

COMUNE DI BRISIGHELLA  
Unione della Romagna Faentina  
Provincia di Ravenna

# PUA

## Piano Urbanistico Attuativo

### Piano particolareggiato di iniziativa privata

Scheda n.49 Area

## "Il Molinone"

Variante n.3 al PRG

Comune di Brisighella

**Art. 32.5 NTA del RUE**

COMMITTENZA : FERRERO COSTRUZIONI s.r.l.  
Via Alberto Mario n. 20, Milano

PROPRIETA' : FERRERO COSTRUZIONI s.r.l.  
Via Alberto Mario n. 20, Milano  
COMUNE DI BRISIGHELLA

UBICAZIONE: Via Fratelli Cardinali Cicognani, Brisighella (RA)

DATI CATASTALI: Foglio 58 Mappali 79, 320, 253, 254, 255, 534, 535

DATA : Dicembre 2021

#### PROGETTAZIONE

**Studio Tiziano Conti architetto**  
via Salvolini 15, 48018 Faenza(RA)  
Telefono 0546 26440  
tizconti1@gmail.com

#### COLLABORAZIONI

FERRERO COSTRUZIONI s.r.l.  
Arch. Silvia Ferrero  
Geom. Bianchi Pietro  
Geologo Dott. Stefano Marabini  
Acustica Ing. Daniele Tassinari (Studio Energia Faenza)  
VALSAT Dott. Stefano Costa (Servizi Ecologici Faenza)



RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA

E SISMICA

Rel.  
GEO



**Studio Geologico**  
**dott. Stefano Marabini**  
Via San Martino, 1  
48018 FAENZA (RA)  
tel. : 348 2680965  
e-mail: stemarabini@libero.it

**FERRERO COSTRUZIONI**  
**s.r.l.**

**P.U.A.**  
**(Piano Urbanistico Attuativo)**  
**relativo alla**  
**Scheda RUE n.49**  
**“AREA IL MOLINONE”-**  
**(Comune di Brisighella - Ra)**

## **RELAZIONE GEOLOGICA**

(D.M. 17/01/2018, DGR 2193/2015):

- 1 - GENERALITA'.
- 2 - INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE.
- 3 - INDAGINI GEOGNOSTICHE  
E MODELLIZZAZIONE GEOLOGICA
- 4 - ANALISI GEOLOGICO-TECNICA.
- 5 - ANALISI DEL RISCHIO SISMICO.
- 6 - CONCLUSIONI.

### **Allegati:**

- |   |           |
|---|-----------|
| TAV. 1 Carta Geologica                  | 1 : 5.000 |
| TAV. 2 Carta Geotecnica e Idrogeologica | 1 : 1.000 |
| TAV. 3 Sezione Geologico-tecnica        | 1 : 500   |
- n.3 + 1 grafici e tabelle di penetrometrie statiche (CPT)
  - n. 1 stratigrafia di carotaggio (*Archivio*)
  - n. 2 misure geofisiche con *Tromografo* (HVSr)

Faenza, 22 dicembre 2021



**Relazione Geologica**

**FIG. A –** Panoramica attuale dell'“AREA IL MOLINONE” (*ex area Gessi Lago d’Iseo*), posta nella fascia interna della piana terrazzata di Brisighella e al piede del versante vallivo.

## **1 - GENERALITA'.**

Su incarico di **Ferrero Costruzioni s.r.l.** è stata effettuata una analisi geologico-tecnica e del rischio sismico a supporto del **P.U.A. (Piano Urbanistico Attuativo) relativo alla Scheda RUE n.49 - “AREA IL MOLINONE” a Brisighella (Ra)**, il quale prevede edificazione di tipo residenziale nell’*ex area industriale Gessi Lago d’Iseo* dismessa nei passati anni '90 (v. **PROGETTO** dello Studio Architetti Conti Galegati di Faenza, FIGG. A , B e TAVV. 1, 2 , 3 ).

In considerazione dei caratteri geologici generali noti per l’area in oggetto posta alla periferia sud dell’abitato di Brisighella (v. **Studi Geologici PRG/PSC del Comune di Brisighella**), e in riferimento alle Normative Tecniche vigenti (**D.M. 17/01/2018, OCDPC 293/2015 e succ.**), per definire la fattibilità geologica dell’intervento urbanistico-edilizio sono stati criticamente acquisiti, ad integrazione delle osservazioni geologiche di superficie, i risultati delle seguenti indagini geognostiche e geofisiche *in situ* (v. **ubicazione in TAVV. 1, 2 e 3**):

- **n. 3 penetrometrie statiche** (CPT1, CPT 2, CPT 3) effettuate all’interno dell’area antropizzata di studio nell’aprile 2007 in occasione di un precedente studio urbanistico, che furono spinte a profondità massima di -15m (da: **Relazione Variante Parziale PRG di Brisighella – Area Stabilimento “Gessi Lago d’Iseo”, a firma geologo Alessandro Poggiali, gennaio 2007**).
- **n. 1 penetrometria statica** (CPT3/09) e **n. 1 carotaggio Ø10cm** (S1/09) effettuati in passato a cura dello scrivente a poca distanza (*zona Asilo Cicognani*) nel medesimo contesto morfologico di studio.

**Relazione Geologica**

- **n. 2 misure geofisiche con Tromografo (HVSr)** per la determinazione preliminare della **Categoria sismica dei terreni** a partire dalla frequenza di risonanza del terreno.

L'analisi del rischio sismico è stata in particolare integrata con l'acquisizione critica dei risultati del più recente aggiornamento dello **Studio di microzonazione sismica di “livello 3”** acquisito dal **Comune di Brisighella** (ai sensi dell'OCDPC 293/2015 e conforme alla DGR 630/2019).

I risultati complessivi dell'analisi geologico-tecnica e sismica sono illustrati nella presente **Relazione Geologica**, che è corredata dei seguenti elaborati grafici:

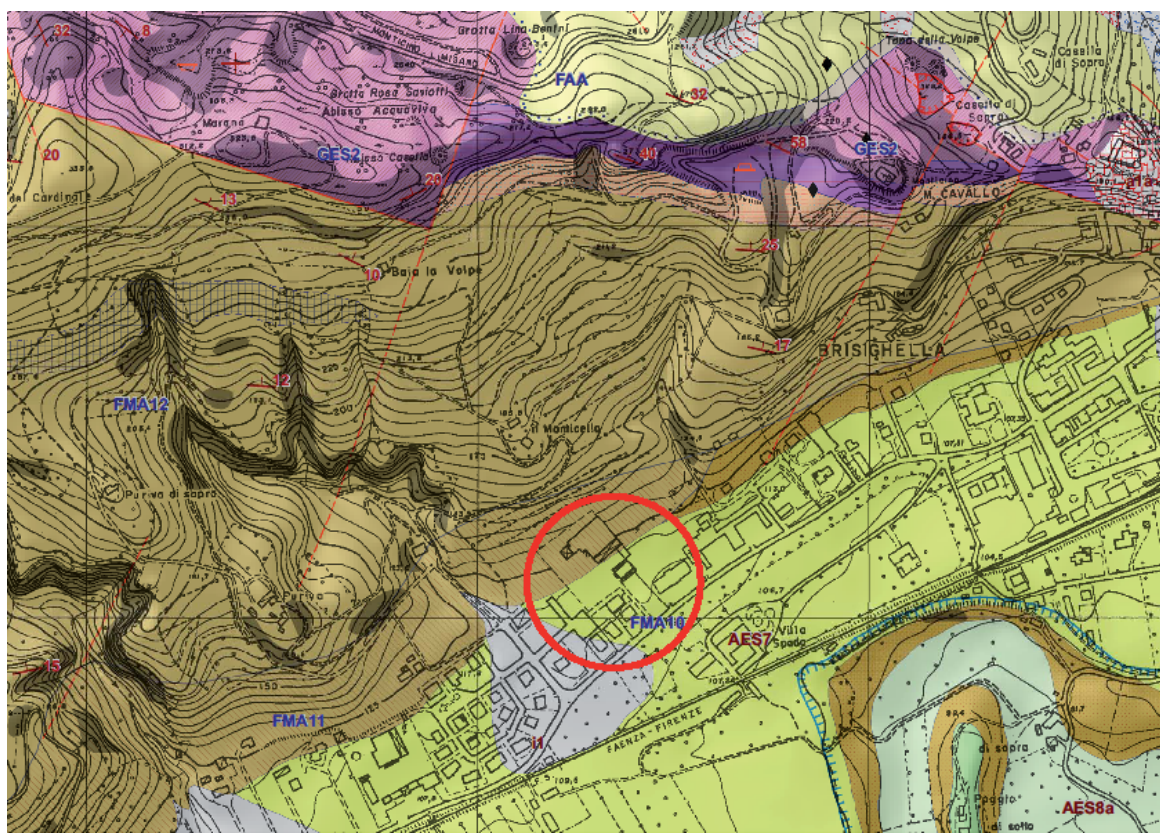
- TAV. 1 Carta Geologica 1 : 5.000
- TAV. 2 Carta Geotecnica e Idrogeologica 1 : 1.000
- TAV. 3 Sezione Geologico-tecnica 1 : 500

**2 - INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE.****2.1 GEOMORFOLOGIA E LITOSTRATIGRAFIA.**

La porzione di “AREA IL MOLINONE” oggetto di intervento edilizio si estende per circa 1ha, su un dislivello di una quindicina di metri e a quota compresa circa tra 115/130m s.l.m., nella fascia interna dell'ampia piana terrazzata di Brisighella e al piede del versante vallivo sinistro del Fiume Lamone (v. FIGG. A e B).

In pratica, l'“AREA IL MOLINONE” insiste nella prosecuzione verso sud-ovest del medesimo ambito geomorfologico su cui è posto anche il Centro Storico di Brisighella, ove, al piede del versante vallivo, è accertata la presenza di una copertura superficiale di terreni alluvionali e colluviali spesso sin oltre la ventina di metri al di sopra del substrato roccioso (*bed rock*) (v. TAV. 1 e Studi Geologici PRG/PSC del Comune di Brisighella).

In particolare, si riscontra che nel tratto vallivo in questione l'ampio terrazzo fluviale poligenico di Brisighella, la cui superficie è elevata mediamente di una ventina di metri rispetto al fondovalle, risulta “intagliato”, così come il versante sovrastante, entro un *bed rock* omogeneo costituito dai litotipi stratificati della **Formazione Marnoso-Arenacea – FMA** (v. FIG. B).

**Relazione Geologica**

**FIG. B** – Ubicazione dell’area di studio nella *Cartografia Geologica Regione Emilia-Romagna* (internet). Essa si estende nella fascia interna dell’ampia piana terrazzata di Brisighella e al piede del versante vallivo sinistro del Fiume Lamone (AES 7/AES 8), in corrispondenza di *bed rock* marnoso-arenaceo (FMA).

E’ in generale da considerare, per quanto riguarda l’assetto morfostratigrafico del terrazzo fluviale di Brisighella, la cui composita copertura alluvionale-colluviale è nella *Cartografia Geologica Regione Emilia-Romagna* riferita alla transizione tra *Subsistema di Villa Verrucchio* – AES 7 e *Subsistema di Ravenna* – AES 8 (*Pleistocene terminale-Olocene antico*), che mentre sul ciglio esterno esso presenta uno spessore di alluvioni di pochi metri, caratterizzato da un orizzonte ghiaioso basale poggiante direttamente in discordanza sul *bed rock*, nella fascia interna di raccordo con il versante presenta invece uno spessore assai più elevato di terreni fini di natura prevalentemente colluviale e di *conoide minore (i)* (v. FIG. B).

Per quanto riguarda specificatamente il tratto di piede di versante interessato dall’“**AREA IL MOLINONE**”, la cui acclività naturale é pari a 15%-20%, si constata la prevalente corrispondenza con un antico conoide minore costruito sulla piana terrazzata dal *Rio Puriva* e successivamente terrazzato (v. TAV. 1), mentre la porzione di pendio più a monte, che presenta una forma regolarizzata con acclività media pari a circa il 45%, è modellata direttamente sui litotipi stratificati del *bed-rock* (*Formazione Marnoso-Arenacea* – FMA).

**Relazione Geologica**

A proposito del versante è innanzitutto importante considerare che i litotipi stratificati subaffioranti del *bed-rock* presentano un regolare assetto giaciturale di monoclinale a reggipoggio, situazione strutturale che configura un assetto geostatico che esclude la potenzialità di dissesti franosi profondi per un congruo intorno (v. **FIG. B**).

La condizioni di generale stabilità del versante sono peraltro “inequivocabilmente” confermate, addirittura a scala temporale delle migliaia di anni, dalla presenza a mezzacosta di un allineamento di “*dossi rocciosi*” allineati a quota intorno a 185m slm (*Puriva, Monticello, ...* : v. **TAV. 1**), i quali costituiscono i “*residui erosivi*” ben conservati di un stazionamento fluviale ben più antico rispetto a quello testimoniato dal terrazzo di Brisighella (certamente precedente l’ultima glaciazione di 20.000 anni fa !!).

In conclusione, da un punto di vista geologico generale si riscontra che l’“**AREA IL MOLINONE**” corrisponde, nonostante l’antropizzazione connessa alla cessata attività produttiva, con un contesto geologico omogeneo e geomorfologicamente ben stabilizzato, quindi idoneo dal punto di vista edificatorio, come peraltro indirettamente è confermato anche dall’assenza di criticità geostatiche e idrogeologiche per l’ampia zona edificata adiacente (v. **anche Studi Geologici PRG/PSC del Comune di Brisighella**). Anzi, è da ritenersi ragionevole che il “recupero urbanistico-edificatorio” in progetto potrà costituire, se correttamente effettuato nel rispetto degli equilibri idrogeologici naturali e del contesto di rischio sismico, occasione per un ulteriore stabilizzazione della situazione geostatica generale della zona.

**2.2 IDROGEOLOGIA SUPERFICIALE E SOTTERRANEA.**

Per quanto concerne l’idrogeologia superficiale nell’intorno dell’“**AREA IL MOLINONE**” è essenzialmente da considerare che il suo discreto rilievo topografico fa sì che il deflusso delle acque meteoriche risulti agevolmente convogliato/convogliabile sia nel vicino *Rio Purina* che solca la piana terrazzata di Brisighella in direzione del fondovalle, che nella fognatura comunale della SP 302 ( **TAV. 1**).

Per quanto concerne invece l’idrogeologia sotterranea è da considerare innanzitutto che il gradiente topografico e la litologia fine di superficie contengono notevolmente l’infiltrazione efficace delle acque meteoriche nel sottosuolo, e inoltre che l’orizzonte ghiaioso basale del terrazzo di Brisighella (molto permeabile) costituisce una “struttura idrogeologica naturale” che agevola un buon drenaggio interno del sottosuolo..

In sintesi, alla luce dei dati idrogeologici disponibili, si ritengono così sufficientemente inquadrabili i caratteri dell’idrogeologia sotterranea al contorno dell’ “**AREA IL MOLINONE**”, i quali non costituiscono in assoluto un fattore di particolare condizionamento per l’edificabilità:

- nei fori penetrometrici del 2007 non fu individuata, coerentemente con il contesto geologico generale, circolazione idrica sotterranea sino a profondità di almeno una decina di metri nella sua porzione mediana.

**Relazione Geologica**

- da informazioni verbali si desume una profondità minima del livello freatico pari a circa **-5m** per quanto concerne pozzi freatici privati presenti in fregio alla SP302 (ad es. nell'area "ASILO CICOGNANI" a est: v. TAV. 1).

**3 - INDAGINI GEOGNOSTICHE E MODELLIZZAZIONE GEOLOGICA**

Nella TAV. 2 sono indicati i siti delle citate **penetrometrie statiche CPT 1, CPT 2, CPT 3** effettuate a fini urbanistici nel 2007 all'interno dell' "AREA IL MOLINONE" con attrezzatura da 20t utilizzando punta meccanica (*friction jacket cone*), nei cui grafici e tabelle sono tabulati in particolare i seguenti parametri (v. allegati):

- **Rp (kg/cmq): Resistenza punta**
- **Rl (kg/cmq): Resistenza laterale locale**
- **Rp / Rf (rapporto di Begemann)**
- **parametri geomeccanici:**
  - $\gamma$  = peso dell'unità di volume
  - $c_u$  = coesione non drenata
  - $\varphi'$  = angolo di resistenza al taglio

In considerazione del quadro geologico generale e della taratura litologica basata sui valori di resistenza penetrometrica e su correlazione con i citati dati geognostici di Archivio relativi al medesimo contesto geomorfologico similare (*zona Asilo Cicognani*) (v. **ubicazione CPT3/09 e carotaggio S1/09 in TAV. 1**), è sintetizzabile la seguente **modellizzazione geologica di unità litostratigrafiche** al di sotto di un orizzonte superficiale di suolo e terreno rimaneggiato (v. **anche grafici penetrometrici e Sezione Geologico-tecnica di TAV. 3**):

- **strato subsuperficiale (= strato A)**, raggiungibile a profondità media di circa **-2m** e accertato puntualmente sino a profondità variabile da circa **-12m** (nella porzione inferiore dell'area) a **oltre -15m** (porzione mediana) e **meno di -9m** (porzione superiore) rispetto all'attuale superficie topografica antropizzata..  
Esso è costituito: **a)** superiormente da terreni prevalentemente limosi e limoso-argillosi (**strato A1**) asciutti e caratterizzati da valori medio-elevati di **Rp (Rp medio  $\geq$  20-25daN/cmq;** **b)** inferiormente da terreni limosi parzialmente sabbiosi (**strato A2**) e caratterizzati da valori medi di **Rp (Rp medio  $\geq$  18daN/cmq)**  
Si tratta superiormente di terreni essenzialmente colluviali antichi e più o meno concrezionati per pedogenesi (= paleosuolo) e inferiormente di terreni ragionevolmente colluviali e alluvionali, analogamente a quanto riscontrato in passato presso l' Asilo Cicognani.

**Relazione Geologica**

- **strato profondo** (= **strato B**), raggiungibile a partire da profondità mediamente compresa tra **9/>>-15m** rispetto all'attuale superficie topografica antropizzata.  
Si tratta di terreni non penetrabili corrispondenti nella porzione superiore dell'area con litotipi lapidei del *bed rock* (Formazione Marnoso-Arenacea), e in quella mediana e inferiore ipoteticamente con litotipi ghiaiosi poggianti sul *bed-rock*.

**4 - ANALISI GEOLOGICO-TECNICA.**

Il **Progetto Unitario Convenzionato AREA IL MOLINONE** prevede, per quanto concerne gli aspetti geologico-tecnici, la costruzione *ex novo* di edifici residenziali posizionati in maniera da assecondare quanto più possibile la "gradonatura artificiale" dell'area conseguente alla dismessa attività industriale (cioè riducendo al minimo ulteriori scavi) (v. **FIG. A e TAVV. 2 e 3**).

Allo scopo di definire la fattibilità geologico-tecnica degli interventi edificatori in Progetto è stata effettuata una specifica analisi preliminare, tenendo conto che l'analisi morfostratigrafica e idrogeologica, pur evidenziando una certa variabilità areale, non ha obiettivamente evidenziato situazioni di criticità geologica per l'edificabilità (v. **cap.2**).

A questo proposito sono stati innanzitutto riportati nella **Planimetria** di **TAV. 2**, in corrispondenza dei siti penetrometrici, **valori medi prudenziali di  $R_p$  (daN/cm<sup>2</sup>)** dei terreni naturali posti a **profondità tra -2/-4m** rispetto alla superficie topografica attuale, in sostanza nell'"intervallo di profondità" su cui più ragionevolmente è da prevedersi l'appoggio di fondazioni superficiali..

In ogni caso, nonostante la buona qualità e omogenea distribuzione areale dei suddetti valori medi di  **$R_p$** , si ritiene opportuno prospettare, tenuto conto in particolare della esistente "gradonatura morfologica" che verrà convenientemente conservata per il sedime dei fabbricati previsti nella porzione superiore dell'area, la seguente zonazione in distinte **classi di edificabilità** all'interno dell' "AREA IL MOLINONE" (v. **TAVV. 2 e 3**):

**ZONA A** (= porzione medio-inferiore) :

zona idonea per l'appoggio di **fondazioni superficiali** su terreni colluvio-alluvionali caratterizzati da valori di  **$R_p \geq 18$  daN/cm<sup>2</sup>**

**ZONA B** (= porzione superiore) :

zona idonea per l'appoggio di **fondazioni profonde su pali** entro terreni del substrato marnoso-arenaceo (*bed rock*)

Per quanto concerne una stima preliminare di portanza dei terreni per **fondazioni superficiali** nella **ZONA A** si prospetta, considerando un valore massimo di **coefficiente di correzione = 14** a partire dai valori prudenziali di  **$R_p$**  (v. **teorie sperimentali di Sanglerat e di L'Herminier**), il seguente valore di riferimento di **Pressione Ammissibile**, in relazione al quale sono da anche prevedersi trascurabili i cedimenti per compressibilità dei terreni (in base alla **regola pratica di**

**Relazione Geologica**

**Sanglerat** per terreni caratterizzati prevalentemente da valori di **Rp » 12daN/cm<sup>2</sup>** determinati con "Delft mantle cone"):

$$\begin{aligned} \text{Pressione Ammissibile minima} &= R_p / 14 \\ (\text{strato A}) &= 18 / 14 \\ &= 1,3 \text{ daN/cm}^2 \end{aligned}$$

Per quanto concerne una stima preliminare di portata per **fondazioni profonde su pali** nella **ZONA B**, si prospetta a titolo geologico-tecnico indicativo (con riferimento ai risultati della **CPT 3**), la seguente **Portata ammissibile (P<sub>amm</sub>)** per un **palo trivellato Ø60cm e L= 10m**, considerando un valore **τ (adesione laterale palo-terreno) = 10ton/m<sup>2</sup>** (per una lunghezza utile in termini di adesione laterale **L = 6m**) e un valore prudenziale **Rp = 300 daN/cm<sup>2</sup>** alla base:

$$\begin{aligned} P_{amm} &= (\tau \cdot A_s \cdot L) / 2,5 + (A_b \cdot R_p / 3) / 2,5 = \\ &= (10 \cdot 1,88 \cdot 5) / 2,5 + (0,28 \cdot 200 / 3) / 2,5 \approx \underline{\underline{45 \text{ ton}}} \\ \text{ove } A_s &= \text{superficie laterale unitaria (m}^2\text{/m)} \\ A_b &= \text{superficie base (m}^2\text{)} \\ R_p &= \text{Resistenza statica punta (t/ m}^2\text{)} \end{aligned}$$

**5 - ANALISI DEL RISCHIO SISMICO.**

Allo scopo di definire in termini di rischio sismico la fattibilità degli interventi edificatori previsti nell' "AREA IL MOLINONE" è stata sviluppata, così come richiesto dal **D.M. 17/01/18**, una specifica analisi relativa ai seguenti aspetti:

- **Pericolosità sismica di base**
- **Pericolosità sismica locale**

**5.1 PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE**

L'ultima zonazione sismogenica del territorio nazionale è nota con la semplice sigla "ZS9" (2004), prodotta dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV). Questa zonazione rappresenta il più recente riferimento per gli studi di pericolosità sismica del territorio italiano, elaborata riferendosi anche ai più recenti *background* informativi sui terremoti e in particolare alle ultime banche dati relative alle sorgenti sismogeniche italiane DISS<sup>1</sup> e il catalogo CPTI<sup>2</sup>.

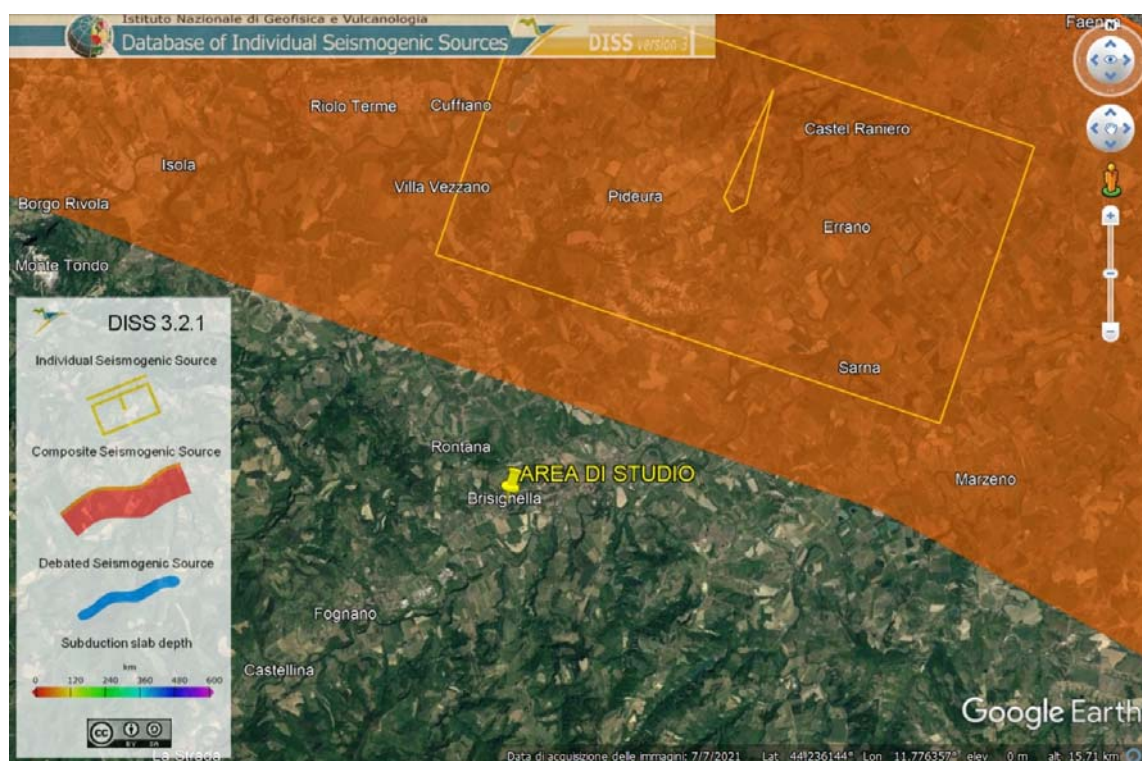
<sup>1</sup> <<Database of Potential Sources for Earthquake Larger than M5.5 in Italy">> (Valensise e Pantosti, 2001)

<sup>2</sup> <<Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani">, Gruppo di lavoro CPTI, 1999-2002>>

**P.U.A. (Piano Urbanistico Attuativo) relativo alla Scheda RUE n.49 - "AREA IL MOLINONE"**  
**(Comune di Brisighella – Ra)**

***Relazione Geologica***

L'area di studio ricade nella macrozona sismogenica 914 (ZS9), con magnitudo massima attribuita  $M = 6,14$ ; la sismicità è correlabile alla tettonica attiva del fronte compressivo della catena appenninica. Più nel dettaglio (**figura 5.1**); la banca dati DISS 3.2.1 indica che l'area studiata è situata poco a sud dell'ampia sorgente sismogenica complessa denominata ITCS001 - Castel San Pietro Terme-Meldola (con profondità ipocentrali comprese tra 2 e 8 km di profondità e "slip rate" compreso tra 0,24 e 0,63 mm/anno) e alla quale è associata una magnitudo massima  $M_w = 5.8$  (derivata dalla sorgente individuale ITIS093 - Faenza, associata proprio al terremoto del 1781, così come definito nella versione 04 del catalogo CPTI).

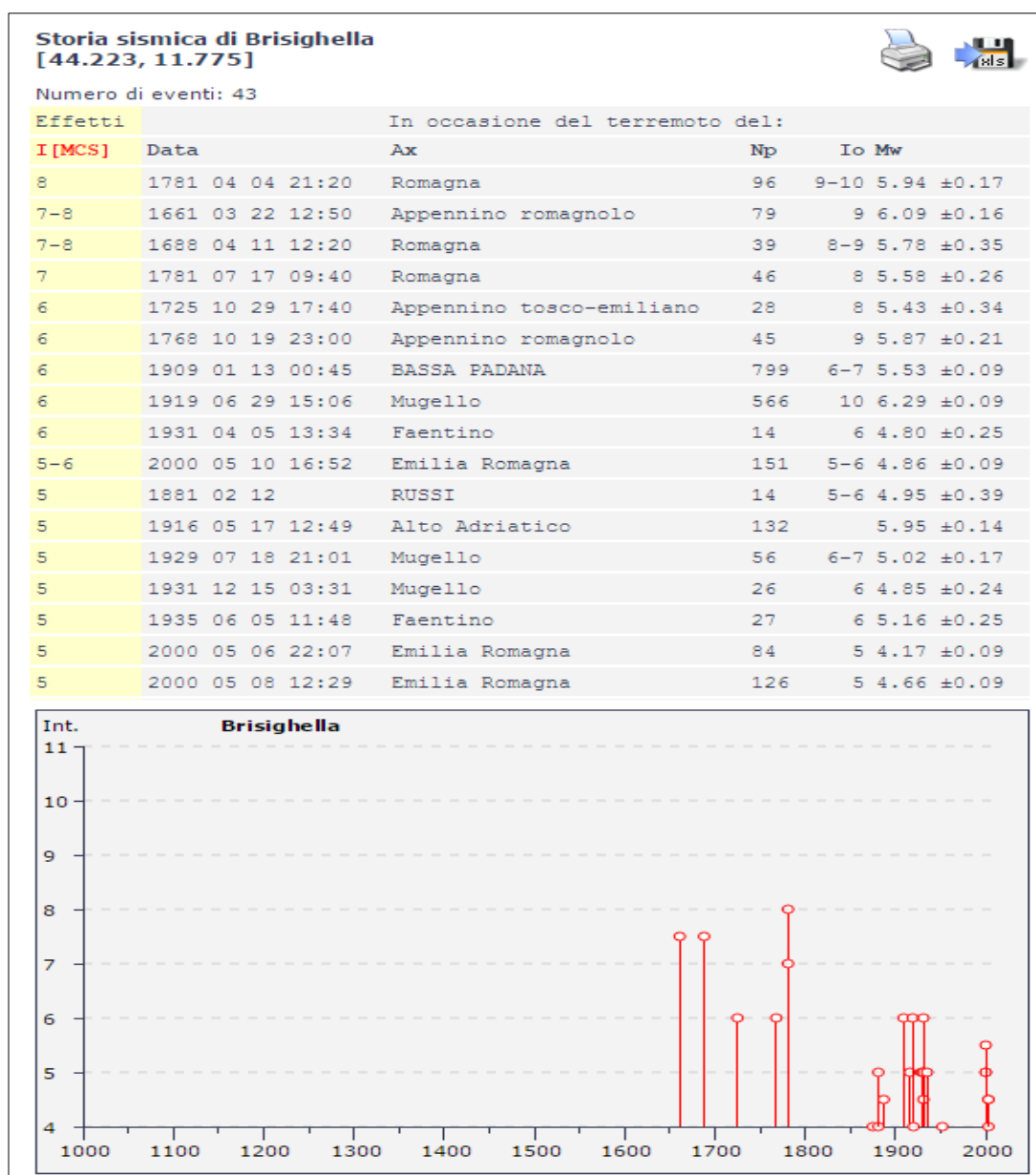


***Figura 5.1 - Distribuzione delle sorgenti sismogenetiche contenute in DISS 3.2.1 (foto aerea: Google Earth)***

In particolare, dai cataloghi storici e dalla Banca Dati delle intensità macrosismiche elaborato da INGV (DBMI, 2015), per il Capoluogo sono documentati 43 eventi sismici con  $I \geq 3$  (**figura 5.2**).

**P.U.A. (Piano Urbanistico Attuativo) relativo alla Scheda RUE n.49 - "AREA IL MOLINONE"**  
**(Comune di Brisighella – Ra)**

**Relazione Geologica**



**Figura 5.2 - Diagramma temporale dei principali eventi sismici che hanno interessato il Capoluogo con rispettive intensità macrosismiche (fonte: DBMI15 –sito internet INGV)**

Ai fini dell'analisi del rischio sismico per la pianificazione e per la progettazione di costruzioni, la pericolosità sismica di base viene definita mediante un approccio "sito dipendente" e basata su una "griglia di riferimento" costruita per l'intero territorio nazionale: ad ogni punto della griglia vengono attribuiti, a seconda del periodo di ritorno atteso per il terremoto, valori di ag e dei principali parametri "spettrali" da utilizzare per il calcolo dell'azione sismica.

### Relazione Geologica

La griglia riferimento ed i dati di pericolosità sismica sono forniti dall'INGV e pubblicati nel sito <http://esse1.mi.ingv.it/>. Nello specifico, la pericolosità di base sito specifica è determinata sulla base delle coordinate attribuibili all'incirca al baricentro dell'area di studio (Lat. 44°,221051 Long. 11°,762825 in coordinate ED50), ricavate con il supporto della georeferenziazione proposto dal programma on-line <<GeoStru Parametri Sismici>>.

Si rammenta che i parametri sismici di base relativi calcolati secondo tempi di ritorno del terremoto di riferimento pari a  $TR = 475$  anni sono equivalenti alle condizioni di pericolosità sismica di riferimento per la pianificazione (cfr. DGR 476/2021). In questo senso, la  $a_{refg}$  attribuibile all'area di studio risulta pari a 0,210g.

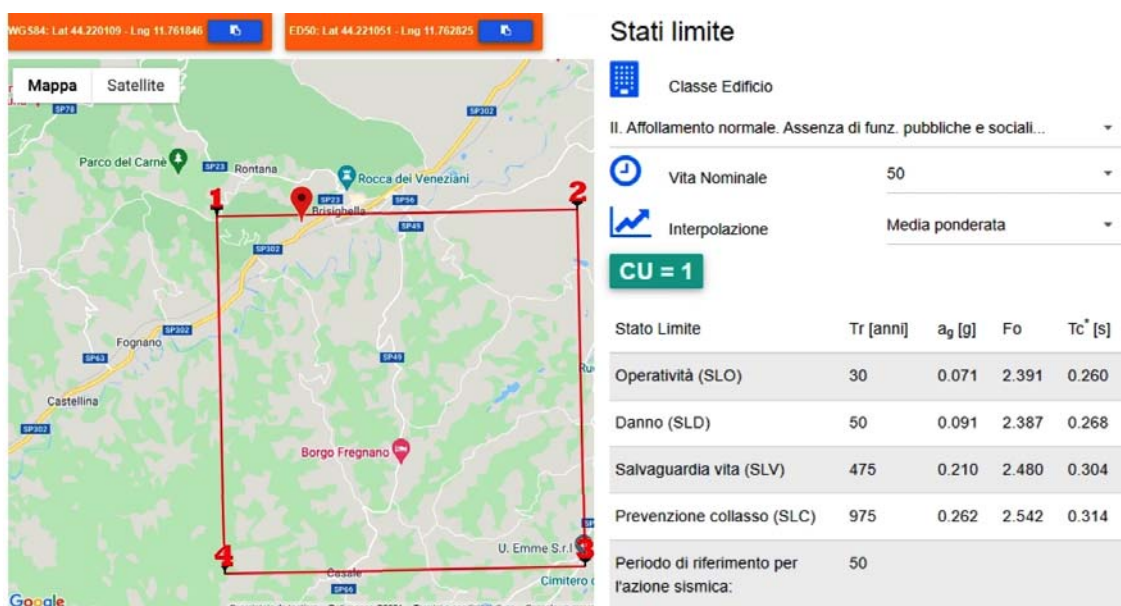


Figura 5.3 - Punti del reticolo INGV di riferimento per la definizione della pericolosità di base ai sensi delle NTC 2018 e DGR 476/2021 e parametri sismici di base associati

## 5.2 PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE

### 5.2.1 Gli studi di pericolosità sismica elaborati per la pianificazione territoriale e urbanistica

#### 5.2.1.1 Gli Indirizzi tecnici regionali di riferimento: DGR 476/2021

La **Regione Emilia-Romagna** è dotata di indirizzi tecnici di riferimento per gli studi di pericolosità e microzonazione sismica a supporto della pianificazione territoriale e urbanistica: la DAL 112/2007 e le successive deliberazioni d'aggiornamento (DGR 2193/2015; DGR 630/2019; DGR 476/2021). Con l'emanazione delle Delibere successive alla DAL 112/2007

**Relazione Geologica**

vengono introdotti sostanziali aggiornamenti agli indirizzi tecnici di riferimento per le analisi sismiche da espletare a supporto della pianificazione territoriale e urbanistica. Tali aggiornamenti hanno infatti tenuto conto delle successive Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14/1/2008), delle ulteriori esperienze derivate dall'applicazione della DAL 112/2007 e delle specifiche esperienze seguite agli eventi sismici italiani di L'Aquila 2009 e della pianura emiliana del 2012. In sintesi, le principali novità consistono:

- nelle rimodulazioni degli abachi di microzonazione sismica da considerarsi per le analisi semplificate ("livello 2");
- nella definizione di fattori di amplificazione riferiti all'accelerazione spettrale SA1, SA2, SA3, SA4 (per intervalli di periodo T rispettivamente di 0,1-0,5s, 0,4-0,8s, 0,7-0,11s, 0,5-1,5s);
- nella definizione di un ulteriore fattore di amplificazione riferito all'intensità spettrale di Housner SI3 (per l'intervallo di periodo T compreso tra 0,5 s e 1,5 s);
- nella definizione dell'input sismico (ag al sito di riferimento) che ora è definito in base ai valori di pericolosità sismica elaborati dall'INGV per tutto il territorio nazionale sui punti di una griglia di passo pari a 0,05° (reticolo analogo a quello previsto per le NTC 2008);
- nella predisposizione di cartografie delle frequenze naturali (per gli studi territoriali di "livello 1").

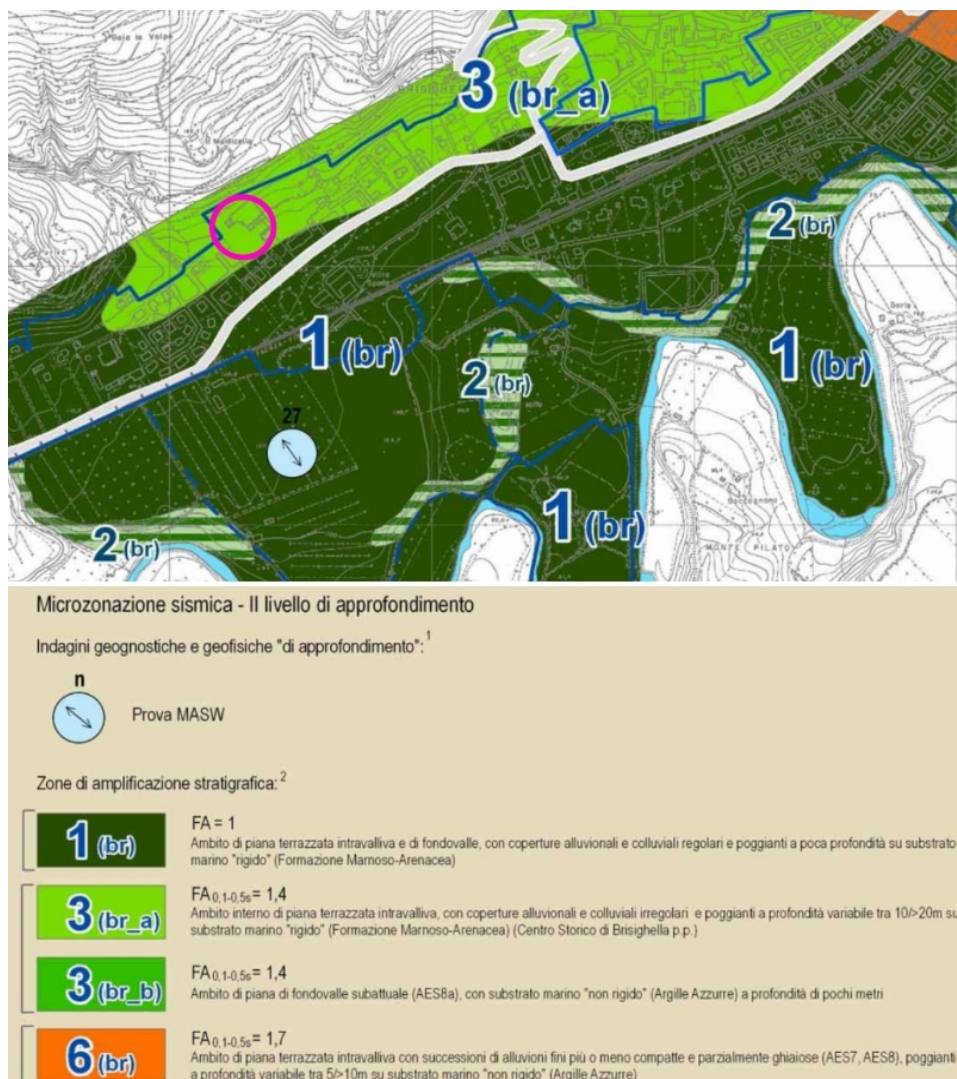
I più recenti aggiornamenti agli indirizzi regionali, apportati con la DGR 476/2021 (e DGR integrativa 564/2021), hanno infine riguardato la selezione di nuovi segnali (accelerogrammi) di riferimento per le analisi di risposta sismica locale negli studi di terzo livello. Rispetto ai precedenti indirizzi, approvati con DGR 630/2019, la differenza consiste nella sostituzione dell'Allegato A4.

#### **5.2.1.2 La microzonazione sismica comunale e ulteriori approfondimenti sito specifici**

Il *Comune di Brisighella* dispone di uno studio di microzonazione sismica di livello 2 ai sensi della DAL 112/2007 e recepito nel PSC (MS 2009). La seguente **figura 5.4** riporta uno stralcio della tavola B.3.3.2 "Rischi Naturali: carta di microzonazione sismica del Comune di Brisighella" (scala 1.10.000) e della relativa legenda.

**P.U.A. (Piano Urbanistico Attuativo) relativo alla Scheda RUE n.49 - “AREA IL MOLINONE”  
(Comune di Brisighella – Ra)**

**Relazione Geologica**



**Figura 5.4 - Stralcio della tavola B.3.3.2 “Rischi Naturali: carta di micronanazione sismica del Comune di Brisighella” (scala 1.10.000) recepita nel PSC**

L’area di studio risulta ricadere nella **zona omogenea denominata “3 (br a)”**, cioè in <<ambito interno di piana terrazzata intravalliva, con coperture alluvionali e colluviali irregolari e poggianti a profondità variabile tra 10 e 20 metri su substrato marino “rigido” (Formazione Marnoso-Arenacea)..>> (v. anche capp.2 e 3). Si tratta pertanto di un areale stabile suscettibile di amplificazioni locali ove vengono richiesti approfondimenti sismici fino al “livello 2” ai sensi dell’allora vigente DAL 112/2007.

Occorre precisare che la MS di Brisighella è stata oggetto di due successive revisioni:

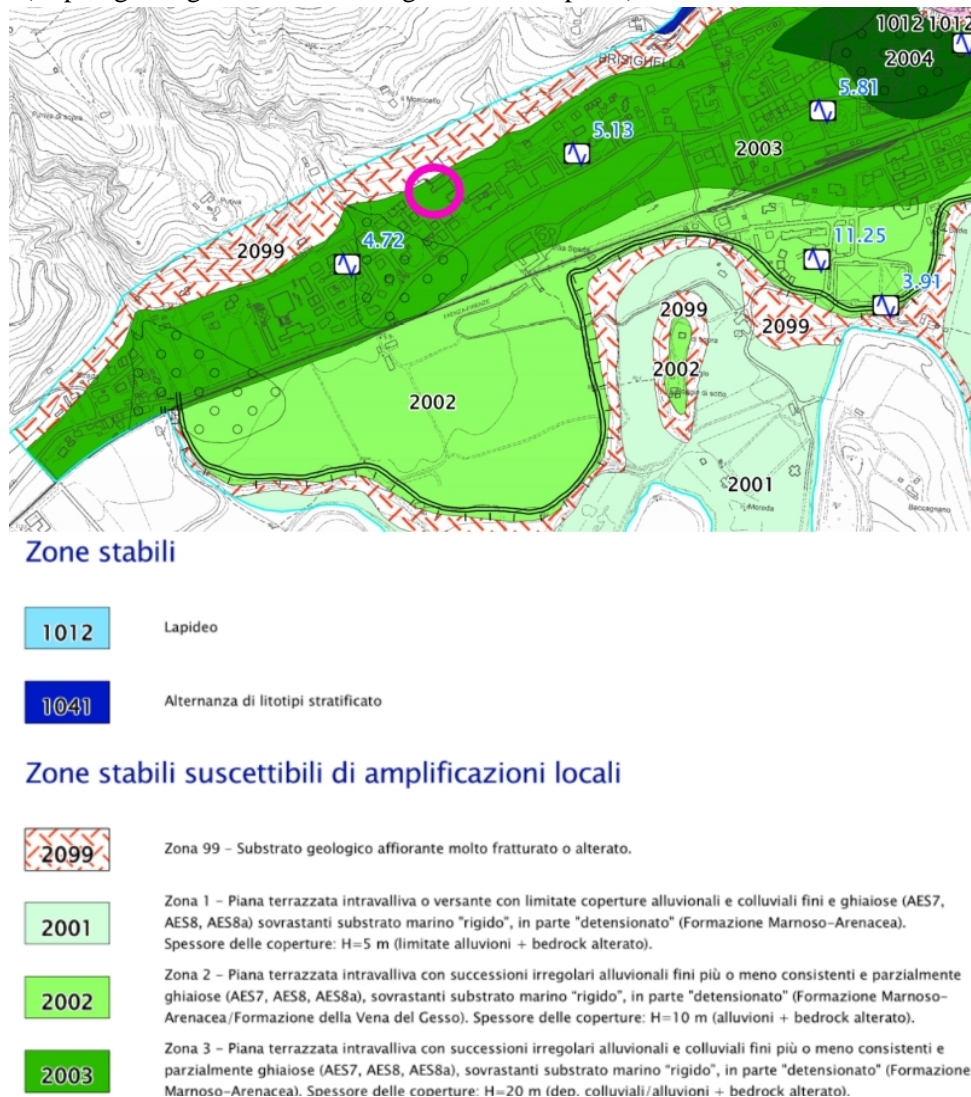
- un aggiornamento della MS di “livello 2” (ai sensi dell’OCDPC 52/2013)

**P.U.A. (Piano Urbanistico Attuativo) relativo alla Scheda RUE n.49 - "AREA IL MOLINONE"**  
**(Comune di Brisighella – Ra)**

**Relazione Geologica**

- un ulteriore aggiornamento della MS di "livello 2" con approfondimenti locali di "livello 3" (ai sensi dell'OCDPC 293/2015 e inoltre conforme alla DGR 630/2019). Quest'ultimo studio è stato validato in termini di conformità dalla CTMS nel dicembre 2021.

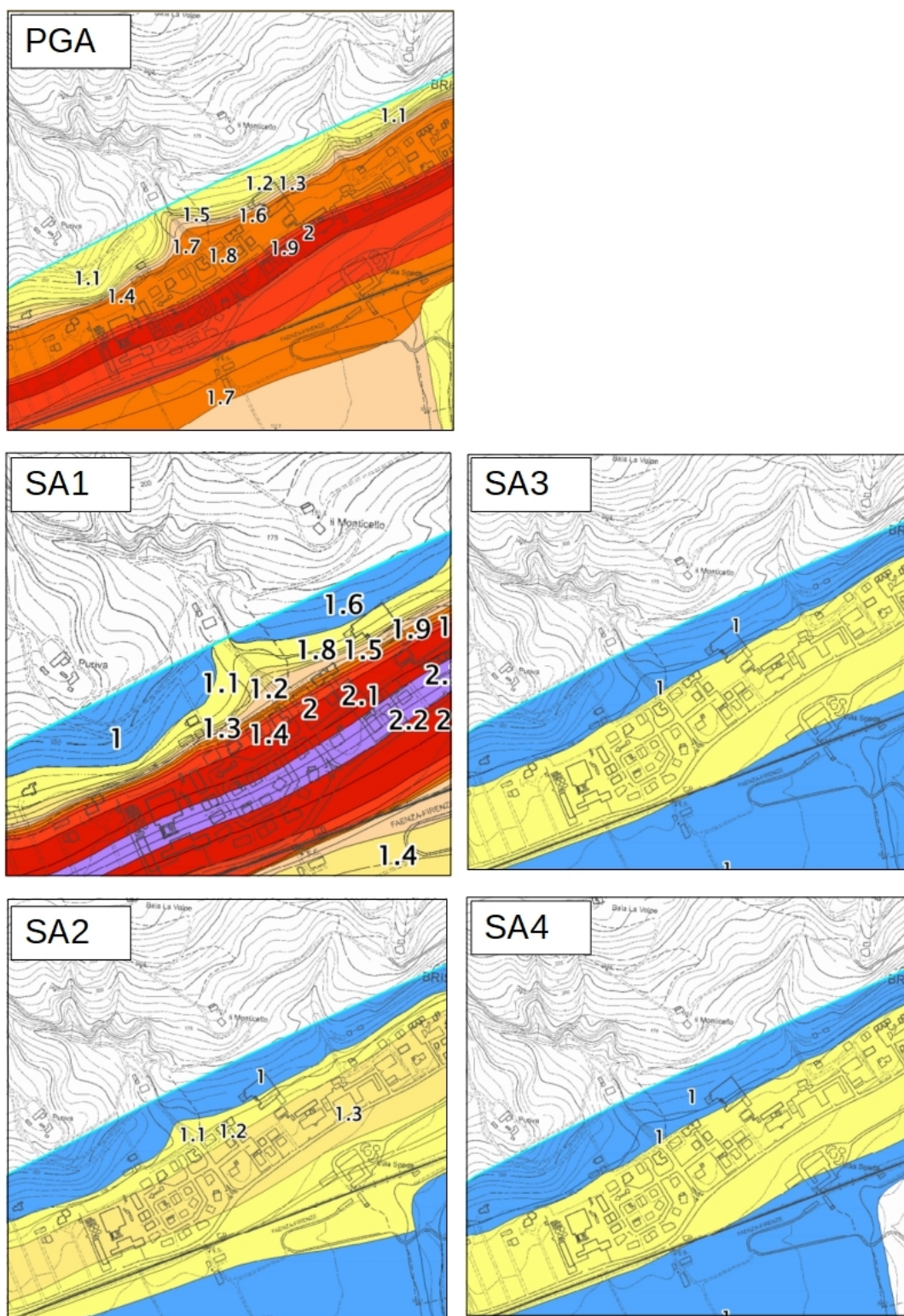
Il più recente aggiornamento della MS comunale ha dunque consentito di effettuare analisi numeriche della risposta sismica locale estese al territorio urbano del Capoluogo, attraverso specifiche modellazioni con software di calcolo bidimensionale (analisi della RSL 2D). In questo senso, la **figura 5.5** riporta uno stralcio della cartografia delle MOPS mentre le **figure 5.6a/b** riportano stralci delle cartografie dei **fattori di amplificazione (FA)** derivati dagli approfondimenti di "livello 3". Per una lettura integrale degli approfondimenti della MS espletati per il Comune di Brisighella si rimanda agli elaborati completi pubblicati nel portale web "Programma nazionale di soccorso per il rischio sismico dell'Emilia-Romagna" (<https://geo.regione.emilia-romagna.it/schede/pnsrs>).



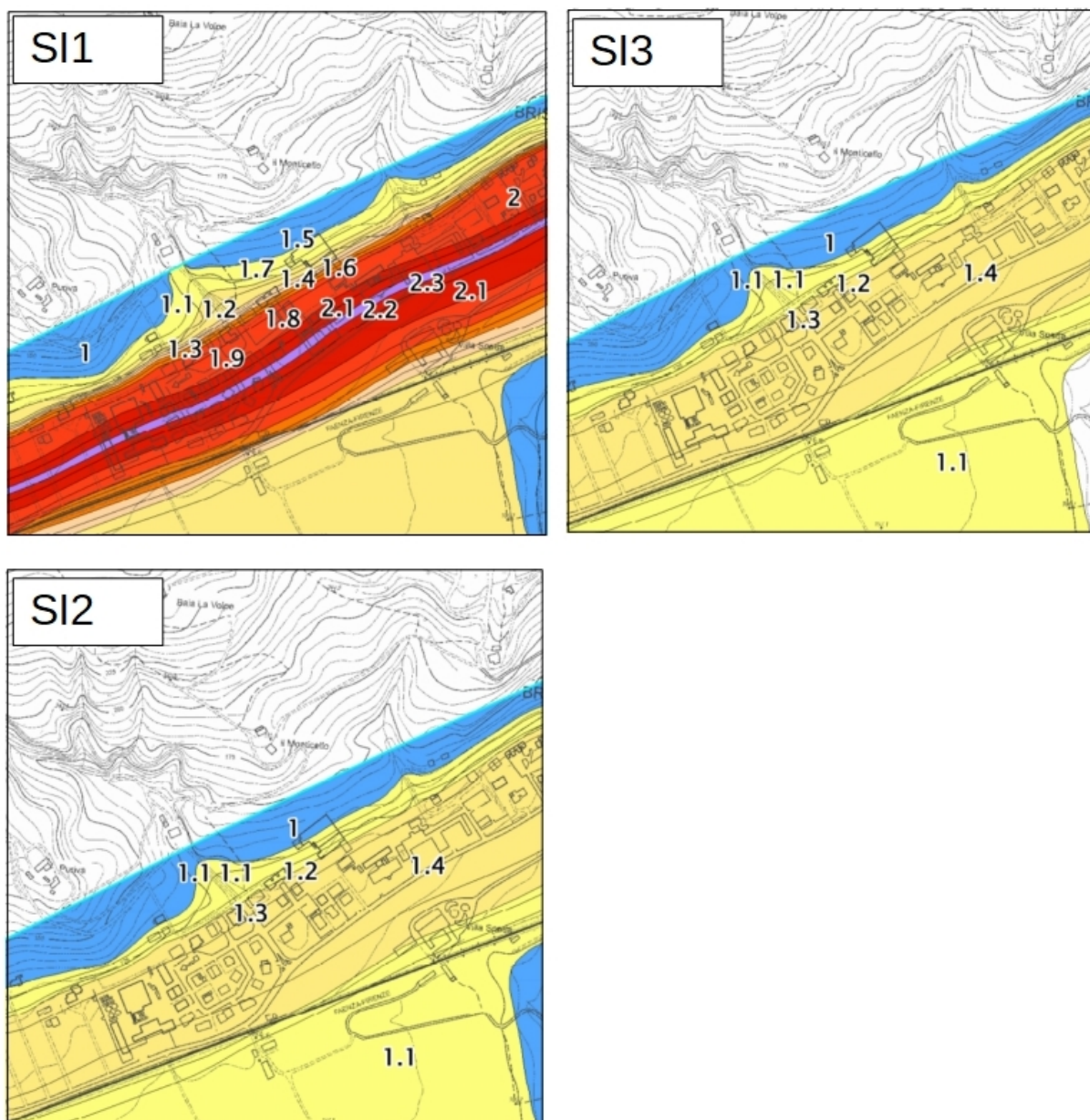
**Figura 5.5 - Stralcio "Carta delle Microzona Omogenee in prospettiva Sismica" (scala 1.10.000) ai sensi dell'OCDPC 293/2015 e della DGR 630/2019**

**P.U.A. (Piano Urbanistico Attuativo) relativo alla Scheda RUE n.49 - “AREA IL MOLINONE”  
(Comune di Brisighella – Ra)**

***Relazione Geologica***



**Figura 5.6a - Stralcio “Carta di microzonazione sismica – Livello 3” (scala 1.10.000) ai sensi dell’OCDPC 293/2015 e della DGR 630/2019**

**Relazione Geologica**

**Figura 5.6b** - Stralcio "Carta di microzonazione sismica – Livello 3" (scala 1.10.000) ai sensi dell'OCDPC 293/2015 e della DGR 630/2019

Le **n. 2 misure geofisiche con Tromografo (HVSr)** eseguite rispettivamente in corrispondenza di **CPT 2 e CPT 3 (v. allegati e TAV. 3)** confermano il contesto sismostratigrafico locale, caratterizzato da coperture di spessore variabile sovrastanti il **bed rock sismico (FMA)** che superficialmente risulta piu' alterato. La **figura 5.7** riporta il confronto delle due tracce spettrali H/V ricavate dalle registrazioni tromografiche, evidenziando picchi di massime amplificazioni a frequenze medio-alte (  $3,0 \div 6,0$  hz) indotte con evidenza da contrasti di impedenza al tetto del substrato più rigido.

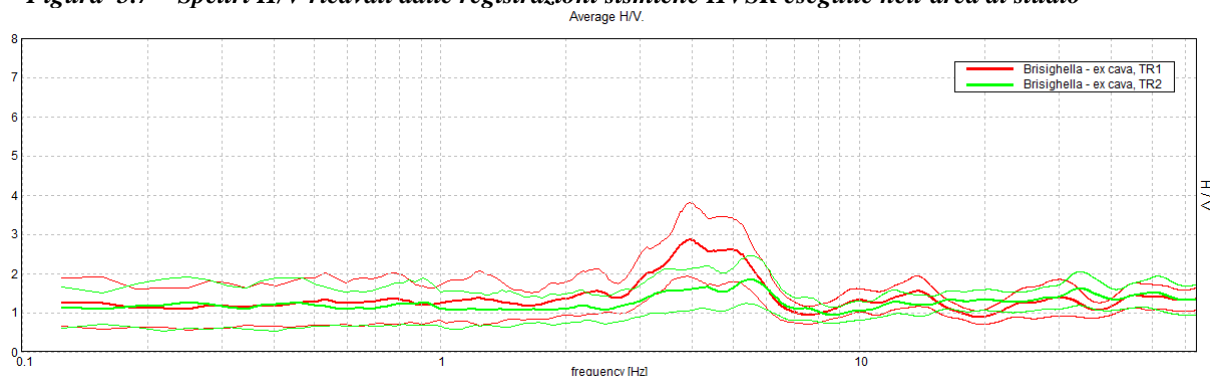
### Relazione Geologica

A questo proposito, ai fini della progettazione, occorre anche evidenziare che i contrasti di impedenza verificati dalle registrazioni HVSR raccomandano di includere gli areali di studio nella:

- **"categoria di sottosuolo E": <<terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C e D, con profondità del substrato non superiore a 30 m>>.**

Infine, già solo considerando che il primo sottosuolo dell' "AREA IL MOLINONE" è costituito essenzialmente da **terreni di con discreta frazione fine e discretamente coesivi e, soprattutto, asciutti** (v. tabelle penetrometriche), è da considerare **nullo il rischio di liquefazione** in caso di sisma (v. anche D.M. 17/01/2018, par. 7.11.3.4.2).

Figura 5.7 – Spettri H/V ricavati dalle registrazioni sismiche HVSR eseguite nell'area di studio



## 6 - CONCLUSIONI.

Sulla base di una analisi geologica generale, idrogeologica, geologico-tecnica e del rischio sismico, supportata da informazioni geognostiche e geofisiche specifiche, si prospetta la buona fattibilità geologica del **P.U.A. (Piano Urbanistico Attuativo) relativo alla Scheda RUE n.49 - "AREA IL MOLINONE" a Brisighella (Ra)**, il quale prevede edificazione di tipo residenziale nell'ex area industriale Gessi Lago d'Iseo dismessa nei passati anni '90 (v. **PROGETTO** dello Studio Architetti Conti Galegati di Faenza, FIGG. A , B e TAVV. 1, 2 , 3 ).

Innanzitutto, si è riscontrato, a conferma di studi urbanistici precedenti (v. **Relazione Variante Parziale PRG di Brisighella – Area Stabilimento "Gessi Lago d'Iseo", a firma geologo Alessandro Poggiali, gennaio 2007**), che l'"AREA IL MOLINONE" corrisponde con una porzione interna dell'ampia piana terrazzata di Brisighella, e al piede del versante vallivo sinistro del Fiume Lamone, il cui primo sottosuolo è costituito da una spessa copertura di terreni alluvionali e colluviali (**strato A**) poggianti su un omogeneo substrato roccioso (**bed rock**) riferito alla **Formazione Marnoso-Arenacea – FMA (strato B)**. Si tratta nell'insieme di una situazione morfostrutturale che non evidenzia in assoluto criticità naturali di tipo geostatico e idrogeologico (v. **cap. 2 e 3**).

**Relazione Geologica**

Per quanto concerne gli aspetti geologico-tecnici, nonostante la buona qualità e omogeneità areale di caratteristiche geomeccaniche dei terreni della copertura superficiale (**strato A**), si ritiene comunque opportuno prospettare, tenuto conto della "gradonatura morfologica esistente" che verrà conservata per il sedime dei fabbricati previsti nella porzione superiore dell'area, la seguente zonazione in **classi di edificabilità** all'interno dell'"AREA IL MOLINONE" (v. TAVV. 2 e 3):

**ZONA A** (= porzione medio-inferiore) :

zona idonea per l'appoggio di **fondazioni superficiali** su terreni colluvio-alluvionali caratterizzati da valori di  $R_p$  medio  $\geq 18 \text{ daN/cm}^2$ , con riferimento al seguente quadro preliminare di portanza:

P.Amm. (Pressione Ammissibile) minima =  $1,3 \text{ daN/cm}^2$

**ZONA B** (= porzione superiore) :

zona idonea per l'appoggio di **fondazioni profonde su pali** entro terreni del substrato marnoso-arenaceo (*bed rock*), con riferimento al seguente quadro preliminare di portanza:

P.Amm. (Portata indicativa palo trivellato  $\varnothing 60 \text{ cm}$   $L = 10 \text{ m}$ )  $\approx 45 \text{ ton}$

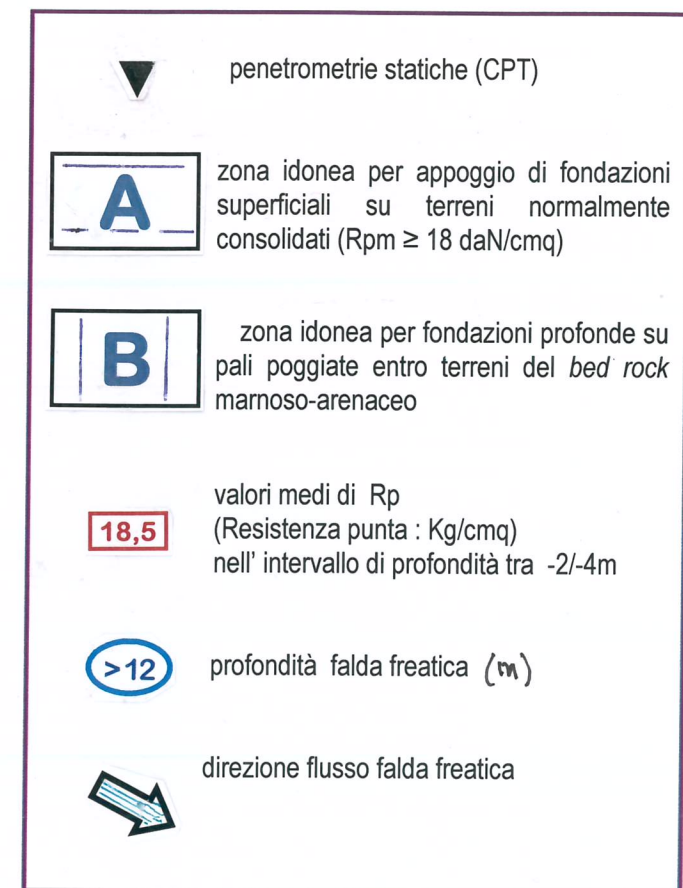
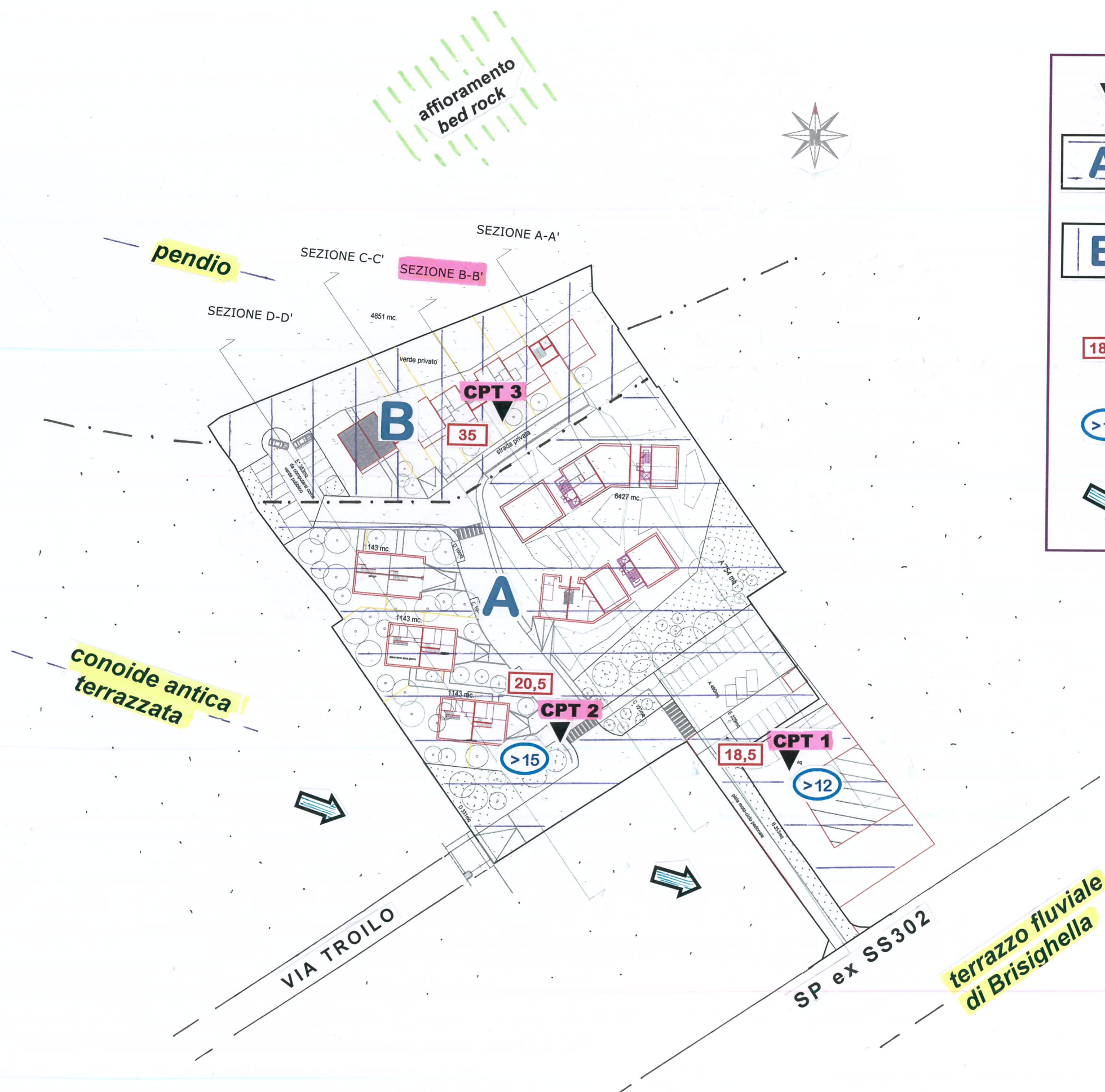
Per quanto concerne il rischio sismico dell'area di studio, si prospettano preliminarmente i seguenti parametri (v. cap. 5):

- Categoria sismica del suolo = E
- FA (Fattori di amplificazione sismica) :
  - PGA = 1,2 - 1,6
  - SA 1 = 1,6 - 1,9
  - SA 2 = 1 - 1,3
  - SA 3 = 1
  - SA 4 = 1
  - SI 1 = 1,5 - 1,7
  - SI 2 = 1 - 1,3
  - SI 3 = 1 - 1,3
- PL (Potenziale liquefazione) = 0

Infine, si rammenta che sono demandati alla fase di progettazione edificatoria esecutiva, in ottemperanza alla Normative Tecniche vigenti (D.M. 17/01/2018, DGR 2193/2015), gli approfondimenti geognostici, geologico-tecnici e geofisici per la determinazione puntuale dei parametri di fondazione, oltre che eventuali verifiche analitiche di stabilità in caso di sbancamenti e realizzazione di muri di sostegno.







DIC. 2021

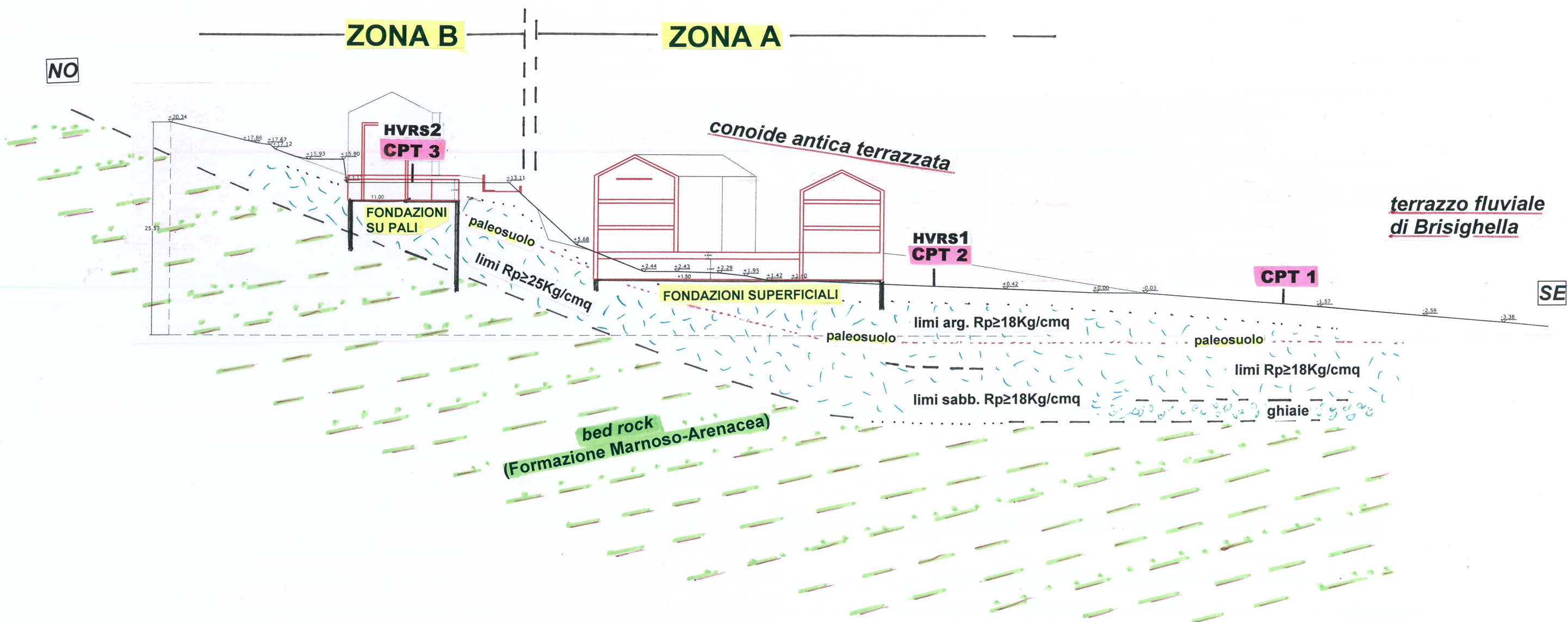
FERRERO COSTRUZIONI s.r.l.

**P.U.A.**  
(Piano Urbanistico Attuativo)  
relativo alla  
Scheda RUE n. 49 –  
“AREA IL MOLINONE  
(Comune di Brisighella - Ra)

**TAV. 2**

**CARTA GEOTECNICA**

1:1.000



DIC. 2021

FERRERO COSTRUZIONI s.r.l.

**P.U.A.**  
(Piano Urbanistico Attuativo)  
relativo alla  
Scheda RUE n. 49 –  
“AREA IL MOLINONE  
(Comune di Brisighella - Ra)

**TAV. 3**

**SEZIONE  
GEOLOGICO-TECNICA**

1:500

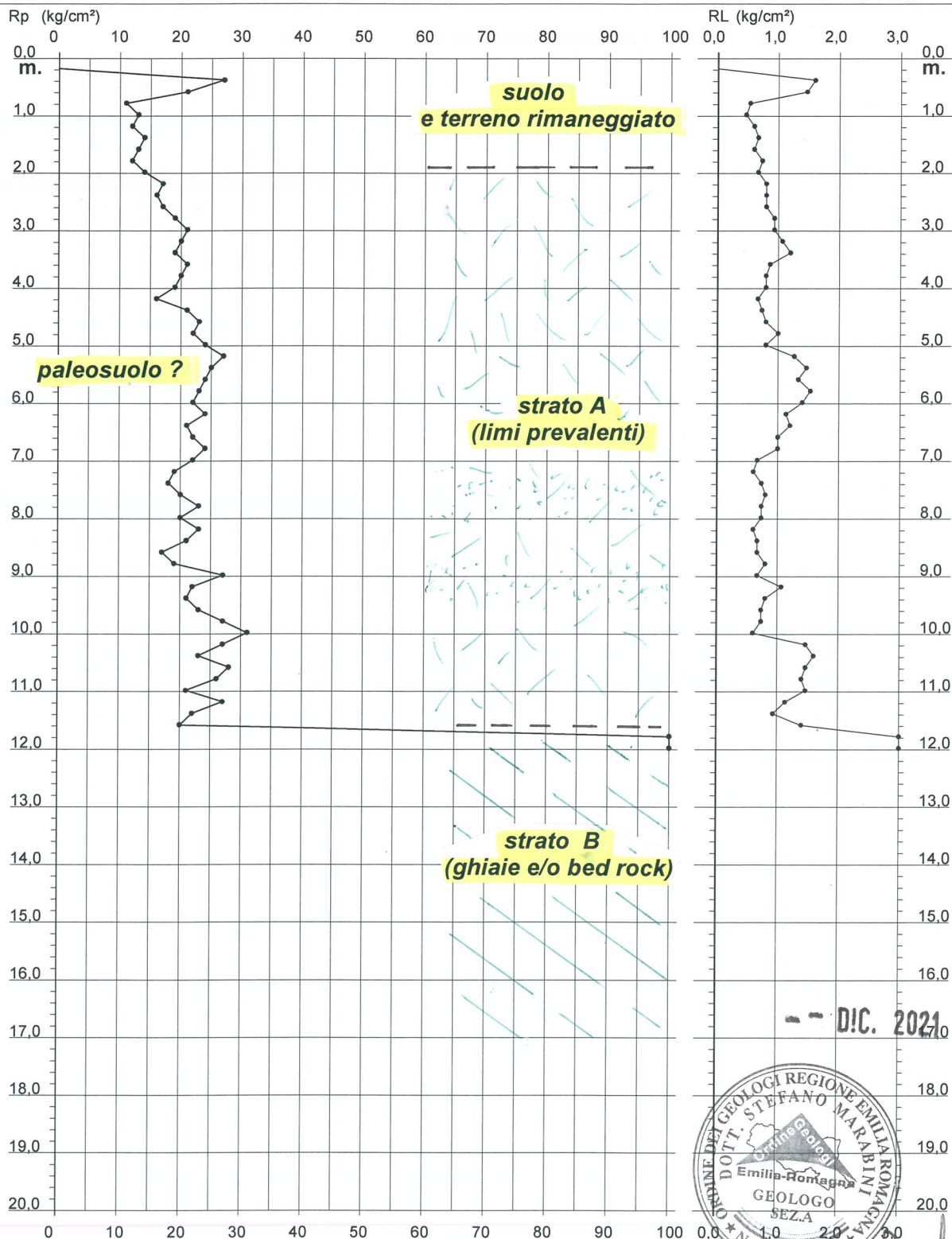
# **PROVA PENETROMETRICA STATICA** **DIAGRAMMA DI RESISTENZA**

**CPT 1**

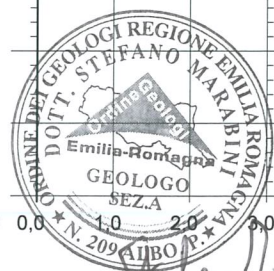
2.010496-071

- committente : dr.geol. Poggiali Alessandro  
 - lavoro : Variante P.R.G. Stabilimento Lago d'Iseo  
 - località : Via Firenze - Brisighella (RA)  
 - note : Falda assente

- data : 04/01/2007  
 - quota inizio : Piano Campagna  
 - prof. falda : Falda non rilevata  
 - scala vert.: 1 : 100



--- DIC. 2021



*Stefano Marabini*

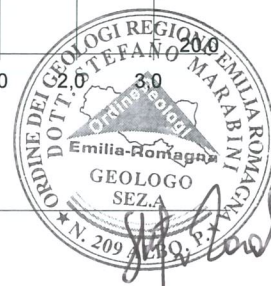
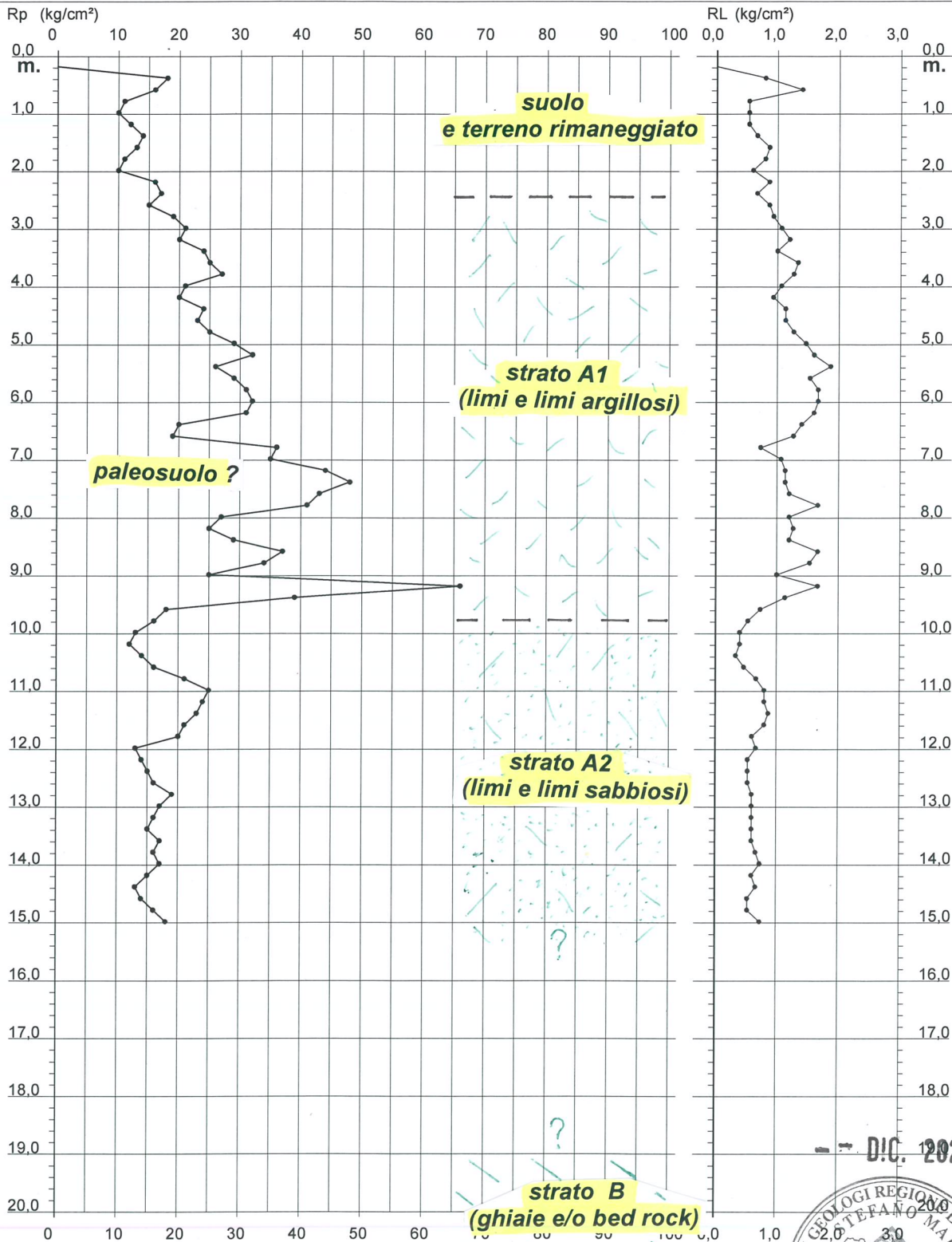
# **PROVA PENETROMETRICA STATICA** **DIAGRAMMA DI RESISTENZA**

**CPT 2**

2.010496-071

- committente : dr.geol. Poggiali Alessandro  
 - lavoro : Variante P.R.G. Stabilimento Lago d'Iseo  
 - località : Via Firenze - Brisighella (RA)  
 - note : Falda assente

- data : 04/01/2007  
 - quota inizio : Piano Campagna  
 - prof. falda : Falda non rilevata  
 - scala vert. : 1 : 100



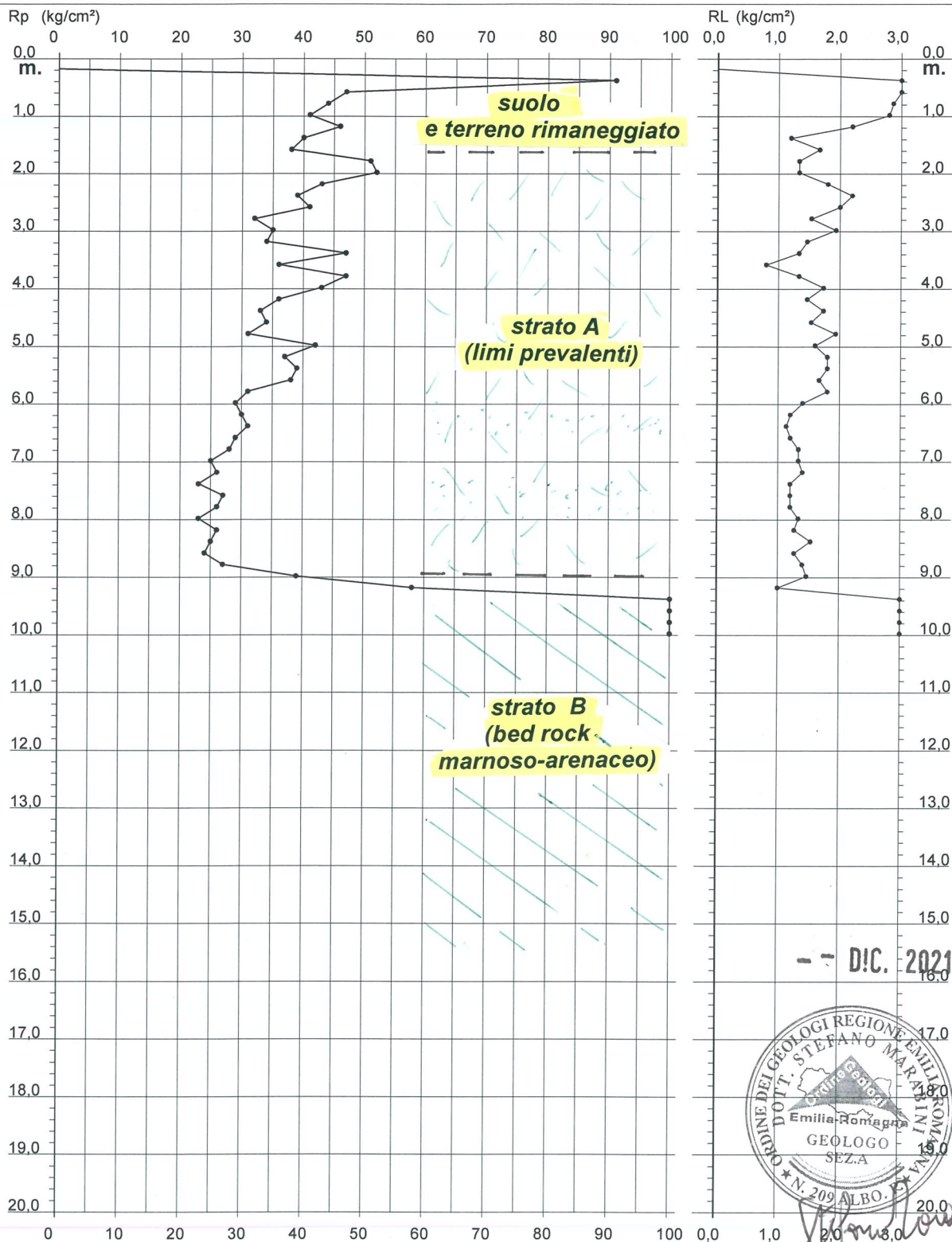
## PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

**CPT 3**

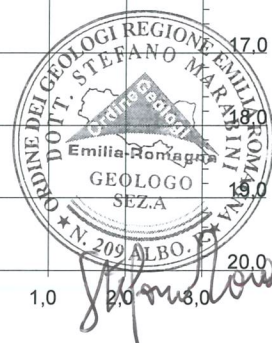
2.010496-071

- committente : dr.geol. Poggiali Alessandro  
 - lavoro : Variante P.R.G. Stabilimento Lago d'Iseo  
 - località : Via Firenze - Brisighella (RA)  
 - note : Falda assente

- data : 04/01/2007  
 - quota inizio : Piano Campagna  
 - prof. falda : Falda non rilevata  
 - scala vert.: 1 : 100



**DIC. 2021**



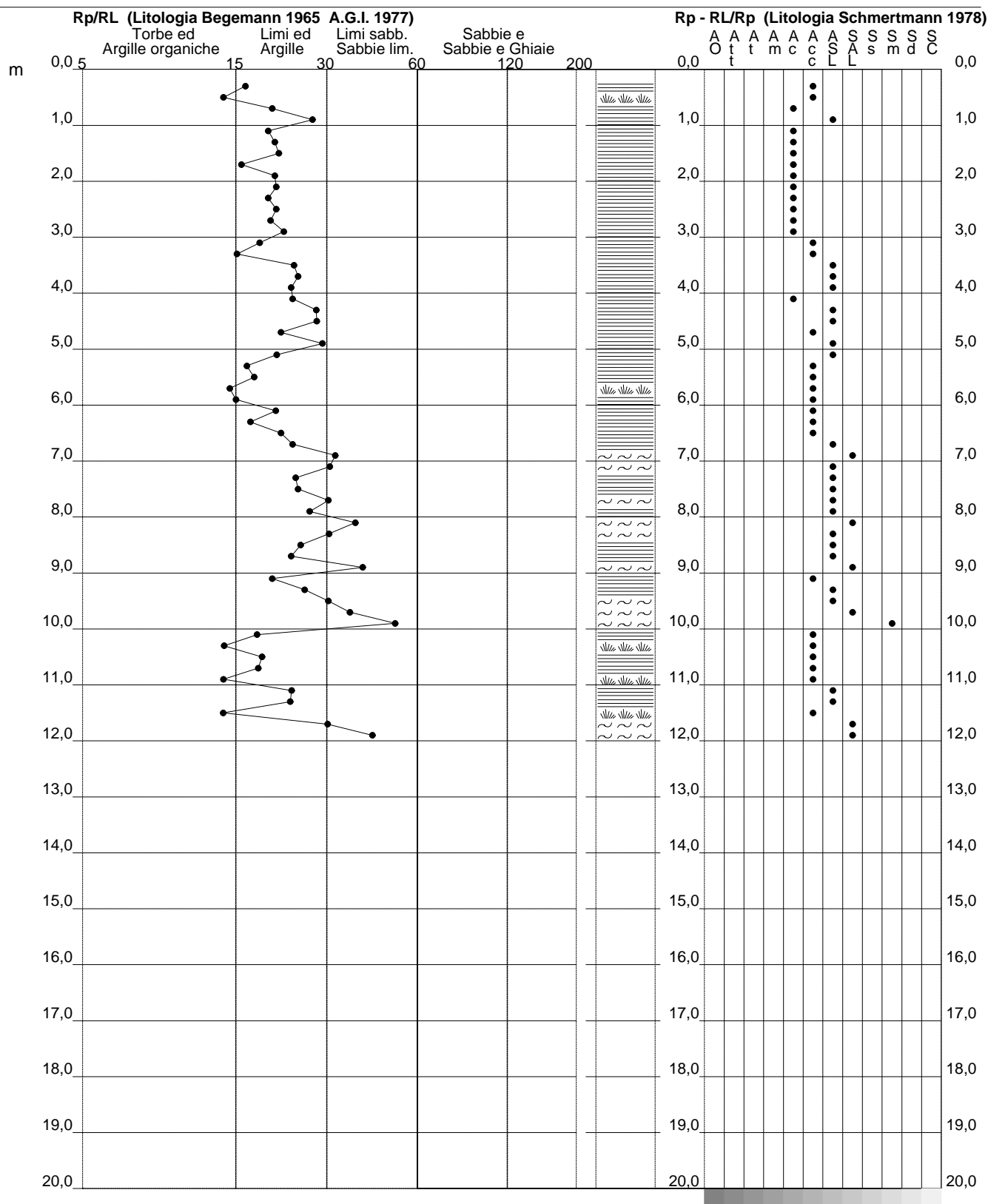
## PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

**CPT 1**

2.010496-071

- committente : dr.geol. Poggiali Alessandro  
 - lavoro : Variante P.R.G. Stabilimento Lago d'Iseo  
 - località : Via Firenze - Brisighella (RA)  
 - note : Falda assente

- data : 04/01/2007  
 - quota inizio : Piano Campagna  
 - prof. falda : Falda non rilevata  
 - scala vert.: 1 : 100



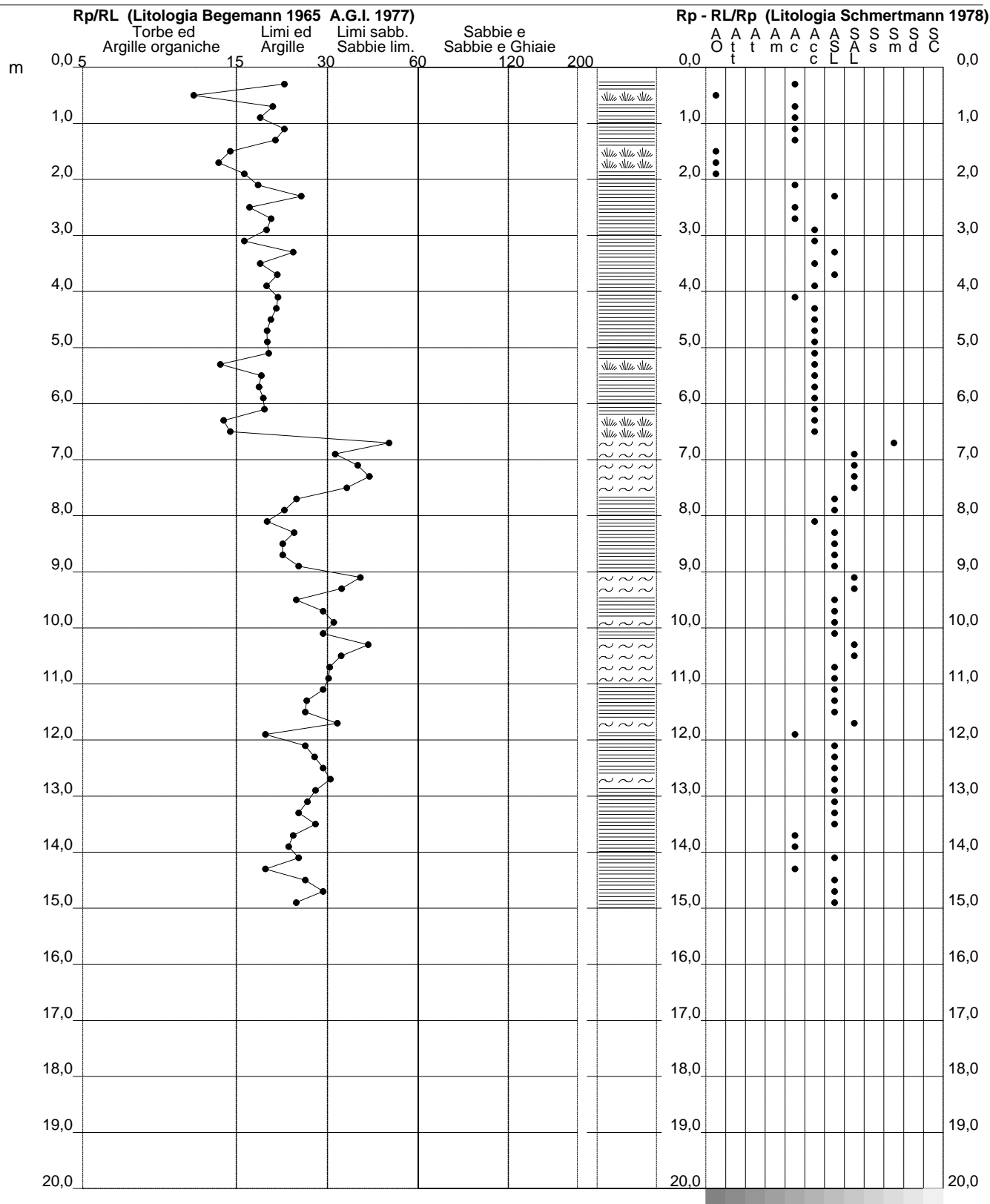
## PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

**CPT 2**

2.010496-071

- committente : dr.geol. Poggiali Alessandro  
 - lavoro : Variante P.R.G. Stabilimento Lago d'Iseo  
 - località : Via Firenze - Brisighella (RA)  
 - note : Falda assente

- data : 04/01/2007  
 - quota inizio : Piano Campagna  
 - prof. falda : Falda non rilevata  
 - scala vert.: 1 : 100



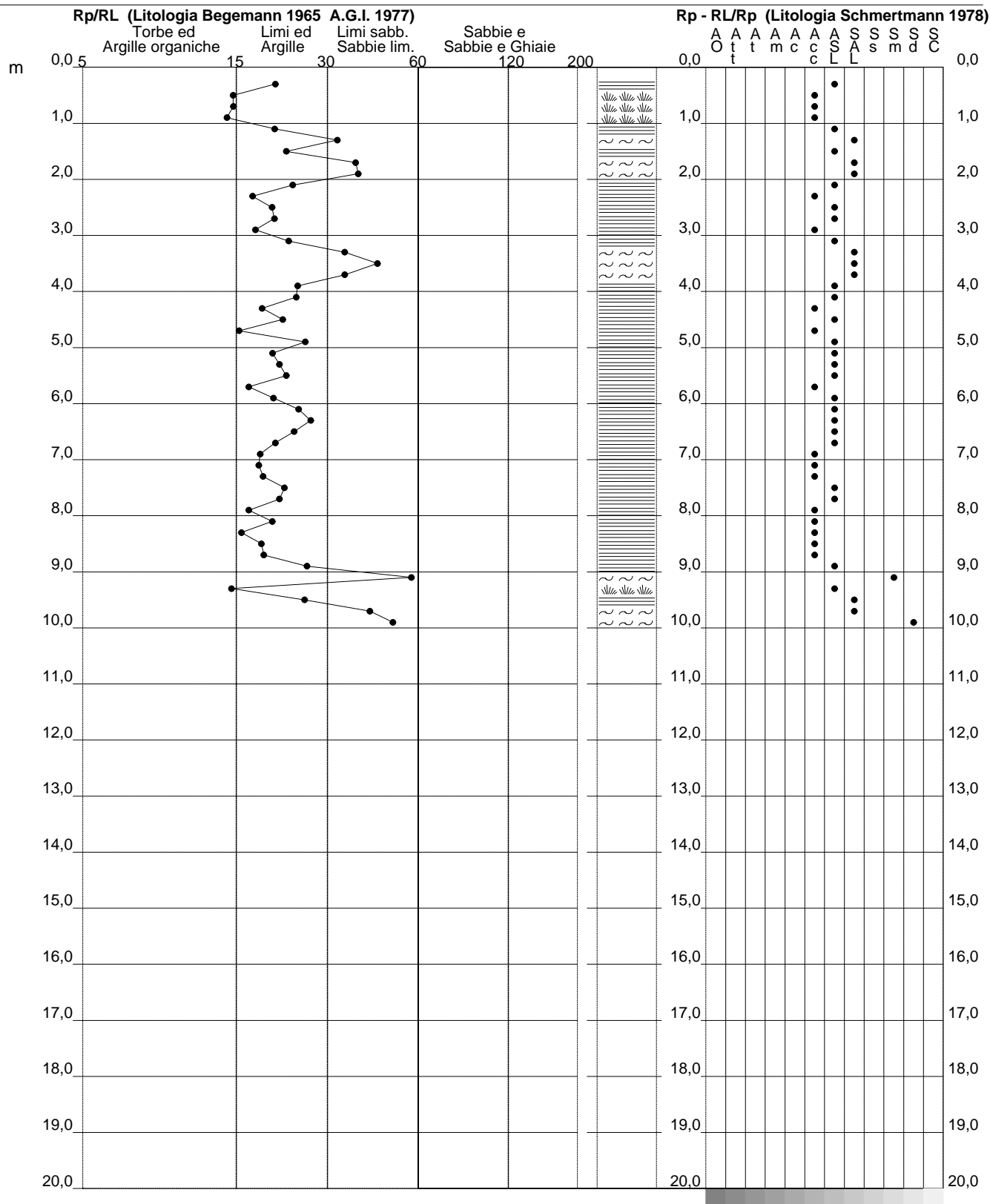
## PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

**CPT 3**

2.010496-071

- committente : dr.geol. Poggiali Alessandro  
 - lavoro : Variante P.R.G. Stabilimento Lago d'Iseo  
 - località : Via Firenze - Brisighella (RA)  
 - note : Falda assente

- data : 04/01/2007  
 - quota inizio : Piano Campagna  
 - prof. falda : Falda non rilevata  
 - scala vert.: 1 : 100



PROVA PENETROMETRICA STATICA  
TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

CPT 1

2.010496-071

- committente : dr.geol. Poggiali Alessandro  
- lavoro : Variante P.R.G. Stabilimento Lago d'Iseo  
- località : Via Firenze - Brisighella (RA)  
- note : Falda assente

- data : 04/01/2007  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- pagina : 1

NATURA COESIVA											NATURA GRANULARE										
Prof. m	Rp kg/cm <sup>2</sup>	Rp/RI (-)	Natura Litol.	Y' t/m <sup>3</sup>	p'vo kg/cm <sup>2</sup>	Cu kg/cm <sup>2</sup>	OCR (-)	Eu50 kg/cm <sup>2</sup>	Eu25 kg/cm <sup>2</sup>	Mo kg/cm <sup>2</sup>	Dr %	ø1s (°)	ø2s (°)	ø3s (°)	ø4s (°)	ødm (°)	ømy (°)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm <sup>2</sup>	E'25 kg/cm <sup>2</sup>	Mo kg/cm <sup>2</sup>
0,20	--	--	???	1,85	0,04	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,40	27	17	4/1/1	1,85	0,07	0,95	99,9	161	242	81	91	41	42	44	45	43	28	0,225	45	68	81
0,60	21	14	4/1/1	1,85	0,11	0,82	76,9	140	210	63	72	38	40	42	44	40	27	0,165	35	53	63
0,80	11	21	2/1/1	1,85	0,15	0,54	31,4	91	137	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,00	13	28	2/1/1	1,85	0,19	0,60	27,6	103	154	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,20	12	20	2/1/1	1,85	0,22	0,57	20,5	97	146	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,40	14	21	2/1/1	1,85	0,26	0,64	19,3	108	162	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,60	13	22	2/1/1	1,85	0,30	0,60	15,3	103	154	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,80	12	16	2/1/1	1,85	0,33	0,57	12,3	97	146	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,00	14	21	2/1/1	1,85	0,37	0,64	12,4	108	162	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,20	17	21	2/1/1	1,85	0,41	0,72	12,9	123	184	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,40	16	20	2/1/1	1,85	0,44	0,70	11,0	118	177	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,60	17	21	2/1/1	1,85	0,48	0,72	10,5	123	184	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,80	19	20	2/1/1	1,85	0,52	0,78	10,4	132	198	58	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,00	21	22	4/1/1	1,85	0,55	0,82	10,3	140	210	63	33	33	35	38	41	32	27	0,064	35	53	63
3,20	20	19	4/1/1	1,85	0,59	0,80	9,1	141	211	60	29	32	35	37	40	31	27	0,057	33	50	60
3,40	19	16	2/1/1	1,85	0,63	0,78	8,2	150	225	58	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,60	21	24	4/1/1	1,85	0,67	0,82	8,2	159	239	63	28	32	35	37	40	31	27	0,054	35	53	63
3,80	20	25	4/1/1	1,85	0,70	0,80	7,4	173	260	60	25	32	34	37	40	30	27	0,048	33	50	60
4,00	19	24	2/1/1	1,85	0,74	0,78	6,7	189	284	58	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,20	16	24	2/1/1	1,85	0,78	0,70	5,5	211	317	52	23	31	34	37	40	29	27	0,044	35	53	63
4,40	21	29	4/1/1	1,85	0,81	0,82	6,4	220	330	69	25	32	34	37	40	30	28	0,048	38	58	69
4,60	23	29	4/1/1	1,85	0,85	0,87	6,4	220	330	69	23	31	34	37	40	29	28	0,043	37	55	66
4,80	22	22	4/1/1	1,85	0,89	0,85	5,9	236	354	66	25	31	34	37	40	29	28	0,047	40	60	72
5,00	24	30	4/1/1	1,85	0,93	0,89	6,0	245	368	72	25	31	34	37	40	29	28	0,054	45	68	81
5,20	27	21	4/1/1	1,85	0,96	0,95	6,2	253	379	81	28	32	35	37	40	30	28	0,046	42	63	75
5,40	25	17	4/1/1	1,85	1,00	0,91	5,6	270	405	75	24	31	34	37	40	29	28	0,042	40	60	72
5,60	24	18	4/1/1	1,85	1,04	0,89	5,2	284	426	72	22	31	34	37	40	29	28	0,038	38	58	69
5,80	23	15	4/1/1	1,85	1,07	0,87	4,8	298	446	69	20	31	34	36	40	28	28	0,033	37	55	66
6,00	22	16	4/1/1	1,85	1,11	0,85	4,5	310	464	66	17	30	33	36	39	28	28	0,037	40	60	72
6,20	24	21	4/1/1	1,85	1,15	0,89	4,6	320	479	72	20	31	34	36	40	28	28	0,028	35	53	63
6,40	21	17	4/1/1	1,85	1,18	0,82	4,0	330	496	63	14	30	33	36	39	27	27	0,023	37	55	66
6,60	22	22	4/1/1	1,85	1,22	0,85	4,0	341	512	66	15	30	33	36	39	27	28	0,023	40	60	72
6,80	24	24	4/1/1	1,85	1,26	0,89	4,1	351	527	72	17	30	33	36	39	28	28	0,027	37	55	66
7,00	22	33	3/1/1	1,85	1,30	--	--	--	--	--	14	30	33	36	39	27	28	0,017	32	48	57
7,20	19	32	4/1/1	1,85	1,33	0,78	3,2	370	555	58	8	29	32	35	39	26	27	0,018	33	50	60
7,40	18	25	2/1/1	1,85	1,37	0,75	3,0	372	559	56	--	--	--	--	--	--	--	0,025	38	58	69
7,60	20	25	4/1/1	1,85	1,41	0,80	3,1	388	582	60	8	29	32	35	39	26	27	0,016	33	50	60
7,80	23	31	3/1/1	1,85	1,44	--	--	--	--	--	13	30	33	36	39	27	28	0,023	38	58	69
8,00	20	27	4/1/1	1,85	1,48	0,80	2,9	400	601	60	7	29	32	35	39	26	27	0,023	38	58	69
8,20	23	38	3/1/1	1,85	1,52	--	--	--	--	--	11	30	33	36	39	26	28	0,017	35	53	63
8,40	21	31	3/1/1	1,85	1,55	--	--	--	--	--	8	29	32	35	39	26	27	--	--	--	--
8,60	17	25	2/1/1	1,85	1,59	0,72	2,3	391	586	54	--	--	--	--	--	--	--	0,028	45	68	81
8,80	19	24	2/1/1	1,85	1,63	0,78	2,5	412	618	58	--	--	--	--	--	--	--	0,016	37	55	66
9,00	27	40	3/1/1	1,85	1,66	--	--	--	--	--	15	30	33	36	39	27	28	0,012	35	53	63
9,20	22	21	4/1/1	1,85	1,70	0,85	2,6	441	662	66	7	29	32	35	39	26	28	0,025	45	68	81
9,40	21	26	4/1/1	1,85	1,74	0,82	2,5	438	657	63	5	29	32	35	39	25	27	0,025	45	68	81
9,60	23	31	3/1/1	1,85	1,78	--	--	--	--	--	7	29	32	35	39	26	28	0,032	52	78	93
9,80	27	37	3/1/1	1,85	1,81	--	--	--	--	--	12	30	33	36	39	26	28	0,023	47	70	84
10,00	31	52	3/1/1	1,85	1,85	--	--	--	--	--	17	30	33	36	39	27	29	0,018	43	65	78
10,20	27	18	4/1/1	1,85	1,89	0,95	2,7	492	738	81	11	30	33	36	39	26	28	0,003	35	53	63
10,40	23	14	4/1/1	1,85	1,92	0,87	2,3	470	705	69	6	29	32	35	38	25	28	0,019	45	68	81
10,60	28	19	4/1/1	1,85	1,96	0,97	2,6	506	759	84	12	30	33	36	39	26	28	0,004	37	55	66
10,80	26	19	4/1/1	1,85	2,00	0,93	2,4	498	746	78	9	29	32	35	39	26	28	0,004	37	55	66
11,00	21	14	4/1/1	1,85	2,03	0,82	2,0	460	690	63	1	28	31	35	38	25	27	0,004	33	50	60
11,20	27	24	4/1/1	1,85	2,07	0,95	2,4	511	766	81	9	29	32	35	39	26	28	0,170	305	458	549
11,40	22	24	4/1/1	1,85	2,11	0,85	2,0	474	710	66	2	28	31	35	38	25	27	0,200	407	610	732
11,60	20	14	4/1/1	1,85	2,15	0,80	1,8	455	682	60	--	28	31	35	38	25	27	--	--	--	--
11,80	183	31	3/1/1	1,85	2,18	--	--	--	--	--	74	38	40	42	44	36	37	--	--	--	--
12,00	244	44	3/1/1	1,85	2,22	--	--	--	--	--	83	40	41	43	45	38	39	--	--	--	--

PROVA PENETROMETRICA STATICA  
TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

CPT 2

2.010496-071

- committente : dr.geol. Poggiali Alessandro  
- lavoro : Variante P.R.G. Stabilimento Lago d'Iseo  
- località : Via Firenze - Brisighella (RA)  
- note : Falda assente

- data : 04/01/2007  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- pagina : 1

NATURA COESIVA											NATURA GRANULARE										
Prof. m	Rp kg/cm²	Rp/RI (-)	Natura Litol.	Y' t/m³	p'vo kg/cm²	Cu kg/cm²	OCR (-)	Eu50 kg/cm²	Eu25 kg/cm²	Mo kg/cm²	Dr %	ø1s (°)	ø2s (°)	ø3s (°)	ø4s (°)	ødm (°)	ømy (°)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm²	E'25 kg/cm²	Mo kg/cm²
0.20	--	--	???	1.85	0.04	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0.40	--	22	2////	1.85	0.07	0.75	99.9	128	191	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0.60	16	11	2////	1.85	0.11	0.70	62.3	118	177	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0.80	11	21	2////	1.85	0.15	0.54	31.4	91	137	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1.00	10	19	2////	1.85	0.19	0.50	21.8	85	128	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1.20	12	22	2////	1.85	0.22	0.57	20.5	97	146	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1.40	14	21	2////	1.85	0.26	0.64	19.3	108	162	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1.60	13	15	2////	1.85	0.30	0.60	15.3	103	154	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1.80	11	14	2////	1.85	0.33	0.54	11.4	91	137	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2.00	10	17	2////	1.85	0.37	0.50	9.1	88	132	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2.20	16	18	2////	1.85	0.41	0.70	12.3	118	177	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2.40	17	25	2////	1.85	0.44	0.72	11.6	123	184	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2.60	15	17	2////	1.85	0.48	0.67	9.4	115	173	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2.80	19	20	2////	1.85	0.52	0.78	10.4	132	198	58	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3.00	21	20	4:/	1.85	0.55	0.82	10.3	140	210	63	33	33	35	38	41	32	27	0.064	35	53	63
3.20	20	17	4:/	1.85	0.59	0.80	9.1	141	211	60	29	32	35	37	40	31	27	0.057	33	50	60
3.40	24	24	4:/	1.85	0.63	0.89	9.7	152	228	72	34	33	35	38	41	32	28	0.067	40	60	72
3.60	25	19	4:/	1.85	0.67	0.91	9.3	159	238	75	34	33	35	38	41	32	28	0.067	42	63	75
3.80	27	21	4:/	1.85	0.70	0.95	9.1	167	250	81	36	33	36	38	41	32	28	0.070	45	68	81
4.00	21	20	4:/	1.85	0.74	0.82	7.2	184	276	63	26	32	34	37	40	30	27	0.049	35	53	63
4.20	20	21	4:/	1.85	0.78	0.80	6.5	200	300	60	23	31	34	37	40	29	27	0.043	33	50	60
4.40	24	21	4:/	1.85	0.81	0.89	7.0	204	306	72	28	32	35	37	40	30	28	0.054	40	60	72
4.60	23	20	4:/	1.85	0.85	0.87	6.4	220	330	69	25	32	34	37	40	30	28	0.048	38	58	69
4.80	25	20	4:/	1.85	0.89	0.91	6.5	229	344	75	27	32	35	37	40	30	28	0.052	42	63	75
5.00	29	20	4:/	1.85	0.93	0.98	6.8	235	352	87	31	32	35	38	41	31	29	0.061	48	73	87
5.20	32	20	4:/	1.85	0.96	1.07	7.1	240	359	96	34	33	35	38	41	31	29	0.066	53	80	96
5.40	26	14	4:/	1.85	1.00	0.93	5.7	268	402	78	26	32	34	37	40	29	28	0.049	43	65	78
5.60	29	19	4:/	1.85	1.04	0.98	5.9	276	414	87	29	32	35	37	40	30	29	0.055	48	73	87
5.80	31	19	4:/	1.85	1.07	1.03	6.0	284	426	93	30	32	35	38	40	30	29	0.058	52	78	93
6.00	32	19	4:/	1.85	1.11	1.07	6.0	294	441	96	30	32	35	38	40	30	29	0.058	53	80	96
6.20	31	19	4:/	1.85	1.15	1.03	5.5	311	466	93	28	32	35	37	40	30	29	0.054	52	78	93
6.40	20	14	4:/	1.85	1.18	0.80	3.8	333	499	60	13	30	33	36	39	27	27	0.025	33	50	60
6.60	19	15	2////	1.85	1.22	0.78	3.6	345	517	58	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6.80	36	49	3////	1.85	1.26	--	--	--	--	--	31	32	35	38	41	30	30	0.060	60	90	108
7.00	35	33	3////	1.85	1.30	--	--	--	--	--	30	32	35	37	40	30	29	0.057	58	88	105
7.20	44	39	3////	1.85	1.33	--	--	--	--	--	37	33	36	38	41	31	31	0.072	73	110	132
7.40	48	42	3////	1.85	1.37	--	--	--	--	--	39	33	36	38	41	31	31	0.078	80	120	144
7.60	43	36	3////	1.85	1.41	--	--	--	--	--	35	33	35	38	41	30	30	0.068	72	108	129
7.80	41	25	4:/	1.85	1.44	1.37	5.9	384	577	123	32	33	35	38	41	30	30	0.063	68	103	123
8.00	27	22	4:/	1.85	1.48	0.95	3.6	418	627	81	17	30	33	36	39	27	28	0.033	45	68	81
8.20	25	20	4:/	1.85	1.52	0.91	3.3	425	637	75	14	30	33	36	39	27	28	0.028	42	63	75
8.40	29	24	4:/	1.85	1.55	0.98	3.5	438	658	87	19	31	33	36	39	28	29	0.036	48	73	87
8.60	37	22	4:/	1.85	1.59	1.23	4.6	443	665	111	26	32	34	37	40	29	30	0.051	62	93	111
8.80	34	22	4:/	1.85	1.63	1.13	4.0	454	681	102	23	31	34	37	40	28	29	0.044	57	85	102
9.00	25	25	4:/	1.85	1.66	0.91	2.9	452	678	75	12	30	33	36	39	26	28	0.024	42	63	75
9.20	66	40	3////	1.85	1.70	--	--	--	--	--	45	34	37	39	42	32	32	0.091	110	165	198
9.40	39	34	3////	1.85	1.74	--	--	--	--	--	26	32	34	37	40	29	30	0.050	65	98	117
9.60	18	25	2////	1.85	1.78	0.75	2.1	414	621	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9.80	16	30	4:/	1.85	1.81	0.70	1.9	393	590	52	--	28	31	35	38	25	27	--	27	40	48
10.00	13	32	4:/	1.85	1.85	0.60	1.6	351	527	47	--	28	31	35	38	25	26	--	22	33	39
10.20	12	30	4:/	1.85	1.89	0.57	1.4	335	503	45	--	28	31	35	38	25	26	--	20	30	36
10.40	14	42	4:/	1.85	1.92	0.64	1.6	369	554	48	--	28	31	35	38	25	26	--	23	35	42
10.60	16	34	4:/	1.85	1.96	0.70	1.7	399	599	52	--	28	31	35	38	25	27	--	27	40	48
10.80	21	31	3////	1.85	2.00	--	--	--	--	--	1	28	31	35	38	25	27	0.004	35	53	63
11.00	25	31	3////	1.85	2.03	--	--	--	--	--	7	29	32	35	39	25	28	0.016	42	63	75
11.20	24	30	4:/	1.85	2.07	0.89	2.2	489	733	72	5	29	32	35	38	25	28	0.013	40	60	72
11.40	23	27	4:/	1.85	2.11	0.87	2.1	483	724	69	3	28	32	35	38	25	28	0.008	38	58	69
11.60	21	26	4:/	1.85	2.15	0.82	1.9	466	698	63	--	28	31	35	38	25	27	--	35	53	63
11.80	20	33	4:/	1.85	2.18	0.80	1.8	456	685	60	--	28	31	35	38	25	27	--	33	50	60
12.00	13	19	2////	1.85	2.22	0.60	1.2	359	538	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
12.20	14	26	2////	1.85	2.26	0.64	1.3	376	564	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
12.40	15	28	2////	1.85	2.29	0.67	1.3	393	589	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
12.60	16	30	4:/	1.85	2.33	0.70	1.4	409	613	52	--	28	31	35	38	25	27	--	27	40	48
12.80	19	32	4:/	1.85	2.37	0.78	1.6	451	676	58	--	28	31	35	38	25	27	--	32	48	57
13.00	17	28	2////	1.85	2.40	0.72	1.4	425	637	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
13.20	16	27	2////	1.85	2.44	0.70	1.3	411	616	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
13.40	15	25	2////	1.85	2.48	0.67	1.2	396	594	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
13.60	17	28	2////	1.85	2.52	0.72	1.3	427	640	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
13.80	16																				

# **PROVA PENETROMETRICA STATICA** **TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI**

**CPT 3**

2.010496-071

- committente : dr.geol. Poggiali Alessandro  
 - lavoro : Variante P.R.G. Stabilimento Lago d'Iseo  
 - località : Via Firenze - Brisighella (RA)  
 - note : Falda assente

- data : 04/01/2007  
 - quota inizio : Piano Campagna  
 - prof. falda : Falda non rilevata  
 - pagina : 1

NATURA COESIVA											NATURA GRANULARE										
Prof. m	Rp kg/cm²	Rp/RI (-)	Natura Litol.	Y' t/m³	p'vo kg/cm²	Cu kg/cm²	OCR (-)	Eu50 kg/cm²	Eu25 kg/cm²	Mo kg/cm²	Dr %	ø1s (°)	ø2s (°)	ø3s (°)	ø4s (°)	ødm (°)	ømy (°)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm²	E'25 kg/cm²	Mo kg/cm²
0,20	--	--	???	1,85	0,04	--	--	--	--	--	100	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,40	91	21	4/./	1,85	0,07	3,03	99,9	516	774	273	100	42	43	45	46	45	33	0,258	152	228	273
0,60	47	15	4/./	1,85	0,11	1,57	99,9	266	400	141	100	42	43	45	46	43	31	0,257	78	118	141
0,80	44	15	4/./	1,85	0,15	1,47	99,9	249	374	132	90	41	42	44	45	42	31	0,224	73	110	132
1,00	41	15	4/./	1,85	0,19	1,37	76,5	232	349	123	83	40	41	43	45	41	30	0,198	68	103	123
1,20	46	21	4/./	1,85	0,22	1,53	70,3	261	391	138	82	39	41	43	45	40	31	0,197	77	115	138
1,40	40	33	3:./	1,85	0,26	--	--	--	--	--	73	38	40	42	44	39	30	0,170	67	100	120
1,60	38	23	4/./	1,85	0,30	1,27	38,6	215	323	114	68	38	39	41	43	38	30	0,154	63	95	114
1,80	51	38	3:./	1,85	0,33	--	--	--	--	--	76	39	40	42	44	39	31	0,176	85	128	153
2,00	52	39	3:./	1,85	0,37	--	--	--	--	--	74	38	40	42	44	39	31	0,170	87	130	156
2,20	43	24	4/./	1,85	0,41	1,43	30,3	244	366	129	65	37	39	41	43	37	30	0,144	72	108	129
2,40	39	18	4/./	1,85	0,44	1,30	24,0	221	332	117	59	36	38	41	43	36	30	0,129	65	98	117
2,60	41	20	4/./	1,85	0,48	1,37	23,2	232	349	123	59	36	38	40	43	36	30	0,128	68	103	123
2,80	32	21	4/./	1,85	0,52	1,07	15,5	181	272	96	49	35	37	39	42	34	29	0,101	53	80	96
3,00	35	18	4/./	1,85	0,55	1,17	15,9	198	298	105	50	35	37	40	42	34	29	0,105	58	88	105
3,20	34	23	4/./	1,85	0,59	1,13	14,1	193	289	102	48	35	37	39	42	34	29	0,098	57	85	102
3,40	47	35	3:./	1,85	0,63	--	--	--	--	--	57	36	38	40	43	35	31	0,123	78	118	141
3,60	36	45	3:./	1,85	0,67	--	--	--	--	--	47	35	37	39	42	34	30	0,096	60	90	108
3,80	47	35	3:./	1,85	0,70	--	--	--	--	--	55	36	38	40	42	35	31	0,116	78	118	141
4,00	43	25	4/./	1,85	0,74	1,43	14,3	244	366	129	50	35	37	40	42	34	30	0,105	72	108	129
4,20	36	25	4/./	1,85	0,78	1,20	10,8	204	306	108	43	34	36	39	41	33	30	0,087	60	90	108
4,40	33	19	4/./	1,85	0,81	1,10	9,1	193	290	99	39	33	36	38	41	32	29	0,077	55	83	99
4,60	34	22	4/./	1,85	0,85	1,13	9,0	202	303	102	39	33	36	38	41	32	29	0,077	57	85	102
4,80	31	16	4/./	1,85	0,89	1,03	7,6	217	325	93	35	33	35	38	41	31	29	0,068	52	78	93
5,00	42	26	4/./	1,85	0,93	1,40	10,5	238	357	126	44	34	37	39	42	33	30	0,089	70	105	126
5,20	37	21	4/./	1,85	0,96	1,23	8,6	228	342	111	39	33	36	38	41	32	30	0,077	62	93	111
5,40	39	22	4/./	1,85	1,00	1,30	8,7	237	355	117	40	34	36	39	41	32	30	0,079	65	98	117
5,60	38	23	4/./	1,85	1,04	1,27	8,1	248	372	114	38	33	36	38	41	31	30	0,075	63	95	114
5,80	31	17	4/./	1,85	1,07	1,03	6,0	284	426	93	30	32	35	38	40	30	29	0,058	52	78	93
6,00	29	21	4/./	1,85	1,11	0,98	5,4	302	453	87	27	32	34	37	40	29	29	0,051	48	73	87
6,20	30	25	4/./	1,85	1,15	1,00	5,3	313	470	90	27	32	35	37	40	29	29	0,052	50	75	90
6,40	31	27	4/./	1,85	1,18	1,03	5,3	323	485	93	28	32	35	37	40	29	29	0,053	52	78	93
6,60	29	24	4/./	1,85	1,22	0,98	4,8	339	508	87	25	31	34	37	40	29	29	0,047	48	73	87
6,80	28	21	4/./	1,85	1,26	0,97	4,5	351	526	84	23	31	34	37	40	29	28	0,043	47	70	84
7,00	25	19	4/./	1,85	1,30	0,91	4,0	361	542	75	18	31	33	36	39	28	28	0,034	42	63	75
7,20	26	19	4/./	1,85	1,33	0,93	4,0	372	557	78	19	31	33	36	39	28	28	0,036	43	65	78
7,40	23	19	4/./	1,85	1,37	0,87	3,6	386	580	69	14	30	33	36	39	27	28	0,027	38	58	69
7,60	27	22	4/./	1,85	1,41	0,95	3,8	395	593	81	19	31	33	36	39	28	28	0,036	45	68	81
7,80	26	22	4/./	1,85	1,44	0,93	3,6	407	611	78	17	30	33	36	39	27	28	0,032	43	65	78
8,00	23	17	4/./	1,85	1,48	0,87	3,2	412	618	69	12	30	33	36	39	27	28	0,024	38	58	69
8,20	26	21	4/./	1,85	1,52	0,93	3,4	426	640	78	16	30	33	36	39	27	28	0,030	43	65	78
8,40	25	16	4/./	1,85	1,55	0,91	3,2	433	649	75	14	30	33	36	39	27	28	0,026	42	63	75
8,60	24	19	4/./	1,85	1,59	0,89	3,0	436	654	72	12	30	33	36	39	26	28	0,023	40	60	72
8,80	27	19	4/./	1,85	1,63	0,95	3,2	452	679	81	15	30	33	36	39	27	28	0,029	45	68	81
9,00	39	27	4/./	1,85	1,66	1,30	4,6	464	696	117	27	32	35	37	40	29	30	0,052	65	98	117
9,20	58	58	3:./	1,85	1,70	--	--	--	--	--	40	34	36	39	41	31	31	0,080	97	145	174
9,40	101	15	4/./	1,85	1,74	3,37	14,3	572	859	303	59	36	38	40	43	34	34	0,127	168	253	303
9,60	148	26	4/./	1,85	1,78	4,93	22,5	839	1258	444	71	38	40	42	44	36	36	0,163	247	370	444
9,80	235	42	3:./	1,85	1,81	--	--	--	--	--	87	40	42	43	45	38	39	0,212	392	588	705
10,00	323	50	3:./	1,85	1,85	--	--	--	--	--	97	42	43	44	46	40	40	0,249	538	808	969

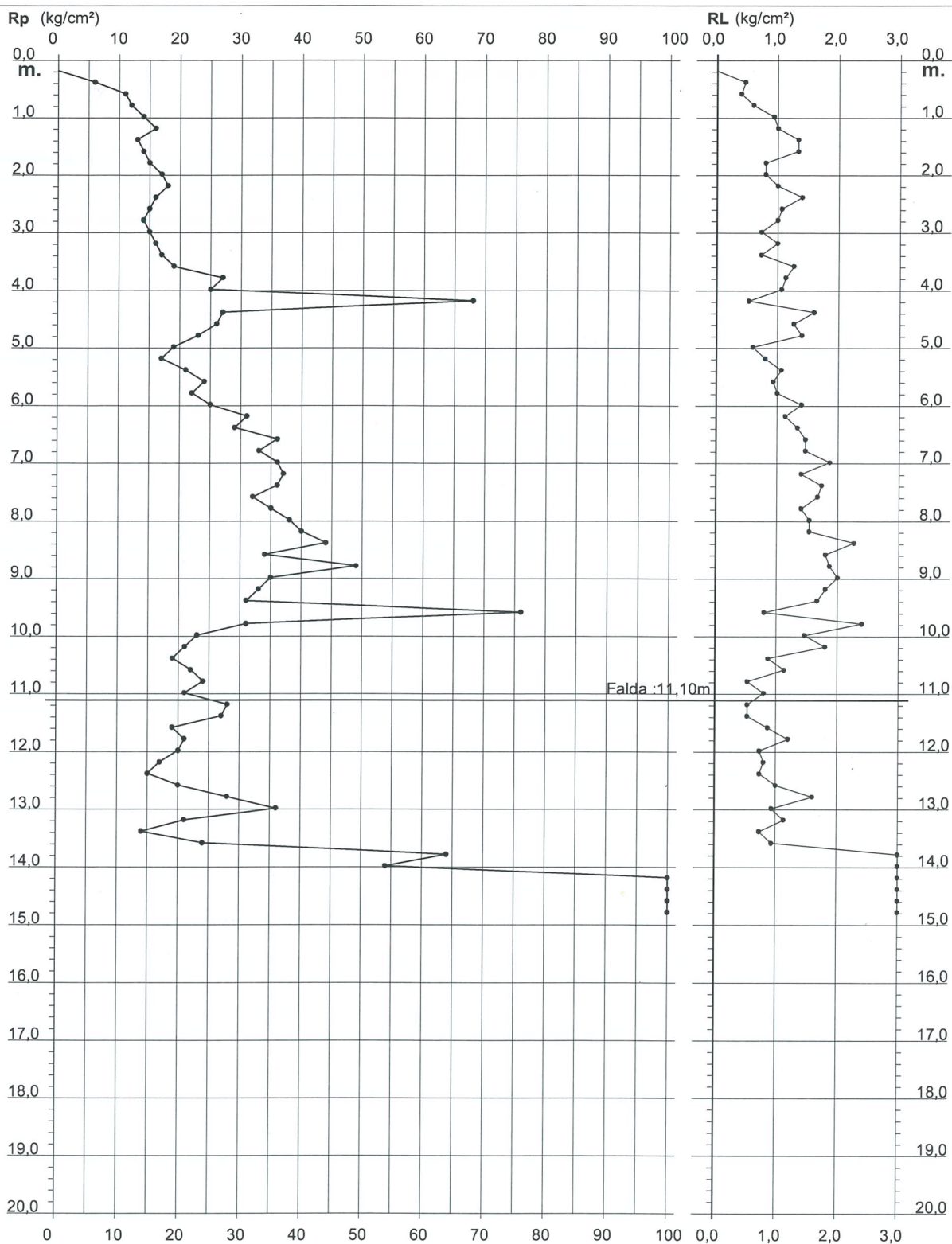
## PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

**CPT 3/09**


2.010496-071

- committente : dr.geol. Marabini Stefano  
 - lavoro :  
 - località : Viale Pascoli - Brisighella (RA)

- data : 08/05/2009  
 - quota inizio : Piano Campagna  
 - prof. falda : 11,10 m da quota inizio  
 - scala vert.: 1 : 100



54/09

 <b>SOGEO</b> S.R.L. INDAGINI GEONOSTICHE ED AMBIENTALI Via Edison 1/1 - 48022 LUGO (RA) Tel. 054322942 - fax 054334443 - e-mail: sogeo@sogeo-rt.com	COMMITTENTE: _____			SONDA: _____
	CANTIERE: Brisighella (RA) - Viale Pascoli			PROF. (m): 16.00
	PERFORATRICE: CMV MK900 D1			QUOTA (m): p.d.c.
	METODO PERFORAZ.: Carotaggio continuo			COORDINATE U.T.M.: _____
RIVESTIMENTO: Ø 127 mm		ATTREZZO PERFORAZ.: Carotiere semplice Ø 101 mm		DATA INIZ-FINE: 08/05/2009 - 08/05/2009
PIEZOMETRO: _____		SCALA: 1:100		
RIF.PREV.N°: 102-1-09	CERTIFICATO N°: _____	RAPPORTO N°: R178-2009-A	DATA DI EMISSIONE: 12/05/2009	PAGINA N°: 1 di 1

Scala 1:100	P.P. I (kg/cmq)	Vane Test [Kg/cmq]	Profondita'	Stratigrafia	Descrizione	Campioni	Campioni Rim.	S.P.T. (n.colpi)	Falda	Pz. Norton	Pz. Casagrande	Inclinometro	Tubo Down Hole
1					Limo sabbioso di colore marrone, con scarsi frammenti di laterizio								
2	2.7	1.20	1.60		Limo argilloso di colore marrone, più scuro tra -1.6 e -2.0 m, con abbondanti calcinelli (= colluvioni pedogenizzate)								
3	3.7	1.40											
4	4.0		3.00										
5	6.0				Limo argilloso di colore marrone, marrone scuro da -3.0 a -3.30 m (= suolo sepolto), con calcinelli, frammenti di conchiglie e sparsi frustoli vegetali (= colluvioni pedogenizzate)								
6	6.0												
7	5.2												
8	2.7	1.10	6.00										
9	4.5												
10	4.2												
11	2.5	0.90											
12	3.1	1.30											
13	2.2	0.80			Limi più o meno argillosi di colore marrone chiaro, con variegature grigie, calcinelli e con livelli centimetrici limo sabbiosi (= colluvioni)								
14	4.0												
15	2.5	1.10											
16	1.0	0.40	9.70										
17	1.5	0.60											
18					Alternanza di limi più o meno sabbiosi di colore marrone chiaro - grigio, con minuti resti carboniosi al tetto (= suolo sepolto) con alcuni livelli centimetrici di sabbia limosa e sparsi frammenti di concrezioni carboniose (= alluvioni e colluvioni p.p.)								
19													
20													
21													
22													
23													
24													
25													
26													
27													
28													

10.60



Note:  
Livello acqua rilevato a fine sondaggio a -10.60 m da p.d.c.

Lo Sperimentatore

Il Direttore del Laboratorio

## BRISIGHELLA HVSR1

Instrument: TRZ-0108/01-10

Start recording: 07/12/01 15:19:32 End recording: 07/12/01 15:39:33

Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Trace length: 0h20'00". Analysis performed on the entire trace.

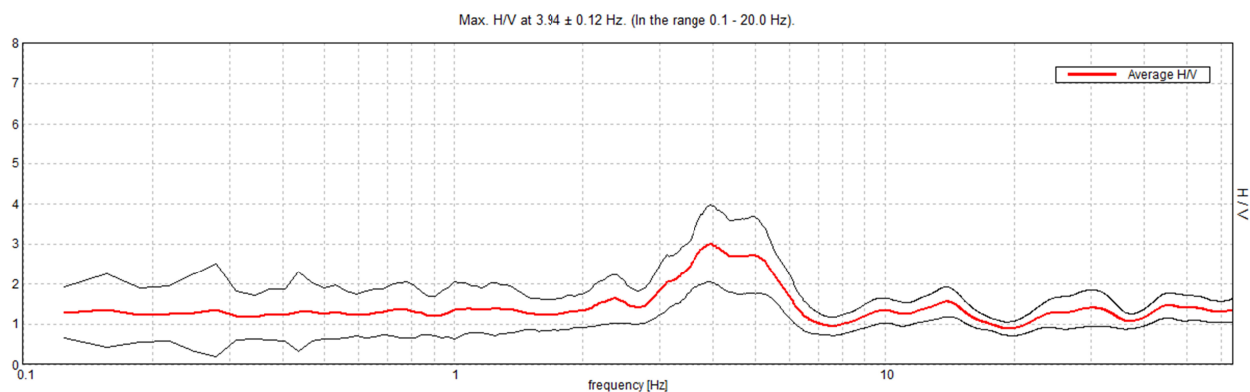
Sampling rate: 128 Hz

Window size: 20 s

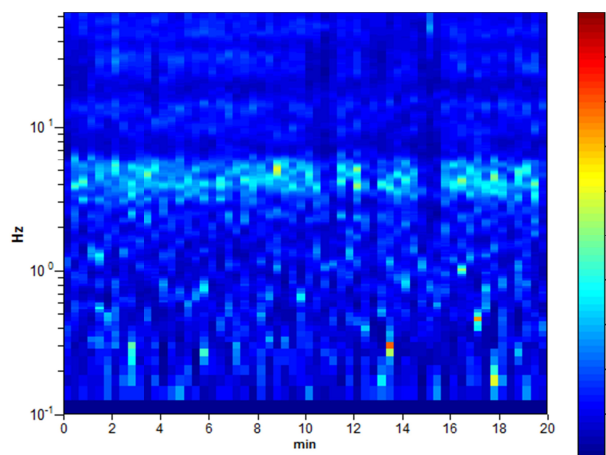
Smoothing type: Triangular window

Smoothing: 10%

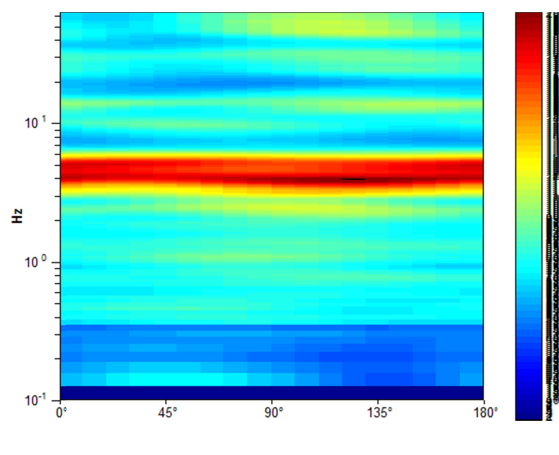
### HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO



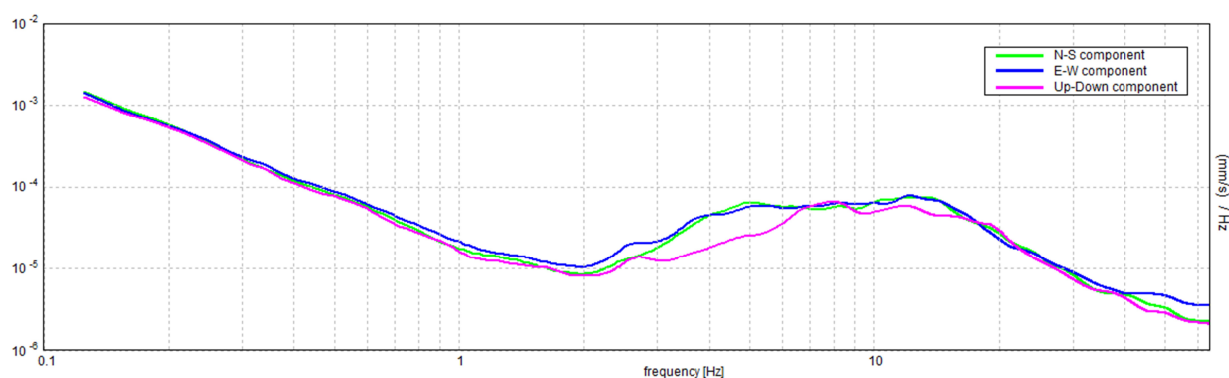
### H/V TIME HISTORY



### DIRECTIONAL H/V



### SINGLE COMPONENT SPECTRA



[According to the SESAME, 2005 guidelines. **Please read carefully the *Grilla* manual before interpreting the following tables.**]

**Max. H/V at  $3.94 \pm 0.12$  Hz (in the range 0.1 - 20.0 Hz).**

**Criteria for a reliable H/V curve**

[All 3 should be fulfilled]

$f_0 > 10 / L_w$	$3.94 > 0.50$	<b>OK</b>	
$n_c(f_0) > 200$	$4725.0 > 200$	<b>OK</b>	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 190 times	<b>OK</b>	

**Criteria for a clear H/V peak**

[At least 5 out of 6 should be fulfilled]

Exists $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	2.813 Hz	<b>OK</b>	
Exists $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	6.188 Hz	<b>OK</b>	
$A_0 > 2$	$2.99 > 2$	<b>OK</b>	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.01547  < 0.05$	<b>OK</b>	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.0609 < 0.19688$	<b>OK</b>	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.4777 < 1.58$	<b>OK</b>	

$L_w$	window length
$n_w$	number of windows used in the analysis
$n_c = L_w n_w f_0$	number of significant cycles
$f$	current frequency
$f_0$	H/V peak frequency
$\sigma_f$	standard deviation of H/V peak frequency
$\varepsilon(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
$A_0$	H/V peak amplitude at frequency $f_0$
$A_{H/V}(f)$	H/V curve amplitude at frequency $f$
$f^-$	frequency between $f_0/4$ and $f_0$ for which $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
$f^+$	frequency between $f_0$ and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	standard deviation of $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{H/V}(f)$ curve should be multiplied or divided
$\sigma_{\log H/V}(f)$	standard deviation of $\log A_{H/V}(f)$ curve
$\theta(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

**Threshold values for  $\sigma_f$  and  $\sigma_A(f_0)$**

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

## BRISIGHELLA – HVSR2

Instrument: TRZ-0108/01-10

Start recording: 07/12/01 15:44:03      End recording: 07/12/01 16:04:04

Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Trace length: 0h20'00".      Analyzed 90% trace (manual window selection)

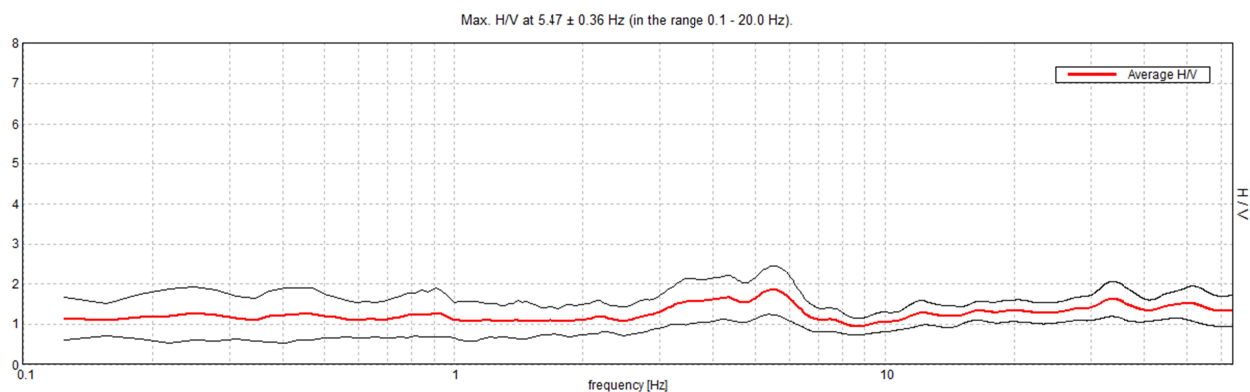
Sampling rate: 128 Hz

Window size: 20 s

Smoothing type: Triangular window

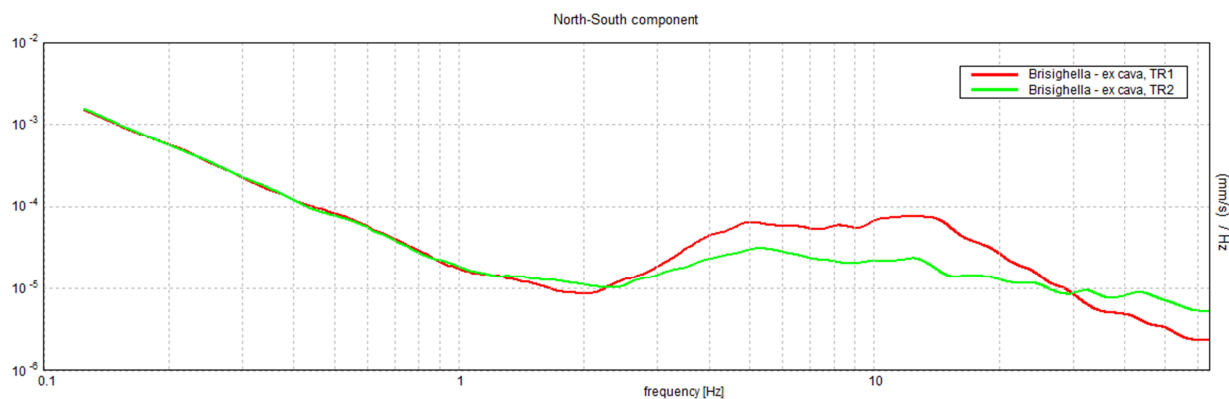
Smoothing: 10%

### HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO



### H/V TIME HISTORY

### SINGLE COMPONENT SPECTRA



[According to the SESAME, 2005 guidelines. **Please read carefully the *Grilla* manual before interpreting the following tables.**]

**Max. H/V at  $5.47 \pm 0.36$  Hz (in the range 0.1 - 20.0 Hz).**

**Criteria for a reliable H/V curve**

[All 3 should be fulfilled]

$f_0 > 10 / L_w$	$5.47 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$5906.3 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 264 times	OK	

**Criteria for a clear H/V peak**

[At least 5 out of 6 should be fulfilled]

Exists $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$			NO
Exists $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			NO
$A_0 > 2$	$1.84 > 2$		NO
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.03293  < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.18009 < 0.27344$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.303 < 1.58$	OK	

$L_w$	window length
$n_w$	number of windows used in the analysis
$n_c = L_w n_w f_0$	number of significant cycles
$f$	current frequency
$f_0$	H/V peak frequency
$\sigma_f$	standard deviation of H/V peak frequency
$\varepsilon(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
$A_0$	H/V peak amplitude at frequency $f_0$
$A_{H/V}(f)$	H/V curve amplitude at frequency $f$
$f^-$	frequency between $f_0/4$ and $f_0$ for which $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
$f^+$	frequency between $f_0$ and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	standard deviation of $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{H/V}(f)$ curve should be multiplied or divided
$\sigma_{\log H/V}(f)$	standard deviation of $\log A_{H/V}(f)$ curve
$\theta(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

**Threshold values for  $\sigma_f$  and  $\sigma_A(f_0)$**

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