercalazioni di marne grigie compatte con arenarie poco cementate giallastre con rapporto A/M = 1,5-2,0									
8,5		Intercalazioni di marne grigie compatte con arenarie poco cementate giallastre con rapporto A/M = 1,5-2,0									
9,0		Intercalazioni di marne grigie compatte con arenarie poco cementate giallastre con rapporto A/M = 1,5-2,0									
9,5		Intercalazioni di marne grigie compatte con arenarie poco cementate giallastre con rapporto A/M = 1,5-2,0									
10,0		Intercalazioni di marne grigie compatte con arenarie poco cementate giallastre con rapporto A/M = 1,5-2,0									

ASSENZA DI  
 FALDA IDRICA