

## **COMMITTENTI:**

**DE SCRILLI RODOLFO  
DE SCRILLI ZITA MARIA ROSA  
SOC. AGR. DE SCRILLI RODOLFO & C.**

**VARIANTE AL P.R.G. DI VALLEFOGLIA, DA PARTE ZONA C –  
COMPARTO 9M A ZONA RESIDENZIALE DI COMPLETAMENTO  
B3.a, IN LOCALITA' CAPPONE**

## **RELAZIONE GEOLOGICA** **FATTIBILITA' GEOLOGICA E MORFOLOGICA ART.89**

## Sommario

<b>1</b>	<b>PREMESSE .....</b>	<b>2</b>
1.1	NORMATIVA E RACCOMANDAZIONI DI RIFERIMENTO .....	3
<b>2</b>	<b>UBICAZIONE.....</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>VINCOLISTICA .....</b>	<b>5</b>
3.1	P.A.I. ....	5
<b>4</b>	<b>CLASSIFICAZIONE SISMICA.....</b>	<b>6</b>
4.1	DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE E DEGLI EVENTI DI RIFERIMENTO - ZONIZZAZIONE SISMICA NAZIONALE E REGIONALE .....	6
4.2	SECONDO LIVELLO DI APPROFONDIMENTO .....	10
4.2.1	CARTA DELLE MOPS .....	10
<b>5</b>	<b>INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO, IDROGRAFICO E IDROGEOLOGICO .....</b>	<b>14</b>
5.1	GEOLOGIA .....	14
5.2	GEOMORFOLOGIA.....	15
5.3	IDROGRAFIA E IDROGEOLOGIA .....	16
<b>6</b>	<b>MODELLAZIONE GEOLOGICA E SISMICA - CARATTERIZZAZIONE GEOMECCANICA DEI TERRENI.....</b>	<b>17</b>
6.1	STRATIGRAFIE.....	18
6.1.1	INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI .....	20
6.1.2	CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI .....	20
6.2	INDAGINE SISMICA .....	23
6.2.1	STIMA DIRETTA DELLA FREQUENZA DI RISONANZA E DETERMINAZIONE DELLA CATEGORIA DEL SUOLO DI FONDAZIONE .....	23
6.2.2	CATEGORIA TOPOGRAFICA.....	25
<b>7</b>	<b>POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE .....</b>	<b>26</b>
<b>8</b>	<b>FATTIBILITÀ' GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA ART. 89.....</b>	<b>27</b>
<b>9</b>	<b>CRITERI GENERALI D'INTERVENTO.....</b>	<b>28</b>
9.1	FONDAZIONI .....	28
9.2	REGIMAZIONE ACQUE .....	28
9.3	SBANCAMENTI – RIPORTI – OPERE DI CONTENIMENTO.....	28
<b>10</b>	<b>CONCLUSIONI .....</b>	<b>29</b>

**COMMITTENTI:  
DE SCRILLI RODOLFO  
DE SCRILLI ZITA MARIA ROSA  
SOC. AGR. DE SCRILLI RODOLFO & C.**

**VARIANTE AL P.R.G. DI VALLEFOGLIA,  
DA PARTE ZONA C – COMPARTO 9M A ZONA RESIDENZIALE DI  
COMPLETAMENTO B3.a, IN LOCALITA' CAPPONE**

**RELAZIONE GEOLOGICA  
FATTIBILITA' GEOLOGICA E MORFOLOGICA ART.89**

**1 PREMESSE**

Su incarico e per conto dei committenti è stata redatta la presente relazione geologica per la Variante al P.R.G. di Vallefoglia riguardante un'area sita in località Cappone.

Lo studio geologico si è avvalso, oltre che di un rilievo diretto di campagna di:

- n.2 prove penetrometriche statiche CPT;
- n.1 prova a sismica passiva HVSR.

Vengono presi in esame ulteriori sondaggi eseguiti sempre da questo Studio nelle immediate vicinanze e consistenti in:

- n.2 sondaggi a rotazione e carotaggio continuo con sonda tipo trivelsonda;

Scopo dell'indagine è quello di definire:

- l'inquadramento geologico;
- la stratigrafica superficiale dei terreni;
- le caratteristiche geotecniche dei litotipi presenti;
- la categoria del suolo di fondazione.

La planimetria scala 1: 2.000 con l'ubicazione delle indagini, i grafici penetrometrici con i relativi elaborati ed il rapporto della prova sismica HVSR sono riportati in Allegato.

#### **1.1 NORMATIVA E RACCOMANDAZIONI DI RIFERIMENTO**

D.M. 17.01.2018

«Norme tecniche per le costruzioni.»

D.C.R. n.116, 21.01.04

«Piano Stralcio di Bacino per l'assetto idrogeologico dei bacini di rilievo regionale (PAI).»

## 2 UBICAZIONE

L'area ricade nel Foglio 109 "Quadrante 109 I" della carta IGM scala 1: 25.000, mentre in riferimento alla Carta Tecnica Regionale redatta in scala 1: 10.000 è posta all'interno Foglio 268 Sezione 268130.

È ubicata nel centro abitato di Cappone e compresa tra via dell'Unità e via Cappone che sale in direzione di Colbordolo (Figura 1 estratta dal portale Google Earth).



Figura 1

L'area in oggetto è distinta catastalmente al Foglio 9 mappale 574.

L'edificazione riguarda l'area definita come "B3.a" che si affaccia su via dell'Unità.

### 3 VINCOLISTICA

#### 3.1 P.A.I.

Preso come riferimento la cartografia pubblicata dall’Autorità di Bacino Distrettuale dell’Appennino Centrale a corredo del Progetto di Piano stralcio di Bacino per l’Assetto Idrogeologico PAI (aggiornato al DPCM del 14 marzo 2022 - GU 10 maggio 2022; BUR Marche n. 39 del 12 maggio 2022), l’area d’intervento come da stralcio della Tavola RI 5c, non ricade all’intero di aree sottoposte a vincolo idrogeologico, quali frane e/o esondazione (Figura 2).

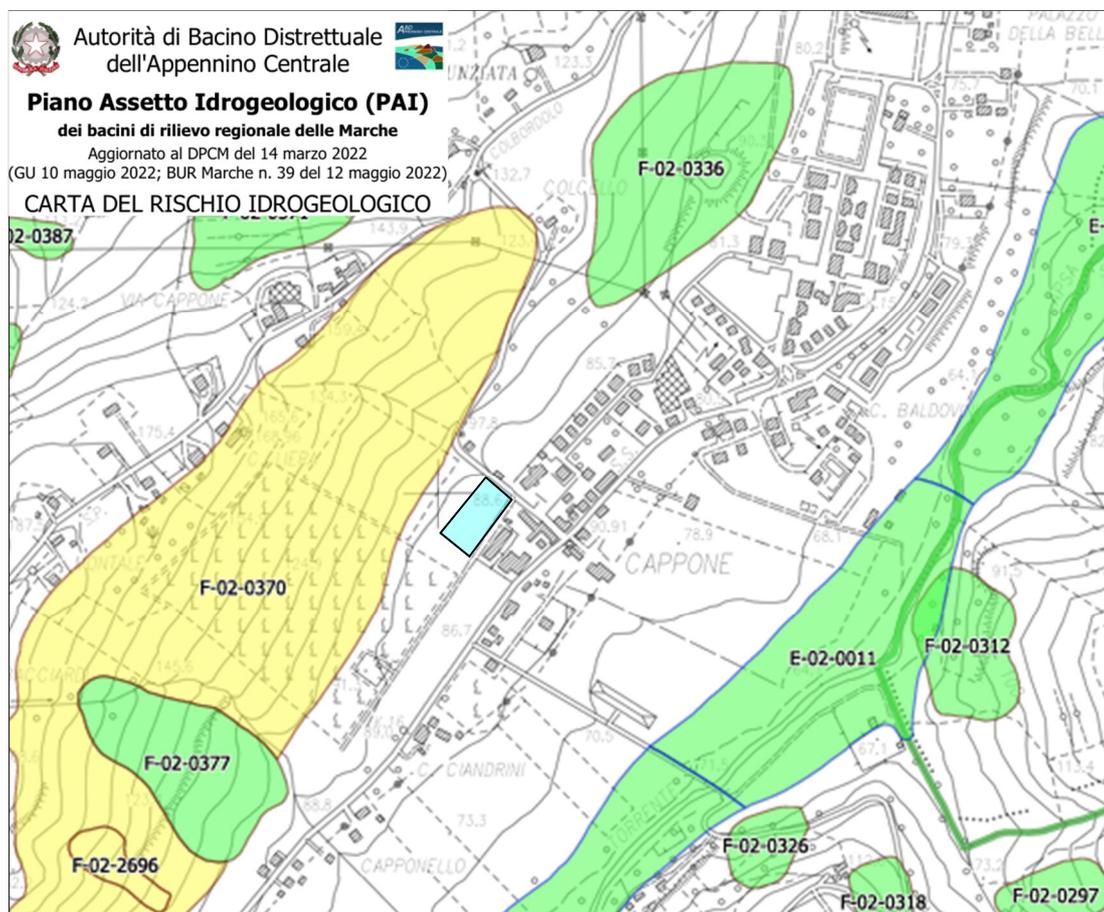


Figura 2

Area a rischio frana (Codice F-xx-yyyy)	Area a rischio esondazione (Codice E-xx-yyyy)
<span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #90EE90; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Rischio moderato (R1)	<span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #90EE90; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Rischio moderato (R1)
<span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #FFFF00; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Rischio medio (R2)	<span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #FFFF00; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Rischio medio (R2)
<span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #FFA500; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Rischio elevato (R3)	<span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #FFA500; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Rischio elevato (R3)
<span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #FF0000; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Rischio molto elevato (R4)	<span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #FF0000; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Rischio molto elevato (R4)

## 4 CLASSIFICAZIONE SISMICA

### 4.1 DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE E DEGLI EVENTI DI RIFERIMENTO - ZONIZZAZIONE SISMICA NAZIONALE E REGIONALE

In seguito all'emanazione dell'O.P.C.M. 20.3.2003, n. 3274, per l'individuazione delle zone sismiche sul territorio nazionale è stato redatto a cura dell'INGV (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia) un documento denominato "Redazione della mappa di pericolosità sismica prevista dall'O.P.C.M. 20-3-2003, n. 3274. Rapporto conclusivo per il Dipartimento della Protezione Civile, INGV, Milano-Roma, aprile 2004, 65 pp. + 5 appendici", che rappresenta il punto di riferimento per le valutazioni di pericolosità sismica su tutto il territorio nazionale (Figura 3).

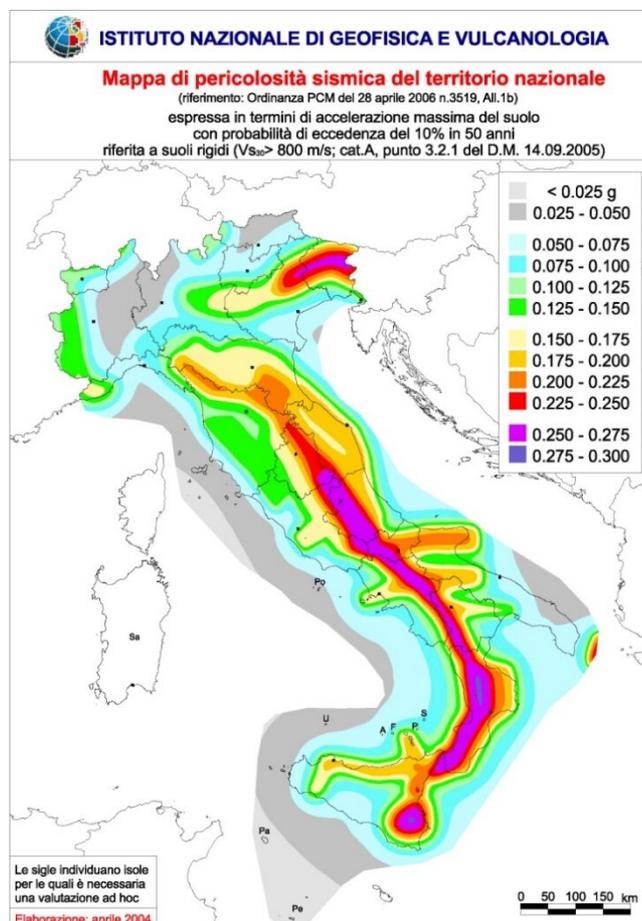


Figura 3 - Distribuzione geografica dei valori medi di PGA con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (da Gruppo di Lavoro MPS, 2004)

All'interno della ricerca eseguita per tale redazione, è stata elaborata una nuova zonazione sismogenetica, denominata ZS9 che divide tutto il territorio italiano in 36 zone.

Tale zonizzazione è stata condotta tramite l'analisi cinematica degli elementi geologici (cenozoici e quaternari) coinvolti nella dinamica delle strutture litosferiche profonde e della crosta superficiale; essa, pur basandosi ampiamente sull'impianto generale e sul background informativo della precedente zonazione ZS4 (Scandone & Stucchi, 1996), rappresenta un suo sostanziale ripensamento, alla luce delle evidenze di tettonica attiva, delle valutazioni sul potenziale sismogenetico acquisite nei primi anni del decennio (con i fondamentali contributi del Database of Individual Seismogenic Sources - DISS-, che, combinando dati geologici, storici e strumentali, censisce le sorgenti in grado di produrre terremoti di magnitudo 5.5 e superiore) e del Catalogo parametrico dei terremoti italiani (all'epoca della redazione della mappa CPTI2, ora arrivato alla versione CPTI11).

Il confronto tra le informazioni che hanno condotto alla costruzione del modello geodinamico e la sismicità osservata, ha permesso di costruire la Carta delle Zone Sismogenetiche del territorio nazionale (Figura 4).

Ogni zonizzazione sismogenetica è caratterizzata da un definito modello cinematico il quale sfrutta una serie di relazioni di attenuazione stimate sulla base di misurazioni accelerometriche effettuate sia sul territorio nazionale che europeo.

Sulla base di queste zone sismogenetiche e delle loro caratteristiche, è stata sviluppata la Carta della pericolosità sismica; per ogni comune italiano, è stata fatta una stima del rischio sismico che tiene conto dell'intera storia sismica riportata nel catalogo sismico nazionale espresso in termini probabilistici. La pericolosità sismica di riferimento ipotizza un substrato omogeneo in roccia ed è espressa in PGA (Peak Ground Acceleration) con associato un periodo di ritorno di 475 anni, valore convenzionale che rappresenta l'accelerazione associata alla probabilità del 90% di non superamento considerando un periodo di ritorno di 50 anni.

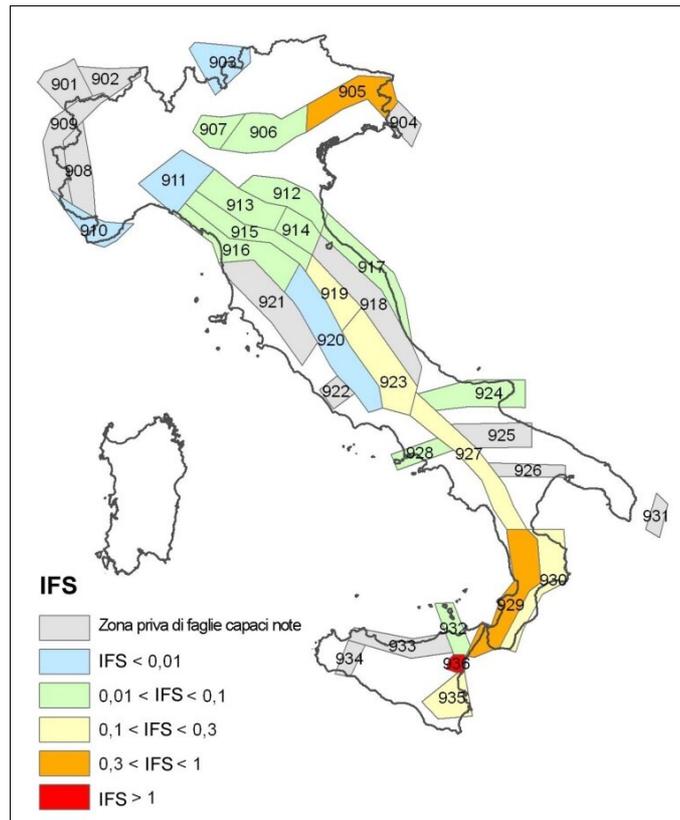


Figura 4 - Zonizzazione sismogenetica ZS9  
(IFS = Indice di Fagliazione Superficiale); (INGV, 2004)

Il territorio italiano è stato suddiviso in quattro zone (o categorie) contraddistinte da differenti valori di PGA (Tabella 1).

Zona	Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni
1	>0.25
2	0.15-0.25
3	0.05-0.15
4	<0.05

Tabella 1 - Valori di PGA per le varie zone

Di seguito si riporta la zonizzazione relativa al territorio regionale, da cui si può notare che al Comune di Vallefoglia è attualmente attribuito un valore di PGA compreso tra 0.175g e 0.200g, che lo pone all'interno della Zona 2 definita a sismicità media (Figura 5); si ricorda che tali valori d'accelerazione sono relativi al bedrock sismico, cioè a formazioni litoidi o terreni omogenei molto rigidi, alla cui interfaccia superiore si presume che l'input sismico arrivi non alterato.

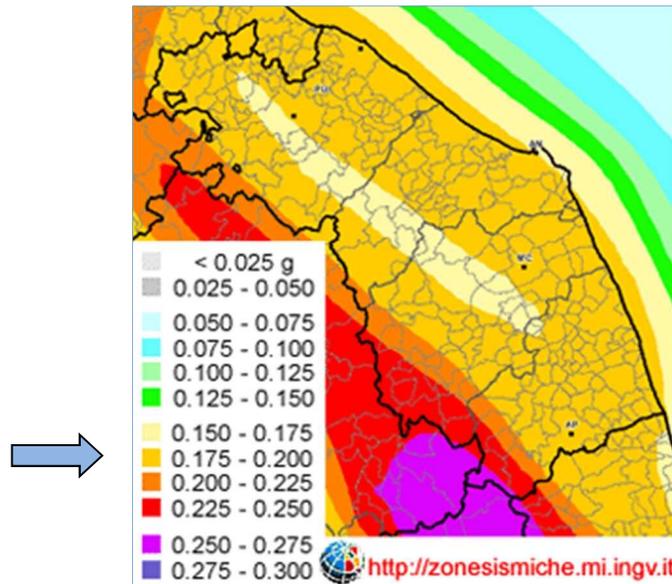


Figura 5 - Carta di pericolosità sismica del territorio regionale espressa in accelerazione orizzontale di picco PGA

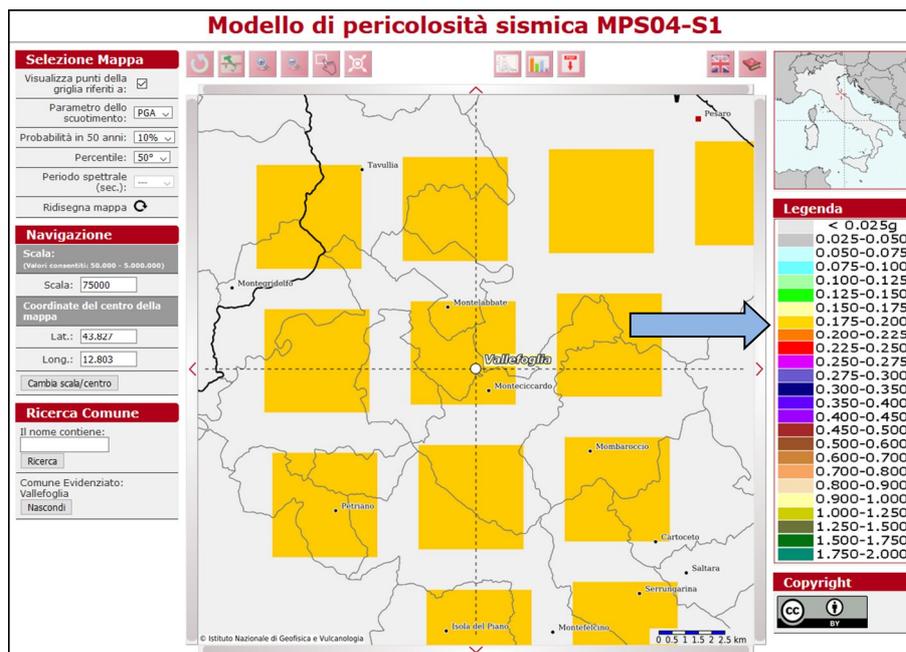


Figura 6

Particolare della Mappa relativa ai valori di pericolosità sismica del territorio nazionale (ordinanza PCM del 28 aprile 2006 n. 3519, all.1b) espressi in termini di accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza del 10 % in 50 anni riferita a suoli rigidi ( $V_{S30} > 800$  m/s; Cat. A, punto 3.2.1 del D.M. 14.09.2003).

Modello di pericolosità sismica MPS04 - Progetto S1 - Proseguimento della assistenza a DPC per il completamento e la gestione della mappa di pericolosità sismica prevista dall'Ordinanza PCM 3274 e progettazione di ulteriori sviluppi.

## 4.2 SECONDO LIVELLO DI APPROFONDIMENTO

### 4.2.1 CARTA DELLE MOPS

In base alla Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS)<sup>1</sup>, secondo livello di approfondimento (Figura 7), l'area in esame ricade a cavallo tra due zone.

In particolare la porzione che si sviluppa immediatamente a monte della sede stradale Via dell'Unità rientra nella Zona 2003 mentre quella a quote maggiori nella Zona 2004, dove entrambe sono definite come "zona stabile suscettibile di amplificazione locale".

Come risulta dalla relazione redatta a corredo degli studi di microzonazione, la Zona 2003 è definita come "zona maggiormente rappresentata in tutto il territorio comunale e si rinviene lungo i fondivalle del fiume Foglia e del torrente Apsa. La zona è caratterizzata dalla presenza in superficie di depositi alluvionali terrazzati costituiti essenzialmente da argille limose (CL) e limi argilloso - sabbiosi (ML) da mediamente consistenti a consistenti, aventi spessori che raggiungono al massimo 12 metri circa; con un passaggio netto o rappresentato da lenti ed orizzonti sabbiosi di spessori che possono raggiungere anche i 5 metri, si passa verso il basso a ghiaie alluvionali (GM/GW) da mediamente compatte a molto compatte, il cui spessore risulta generalmente compreso entro i 4 metri. Talora l'orizzonte ghiaioso può essere assente e il passaggio avviene direttamente ai litotipi del substrato geologico. Il substrato geologico può essere sia di tipo COS che di tipo ALS. Il contrasto di impedenza nella zona in oggetto è rappresentato dal passaggio dai depositi di copertura fini alle ghiaie, oppure, in assenza di queste, direttamente al substrato. Il contrasto di impedenza dovuto al passaggio ghiaie / substrato risulta invece molto contenuto in virtù delle caratteristiche dei due litotipi che presentano al loro interno velocità delle onde S confrontabili tra loro. Nell'ambito della zona in oggetto si riscontrano picchi di risonanza a frequenze generalmente comprese tra 4÷5 hz e 8÷9 hz, in funzione della profondità del passaggio litologico sopra citato; talora le frequenze di risonanza aumentano fino a valori dell'ordine dei 12÷16 hz, dovuti con ogni probabilità alla presenza di terreni

---

<sup>1</sup> DL n.19 del 28.04.09 (convertito, con modificazioni, nella Legge 77 del 24.06.09) e attraverso l'OPCM 3907/10, (recepita a livello regionale dal DGR n.967/11).

*rimaneggiati e/o di riporto di spessore estremamente modesto, per cui non rappresentati nella CGT”.*

La zona 2004 viene invece definita come “*molto simile alla zona precedente da cui si differenzia solamente per lo spessore della copertura che risulta compreso tra 12÷13 metri e 20 m ca. (forse qualcosa in più). Trattasi di coperture di terreni prevalentemente argilloso – limosi e/o limoso argillosi (CL/ML), comprendenti terreni di riporto (zz), alluvioni (tf), depositi di conoide (ca) ed eluvio-colluviali (ec), poggianti direttamente sul substrato (COS/ALS) o su ghiaie (GM); talora il passaggio avviene attraverso strati sabbiosi (SP/SM) il cui spessore può raggiungere anche i 10 metri. Il motivo che ha spinto a differenziare la zona in questione da quella precedente è dettato dal fatto che nel caso in questione il contrasto di impedenza imputabile al passaggio coperture fini / ghiaie o coperture fini / substrato, risultando più profondo, viene identificato da picchi di risonanza a frequenze più basse ( $F_0 = 2 \div 4$  Hz). La zona 03 si rinviene sulla spianata del terrazzo alto di Talacchio e lungo le fasce bordali del terrazzo inferiore, dove le coperture eluvio - colluviali provenienti dai versanti si sovrappongono a quelle alluvionali, come nel caso di Cappone, Montecchio, Osteria Nuova e della zona compresa tra Apsella e Montelabbate”.*

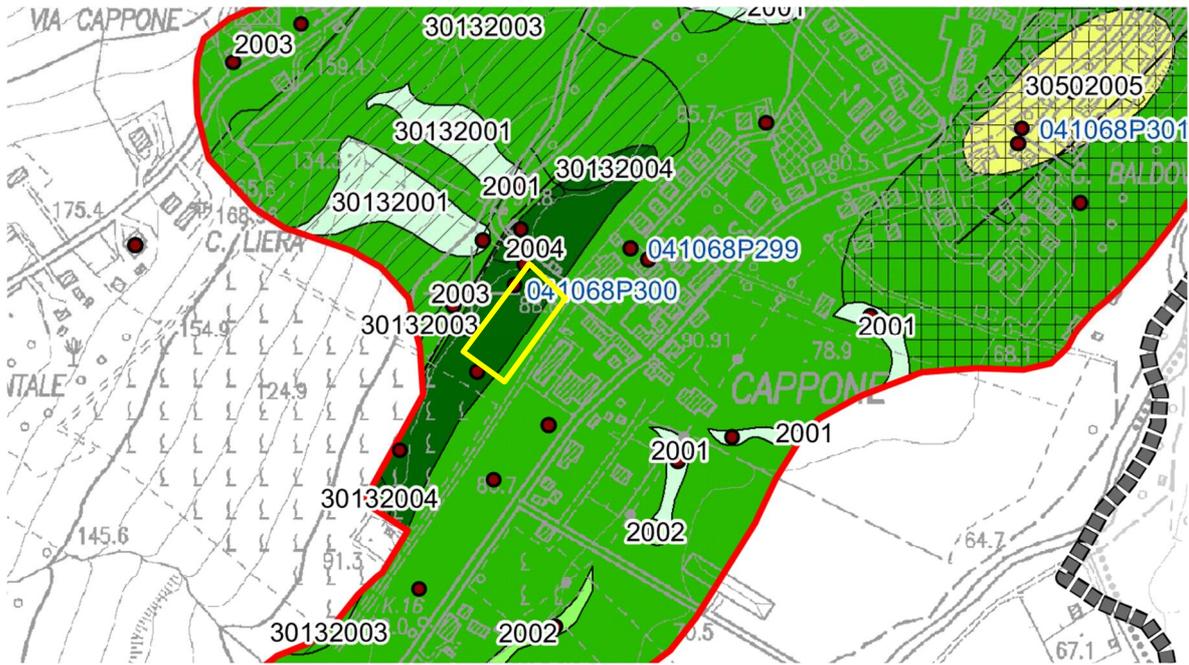
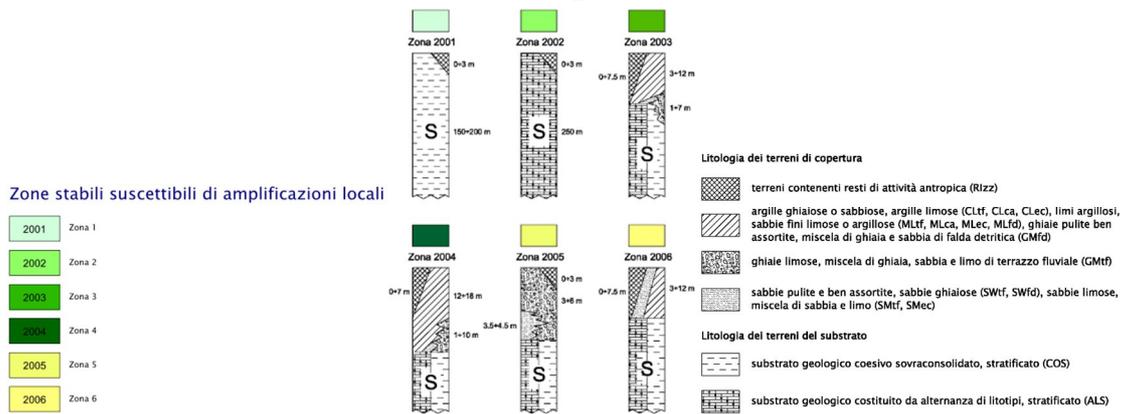


Figura 7



4.2.1.1 Carta di Microzonazione Sismica

Prendendo in esame la cartografia a corredo della Microzonazione Sismica redatta per il secondo livello di approfondimento, in base alla carta con  $Fa-0.1s < T_0 < 0.5s$  (Figura 8), l'area ricade all'interno della zona con un  $Fa=1.9 \div 2.0$ ; in base alla carta con  $Fa-0.4s < T_0 < 0.8s$  (Figura 9) l'area ricade per la striscia che si sviluppa immediatamente a monte di Via dell'Unità all'interno della zona con  $Fa=1.9 \div 2.0$  mentre lungo quella di monte in una zona con  $Fa=1.7 \div 1.8$ , in ultimo in base alla carta con  $Fa-0.7s < T_0 < 1.1s$  (Figura 10) l'area ricade all'interno della zona con un  $Fa=1.7 \div 1.8$ .

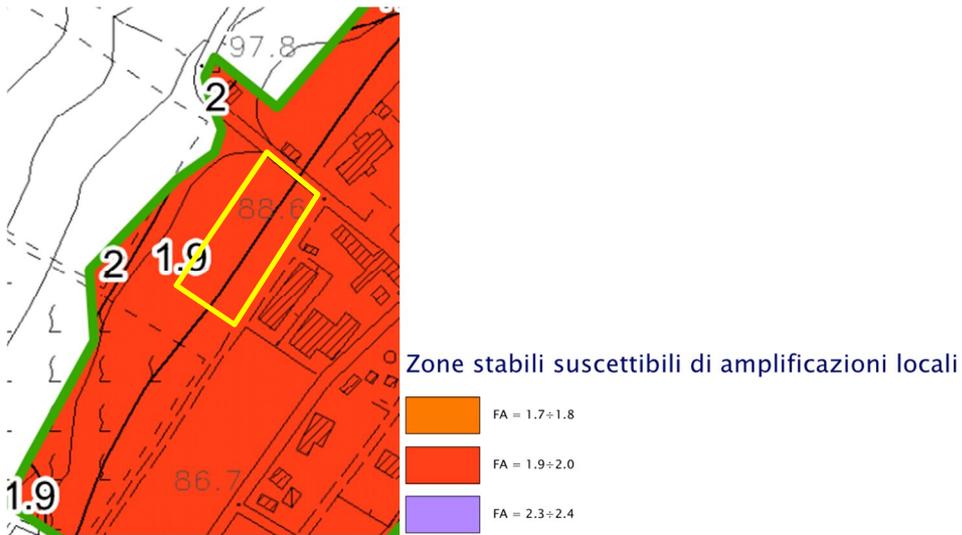


Figura 8

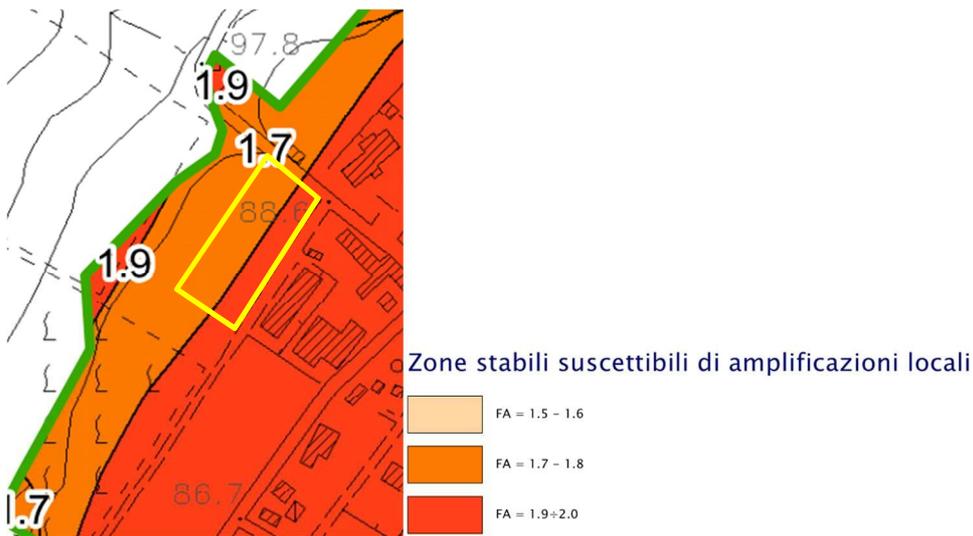


Figura 9

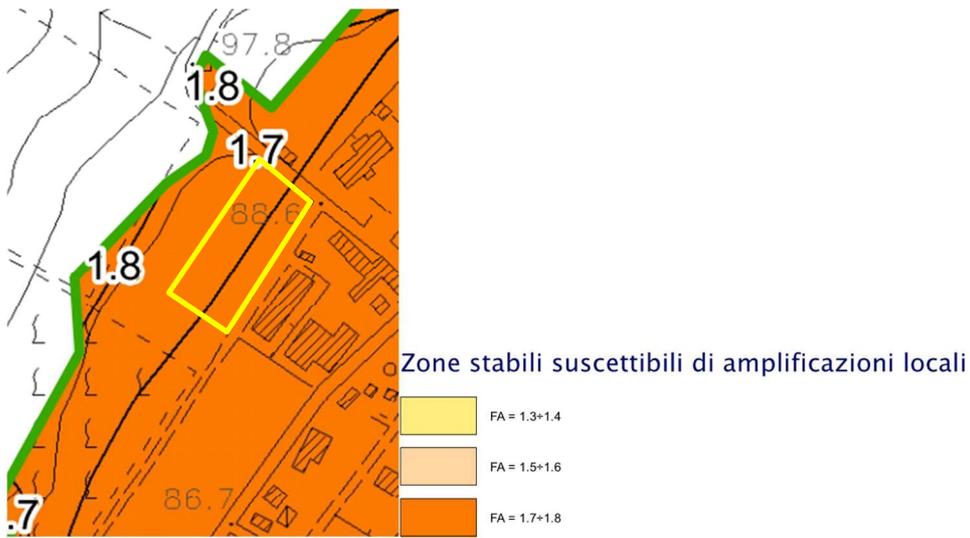


Figura 10

## 5 INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO, IDROGRAFICO E IDROGEOLOGICO

### 5.1 GEOLOGIA

In base ai rilievi diretti di campagna ed alla cartografia ufficiale (Carta Geologica Regionale CTR Sezione Colbordolo, redatta in scala 1: 20.000 di cui se ne riporta uno stralcio in Figura 11), i terreni affioranti sono costituiti dai depositi alluvionali terrazzati (MTIbn) del Sistema di Matelica ascrivibile al Pleistocene superiore - Olocene.

Tali terreni, sul lato monte, vengono a contatto con i depositi eluvio-colluviali presenti al piede del versante collinare sulla cui cresta affiorano sempre depositi terrazzati ma appartenenti al Sintema di Urbisaglia (URSbn).

In corrispondenza dell'area in esame, il pacco alluvionale ha spessori variabili da 6.0 a 8.0 metri circa e ricopre la formazione marina pliocenica che sostituisce il sub-strato, talora in presenza di paleoalvei sepolti il substrato si può rinvenire a profondità anche superiori.

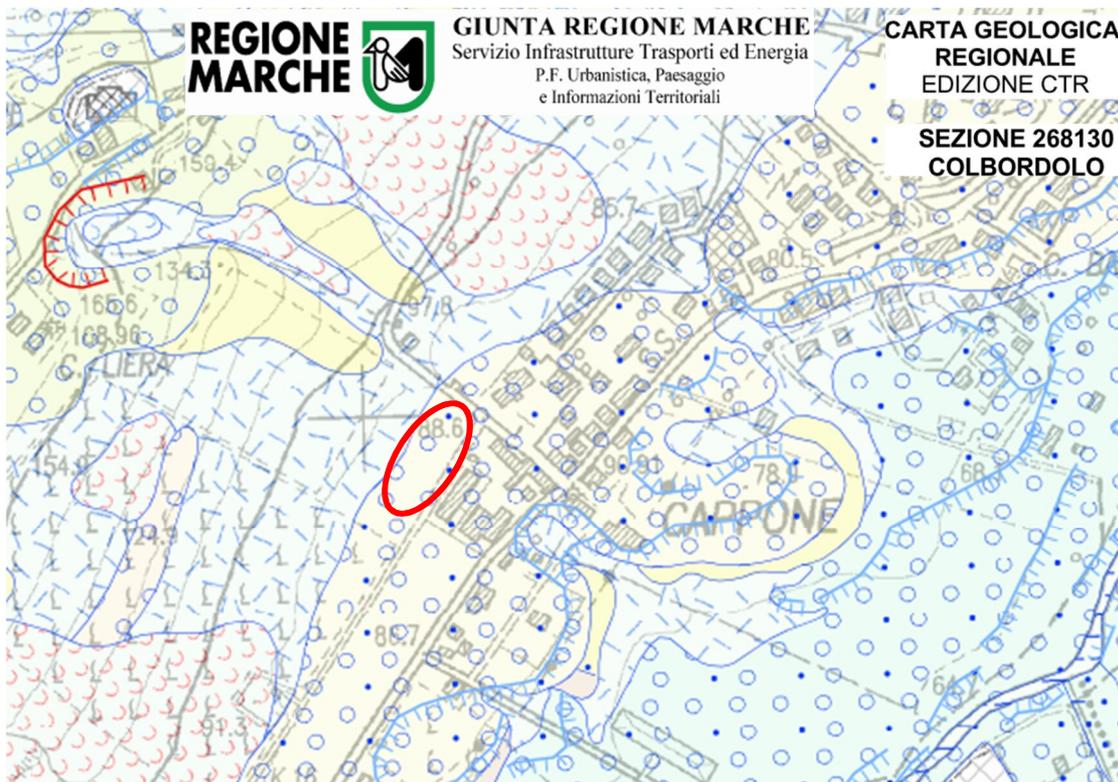


Figura 11

**SINTEMA DEL MUSONE**

(OLOCENE)



MUSa1 Frane in evoluzione



MUSb2 Deposito eluvio colluviale

MUSb Deposito alluvionali attuali  
argille prevalenti associate a ghiaie, sabbie e limi in proporzioni variabiliMUSbn Depositi alluvionali terrazzati  
a) ghiaie prevalenti associate a subordinate sabbie, limi e argille  
b) argille, limi e sabbie associate a subordinate ghiaie**SINTEMA DI MATELICA**

(PLEISTOCENE SUPERIORE p.p. - OLOCENE p.p.)

MT1bn Depositi alluvionali terrazzati  
a) ghiaie prevalenti associate a subordinate sabbie, limi e argille  
b) argille, limi e sabbie associate a subordinate ghiaie**SUPERSINTEMA DI COLLE ULIVO**

(PLEISTOCENE MEDIO finale)

ACbn Depositi alluvionali terrazzati  
ghiaie, ghiaie sabbiose**SINTEMA DI URBISAGLIA**

(PLEISTOCENE MEDIO p.p.)

URSbn Depositi alluvionali terrazzati  
ghiaie, ghiaie sabbiose**SUCCESSIONE UMBRO-MARCHIGIANO-ROMAGNOLA****SUCCESSIONE PLOCIENICA**FAA ARGILLE AZZURRE  
(Pliocene inferiore p.p. - Pliocene superiore p.p.)

Contatto stratigrafico o litologico



Contatto stratigrafico inconforme



Contatto stratigrafico inconforme incerto



Sovrascorrimento



Sovrascorrimento incerto o sepolto



Traccia di superficie assiale di anticlinale



Traccia di superficie assiale di sinclinale incerta o sepolta



Orlo di scarpata di frana



Orlo di terrazzo fluviale



Stratificazione diretta



Stratificazione rovesciata



Stratificazione verticale a polarità sconosciuta

**5.2 GEOMORFOLOGIA**

L'area si sviluppa ad una quota di circa 88 metri s.l.m.m. ed è posta all'interno del bacino imbrifero di pertinenza del Torrente Apsa che ne rappresenta l'elemento idrografico principale.

La Zona “B3.a” si presenta pressoché pianeggiante con una leggera pendenza in direzione SE, fino a raccordarsi con la sede stradale di Via dell’Unità posta ad una quota di circa 1.0÷1.5 metri inferiore rispetto a quella sopra definita.

Uscendo dall’area oggetto di variante e spostandoci in direzione NO, il terreno prosegue sub-orizzontale per un breve tratto e poi si arriva al piede del pendio che sale con medie pendenze fino ad arrivare al crinale che corrisponde con la strada Cappone-Colbordolo.

Dal rilievo diretto di campagna l’area d’intervento si presenta attualmente stabile. Ciò è confermato anche dalla carta del Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) proposto dall’Autorità di Bacino Distrettuale dell’Appennino Centrale e riportato in allegato, in cui si conferma che la proprietà non ricade all’interno di aree attualmente sottoposte a vincoli idrogeologici. Alla luce di quanto riportato l’intervento proposto non comporta vincoli costruttivi.

### **5.3 IDROGRAFIA E IDROGEOLOGIA**

L’idrografia principale è regolata dal torrente Apsa che scorre a SE, ad una distanza di almeno 450 metri.

L’area d’intervento non è solcata da fossi naturali mentre è presente un piccolo fosso artificiale a valle tra il confine di proprietà e Via dell’Unità.

La falda acquifera è presente nello strato ghiaioso alluvionale che ricopre la formazione argilloso-marnosa, ad una profondità variabile da 6.0÷8.0 metri dal piano campagna attuale salvo livelli idrici più superficiali alimentati dai depositi eluvio-colluviali del versante retrostante.

I terreni alluvionali più superficiali, costituiti prevalentemente da argille, hanno nel complesso delle basse permeabilità per porosità con coefficienti K variabili da  $1 \times 10^{-7}$  a  $1 \times 10^{-8}$  m/sec.

La permeabilità tende ad aumentare progressivamente scendendo in profondità fino a raggiungere medie/buone permeabilità in corrispondenza delle ghiaie e ciottoli in matrice argillosa, argilloso-sabbiosa, mentre i terreni argillosi del sub-strato sono da ritenersi pressoché impermeabili.

## 6 MODELLAZIONE GEOLOGICA E SISMICA - CARATTERIZZAZIONE GEO-MECCANICA DEI TERRENI

Per determinare la stratigrafia locale e le caratteristiche geomeccaniche dei terreni superficiali, nel mese di Maggio 2025 all'intero della zona in esame è stata eseguita la seguente indagine geognostica/sismica:

- n.2 prove penetrometriche statiche CPT;
- n.1 prova sismica passiva HVSR.



Foto 1: CPT1



Foto 2: CPT2

Le prove penetrometriche sono state eseguite mediante strumento tipo Pagani, le cui caratteristiche costruttive sono:

<i>Rif. Norme</i>	<i>ASTM D3441-86</i>
<i>Diametro Punta conica meccanica (mm)</i>	<i>35.7</i>
<i>Angolo di apertura punta (°)</i>	<i>60</i>
<i>Area punta (cmq)</i>	<i>10</i>
<i>Superficie manicotto (cmq)</i>	<i>150</i>
<i>Passo letture (cm)</i>	<i>20</i>
<i>Costante di trasformazione Ct</i>	<i>10</i>

Con tale metodologia le aste sono infisse nel terreno utilizzando una velocità di avanzamento costante ed ogni 20 cm di avanzamento viene rilevata la resistenza offerta dai terreni stessi al passaggio della punta conica ( $R_P$ ), il cui valore è espresso in  $\text{kg}/\text{cm}^2$ .

La prova sismica HVSR (sismica passiva), è stata invece realizzata tramite un tromometro digitale "TROMINO - TZ3-0088/02-19" (brevetto internazionale della Micro-med S.p.A.). Lo strumento è dotato di tre sensori velocimetrici con frequenza 4.5 Hz e di una memoria interna da 1 GB. Le acquisizioni sono state eseguite per una durata di

16 minuti con una frequenza di campionamento di 128 Hz con l'elaborazione eseguita tra 0.1 e 20 Hz.

Al fine della caratterizzazione litologica si è tenuto conto anche di precedenti campagne geognostiche eseguite dal sottoscritto in aree adiacenti all'area di studio, consistenti in sondaggi a rotazione con sonda tipo trivelsonda.

I grafici penetrometrici, la colonna stratigrafica ed i tabulati della prova sismica sono allegati a fine relazione.

### 6.1 STRATIGRAFIE

Le penetrometrie hanno permesso di schematizzare le seguenti stratigrafie (i valori delle Rp sono espressi in Kg/cmq):

#### PROVA STATICA CPT1

Dal	p.c.	a	-1.6 m	terreno agrario e d'alterazione;
da	-1.6 m	a	-8.4 m	terreno a media consistenza, attribuibile ad argilla, argilla limoso-sabbiosa, con elementi ghiaiosi (depositi alluvionali); ( $21 \leq R_p \leq 65$ );
da	-8.4 m	a	-9.4 m	terreno consistente, attribuibile a ghiaie, ghiaie sabbiose (depositi alluvionali grossolani); ( $74 \leq R_p \leq 197$ );
da	-9.4 m	a	-11.4 m	terreno molto consistente, attribuibile ad argilla marnosa consistente/compatta (formazione); ( $153 \leq R_p \leq 400$ ).

#### PROVA STATICA CPT2

Dal	p.c.	a	-1.4 m	terreno agrario e d'alterazione;
da	-1.4 m	a	-6.6 m	terreno a media consistenza, attribuibile ad argilla, argilla limoso-sabbiosa, con elementi ghiaiosi (depositi alluvionali); ( $21 \leq R_p \leq 88$ );
da	-6.6 m	a	-8.6 m	terreno consistente, attribuibile a ghiaie, ghiaie sabbiose (depositi alluvionali grossolani); ( $76 \leq R_p \leq 190$ );

da -8.6 m a -9.6 m terreno molto consistente, attribuibile ed argilla marnosa consistente/compatta (formazione);  
( $123 \leq R_p \leq 315$ ).

Nel corso delle penetrometrie è stata individuata la presenza di acqua alla profondità di circa 6.0÷8.0 metri dal piano campagna.

I sondaggi a carotaggio continuo eseguiti dal sottoscritto (aprile 1991), in un'area adiacente e posta circa alla stessa quota, hanno fornito le seguenti stratigrafie:

#### SONDAGGIO S.1

dal	p.c.	a	-1.0 m	terreno agrario;
da	-1.0 m	a	-2.1 m	argilla plastico-dura di colore marrone con calcinelli ed elementi ghiaiosi sparsi;
da	-2.1 m	a	-3.4 m	argilla plastico-dura di colore marrone e nocciola scuro con calcinelli;
da	-3.4 m	a	-5.0 m	argilla limoso-sabbiosa di colore nocciola chiaro a media consistenza;
da	-5.0 m	a	-6.5 m	ghiaia medio-grossolana a spigoli vivi di natura calcarea e marnosa inglobata in una matrice argillosa;
da	-6.5 m	a	-7.6 m	ciottoli a spigoli vivi, a volte sub-arrotondati, di natura calcarea inglobati in una matrice argilloso-sabbiosa;
da	-7.6 m	a	-8.5 m	argilla marnosa compatta di colore grigio-azzurro (Formazione).

#### SONDAGGIO S.2

dal	p.c.	a	-1.0 m	terreno agrario;
da	-1.0 m	a	-2.1 m	argilla plastica di colore marrone con calcinelli ed elementi ghiaiosi sparsi;
da	-2.1 m	a	-4.0 m	argilla plastico-dura di colore marrone e nocciola scuro con calcinelli;

da	-3.4 m	a	-6.9 m	argilla limoso-sabbiosa di colore nocciola chiaro a media consistenza ed umida a partire da -5.5 metri;
da	-6.9 m	a	-8.5 m	ciottoli a spigoli vivi, a volte sub-arrotondati, di natura calcarea inglobati in una matrice argilloso-sabbiosa con tracce di acqua;
da	-8.5 m	a	-9.0 m	argilla marnosa compatta di colore grigio-azzurro (Formazione).

### 6.1.1 INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI

Per una migliore visione della stratigrafia locale è stata ricostruita una sezione litostratigrafica scala 1:200 correlando le due penetrometrie statiche.

Le indagini hanno evidenziato, al di sotto del terreno agrario, un primo strato alluvionale costituito da argilla, talora plastica, argilla limoso-sabbiosa, con elementi ghiaiosi fino alla profondità di circa 7.0÷8.0 metri dal piano campagna.

Segue uno strato addensato di ghiaie e ciottoli in matrice argilloso-sabbiosa, a cui segue la formazione argilloso marnosa consistente compatta.

### 6.1.2 CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI

La caratterizzazione geotecnica viene effettuata in base ai risultati delle indagini geognostiche sopra riportate e delle analisi di laboratorio su campioni di terreno simili.

Il terreno viene suddiviso in quattro unità principali alle quali, si attribuiscono i seguenti parametri geotecnici.

Unità A: dal p.c.a. a 1.0÷1.6 m

Terreno agrario e d'alterazione.

Parametro	Simbolo	u.m.	Valore Minimo	Valore Massimo	Valore Caratteristico
Peso di Unità di Volume	$\gamma$	kN/m <sup>3</sup>	17	18	17
Angolo di resistenza al taglio	$\phi$	gradi	14	15	14

Unità B: da 1.0 ÷ 1.6 m a 5.0 ÷ 9.0 m

Argilla, talora plastica, argilla limoso-sabbiosa con elementi ghiaiosi sparsi.

Per stimare la resistenza al taglio non drenata  $c_u$  si fa riferimento ai valori di  $R_p$  scaturiti dalle due prove penetrometriche statiche CPT e riguardanti gli strati prevalentemente coesivi.

A tal proposito si prende in riferimento la correlazione empirica (Mayne e Kamper 1988) che lega in modo direttamente proporzionale la resistenza non drenata  $c_u$  alla resistenza alla punta  $q_c$ :

$$c_u = \frac{q_c - \sigma_{vo}}{N_k}$$

- $q_c$  = resistenza alla punta misurata con la prova penetrometrica statica
- $\sigma_{vo}$  = tensione verticale totale, valutata alla quota a cui viene misurata la resistenza alla punta;
- $N_k$  = fattore empirico che varia in funzione della storia del deposito. In argille tenere Lunne et. al.(1976) e Baligh et. al.(1980), suggeriscono un valore medio pari a 14; in argille sovraconsolidate intatte, Kjekstad et. al.(1978) indicano un valore medio pari a 17.

Nel sottostante Grafico 1 sono riportati gli andamenti delle resistenze alla punta ( $R_p$  espressa in  $\text{kN/m}^2$ ), mentre nel Grafico 2 si legge il trend della coesione non drenata  $C_u$  (valore che come già riportato è in funzione delle singole resistenze alla punta).

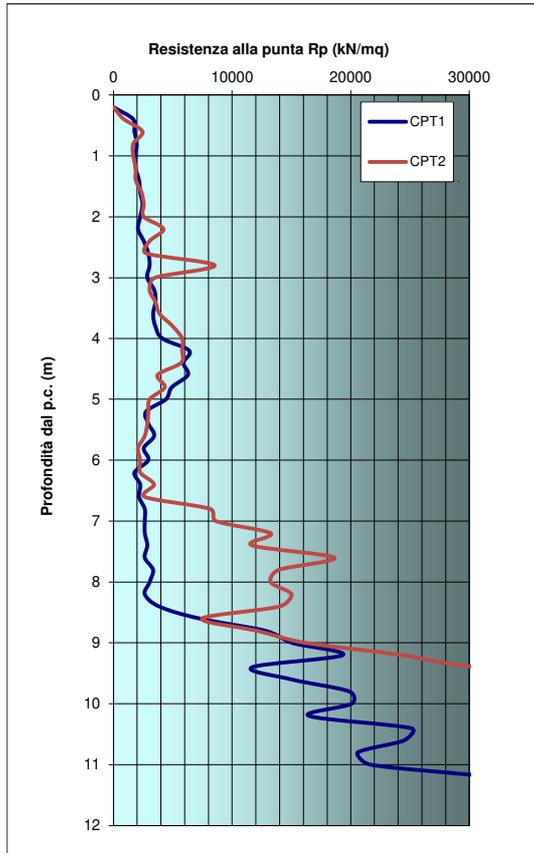


Grafico 1

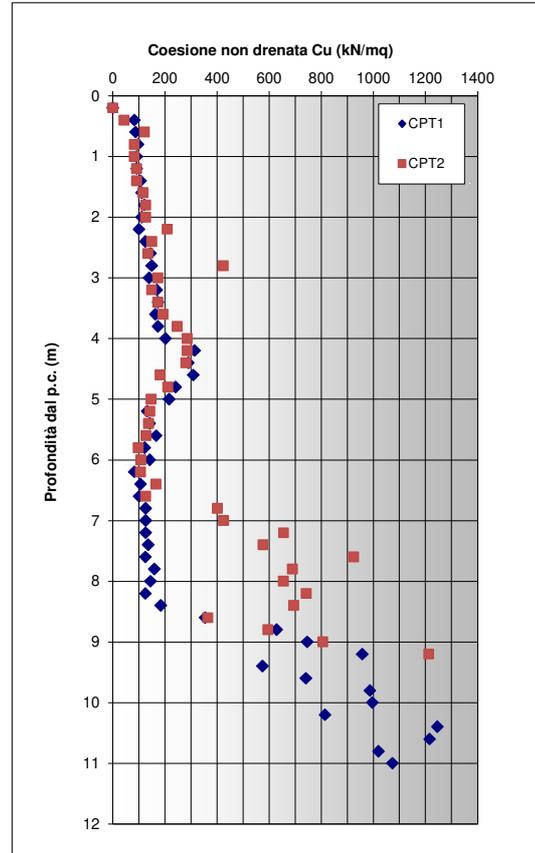


Grafico 2

Avvalendoci di quanto sopra, all'unità in esame si attribuiscono, cautelativamente, i seguenti parametri geomeccanici:

Parametro	Simbolo	u.m.	Valore Minimo	Valore Massimo	Valore Caratteristico
Peso di Unità di Volume	$\gamma$	kN/m <sup>3</sup>	19	20	19
Angolo di resistenza al taglio	$\phi$	gradi	22	26	24
Coesione non drenata	Cu	kN/m <sup>2</sup>	70	120	80
Coesione	c'	kN/m <sup>2</sup>	8	12	10

Unità C: da 5.0÷9.0 m a 8.0÷10.0 m

Ghiaie e ciottoli, addensate, in matrice argilloso-sabbiosa (alluvioni).

Parametro	Simbolo	u.m.	Valore Minimo	Valore Massimo	Valore Caratteristico
Peso di Unità di Volume	$\gamma$	kN/m <sup>3</sup>	20	21	20
Angolo di resistenza al taglio	$\phi$	gradi	33	37	33

Unità D: da 8.0 ÷ 10.0 m a 15.0 ÷ 20.0 m

Argilla marnosa consistente/compatta (formazione).

Parametro	Simbolo	u.m.	Valore Minimo	Valore Massimo	Valore Caratteristico
Peso di Unità di Volume	$\gamma$	kN/m <sup>3</sup>	21	22	21
Angolo di resistenza al taglio	$\phi$	gradi	23	24	23
Coesione non drenata	Cu	kN/m <sup>2</sup>	300	350	300
Coesione	c'	kN/m <sup>2</sup>	25	30	25

## 6.2 INDAGINE SISMICA

### 6.2.1 STIMA DIRETTA DELLA FREQUENZA DI RISONANZA E DETERMINAZIONE DELLA CATEGORIA DEL SUOLO DI FONDAZIONE

Al fine di determinare la categoria di suolo di fondazione e rilevare la frequenza fondamentale di risonanza ( $F_0$ ) del sito, è stata eseguita una prova sismica HVSR (sismica passiva), ossia una misura di microtremore ambientale a stazione singola.

La misura di microtremore ambientale è stata effettuata per mezzo di un tromometro digitale “TROMINO - TZ3-0088/02-19” (brevetto internazionale della Micromed S.p.A.).

Lo strumento è dotato di tre sensori velocimetrici con frequenza 4.5 Hz e di una memoria interna da 1 GB. Le acquisizioni sono state eseguite per una durata di 16 minuti con una frequenza di campionamento di 128 Hz con l'elaborazione eseguita tra 0.1 e 20 Hz.

La curva rilevata (Figura 12) non evidenzia picchi di amplificazione ma si sviluppa con un andamento a plateau, con ampiezza di poco superiore a 2.0 H/V e frequenza compresa in un range di circa 3.0 ÷ 8.0 Hz.

Tale dato è presumibilmente correlabile ad un contrasto d'impedenza che caratterizza il passaggio tra terreni a diversa velocità di propagazione delle Vs.

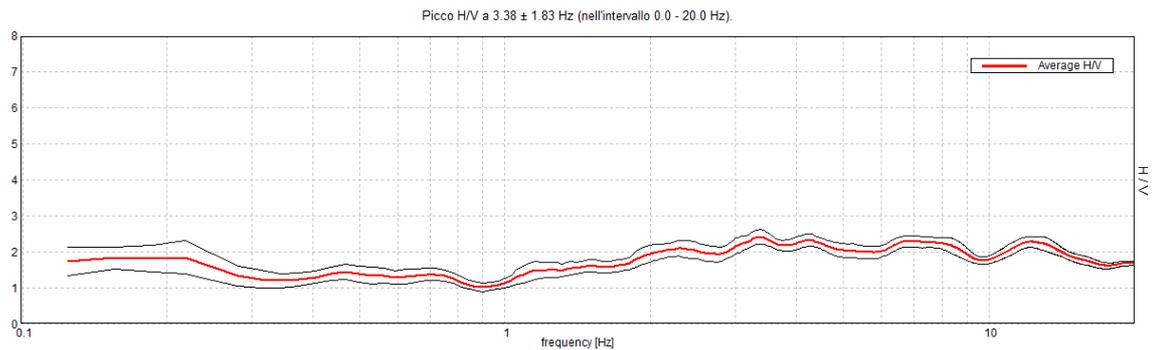


Figura 12: rapporto spettrale orizzontale su verticale

La curva di sintesi derivante dal modello sismico ipotizzato (Figura 13 – colore blu), elaborata per la stima delle velocità  $V_s$  del terreno nell'area indagata, approssima la curva sperimentale H/V in maniera soddisfacente.

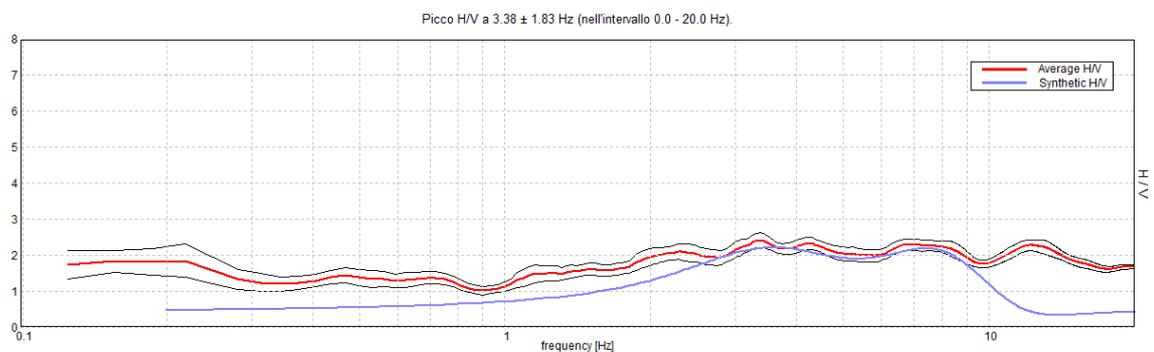


Figura 13

Per la definizione dell'azione sismica di progetto ai sensi del DM 17/01/2018, la determinazione dei valori di velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio  $V_{S'eq}$  è calcolata applicando la seguente espressione:

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

Dove:

$h_i$  = spessore dell'i-esimo strato (m);

$V_{S'i}$  = velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato (m/s);

$N$  = numero di strati;

$H$  = profondità del sub-strato sismico (m), definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da  $V_s$  non inferiore a 800 m/s.

Nel caso in esame, come da Tabella 2 sotto riportata, non è stato raggiunto il sub-strato sismico entro la profondità di 30 m, di conseguenza la velocità equivalente delle onde di taglio  $V_{S'eq}$  è definita dal parametro  $V_{S'30}$  ottenuto ponendo  $H=30$  m.

Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Rapporto di Poisson
6.00	6.00	223	0.42
8.00	2.00	300	0.42
13.00	5.00	400	0.42
28.00	15.00	477	0.42
43.00	15.00	565	0.42
58.00	15.00	700	0.42
inf.	inf.	700	0.42

Tabella 2

Nel caso in esame non è stato raggiunto il sub-strato sismico entro la profondità di 30 m dal piano campagna attuale, di conseguenza il valore  $V_{S'30}$  riferito al piano campagna attuale risulta pari a:

$$V_{S'30} = 370 \text{ m/sec}$$

valore che identifica la categoria di terreni in: **CATEGORIA B**, ovvero “*Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/sec e 800 m/sec*”.

L'elaborato numerico della prova HVSR è riportato a fine relazione in allegato.

### 6.2.2 CATEGORIA TOPOGRAFICA

La proprietà ricade in una zona sub-pianeggiante con inclinazione media  $\leq 15^\circ$ , pertanto quale categoria topografica si attribuisce la T1.

## 7 POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE

L'analisi sul rischio di liquefazione viene condotta sulla base di quanto riportato nel paragrafo 7.11.3.4.2 del DM 17/1/2018.

La norma specifica che la verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

1. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0.1g;
2. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
3. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata  $(N_1)_{60} > 30$  oppure  $qc_{1N} > 180$  dove  $(N_1)_{60}$  è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e  $qc_{1N}$  è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
4. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Fig. 7.11.1(a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità  $U_c < 3.5$  e in Fig. 7.11.1(b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità  $U_c > 3.5$ .

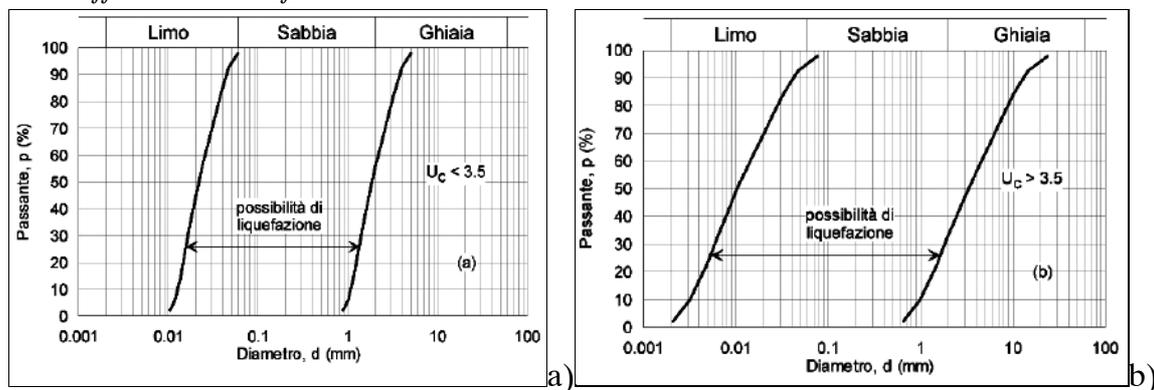


Figura 14

da Fig. 7.11.1 DM 17/1/2018 fusi granulometrici di terreni suscettibili di liquefazione

Come dalle indagini, la formazione marina consistente e compatta, è presente dalla profondità di circa 8.0÷10.0 m dal piano campagna attuale. I sovrastanti terreni non risultano costituiti da sabbie pulite, pertanto si ritiene che la verifica a liquefazione possa essere omessa.

**8 FATTIBILITA' GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA ART. 89**

L'area oggetto di variante, denominata "Zona B3.a" ricade nei depositi alluvionali sub-pianeggianti del torrente Apsa, ad una quota di circa 86 metri s.l.m.m.

Dal rilievo diretto di campagna non sono stati rilevati movimenti riconducibili a dissesti in atto o potenziali ed analizzando la Carta del Rischio Idrogeologico elaborata dall'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Centrale a corredo del Piano Assetto Idrogeologico PAI, di cui si allega uno stralcio, l'area in esame (Zona B3.a) non risulta a rischio frane e/o esondazione, e quindi si può ritenere stabile.

Si conferma dunque la fattibilità geologica e morfologica del sito in oggetto.

## **9 CRITERI GENERALI D'INTERVENTO**

### **9.1 FONDAZIONI**

La tipologia fondale andrà definita per ogni singolo intervento, anche in funzione di eventuali piani interrati, previa puntuale indagine geognostica.

### **9.2 REGIMAZIONE ACQUE**

La Zona B3.a è posta a quote più basse di via dell'Unità e via Cappone, pertanto, se le quote rimarranno invariate, dovranno essere previste opere necessarie per intercettare/smaltire le eventuali acque provenienti dalla sede stradale.

Sul retro dell'area, lato collina, dovranno essere eseguiti efficienti fossi di guardia per intercettare le acque provenienti dal versante.

### **9.3 SBANCAMENTI – RIPORTI – OPERE DI CONTENIMENTO**

Nell'ipotesi siano previsti sensibili sbancamenti ed in particolare in adiacenza a strade oppure consistenti riporti, dovranno essere eseguiti studi di dettaglio per verificare la necessità o meno di ricorrere ad opere di contenimento provvisionali e/o definitive.

## **10 CONCLUSIONI**

Dall'analisi della cartografia P.A.I. (Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Centrale), l'area d'intervento non presenta zone sottoposte a regime di vincolo idrogeologico.

Dal rilievo geomorfologico di campagna l'area risulta stabile e non sono presenti forme di superficie riconducibili a fenomeni di dissesto in atto o potenzialmente attivi.

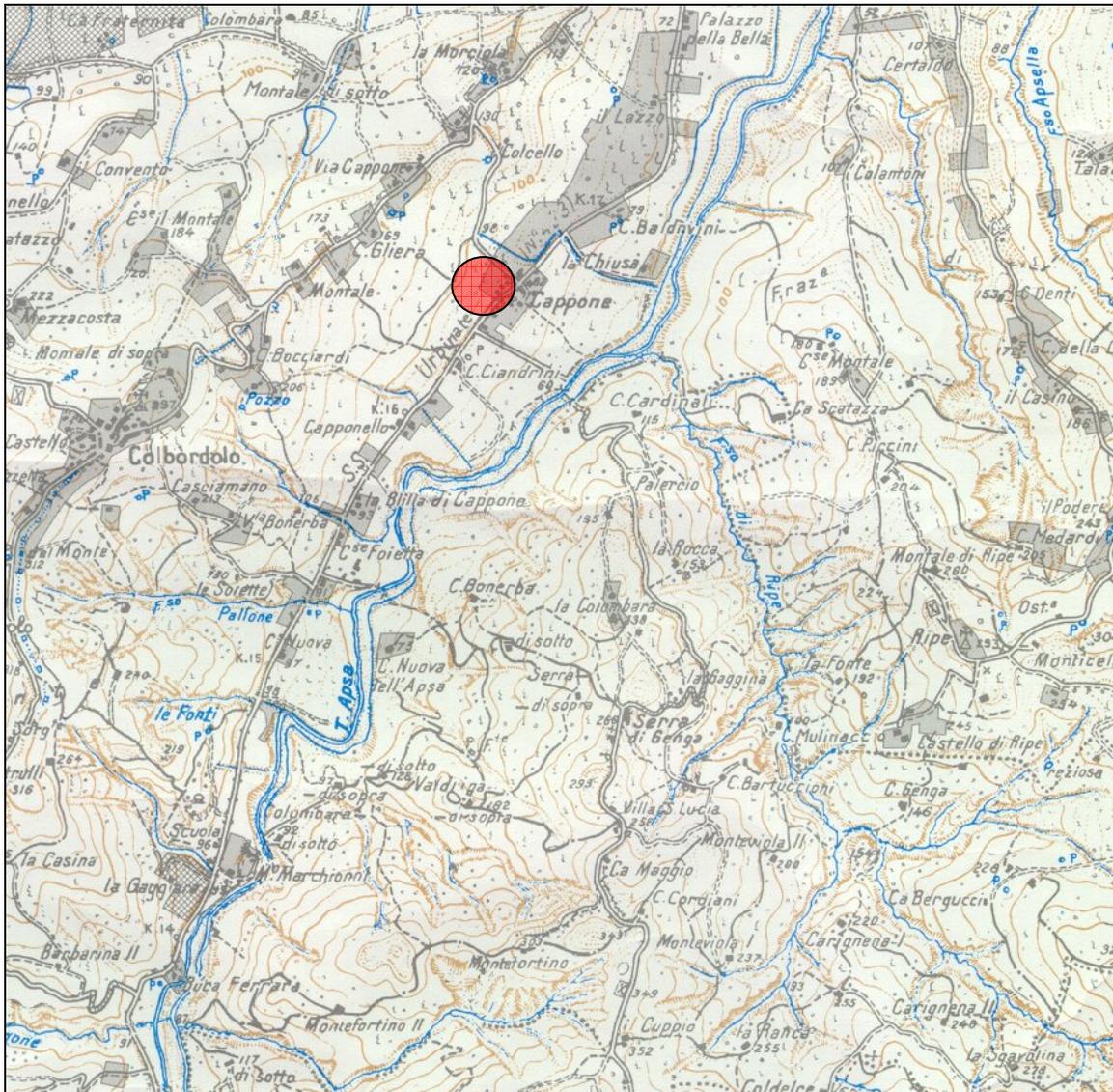
Esaminata la vincolistica dell'area ed i risultati dell'indagine geognostica si attesta l'idoneità del sito dal punto di vista geologico, idrogeologico e sismico all'intervento in esame.

L'indagine sismica ha permesso di determinare la **categoria B** di sottosuolo.

## **ALLEGATO 1**

COROGRAFIA	scala 1: 25.000
RILIEVO AEROFOTOGRAMMETRICO	scala 1: 10.000
RILIEVO AEROFOTOGRAMMETRICO	scala 1: 2.000
CARTA GEOLOGICA	scala 1: 5.000
CARTA IDROGRAFICA	scala 1: 10.000
CARTA DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO	fuori scala

**Corografia scala 1:25.000**  
Foglio 109 I.G.M. - Quadrante 109 II



Area in esame

# Rilievo Aerofotogrammetrico

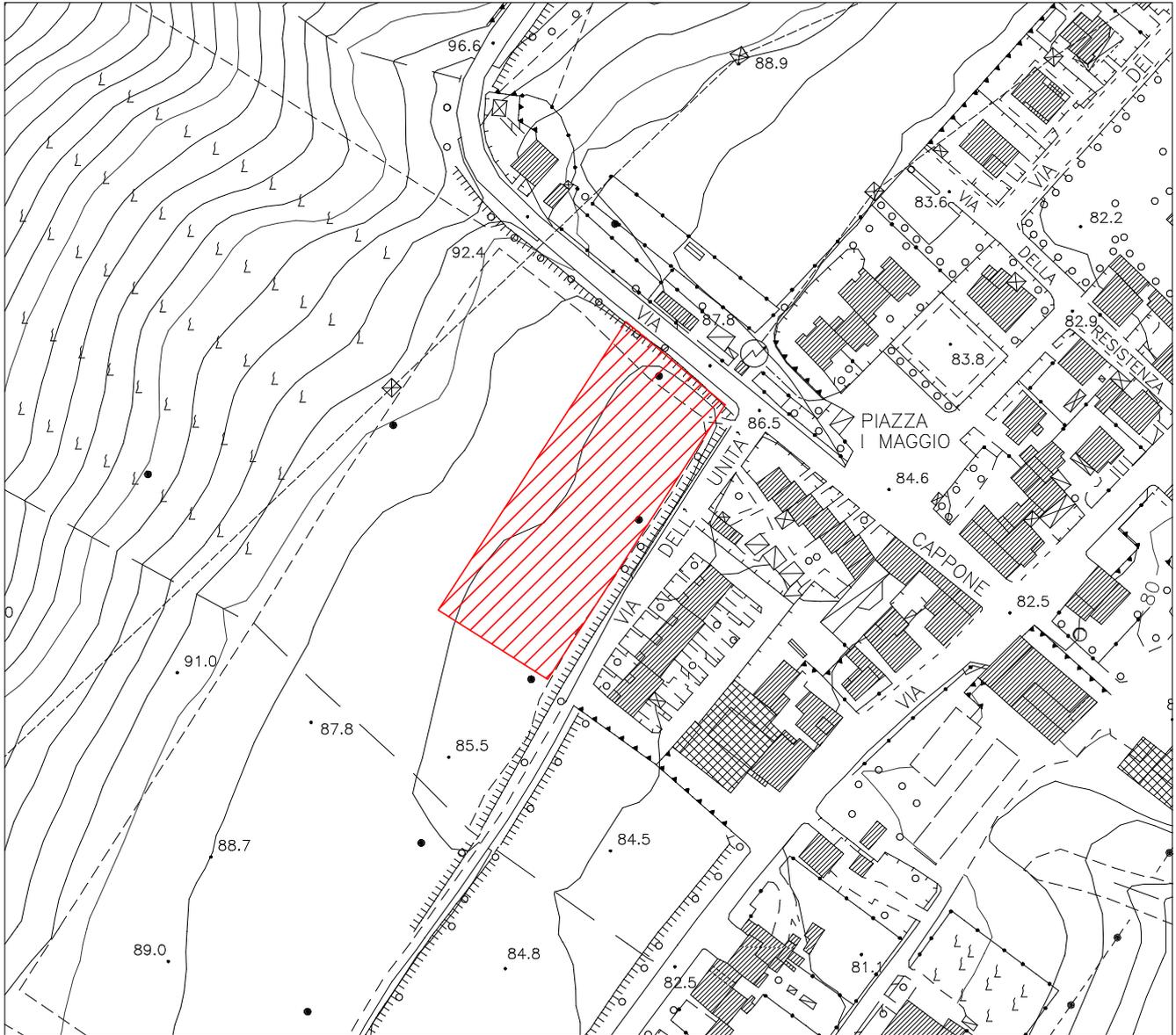
foglio 268, sezione 268130

Scala 1: 10000



Zona B3.a

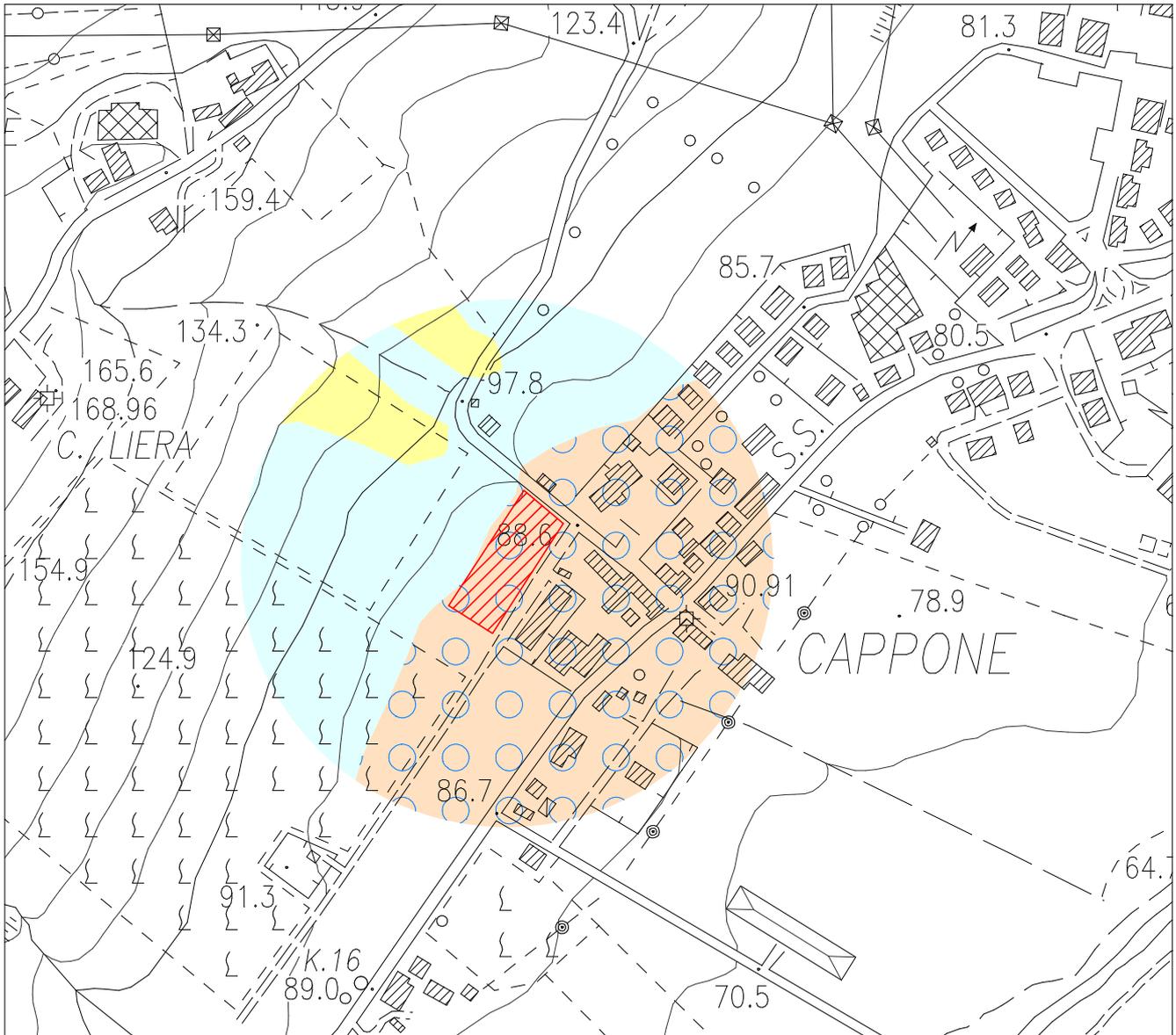
Rilievo Aerofotogrammetrico  
Scala 1: 2000



 Zona B3.a

# Carta Geologica

Scala 1: 5000



Zona B3.a



Depositi eluvio-colluviali



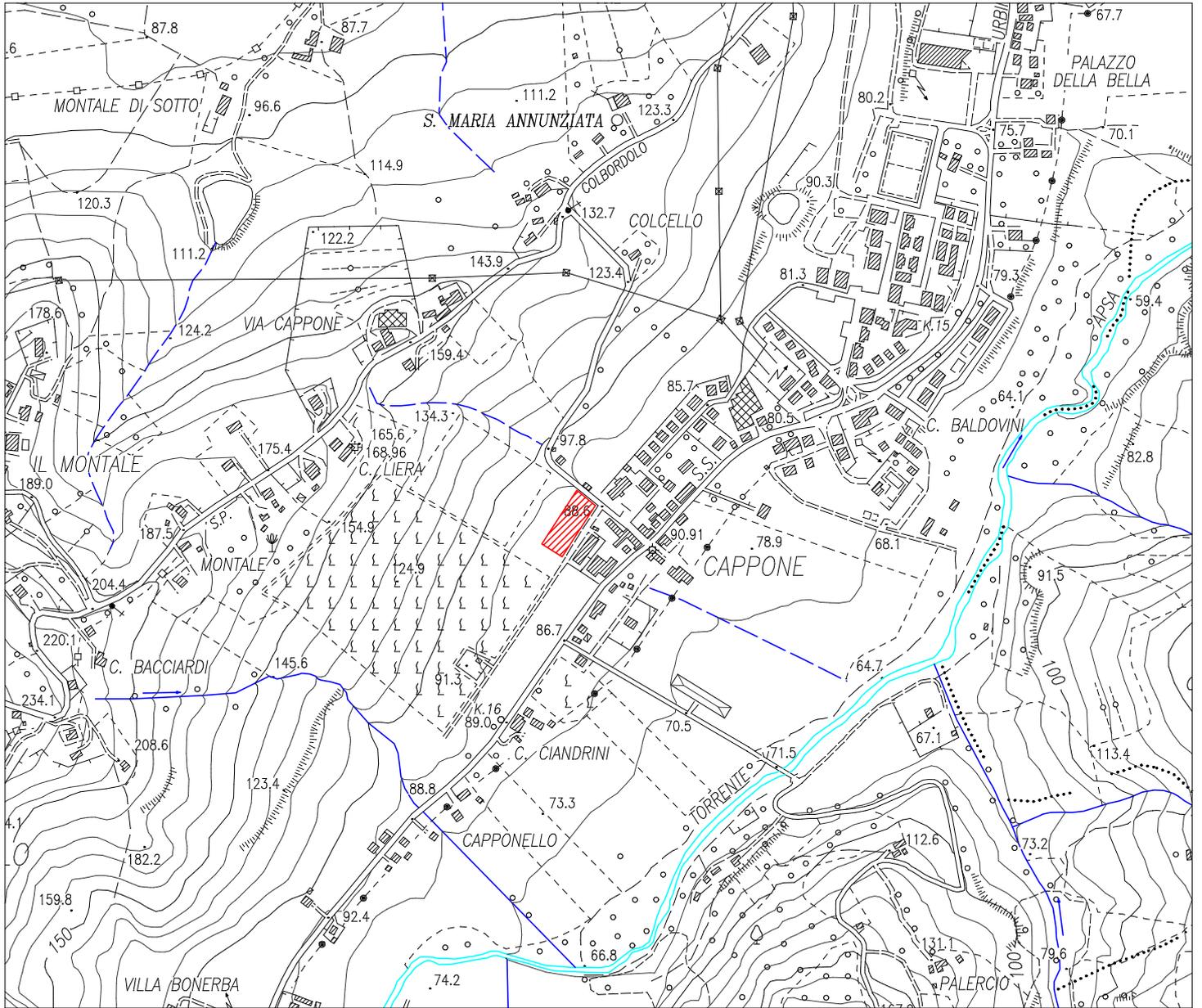
Depositi alluvionali terrazzati  
(Pleistocene superiore - Olocene)



Argille azzurre  
(Pliocene inferiore - Pliocene superiore)

# Carta Idrografica

Scala 1: 10000



Zona B3.a



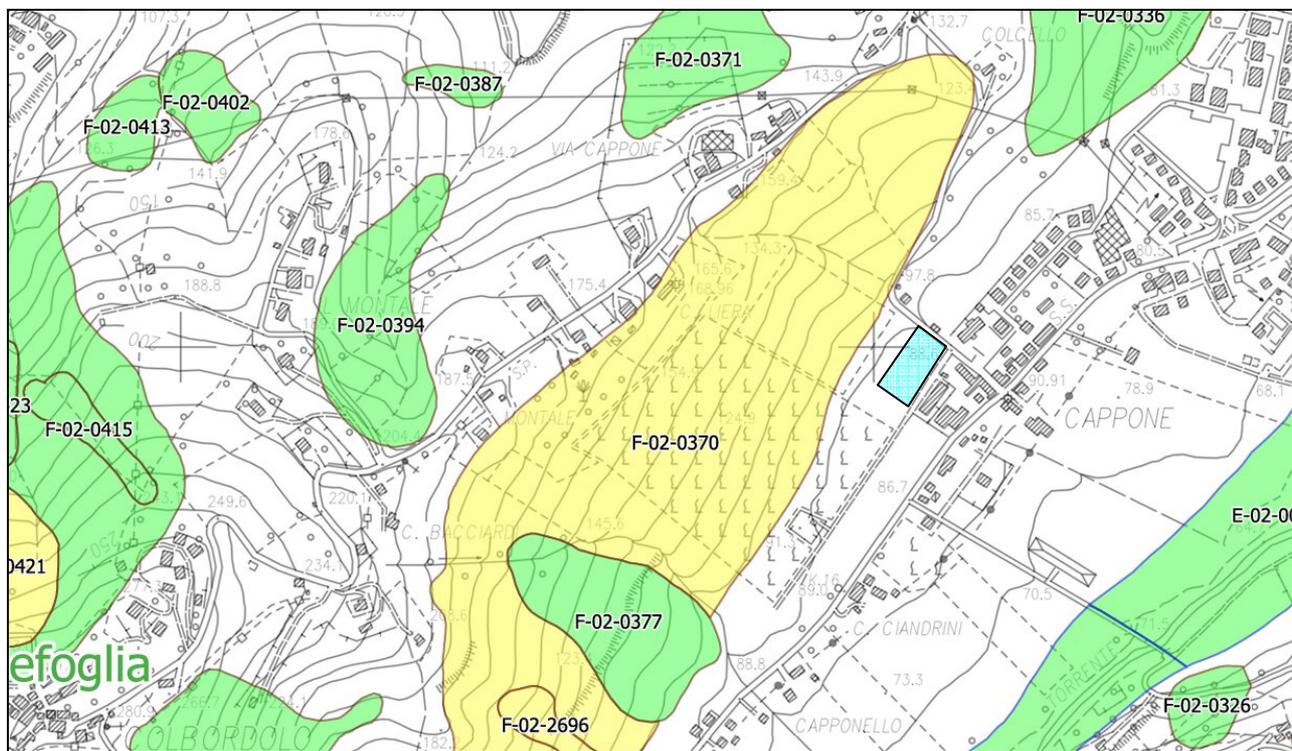
Idrografia principale



Idrografia secondaria

**AUTORITÀ DI BACINO DISTRETTUALE DELL'APPENNINO CENTRALE**  
**PIANO ASSETTO IDROGEOLOGICO (PAI)**  
**dei bacini di rilievo regionale delle Marche**  
 Aggiornato al DPCM del 14 marzo 2022  
 (GU 10 maggio 2022; BUR Marche n. 39 del 12 maggio 2022)

**CARTA DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO**



*fuori scala*



Area in esame

**Area a rischio frana  
(Codice F-xx-yyyy)**

- Rischio moderato (R1)
- Rischio medio (R2)
- Rischio elevato (R3)
- Rischio molto elevato (R4)

**Area a rischio valanga  
(Codice V-xx-yyyy)**

- Rischio molto elevato (R4)

**Area a rischio esondazione  
(Codice E-xx-yyyy)**

- Rischio moderato (R1)
- Rischio medio (R2)
- Rischio elevato (R3)
- Rischio molto elevato (R4)

Limite comunale

Limite di bacino idrografico

## ALLEGATO 2

PLANIMETRIA UBICAZIONE INDAGINI

Scala 1:2.000

*Indagini (maggio 2025)*

TABULATI E GRAFICI PROVE PENETROMETRICHE CPT

TABULATI INDAGINE SISMICA PASSIVA HVSR

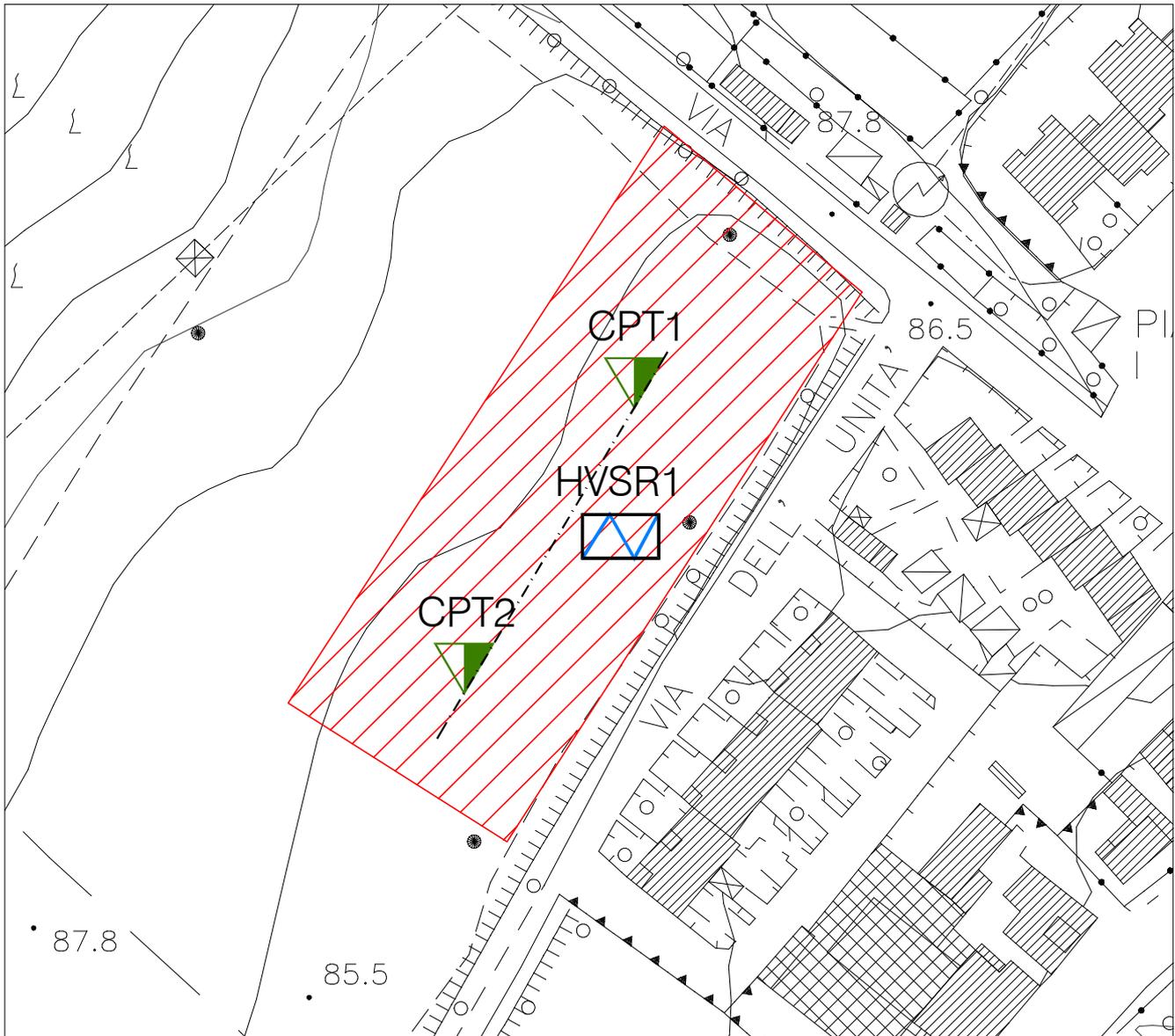
SEZIONE LITOSTRATIGRAFICA

Scala 1:200

*Indagini (aprile 1991)*

COLONNE STRATIGRAFICHE

Planimetria ubicazione indagini  
Scala 1: 1000



Zona B3.a



Prova penetrometrica statica cpt



Stazione microtremore a stazione singola  
HVSR



Traccia di sezione

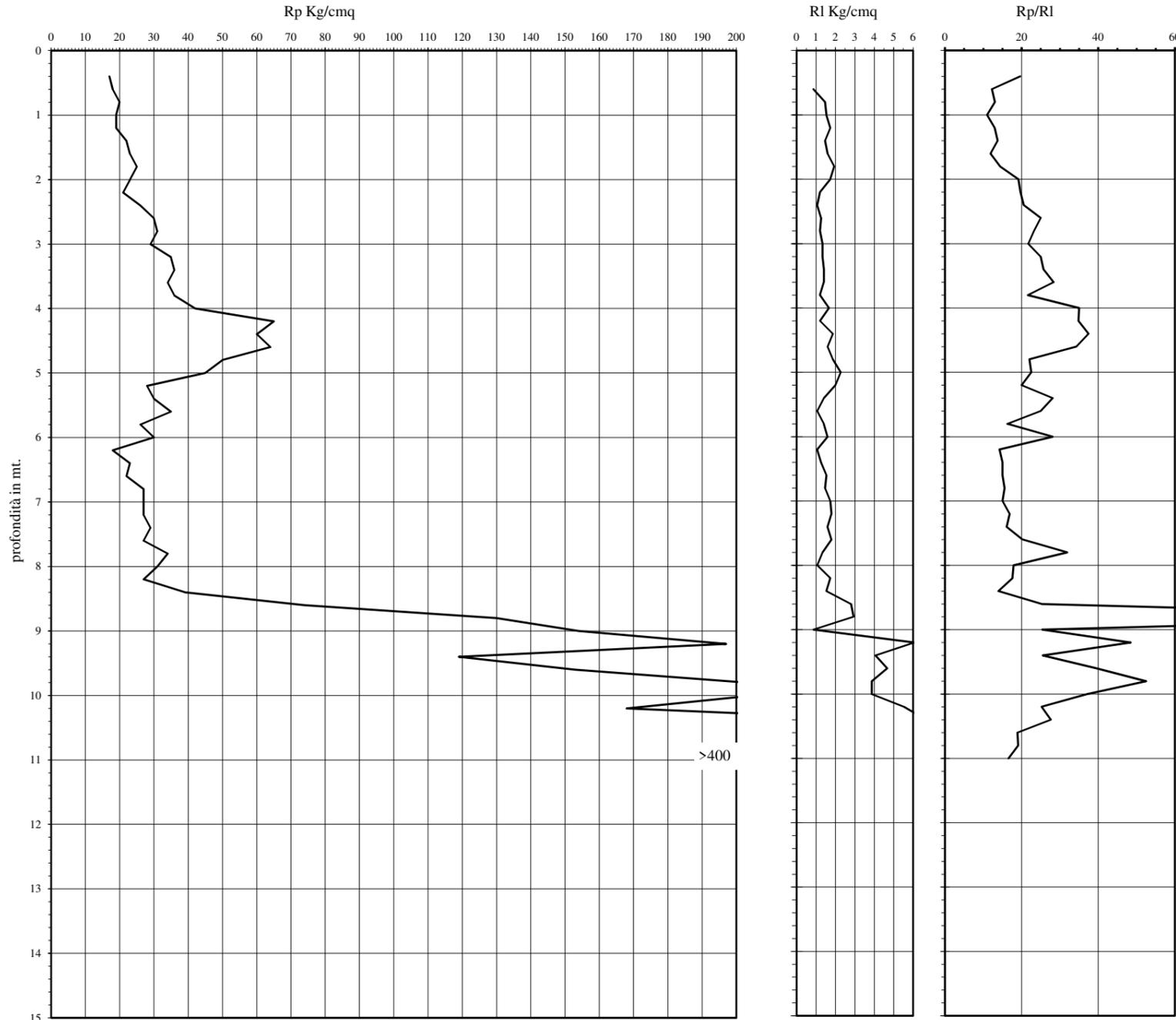
# PROVA PENETROMETRICA STATICA

Prova n.: CPTM 1  
Cantiere: Cappone (PU) - Via dell'Unità  
De Scrilli  
Data: Marzo 2025

Comm.:

Quota inizio: piano campagna  
Liv.falda: assente  
Note:

Classificazione orientativa dei terreni (Schmertmann - 1978)



Angolo d'attrito interno, densità relativa e coesione										Verifica alla liquefazione magnitudo di 6 g accelerazione massima al suolo 0,25 g (Seed et al. 1985)							
										$\phi$ °	Dr	Cu	Nspt	coefficiente di sicurezza			
										Kg/cmq							
A	A	A	A	A	A	S	S	S	S	mt.	Rp	Rl	Rp/Rl				
0	M	T	M	C	M	S	L	L	S	0.2	17		19.62	/	/	0.85	/
	T			C	L	A				0.4	18	0.87	12.27	/	/	0.9	/
										0.6	20	1.47	13.04	/	/	1	/
										0.8	19	1.53	10.96	/	/	0.95	/
										1	19	1.73	12.95	/	/		/
										1.2	22	1.47	13.75	/	/	1.1	/
										1.4	23	1.60	11.90	/	/	1.15	/
										1.6	25	1.93	14.42	/	/	1.25	/
										1.8	23	1.73	19.17	/	/	1.15	/
										2	21	1.20	19.69	/	/	1.05	/
										2.2	26	1.07	20.53	/	/	1.3	/
										2.4	30	1.27	25.00	/	/	1.5	/
										2.6	31	1.20	23.25	/	/	1.55	/
										2.8	29	1.33	21.75	/	/	1.45	/
										3	35	1.33	25.00	/	/	1.75	/
										3.2	36	1.40	25.71	/	/	1.8	/
										3.4	34	1.40	28.33	/	/	1.7	/
										3.6	36	1.20	21.60	/	/	1.8	/
										3.8	42	1.67	35.00	/	/	/	10.5
										4	65	1.20	34.82	/	/	/	16.25
										4.2	60	1.87	37.50	/	/	/	15
										4.4	64	1.60	34.29	/	/	/	16
										4.6	50	1.87	22.06	/	/	2.5	/
										4.8	45	2.27	22.50	/	/	2.25	/
										5	28	2.00	20.00	/	/	1.4	/
										5.2	30	1.40	28.13	/	/	1.5	/
										5.4	35	1.07	25.00	/	/	1.75	/
										5.6	26	1.40	16.25	/	/	1.3	/
										5.8	30	1.60	28.13	/	/	1.5	/
										6	18	1.07	14.21	/	/	0.9	/
										6.2	23	1.27	15.00	/	/	1.15	/
										6.4	22	1.53	15.00	/	/	1.1	/
										6.6	27	1.47	15.58	/	/	1.35	/
										6.8	27	1.73	15.00	/	/	1.35	/
										7	27	1.80	16.88	/	/	1.35	/
										7.2	29	1.60	16.11	/	/	1.45	/
										7.4	27	1.80	20.25	/	/	1.35	/
										7.6	34	1.33	31.88	/	/	/	8.5
										7.8	31	1.07	17.88	/	/	1.55	/
										8	27	1.73	17.61	/	/	1.35	/
										8.2	39	1.53	13.93	/	/	1.95	/
										8.4	74	2.80	25.23	/	/	3.7	/
										8.6	130	2.93	150.00	41	0.63	/	32.5
										8.8	154	0.87	25.38	/	/	/	38.5
										9	197	6.07	48.44	45	0.79	/	49.25
										9.2	119	4.07	25.50	/	/	/	29.75
										9.4	153	4.67	39.57	/	/	/	38.25
										9.6	203	3.87	52.50	45	0.81	/	50.75
										9.8	205	3.87	37.05	/	/	/	51.25
										10	168	5.53	25.20	/	/	/	42
										10.2	256	6.67	27.63	/	/	/	64
										10.4	250	9.27	18.94	/	/	12.5	/
										10.6	210	13.20	19.09	/	/	10.5	/
										10.8	221	11.00	16.58	/	/	11.05	/
										11	324	13.33		/	/	16.2	/
										11.2	400						
										11.4							
										11.6							
										11.8							
										12							
										12.2							
										12.4							
										12.6							
										12.8							
										13							
										13.2							
										13.4							
										13.6							
										13.8							
										14							
										14.2							
										14.4							
										14.6							
										14.8							
										15							

Legenda:

- argilla
- sabbia limoso argillosa
- sabbia

- AO argilla organica e terreni misti; AMT argilla molto tenera;
- AT argilla tenera; AM argilla media; AC argilla compatta
- AMC argilla molto compatta; ASL argilla sabbiosa limosa;
- SL sabbia e limo; SLA sabbia limoso argillosa
- SS sabbia sciolta; S sabbia; SD sabbia densa

Cu media Kg/cmq 2.54146 33.036 Nspt media n. colpi

n.l. non liquefacibile

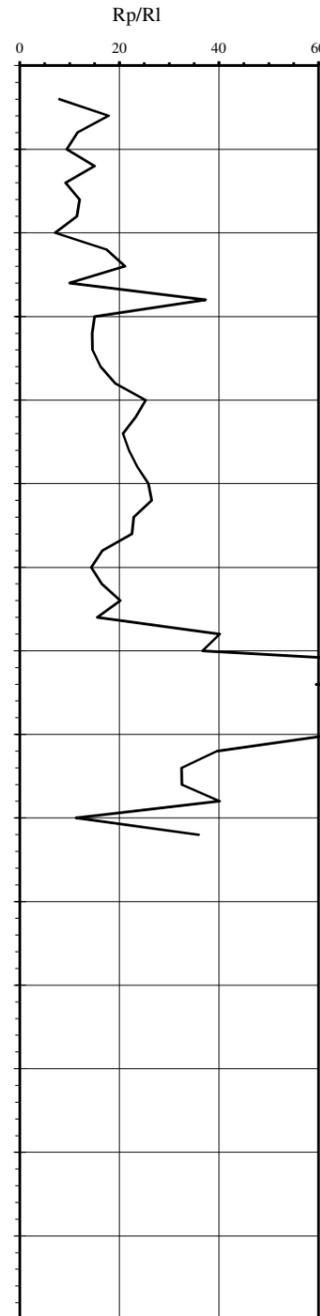
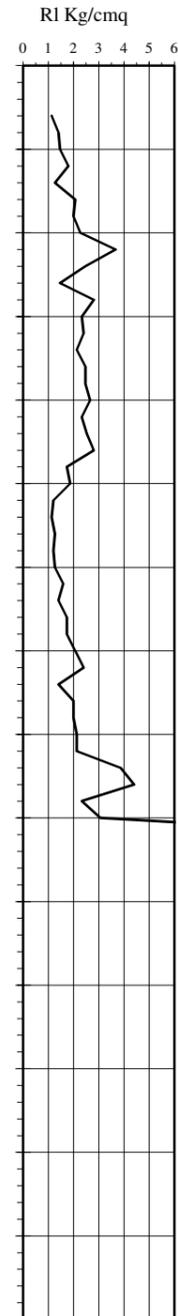
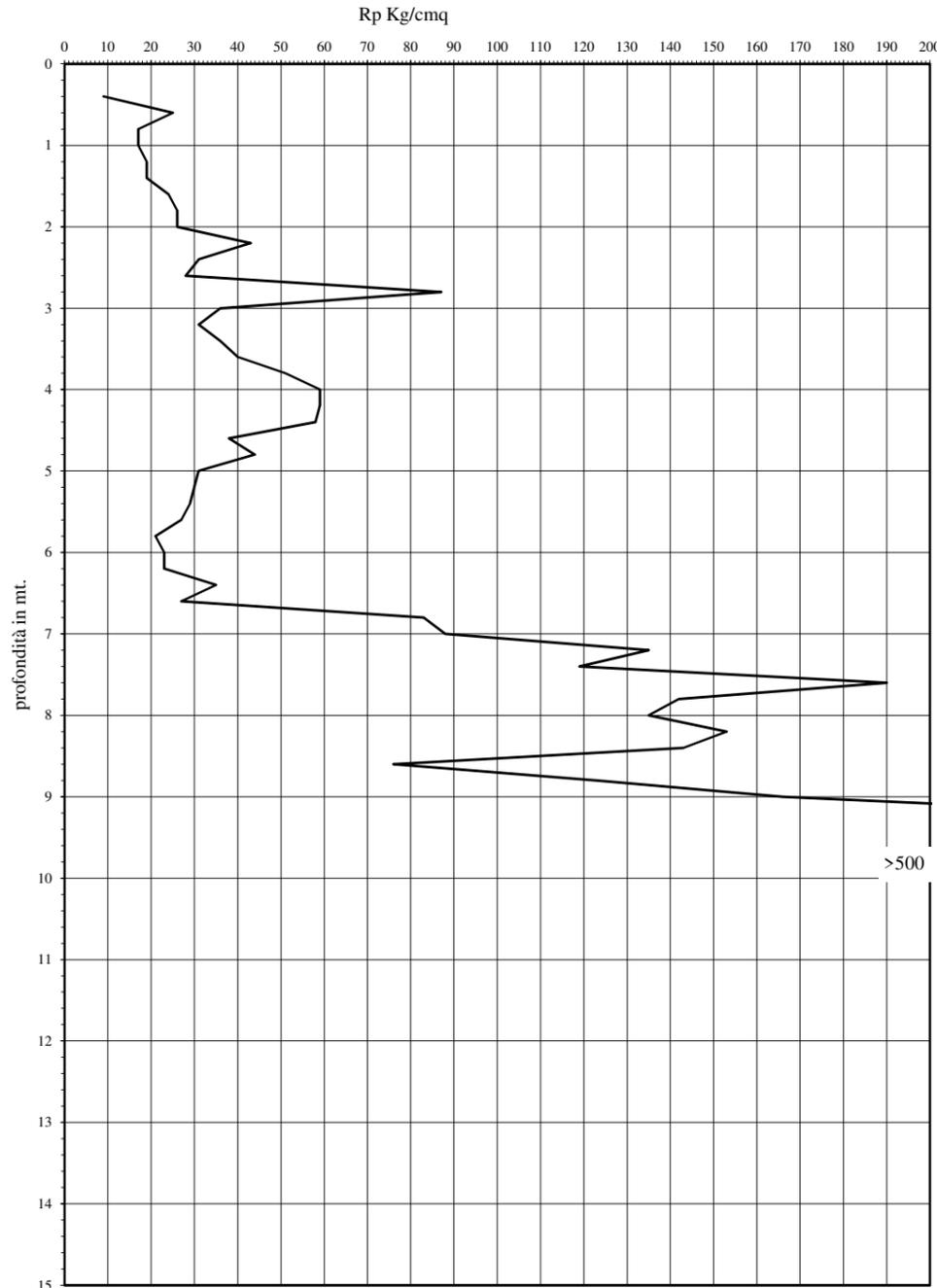
# PROVA PENETROMETRICA STATICA

Prova n.: CPTM 2  
Cantiere: Cappone (PU) - Via dell'Unità  
De Scilli  
Data: Marzo 2025

Comm.:

Quota inizio: piano campagna  
Liv.falda: 8,80 mt.  
Note:

Classificazione orientativa dei terreni (Schmertmann - 1978)



mt.	Rp	Rl	Rp/Rl
0.2	9		7.94
0.4	25	1.13	17.86
0.6	17	1.40	11.59
0.8	17	1.47	9.44
1	19	1.80	15.00
1.2	19	1.27	9.19
1.4	24	2.07	12.00
1.6	26	2.00	11.47
1.8	26	2.27	7.09
2	43	3.67	17.43
2.2	31	2.47	21.14
2.4	28	1.47	10.00
2.6	87	2.80	37.29
2.8	36	2.33	15.00
3	31	2.40	14.53
3.2	36	2.13	14.59
3.4	40	2.47	16.22
3.6	51	2.47	19.13
3.8	59	2.67	25.29
4	59	2.33	23.29
4.2	58	2.53	20.71
4.4	38	2.80	21.92
4.6	44	1.73	23.57
4.8	31	1.87	25.83
5	30	1.20	26.47
5.2	29	1.13	22.89
5.4	27	1.27	22.50
5.6	21	1.20	16.58
5.8	23	1.27	14.38
6	23	1.60	16.43
6.2	35	1.40	20.19
6.4	27	1.73	15.58
6.6	83	1.73	40.16
6.8	88	2.07	36.67
7	135	2.40	96.43
7.2	119	1.40	59.50
7.4	190	2.00	95.00
7.6	142	2.00	66.56
7.8	135	2.13	63.28
8	153	2.13	39.57
8.2	143	3.87	32.50
8.4	76	4.40	32.57
8.6	123	2.33	40.11
8.8	166	3.07	11.27
9	249	14.73	35.91
9.2	315	6.93	
9.4	500		
9.6			
9.8			
10			
10.2			
10.4			
10.6			
10.8			
11			
11.2			
11.4			
11.6			
11.8			
12			
12.2			
12.4			
12.6			
12.8			
13			
13.2			
13.4			
13.6			
13.8			
14			
14.2			
14.4			
14.6			
14.8			
15			

Angolo d'attrito interno, densità  
relativa e coesione

Verifica alla liquefazione  
magnitudo di 6 g  
accelerazione massima al suolo 0,25 g  
(Seed et al. 1985)

φ °	Dr	Cu Kg/cmq	Nspt	coefficiente di sicurezza
/	/	0.45	/	n.l.
/	/	1.25	/	n.l.
/	/	0.85	/	n.l.
/	/	0.85	/	n.l.
/	/	0.95	/	n.l.
/	/	0.95	/	n.l.
/	/	1.2	/	n.l.
/	/	1.3	/	n.l.
/	/	1.3	/	n.l.
/	/	2.15	/	n.l.
/	/	1.55	/	n.l.
/	/	1.4	/	n.l.
/	/	/	21.75	2.77
/	/	1.8	/	n.l.
/	/	1.55	/	n.l.
/	/	1.8	/	n.l.
/	/	2	/	n.l.
/	/	2.55	/	n.l.
/	/	2.95	/	n.l.
/	/	2.95	/	n.l.
/	/	2.9	/	n.l.
/	/	1.9	/	n.l.
/	/	2.2	/	n.l.
/	/	1.55	/	n.l.
/	/	1.5	/	n.l.
/	/	1.45	/	n.l.
/	/	1.35	/	n.l.
/	/	1.05	/	n.l.
/	/	1.15	/	n.l.
/	/	1.15	/	n.l.
/	/	1.75	/	n.l.
/	/	1.35	/	n.l.
/	/	/	20.75	2.77
41	0.64	/	33.75	2.77
40	0.60	/	29.75	2.77
44	0.78	/	47.5	2.77
41	0.66	/	35.5	2.77
41	0.64	/	33.75	2.77
/	/	/	38.25	2.77
/	/	/	35.75	2.77
/	/	/	19	2.77
/	/	/	30.75	2.77
/	/	8.3	/	n.l.
/	/	/	62.25	2.77
/	/	15.75	/	n.l.

Legenda:

Cu media Kg/cmq 2.21667 33.135 Nspt media n. colpi

- argilla
- sabbia limoso argillosa
- sabbia

- AO argilla organica e terreni misti; AMT argilla molto tenera;
- AT argilla tenera; AM argilla media; AC argilla compatta
- AMC argilla molto compatta; ASL argilla sabbiosa limosa;
- SL sabbia e limo; SLA sabbia limoso argillosa
- SS sabbia sciolta; S sabbia; SD sabbia densa

n.l. non liquefacibile

**COMMITTENTI:  
DE SCRILLI RODOLFO  
DE SCRILLI ZITA MARIA ROSA  
SOC. AGR. DE SCRILLI RODOLFO & C.**

**COMUNE DI VALLEFOGLIA**

**VARIANTE AL P.R.G. DI VALLEFOGLIA,  
DA PARTE ZONA C – COMPARTO 9M A ZONA  
RESIDENZIALE DI COMPLETAMENTO B3.a, IN LOCALITA'  
CAPPONE**

**INDAGINE SISMICA HVSR**



Figura 1: ubicazione da Google Earth

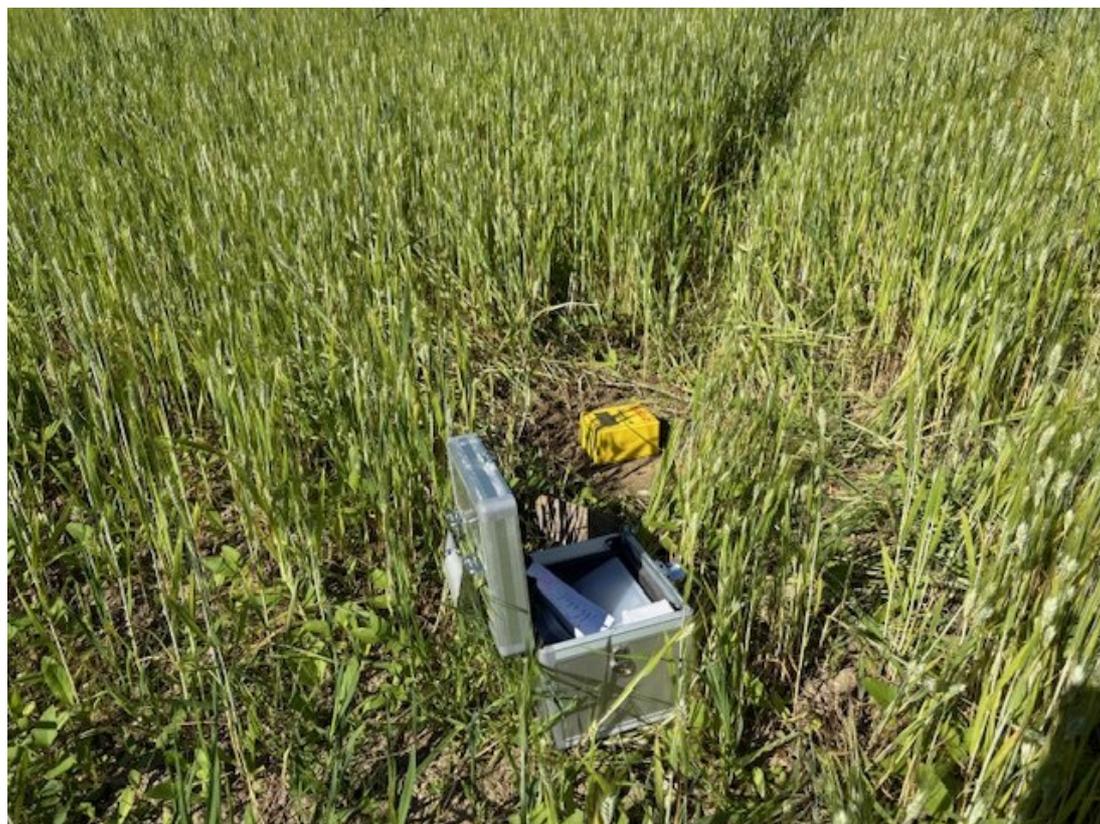


Figura 2: ubicazione

Strumento: TZ3-0088/02-19  
 Formato dati: 32 byte  
 Fondo scala [mV]: 51  
 Inizio registrazione: 12/05/25 08:18:27 Fine registrazione: 12/05/25 08:34:27  
 Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN  
 Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h16'00". Analizzato 81% tracciato (selezione manuale)  
 Freq. campionamento: 128 Hz  
 Lunghezza finestre: 20 s  
 Tipo di lisciamento: Triangular window  
 Lisciamento: 10%

RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

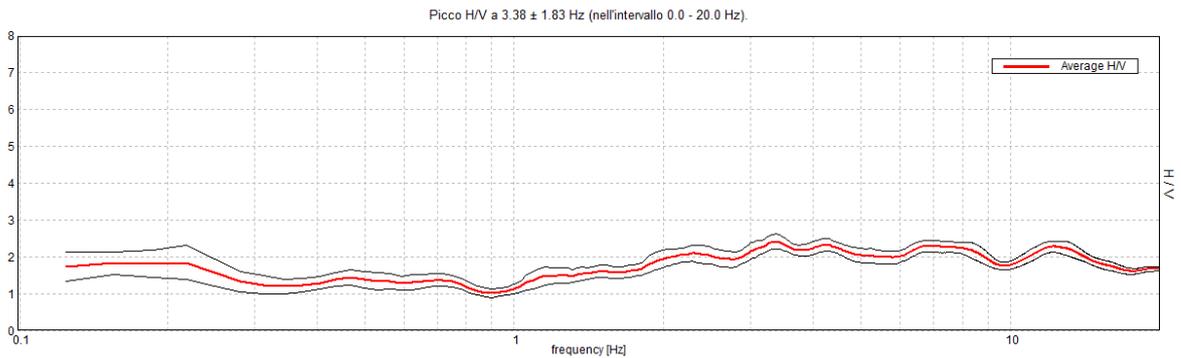


Figura 3

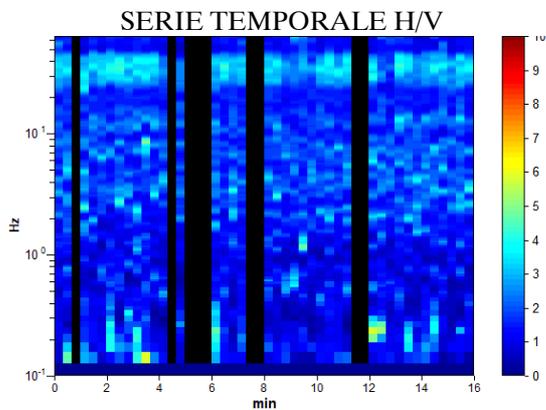


Figura 4

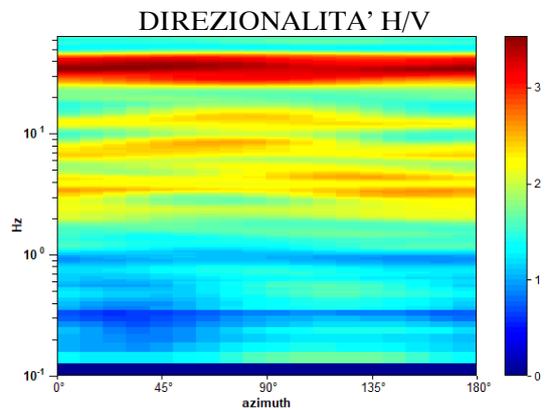


Figura 5

SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI

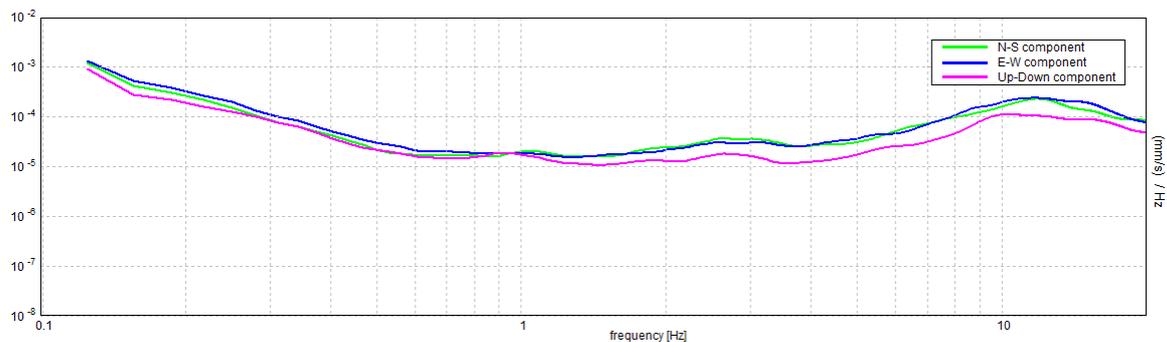


Figura 6

H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO

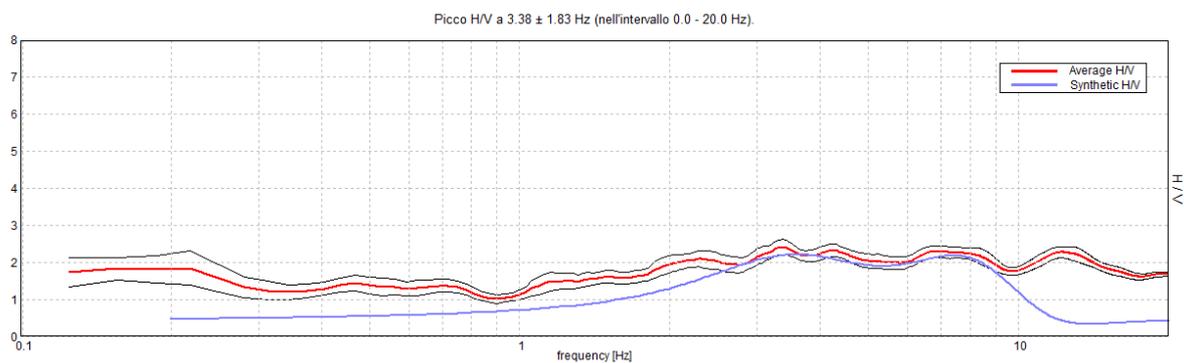


Figura 7

Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Rapporto di Poisson
6.00	6.00	223	0.42
8.00	2.00	300	0.42
13.00	5.00	400	0.42
28.00	15.00	477	0.42
43.00	15.00	565	0.42
58.00	15.00	700	0.42
inf.	inf.	700	0.42

$Vs_{eq}(0.0-30.0)=370$  m/s

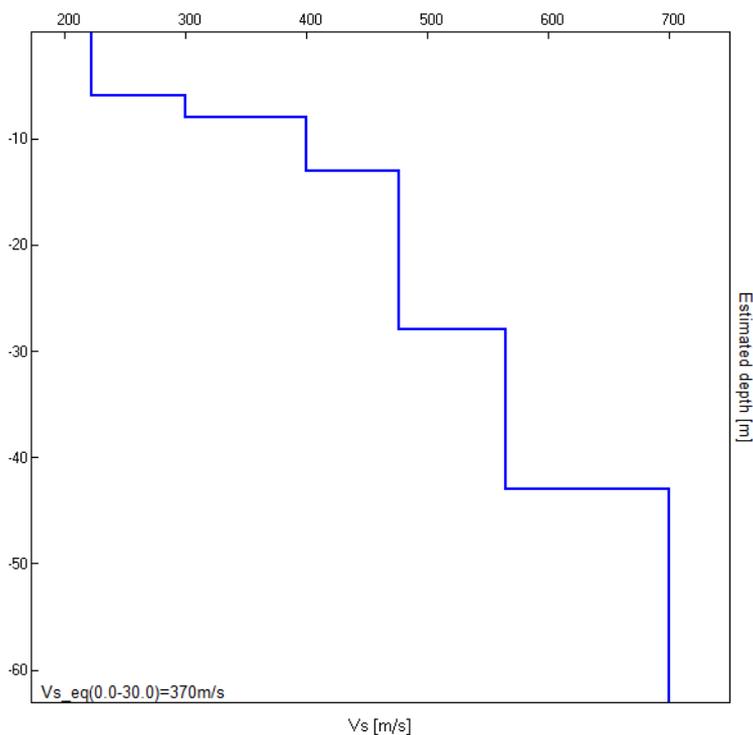


Figura 8

[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  $3.38 \pm 1.83$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 20.0 Hz).**

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

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$3.38 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$2632.5 > 200$	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 163	OK	

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

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	1.031 Hz	OK	
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			NO
$A_0 > 2$	$2.41 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.54084  < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$1.82534 < 0.16875$		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.2046 < 1.58$	OK	

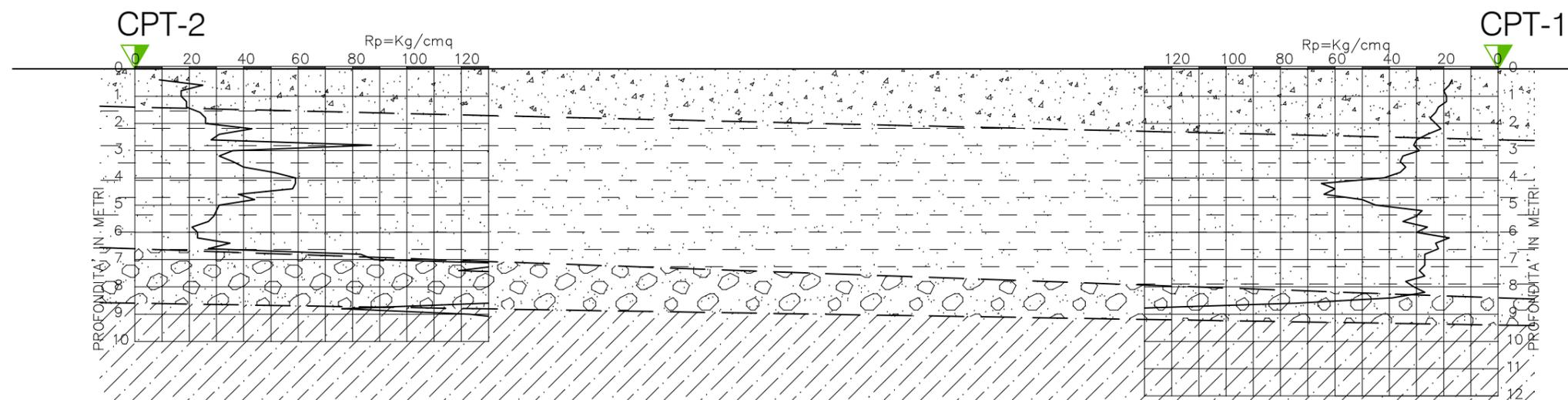
$L_w$	lunghezza della finestra
$n_w$	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
$f$	frequenza attuale
$f_0$	frequenza del picco H/V
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
$A_0$	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

Sezione litostratigrafica  
Scala 1:200

Via Cappone



▼ Prova penetrometrica statica

 Terreno agrario e di alterazione

 Terreno a media consistenza, attribuibile ad argilla, argilla limoso-sabbiosa, con elementi ghiaiosi (depositi alluvionali)

 Terreno consistente, attribuibile a ghiaie, ghiaie sabbiose (depositi alluvionali grossolani)

 Terreno molto consistente, attribuibile ad argilla marnosa consistente/compatta, (formazione)



progeo Sezione Geognostica

Committente : DURANTI

Data: 21/04/91

Localita' : CAPPONE DI COLBORDOLO (PS)

SONDAGGIO N. 1

QUOTA: p.c.

profondita' mt.	spessori mt.	campioni	colonna stratigrafica	descrizione del terreno	acqua	penetromet. tascabile (qu) Kg/cmq.	vane test (Cu) Kg/cmq
1				terreno agrario			
2	2,10			argilla plastico-dura di colore marrone con calcinelli ed elementi ghiaiosi sparsi		2,5-3,0	
3	3,40			argilla plastico-dura di colore marrone e nocciola scuro con calcinelli		3,0	
4				argilla limoso-sabbiosa di colore nocciola chiaro a media consistenza		/	
6	6,50			ghiaia medio-grossolana a spigoli vivi di natura calcarea e marnosa inglobata in una matrice argillosa			
7	7,60			ciottoli a spigoli vivi a volte sub-arrotondati di natura calcarea inglobati in una matrice argillosa-sabbiosa			
8				argilla marnosa compatta di colore grigio-azzurro (substrato)			
9							
10							



**progeo** Sezione Geognostica

**Committente :** DURANTI

**Data:** 21/04/91

**Localita' :** CAPPONE DI COLBORDOLO (PS)

**SONDAGGIO N.** (2)

**QUOTA:** p.c.

profondita' mt.	spessori mt.	campioni	colonna stratigrafica	descrizione del terreno	acqua	penetromet. fascabile (qu) Kg/cmq.	vane test (Cu) Kg/cmq
1				terreno agrario			
2	2,10			argilla plastica di colore marrone con calcinelli ed elementi ghiaiosi sparsi		2,0 - 2,5	
3				argilla plastico-dura di colore marrone e nocciola scuro con calcinelli		3,0	
4				argilla limoso-sabbiosa di colore nocciola chiaro a media consistenza ed umida a partire da - 5,50 mt.		/	
5							
6							
7	6,90			ciottoli a spigoli vivi a volte sub-arrotondati di natura calcarea inglobati in una matrice argillosa-sabbiosa con tracce di acqua			
8							
9				argilla marnosa compatta di colore grigio-azzurro (substrato)			
10							