



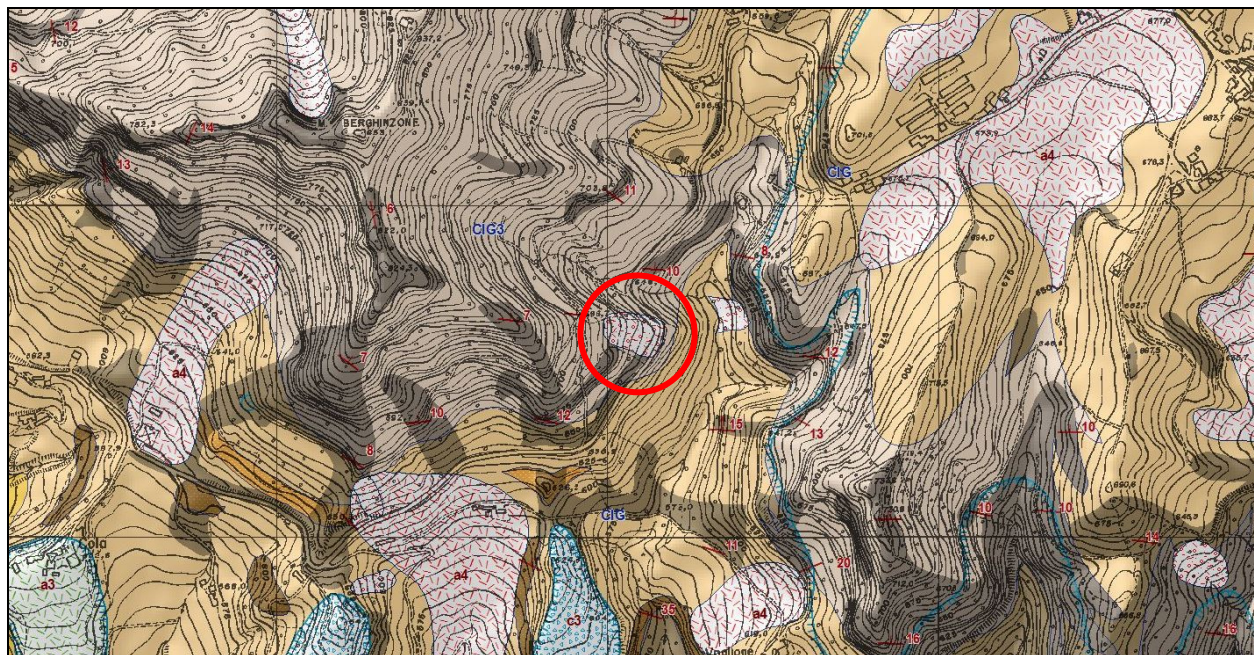
Dott. Geol.
PAOLO BERETTI

Geologia Applicata e Geotecnica,
Geofisica ed Analisi Sismiche
Interventi di Ingegneria Naturalistica

Via De Gasperi 2/1, 42020 Quattro Castella (RE)
Tel. 0522 1695098 - Cell. 348 6902667 e-mail: studio.beretti@gmail.com; paolo.beretti@epap.sicurezzaepostale.it

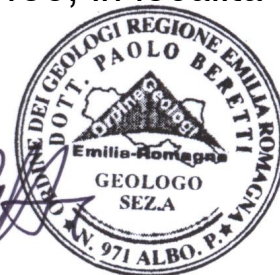
COMMITTENTE	Amministrazione Provinciale di Reggio Emilia
-------------	--

Provincia di Reggio Emilia Comune di Vetto d'Enza



Ripristino del muro di sostegno di valle ed inserimento di barriera stradale su cordolo e trave sulla SP 513R al km 50+480, in località Cola nel comune di Vetto d'Enza (RE)

**RELAZIONE GEOLOGICA
GEOTECNICA E SISMICA**



Revisione	Descrizione	Data	Redazione
0	GGs	Ottobre 2019	Dott. Geol. Paolo Beretti

INDICE

INDICE.....	1
PARTE INTRODUTTIVA.....	2
Premessa	2
Inquadramento territoriale.....	2
Carta inventario del dissesto PTCP 2010 – Vincoli Programmatici	2
Piano e metodologia d'indagine	3
Riferimenti normativi	4
RELAZIONE GEOLOGICA SULLE INDAGINI - CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL SITO.....	6
Inquadramento geologico e strutturale	6
Cenni di Geomorfologia	7
Successione litomeccanica	8
Modello geologico.....	9
Pericolosità geologica e geomorfologica	9
Condizioni di stabilità generale del versante.....	9
Pericolosità idraulica dell'area (d.g.r. 1300/2016)	10
RELAZIONE SULLA PERICOLOSITA' SISMICA DELL'AREA – RISPOSTA SISMICA LOCALE.....	13
Inquadramento topografico.....	13
Storia sismica del sito	13
effetti attesi e livelli di approfondimento.....	16
Classe dell'opera: Azione sismica e pericolosità sismica di base	18
Identificazione categoria suolo di fondazione.....	18
Azione sismica di progetto	19
Fattore di amplificazione stratigrafico	19
Fattore di amplificazione topografico.....	19
Principali coefficienti di accelerazione sismica	20
Analisi Suscettibilità alla Liquefazione	20
RELAZIONE GEOTECNICA SULLE INDAGINI – MODELLAZIONE GEOTECNICA DEL SITO	21
Tipologia progettuale delle opere	21
Volume significativo e piano di indagine.....	21
Incertezze interpretative e metodologiche relative alla ricostruzione del modello geologico - geotecnico - sismico.	22
Successione geotecnica - Analisi geomeccanica dei terreni.....	22
CONCLUSIONI.....	24
ALLEGATI	26

PARTE INTRODUTTIVA

PREMESSA

Nell'ambito progettuale relativo ai lavori di ripristino del muro di sostegno di valle e di di barriera stradale su cordolo e trave sulla SP 513R al km 50+480, nel comune di Vetto d'Enza (RE), si è effettuata l'indagine geologica e geotecnica e sismica oggetto della presente relazione.

Le analisi, che hanno consentito di individuare i caratteri geologici, geomorfologici, idrogeologici e geomeccanici dei terreni formanti il primo sottosuolo, sono state eseguite su commissione di **Amministrazione Provinciale di Reggio Emilia**, in ottemperanza ai dettati del D.M. 11/03/88 e circ. LL.PP. N° 30483 del 24/09/88 ed in riferimento alle nuove Norme Tecniche sulle Costruzioni NTC 2018 – D.M. 17/01/2018.

INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Dal punto di vista morfologico, il sito si colloca nel settore sud – orientale del territorio comunale di Vetto d'Enza, in prossimità del margine occidentale dell'abitato di Rosano.

L'area oggetto di studio si colloca all'interno del comparto mediano di un versante mediamente acclive e declinante verso sud est ed in corrispondenza dell'asse viario SP 513 R km 50+480.

Tale comparto di versante presenta quote variabili tra 640,0 e 642,0 m s.l.m.

Cartografia di riferimento:

Foglio 1:50000	218	Castelnovo ne' Monti
Tavoletta 1:25000	218SW	Castelnovo ne' Monti
Sezione 1:10000	218090	Vetto
Elemento 1:5000	218092	Rosano

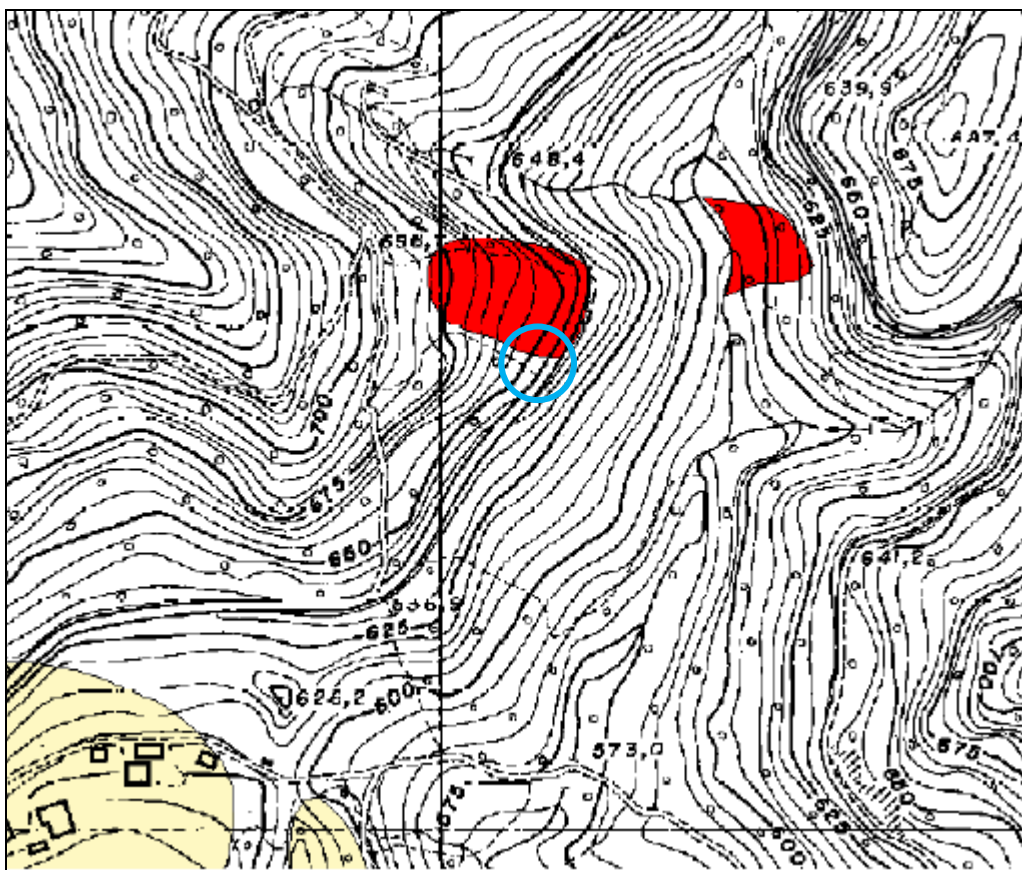
CARTA INVENTARIO DEL DISSESTO PTCP 2010 – VINCOLI PROGRAMMATICI

Le perimetrazioni della “*Carta Inventario del dissesto (PAI-PTCP) e degli abitati da consolidare e trasferire (L445/1908), allegato P6 - sez 218090*” collocano l'area oggetto di studio in prossimità della terminazione laterale e basale di un modesto fenomeno gravitativo, attualmente classificato in stato di attività.

Tale movimento franoso si contraddistingue per un cinematisma per scivolamento.

In prossimità della porzione basale della vallecchia secondaria, opposta al versante in analisi, si segnala un secondo fenomeno gravitativo, di dimensioni inferiori a quello testé descritto.

Oltre ai suddetti dissesti, l'area in esame si contraddistingue da un indice di franosità decisamente basso, a tratti praticamente nullo.



Legenda

Carta Inventario del Dissesto		PAI
	Frane attive (a1)	Fa
	Frane di crollo (a6)	
	Frane quiescenti (a2)	Fq
	Frane quiescenti parzialmente erose (a2a)	
	Scolamenti in blocco (sb)	
	Frane stabilizzate	Ps
	Depositi alluvionali in evoluzione (b1)	Be
	Depositi alluvionali in evoluzione parzialmente fissati da vegetazione (b1a)	
	Depositi alluvionali terrazzati (b2)	Bo
	Depositi alluvionali terrazzati (ordine b3 o maggiore di b3)	Em
	Conoidi in evoluzione	Ca
	Conoidi inattivi	Cn
	Depositi di Versante s.l. (a3)	
	Depositi morenici (c1)	
	Depositi morenici rissanti (c3)	
	Depositi morenici wurmiani (c4)	

Aree a Rischio idrogeologico Molto Elevato

Carta del dissesto - PTCP - allegato P6 - sezione 218090.

PIANO E METODOLOGIA D'INDAGINE***Indagine geognostica***

Per la caratterizzazione fisico meccanica del sottosuolo del sito in esame sono state eseguite due prove penetrometriche dinamiche super pesanti, utilizzando un penetrometro statico-dinamico mod. Pagani Tg63-200, con le seguenti caratteristiche:

Amm. Prov. Reggio nell'Emilia	Relazione geologica, modellazione geotecnica e analisi dell'azione sismica	Ripristino del muro di sostegno di valle e inserimento di barriera stradale su cordolo e trave sulla SP 513R al km 50+480.
-------------------------------	---	--

- **Prova penetrometrica dinamica super pesante DPSH:** massa battente da 63,5 kgf, altezza di caduta costante: $h = 75$ cm, prima asta dotata di punta conica a sezione trasversale max di 20 cmq ed angolo di apertura alla punta $\beta = 90^\circ$.

Prospezioni geofisiche

Al fine di determinare la categoria del suolo di fondazione, valutare lo schema sismo-stratigrafico e ricavare i parametri di microzonazione sismica dell'area in oggetto, in riferimento ai dettati del D.M. 17/01/2018, sono state eseguite le seguenti indagini:

- **Stendimento sismico integrato Remi – MASW**, effettuata utilizzando un sismografo digitale a 24 canali ad elevata dinamica MAE, attrezzato con 24 geofoni verticali con frequenza propria di 4,5 Hz, disposti ad interasse di 2,0 m per una lunghezza totale di indagine pari a 46 m. L'acquisizione dei microtremori ambientali è stata eseguita effettuando una decina di registrazioni della durata di 44 sec con una frequenza di campionamento di 500 Hz; la prospezione MASW è stata effettuata mediante 7 battute all'esterno dello stendimento.

RIFERIMENTI NORMATIVI

NORME NAZIONALI

- Digs 11 febbraio 2010, n. 22:

Riassetto della normativa in materia di ricerca e coltivazione delle risorse geotermiche, a norma dell'articolo 27, comma 28, della legge 23 luglio 2009, n. 99. (10G0037)

- Ministero delle Infrastrutture

Decreto 17 gennaio 2018 Norme Tecniche sulle Costruzioni

Decreto 14 gennaio 2008 Norme Tecniche sulle Costruzioni

Circolare 2 febbraio 2009 n. 617 C.S.LL.PP. Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008.

- Presidenza del Consiglio dei Ministri

Ordinanza n. 3379 del 5 novembre 2004

Disposizioni urgenti di protezione civile.

- Presidenza del Consiglio dei Ministri

Ordinanza n. 3316 del 2 ottobre 2003

Modifiche ed integrazioni all'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003.

- Presidenza del Consiglio dei Ministri

Ordinanza n. 3274 del 20 marzo 2003

Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica.

- Decreto del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, 12 giugno 2003, n. 185

Regolamento recante norme tecniche per il riutilizzo delle acque reflue in attuazione dell'articolo 26, comma 2, del decreto legislativo 11 maggio 1999, n.152.

- Decreto Legge 12 ottobre 2000, n. 279

Interventi urgenti per le aree a rischio idrogeologico molto elevato e in materia di protezione civile, nonché a favore delle zone della regione Calabria danneggiate dalle calamità idrogeologiche di settembre ed ottobre 2000.

- Digs 11 maggio 1999, n.152

Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole.

- Ministero dei Lavori Pubblici - Circolare 9 gennaio 1996, n. 218/24/3

Legge 2 febbraio 1974, n. 64. Decreto del ministero dei Lavori Pubblici 11 marzo 1988. Istruzioni applicative per la redazione della relazione geologica e della relazione geotecnica.

- Decisione n° 701/1995 della V Sezione giurisdizionale del Consiglio di Stato

Esclusiva competenza del geologo per la relazione geologica La competenza del geologo anche per la relazione geotecnica.

- Legge 11 febbraio 1994, n. 109 - (MERLONI TER)

Legge quadro in materia di lavori pubblici.

Amm. Prov. Reggio nell'Emilia	Relazione geologica, modellazione geotecnica e analisi dell'azione sismica	Ripristino del muro di sostegno di valle e inserimento di barriera stradale su cordolo e trave sulla SP 513R al km 50+480.
-------------------------------	---	--

- Parere Ministero Lavori Pubblici, 17 dicembre 1993, N. 138

Consiglio Superiore, Assemblea Generale

Legge 2 febbraio 1974 n.64 - Decreto Ministeriale 11 marzo 1988 - Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e stabilità delle opere di fondazione. Relazione geologica e geotecnica. Competenze professionali.

- Decreto Ministero dei Lavori Pubblici 11 Marzo 1988

- Circolare Ministero Lavori Pubblici, 24 Settembre 1988, N. 30483

Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione. Istruzioni per l'applicazione.

- Legge 8 agosto 1985, n. 431 - (Galasso)

Conversione in legge con modificazioni del Decreto Legge 27 giugno 1985, n. 312 concernente disposizioni urgenti per la tutela delle zone di particolare interesse ambientale.

- Legge 2 febbraio 1974, n. 64

Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.

- R.D. 16 maggio 1926 n°1126

Approvazione del regolamento per l'applicazione del regio decreto 30 dicembre 1923, n. 3267, concernente il riordinamento e la riforma della legislazione in materia di boschi e di terreni montani.

- R.D. 30 dicembre 1923 n°3267

Vincolo idrogeologico: "Riordinamento e riforma della legislazione in materia di boschi e di terreni montani."

NORME REGIONALI

- Delibera n. 2193 del 21 dicembre 2015.

Aggiornamento degli indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia-Romagna.

- D.E.R. n°1105 del 03 febbraio 2014

Indicazioni sulla documentazione tecnica da produrre a supporto della richiesta di contributi per interventi di consolidamento di terreno di fondazione in caso di riparazione, ripristino con miglioramento sismico o demolizione e ricostruzione di edifici dichiarati inagibili che abbiano riportato danni da liquefazione, a seguito della sequenza sismica che ha interessato la pianura emiliana nel maggio-giugno 2012.

- L.R 23/05/2011 del 687/2011

- Atto di indirizzo recante individuazione degli interventi privi di rilevanza per la pubblica incolumità ai fini sismici e delle varianti, riguardanti parti strutturali, che non rivestono carattere sostanziale e definizione della documentazione attinente alla riduzione del rischio sismico necessaria per il rilascio del permesso di costruire e per la denuncia di inizio attività, ai sensi degli articoli 9, comma 4, e 10, comma 3 della L.R. n. 19 del 2008.

- Delibera dell'Assemblea legislativa progr. n°112 - oggetto n°3121 del 2 maggio 2007

Gli indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia-Romagna per la pianificazione territoriale e urbanistica.

- Delibera GR n°1117 del 11/07/2000

Direttiva regionale concernente le procedure amministrative e le norme tecniche relative alla gestione del vincolo idrogeologico, ai sensi ed in attuazione degli artt. 148, 149, 150 e 151 della L.R. 21 aprile 1999, n. 3 "Riforma del sistema regionale e locale".

- L.R. 24 marzo 2000 n°20

Disciplina generale sulla tutela e uso del territorio.

**RELAZIONE GEOLOGICA SULLE INDAGINI - CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE
GEOLOGICA DEL SITO****INQUADRAMENTO GEOLOGICO E STRUTTURALE**

Le caratteristiche geologiche generali dell'area di studio sono tipiche di uno stile di ricoprimento, con unità tettoniche sovrapposte. L'area di studio è caratterizzata dall'affioramento delle unità epiliguri eo-oligo-mioceniche Ranzano-Bismantova "semiautoctono", che comprende le Formazioni di Monte Piano, Ranzano, Antognola e Bismantova.

L'assetto strutturale di queste ultime è complesso e scompaginato; localmente sono presenti sinclinali più o meno asimmetriche, ad orientazione circa ovest est e generalmente coricate verso ovest – nord ovest (sinclinale di Vetto - Carpineti).

Suddetto comparto territoriale del comune di Vetto d'Enza e buona parte del vicino territorio di Castelnovo Né Monti, appartiene all'ala meridionale e sud orientale di detta sinclinale. Quest'ultima si raccorda alle altre unità tettoniche tramite anticlinali, strizzate e profondamente erose, al cui nucleo affiorano estesamente le formazioni argillose del substrato ligure.

Dal punto di vista strutturale nella fascia dell'appennino reggiano in oggetto, le principali linee tettoniche sono orientate in direzione appenninica (NW-SE), e sono ubicate in prevalenza immediatamente a sud ed a nord del bacino epiligure di Vetto - Carpineti.

Detta conformazione rappresenta la parte attualmente affiorante del sistema di *thrust* che durante il Miocene ed il Pliocene ha permesso l'embricazione dell'appennino.

Un altro importante sistema di linee tettoniche è quello trasversale a direttrice generalmente nord est – sud ovest. A questo ultimo sistema dislocativo appartengono i principali elementi tettonici lineari che interessano il territorio all'intorno del sito di intervento:

- *linea del Secchia* circa in corrispondenza del confine comunale meridionale di Castelnovo Né Monti e quello settentrionale di Villa Minozzo,
- *linea della Val d'Enza* che contraddistingue la porzione mediana dell'omonima valle ed assume orientamento NNE-SSW.

Secondo la nuova denominazione CARG della Regione Emilia Romagna, i terreni dell'area in esame sono riconducibili alla Formazione di Cigarellò s.l. (CIG), ascrivibile alla porzione sommitale della Successione Epiligure.

Nello specifico in prossimità dell'asse viario oggetto di studio si pone un contatto stratigrafico tra la Formazione di Cigarellò s.s. (**CIG**) ed il suo membro delle Arenarie di Vetto (**CIG3**). Tuttavia tali corpi litoidi sono parzialmente seppelliti sotto una coltre di copertura riconducibile ad un movimento franoso, attualmente classificato in stato di attività e contraddistinto da un cinematismo per scivolamento (a1b).

Amm. Prov. Reggio nell'Emilia	<i>Relazione geologica, modellazione geotecnica e analisi dell'azione sismica</i>	Ripristino del muro di sostegno di valle e inserimento di barriera stradale su cordolo e trave sulla SP 513R al km 50+480.
-------------------------------	--	--

Il primo corpo geologico risulta costituito, secondo definizione, da peliti e peliti a frazione arenacea, sottilmente stratificate, localmente bioturbate, grigie; il secondo corpo roccioso, invece, da areniti calcilitiche medio-grossolane, con clasti a componente calcarea e bioclasti.

La giacitura degli strati, in corrispondenza dell'area in oggetto, evidenzia un assetto prevalentemente sub – orizzontale, immersione in direzione nord - nord ovest ed inclinazione degli strati compresa tra 0° e 10°.

La successione delle rocce sedimentarie e dei depositi quaternari affioranti nella zona in analisi (Tav. 2) è rappresentata dagli orizzonti di seguito descritti, dall'alto in basso in senso stratigrafico.

Serie Litostratigrafica:

UNITÀ QUATERNARIE E CONTINENTALI

DEPOSITI DI VERSANTE (Olocene non attuale ed attuale)

Sono costituiti da materiali prevalentemente limosi – limoso argilloso sabbiosi che possono includere blocchi e massi rocciosi di dimensione variabile; questi ultimi in genere presentano disposizione caotica; formano superfici ad acclività variabile sono identificati da depositi di versante di poligenetici e da accumuli di frana di colata, debris flow, attivi e quiescenti non attivi.

DOMINIO EPILEGURE: GRUPPO DI BISMANTOVA

FORMAZIONE DI CIGARELLO (CIG) (Langhiano p.p. – Serravalliano)

Peliti, peliti a frazione arenacea, sottilmente stratificate, localmente bioturbate, grigie. Isolati livelli caotici da "slumping" o "debris flow". È parzialmente suddivisa nei membri arenacei di Marola CIG4 e di Vetto CIG3. Il solo litosoma pelitico ("marne di Cigarellino" Aucutt.) ha uno spessore massimo di 300 m. Contatto discontinuo, localmente in discordanza angolare, su PAT o su altre formazioni cenozoiche e, localmente, sulle Liguridi. Ambiente di scarpata, di base scarpata e di bacino torbido locale.

ARENARIE DI VETTO (CIG3) (Langhiano p.p. – Serravalliano)

Areniti calcilitiche medio-grossolane, con clasti a componente calcarea e bioclasti, in strati medi e spessi, gradati, piano-paralleli, localmente cuneiformi; peliti grigie e peliti emipelagiche. Colore grigio-nocciola, giallo-ocraceo per alterazione. Nella parte alta dell'unità, sono presenti orizzonti caoticizzati da "slumps" e colate di detrito. Lo spessore massimo è di circa 800 m. Passaggio graduale, per alternanze (localmente contatti erosivi) sulle peliti di CIG; contatto erosivo su PAT, CTG, ANT, RAN e AVV. Sedimentazione da correnti di torbidità.

CENNI DI GEOMORFOLOGIA

Il sito in oggetto è stato interessato, in epoche passate, da azioni modellatrici che hanno inciso e profondamente modificato le originarie morfologie. Gli agenti modellanti di maggior influenza sono stati le acque di scorrimento e la gravità e non da ultimo l'uomo che, sia in periodi storici che attualmente, ha profondamente variato le forme naturali proprie del territorio in analisi.

Quest'ultimo, durante il Wurm era sito al di sotto del limite delle nevi persistenti nella fascia a valle del margine dei ghiacciai che scendevano dal crinale appenninico (M.te Cusna e Alpe di Succiso). L'aspetto tipico del paesaggio era quindi in parte di prateria alpina ed in parte a vegetazione praticamente assente, caratteristico di ambiente morfoclimatico periglaciale.

La zona in esame si situa in corrispondenza della porzione mediana di un versante mediamente acclive e declinante verso est sud est. Le quote topografiche sono generalmente comprese tra 640,0 e 642,0 m s.l.m.

La cartografia tematica, l'analisi delle foto aeree e il rilievo geomorfologico di dettaglio eseguito individuano a pochi metri dall'area oggetto di studio la terminazione basale – laterale di un modesto movimento franoso, attualmente classificato in stato di attività e contraddistinto da un cinematisma per scivolamento.

In prossimità della porzione basale della vallecchia secondaria, opposta al versante in analisi, si segnala un secondo fenomeno gravitativo, di dimensioni inferiori a quello testé descritto.

Oltre ai suddetti dissesti, l'area in esame si contraddistingue da un indice di franosità decisamente basso, a tratti praticamente nullo.

Infatti, le altre morfosculture presenti sono riconducibili a depositi di versante eluvio – colluviali (a4), contraddistinti da geometrie e spessori spiccatamente variabili, e da orli di terrazzo fluviale.

La principale forma del paesaggio riconducibile all'azione dell'acqua si caratterizza per un andamento spiccatamente sinuoso tra gli abitati di Moziollo e Voglione ove, in corrispondenza di quest'ultimo, subisce una brusca virata e prosegue verso il toponimo Perdalino secondo un allineamento prettamente sud nord. Ampliando il raggio d'analisi si osserva come tale elemento lineare sia contraddistinto da un aspetto prettamente anulare – sub circolare che si estende tra i toponimi di Moziollo, a sud, C. Pianazza, ad ovest, le Bore, a nord, ed infine, il Molinello, ad est. In prossimità del comparto sud orientale del territorio in esame, infine, si perdono le tracce di suddetta morfoscultura.

Cenni di idrogeologia

Al momento dell'esecuzione delle prove penetrometriche, per ciascuna verticale d'indagine è stata riscontrata l'assenza di battente idrico sotterraneo, rilevando, nello specifico, i seguenti dati:

DPSH1	Foro vuoto.
DPSH2	Foro vuoto.

SUCCESSIONE LITOMECCANICA

Allo scopo di determinare le caratteristiche fisico meccaniche del sottosuolo, sono state eseguite due prove penetrometriche dinamiche super pesanti DPSH; le verticali d'indagine sono ubicate come nella planimetria "Tav. 3 – Planimetria Ubicazione Indagini" ed i relativi risultati appaiono visualizzati negli allegati: "Diagrammi penetrometrici".

In base al grado di consistenza riscontrato dall'esecuzione delle penetrometrie dinamiche, si è riconosciuta, dall'alto in basso rispetto alla quota del piano cortilivo, la successione litostratigrafico - meccanica di seguito descritta:

Successione litomeccanica (DPSH1 – DPSH2)

Profondità	Descrizione Litomeccanica
Da piano campagna a – 1,2 ÷ – 2,8 m p.c.	Superato l'orizzonte rimaneggiato superficiale a seguito dell'attività antropica, sono stati riconosciuti litotipi limoso argillosi e argilloso limosi, a medio grado di consistenza, il cui spessore tende ad aumentare procedendo verso DPSH2. Al penetrometro dinamico superpesante si registra un numero medio di colpi per avanzamento di 20 cm oscillante tra $N_{20m} = 3,5 \div 7$, con medio massimi pari a $N_{20m} = 8 \div 10$.

Amm. Prov. Reggio nell'Emilia	Relazione geologica, modellazione geotecnica e analisi dell'azione sismica	Ripristino del muro di sostegno di valle e inserimento di barriera stradale su cordolo e trave sulla SP 513R al km 50+480.
Da $-1,2 \div -2,8$ m a $-4,0 \div -5,0$ m p.c.	Termini litoidi alterati presentanti un grado di consistenza medio elevato. Tale orizzonte, contraddistinto da un aspetto spiccatamente lentiforme, tende ad ispessirsi in direzione di DPSH1. Al penetrometro dinamico superpesante si registra un numero medio di colpi per avanzamento di 20 cm variabile tra $N_{20m} = 10 \div 30$.	
Oltre a $-4,0 \div -5,0$ m p.c.	Orizzonte litoide estremamente consistente, ivi riconducibile alla Formazione di Cigarellino (CIG), il quale seppure alterato e decompresso è caratterizzato da un grado di consistenza piuttosto elevato. L'elevato grado di consistenza ha determinato l'interruzione dell'analisi geognostica. Al penetrometro dinamico superpesante si registra un numero medio di colpi per avanzamento di 20 cm pari a $N_{20m} = 18 \div 35 \div >50$.	

MODELLO GEOLOGICO

Le indagini geognostiche hanno permesso di definire il modello geologico del primo sottosuolo.

I diagrammi penetrometrici evidenziano la presenza di un orizzonte superficiale costituito da materiali limoso argillosi ed argilloso limosi, a medio grado di consistenza (**UGT1**); tale corpo sedimentario tende ad ispessirsi procedendo verso DPSH2. La base di suddetto orizzonte si pone a profondità variabili tra $-1,2 \div -2,8$ m p.c.

Oltre tali quote fa seguito un ulteriore corpo lentiforme, contraddistinto da una geometria speculare all'unità sovrastante; infatti, tende ad ispessirsi procedendo verso DPSH1. Tale struttura sedimentaria è costituita da litotipi litoidi a medio elevato grado di consistenza ed estremamente fratturati (**UGT2**). Il letto di tale orizzonte si colloca a quote prossime a $-4,0 \div -5,0$ m p.c.

A partire da suddette profondità è stato intercettato l'orizzonte regolitico di passaggio al substrato roccioso (**UGT3**), ivi riconducibile alla Formazione di Cigarellino (**CIG**), costituita prevalentemente da argille, argille marnose e argille siltose strutturalmente ordinate, stratificate. L'elevato grado di consistenza ha determinato l'interruzione dell'analisi geognostica.

Quanto riscontrato al momento delle indagini risulta, quindi, in accordo con quanto esposto in precedenza.

PERICOLOSITÀ GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA

CONDIZIONI DI STABILITÀ GENERALE DEL VERSANTE

L'area in esame si ubica in corrispondenza della porzione mediana di un versante mediamente acclive e declinante verso sud est.

La campagna d'indagine geognostica e geofisica ha evidenziato la presenza di un orizzonte di copertura, contraddistinto da significative variazioni laterali del grado di consistenza, la cui base è riscontrabile a profondità variabile tra $-4,0 \div -5,0$ m p.c.; seguono termini rocciosi alterati e fratturati, ma contraddistinti comunque da elevata resistenza meccanica, attribuibili agli orizzonti regolitici di passaggio al substrato più resistente in loco, ivi riconducibile alla Formazione di Cigarellino s.l. (**CIG**).

Allo scopo di valutare le condizioni di stabilità generale dell'area in esame, si è deciso di applicare un'analisi qualitativa per la stima della stabilità locale mediante una metodologia, proposta ed approvata dalla Regione Emilia Romagna, che prende in considerazione alcuni fattori responsabili dell'instabilità, attribuendo un peso specifico a differenti classi.

I parametri selezionati sono:

Amm. Prov. Reggio nell'Emilia	Relazione geologica, modellazione geotecnica e analisi dell'azione sismica	Ripristino del muro di sostegno di valle e inserimento di barriera stradale su cordolo e trave sulla SP 513R al km 50+480.
-------------------------------	---	--

- acclività dei versanti;
- costituzione geolitologica;
- giacitura degli strati rispetto al versante;
- uso del suolo.

La propensione all'instabilità del comparto in esame viene calcolata tramite la somma dei pesi attribuiti alle classi di ciascun fattore considerato; il valore finale, compreso tra 0 e 23, consente di stabilire la propensione dei versanti alla potenziale instabilità.

Tabella riassuntiva delle classi e relativi pesi.

Peso	Classe di instabilità
Da 0 a 4	Massima
Da 5 a 8	Forte
Da 9 a 12	Media
Da 13 a 16	Limitata
Da 17 a 23	Situazione stabile

Nel caso in esame, per la sola area di sedime del fabbricato:

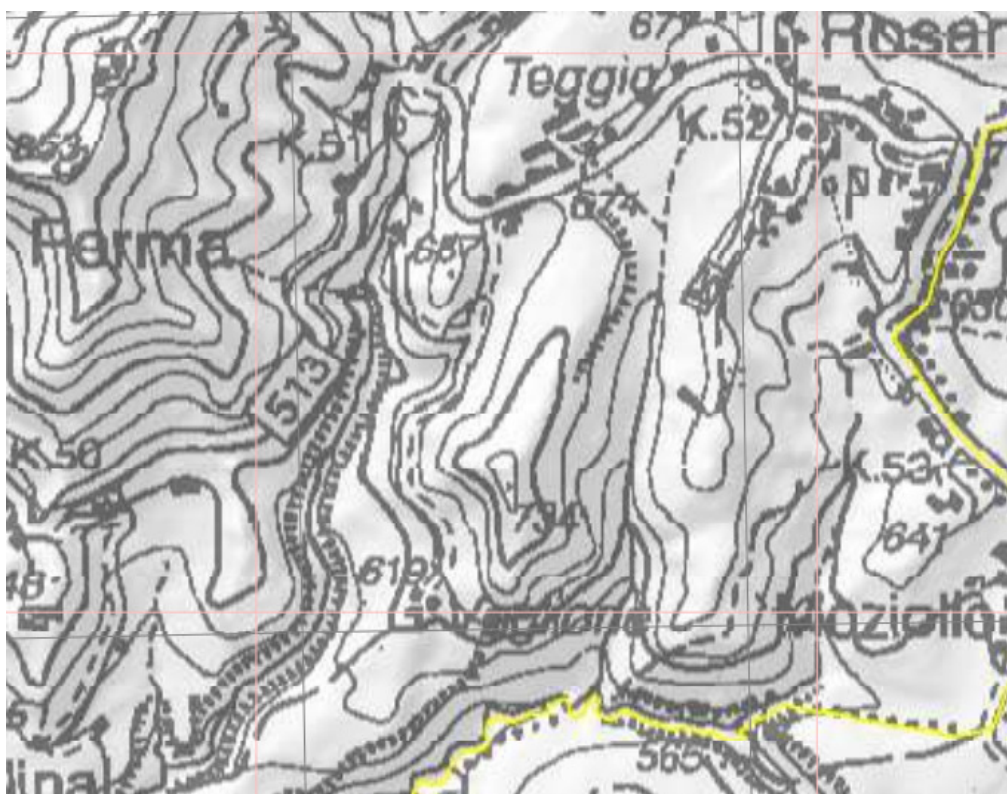
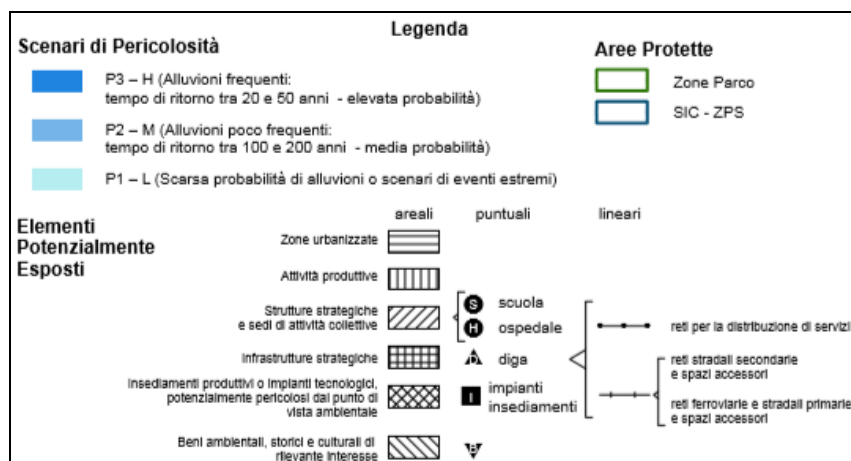
FATTORI CONSIDERATI	VALORI MEDIATI
Inclinazione (10 – 20 %)	+1
Litologia: Depositi detritici sciolti o poco cementati // cumuli di frana	+2
Giacitura degli strati: Strati orizzontali e strati a traverpoggio ($\beta = 50^\circ - 30^\circ$, $\alpha = 60^\circ - 90^\circ$)	+10
Uso del suolo: Aree urbane e improduttive.	0
Totale:	+13

La somma dei singoli pesi colloca il sito all'interno di un'area a limitata instabilità, in accordo con il quadro geomorfologico dell'area.

PERICOLOSITÀ IDRAULICA DELL'AREA (D.G.R. 1300/2016)

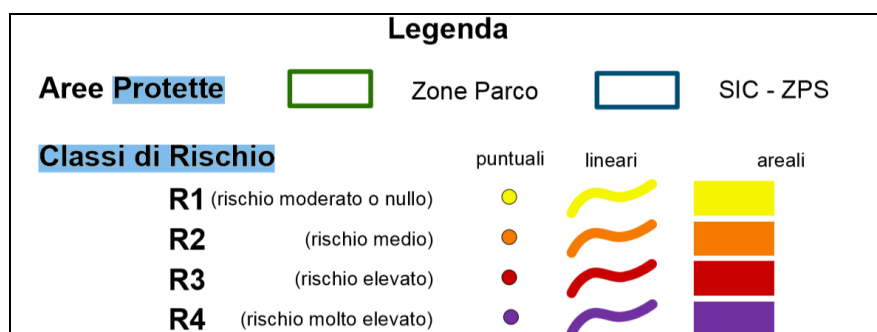
Si riportano gli estratti degli elaborati cartografici rappresentati dalle Mappe di Pericolosità e del Rischio di alluvione predisposte ai sensi dell'art. 6 della Direttiva 2007/60/CE e del D.Lgs. 49/2010. L'area di studio si ubica all'interno del Parco Nazionale dell'Appennino Tosco Emiliano e dal punto di vista idrografico è ascrivibile al **Reticolo Secondario Collinare Montano (RSCM)** il quale, per definizione, è costituito da corsi d'acqua secondari nei bacini collinari e montani e dai tratti montani dei fiumi principali.

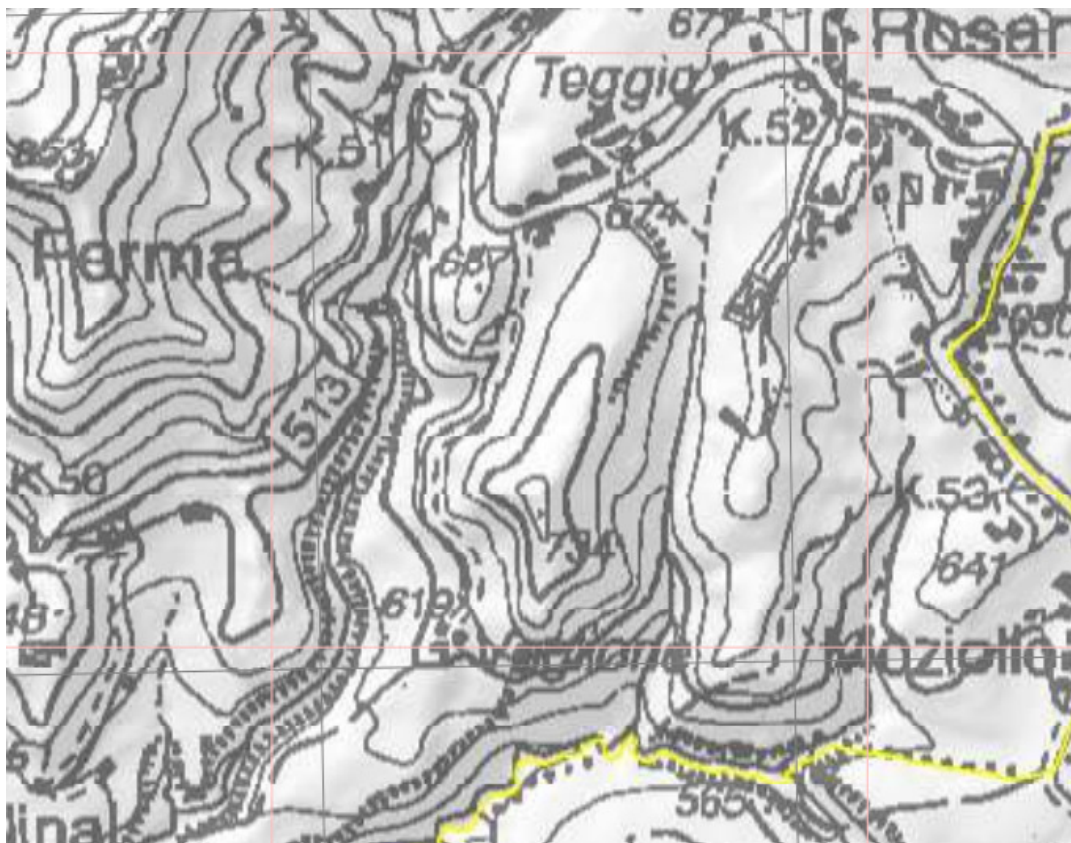
La disamina dell'elaborato grafico “*Direttiva Europea 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni – Mappa della pericolosità e degli elementi potenzialmente esposti*” evidenzia come generalmente l'intorno dell'area in analisi non ricade all'interno di nessuno scenario di pericolosità.



Mappa della pericolosità e degli elementi esposti

Le perimetrazioni della mappa del rischio potenziale esposte all'interno del Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA), ai sensi della direttiva europea 2007/60/CE, non evidenziano alcun scenario di rischio.





Mappa del rischio

RELAZIONE SULLA PERICOLOSITA' SISMICA DELL'AREA – RISPOSTA SISMICA LOCALE

INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO

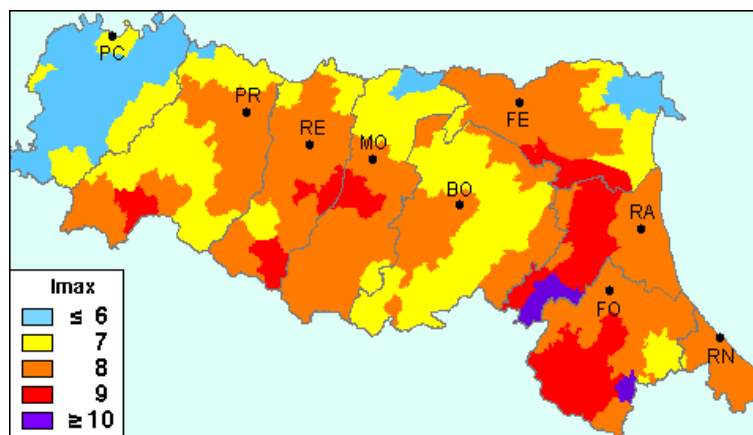
Le coordinate geografiche (**ellissoide ED50**) relative circa al centro dell'area d'intervento corrispondono a:

$$10.37171 \div 44.45537$$

(utilizzate per il calcolo dell'azione sismica – DM 17-01-18)

STORIA SISMICA DEL SITO

Nell'ambito in cui ricade il territorio comunale di Vetto, il Catalogo delle massime intensità macrosismiche osservate nei comuni italiani, valutate a partire dalla banca dati macrosismici del GNDT e dai dati del Catalogo dei Forti Terremoti in Italia di ING/SGA, Elaborato per il Dipartimento della Protezione Civile (*D. Molin, M. Stucchi e G. Valensise, 1996*) documenta eventi sismici giungenti al 7° – 8° grado della *Scala Mercalli - Cancani – Sieberg*, con intensità massima corrispondente ad $M = 4,5 \div 5,6$, come evidenziato nella seguente figura.



Zonazione sismica della RER sulla base della scala MCS.

Nell'ambito a cui appartiene il territorio comunale di Vetto d'Enza, il Database Macrosismico DBMI15, utilizzato per la compilazione del catalogo parametrico CPTI15 (Gruppo di lavoro CPTI, 2015 – INGV, Bologna) sono documentati gli eventi sismici di seguito riportati:

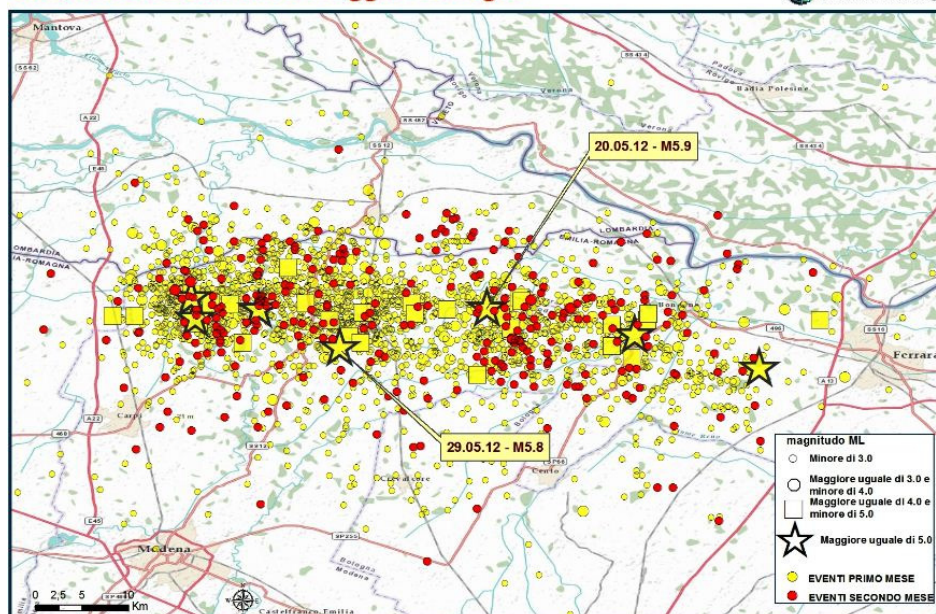
Storia sismica di Vetto Osservazioni disponibili: 24

Effetti	In occasione del terremoto del									
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
4-5		1887	02	23	05	21 5	Liguria occidentale	1511	9	6.27
NF		1893	10	20	20	15	Appennino parmense	25	4-5	4.04
5-6		1898	03	04	21	05	Parmense	313	7-8	5.37
6		1904	02	25	18	47 5	Reggiano	62	6	4.81
NF		1904	11	17	05	02	Pistoiese	204	7	5.10

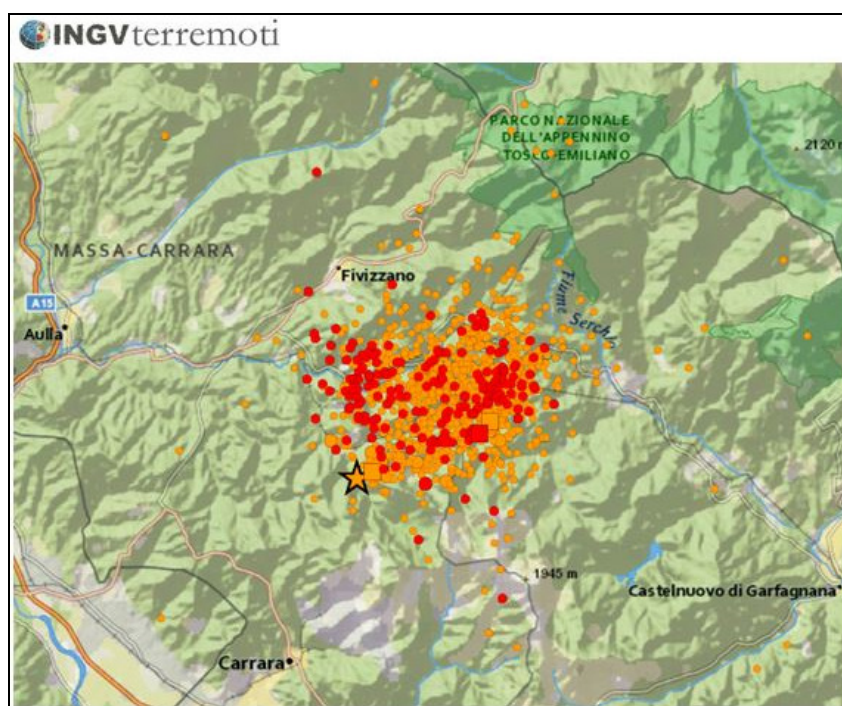
Effetti	In occasione del terremoto del									
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
F		1913	11	25	20	55	Appennino parmense	73	4-5	4.65
7		1920	09	07	05	55 4	Garfagnana	750	10	6.53
4		1930	05	24	22	02	Appennino tosco-emiliano	43	5	4.91
NF		1937	09	17	12	19 0	Parmense	34	7	4.77
2		1957	10	25	23	02 0	Appennino reggiano	79	5-6	4.27
NF		1967	04	03	16	36 1	Reggiano	45	5	4.44
5		1983	11	09	16	29 5	Parmense	850	6-7	5.04
NF		1986	12	06	17	07 1	Ferrarese	604	6	4.43
3-4		1988	03	15	12	03 1	Reggiano	160	6	4.57
3		1989	10	03	09	41 3	Appennino parmense	91	4	4.04
3		1995	03	03	16	16 4	Lunigiana	43	5	4.20
4-5		1995	10	10	06	54 2	Lunigiana	341	7	4.82
5		1996	10	15	09	55 5	Pianura emiliana	135	7	5.38
NF		1996	12	16	09	09 5	Pianura emiliana	115	5-6	4.06
4		2000	06	18	07	42 0	Pianura emiliana	304	5-6	4.40
4		2000	10	03	01	12 3	Frignano	62	5	4.22
NF		2002	06	08	20	13 0	Frignano	115	4	4.23
NF		2002	06	18	22	23 3	Frignano	186	4	4.30
5-6		2008	12	23	15	24 2	Parmense	291	6-7	5.36

Storia sismica del comune di Vetto.

A detti dati vanno aggiunti quelli relativi ai recenti eventi sismici, datati 20/05/2012 e 29/05/2012 che hanno presentato intensità pari a $MW = 5.8 \div 5.9$, la cui distribuzione areale è presentata nella figura seguente.

SEQUENZA SISMICA 20 maggio - 20 luglioIstituto Nazionale di
Geofisica e Vulcanologia**Distribuzione degli epicentri dei terremoti che hanno colpito la bassa Pianura Padana**

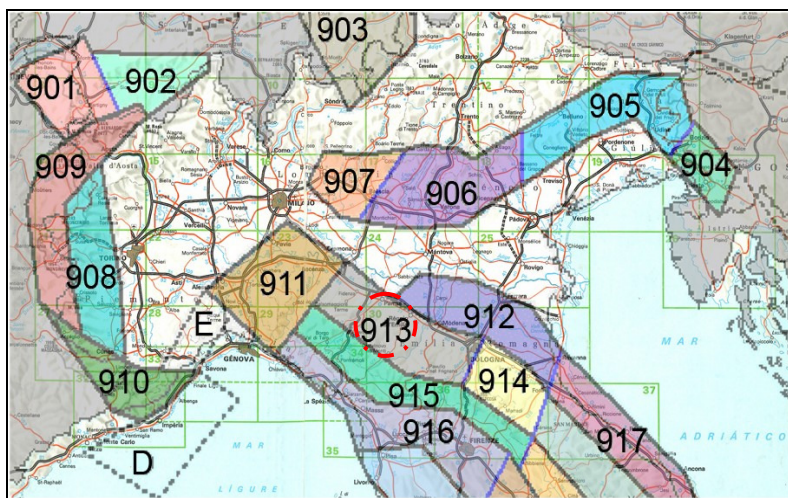
L'ultima sequenza sismica significativa rilevata dai sismografi che ha coinvolto il centro – nord Italia è stata quella che ha coinvolto la Lunigiana e la Garfagnana nel Giugno – Luglio 2013; l'evento principale, datato 21/06/2013, ha presentato intensità pari a $MW = 5.2$.

**Distribuzione degli epicentri dei terremoti che hanno colpito la Garfagnana – Lunigiana.**

Gli epicentri sismici verificatisi nel territorio in analisi hanno origine, nella maggior parte dei casi, nei primi 15 ÷ 25 km del sottosuolo evidenziando la prevalenza di un'attività sismogenetica di tipo superficiale.

La zonazione sismica del territorio nazionale, che identifica le zone sorgente a caratteristiche sismiche omogenee, elaborata da I.N.G.V. (2003), attribuisce l'ambito territoriale in oggetto alla zona sismogenetica 913.

La componente cinematica principale, la quale regola la distribuzione degli sforzi all'interno di suddetta fascia, è di tipo compressivo (prevalentemente *thrust*) legata all'accavallamento delle propaggini del fronte appenninico sepolto sotto i sedimenti della pianura padana.

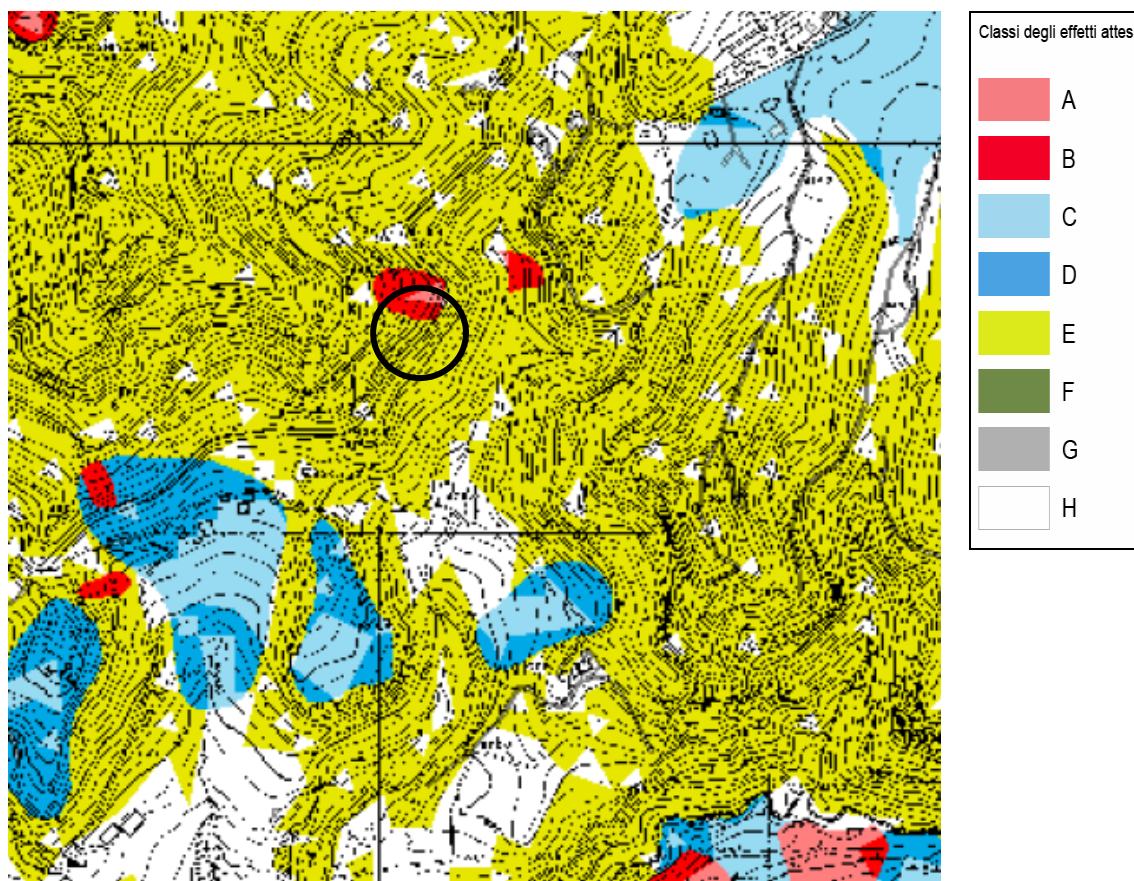
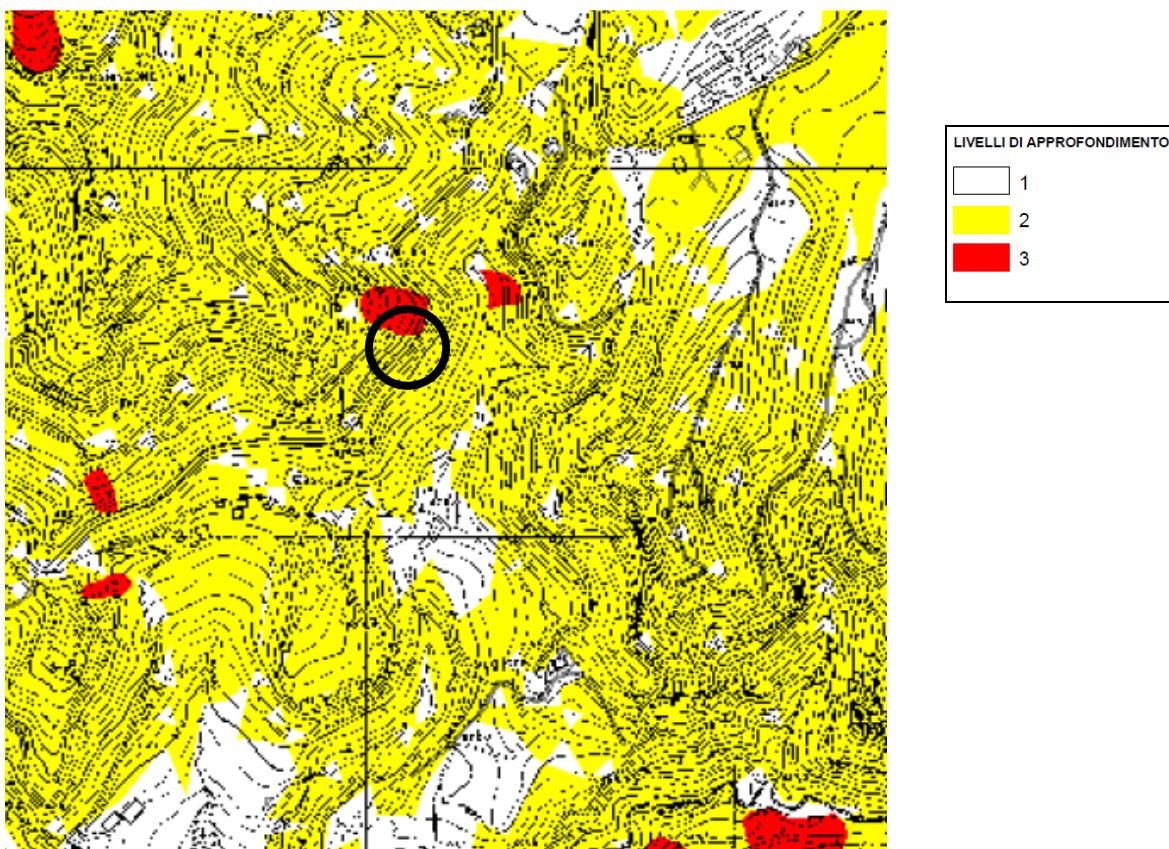


Zonazione sismogenetica ZS9 (INGV, 2004).

EFFETTI ATTESI E LIVELLI DI APPROFONDIMENTO

Dall'estratto della Carta delle aree suscettibili di effetti attesi" del PTCP vigente della Provincia di Reggio Emilia, si rileva che il terreno oggetto di indagine ricade, cautelativamente, nell'ambito delle aree soggette ad effetti di amplificazione stratigrafica, topografica e di instabilità di versante in caso di sollecitazione sismica. Per questi ambiti viene richiesta un approfondimento di indagine di III livello.

		EFFETTI ATTESI				
		AMPLIFICAZIONE STRATIGRAFICA	AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA	INSTABILITÀ DI VERSANTE	CEDIMENTI	LIQUEFAZIONE
CLASSI	A	X		X		
	B	X	X	X		
	C	X				
	D	X	X			
	E		X			
	F	X				X
	G	X			X (potenziale)	
	H					

**Rischio sismico: Carta degli effetti attesi- PTCP - allegato P9a - sezione 218S0****Rischio sismico: Carta dei livelli di approfondimento- PTCP - allegato P9b - sezione 218S0**

CLASSE DELL'OPERA: AZIONE SISMICA E PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE

L'intervento in progetto è caratterizzato dalla seguente classe d'opera e dai relativi parametri di definizione dell'input sismico.

	Classe	III
Vita nominale	Vn	50 anni
Coefficiente d'uso	Cu	1,5
Vita di riferimento	Vr	75 anni

IDENTIFICAZIONE CATEGORIA SUOLO DI FONDAZIONE

I dati acquisiti dalle rilevazioni effettuate, denotano che i primi 30 m del sottosuolo, sottostanti la probabile quota di incastro delle fondazioni, sono contraddistinti dalle velocità di propagazione delle onde di taglio Vs, profondità e spessori, come riportato nella seguente tabella:

Orizzonte sismostratigrafico	Profondità da p.c. [m]	Spessore medio [m]	Vs [m/sec]
1	1,0 ÷ 3,3	2.3	500
2	3,3 ÷ 8,2	4.9	552
3	8,2 ÷ 14,8	6.6	748
4	14,8 ÷ 23,1	8.3	771
5	23,1 ÷ 31,0	7.9	712

La definizione del valore Vs₃₀, velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio nei primi 30 m del sottosuolo, si è determinata mediante la relazione:

$$V_{s_{30}} = \frac{30}{\sum_{i=1,n} \frac{h_i}{v_i}}$$

dove:

h_i = spessore dello strato i-esimo, m

v_i = velocità onde di taglio strato i-esimo, m/sec,

ottenendo, per i metodi di acquisizione sopra descritti, i seguenti valori di velocità Vs₃₀:

$$\mathbf{Vs_{30} = 679 \text{ m/sec}}$$

Dai parametri sopra esposti, in relazione alla sequenza litomeccanica riscontrata dall'esecuzione delle prove penetrometriche, si ritiene che i litotipi che formano i primi 30 m del sottosuolo, soggiacenti la quota di incastro delle fondazioni, siano preferibilmente attribuibili a:

Categoria B: *Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs,30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s.*

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> , caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D</i> , con profondità del substrato non superiore a 30 m.

AZIONE SISMICA DI PROGETTO

Sulla base delle indicazioni contenute delle NTC di cui al D.M. 17/01/18, per l'area in esame, considerando strutture di classe II (vita nominale $V_n = 50$ anni, coefficiente d'uso $C_u = 1,5$; vita di riferimento $V_r = 75$ anni), risultano i seguenti valori di accelerazione di riferimento al suolo e parametri per il calcolo degli spettri di risposta di riferimento, in funzione dei diversi stati limite considerati:

STATO LIMITE	T_R (anni)	a_g (g)	F_0 (-)	T_{c*} (s)
SLO	45	0,068	2,471	0,256
SLD	75	0,084	2,479	0,266
SLV	712	0,185	2,537	0,296
SLC	1462	0,229	2,560	0,308

dove:

SLO = Stato limite di operatività; $P_v = 81\%$

SLD = Stato limite di danno; $P_v = 63\%$

SLV = Stato limite di salvaguardia della vita; $P_v = 10\%$

SLC = Stato limite di prevenzione del collasso; $P_v = 5\%$

a_g = accelerazione massima di riferimento al suolo

F_0 = fattore di amplificazione

T_{c*} = inizio del tratto orizzontale dello spettro di risposta

FATTORE DI AMPLIFICAZIONE STRATIGRAFICO

L'area è caratterizzata dal seguente coefficiente di amplificazione stratigrafica: **$S_s = 1,200$** .

FATTORE DI AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICO

Per l'area in oggetto si potrà considerare un coefficiente di amplificazione topografica pari a: **$S_T = 1,200$** .

PRINCIPALI COEFFICIENTI DI ACCELERAZIONE SISMICA

Alla luce degli studi effettuati nella presente relazione, i terreni di fondazione saranno sottoposti ad un'accelerazione sismica quantificabile secondo i seguenti principali parametri dinamici:

	D.M. 17/01/2018 ($\beta = 0,24$)
Latitudine (ED50)	44.45537
Longitudine (ED50)	10.37171
Vita nominale struttura	50 anni
Classe struttura opera	III
Coefficiente d'uso	1,5
Vita di riferimento struttura	75 anni
N_{SPT30}	679 m/sec
Categoria suolo di fondazione	B
Pga di riferimento (SLV)	0,185
Coefficiente di amplificazione stratigrafico	1,200
Coefficienti di amplificazione topografico	1,200
F_{0SLV}	2,530
T_{CSLV}	0,290
coefficiente sismico orizzontale	$k_h = 0,064$
coefficiente sismico verticale	$k_v = \pm 0,032$
a_{max}/g	0,266

ANALISI SUSCETTIBILITÀ ALLA LIQUEFAZIONE

L'analisi della sequenza litomeccanica evidenzia che i terreni, riscontrati nel primo sottosuolo, sono costituiti da litotipi argilloso limosi e limoso argillosi, a medio - bassa consistenza, seguiti da litotipi litoidi, costituenti il substrato roccioso.

In tutti i suddetti litotipi la percentuale in componenti fini (diametri minori di 0,005 mm) è superiore al 20%; inoltre il grado di consistenza dei litotipi litoidi risulta notevolmente elevato.

Dette caratteristiche, congiuntamente all'assenza di battente idrico sotterraneo, evidenziano che i terreni del sito non sono suscettibili a rischio di liquefazione in occasione di sollecitazione sismica.

RELAZIONE GEOTECNICA SULLE INDAGINI – MODELLAZIONE GEOTECNICA DEL SITO**TIPOLOGIA PROGETTUALE DELLE OPERE**

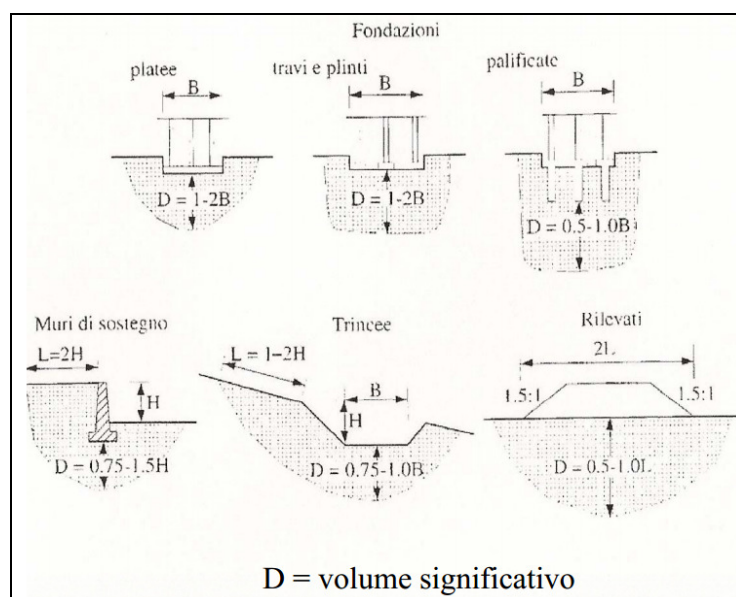
L'intervento è caratterizzato dalla seguente classe d'opera e dai relativi parametri di definizione dell'input sismico.

	Classe	III
Vita nominale	Vn	50 anni
Coefficiente d'uso	Cu	1,5
Vita di riferimento	Vr	75 anni

VOLUME SIGNIFICATIVO E PIANO DI INDAGINE

Le attuali norme vigenti in materia di costruzioni prevedono che sia indagata la porzione di sottosuolo influenzata, direttamente o indirettamente, dalla costruzione dell'opera e che influenza l'opera stessa. Tale orizzonte è definito volume significativo e al suo interno si sviluppano e si dissipano le pressioni esercitate dalla struttura.

In relazione alla scelta della tipologia fondale e del piano di posa, la forma e le dimensioni del volume significativo possono subire delle variazioni, a tratti anche significative, come evidenziato nella figura seguente.



Identificazione del volume significativo.

In relazione alle caratteristiche progettuali dell'opera, sono state realizzate due prove penetrometriche dinamiche super pesanti DPSH, protratte sino al rifiuto all'avanzamento; il piano di lavoro descritto, unitamente allo studio geofisico realizzato, risponde alle richieste normative.

**INCERTEZZE INTERPRETATIVE E METODOLOGICHE RELATIVE ALLA RICOSTRUZIONE DEL MODELLO GEOLOGICO -
GEOTECNICO - SISMICO.**

E' opportuno soffermarsi sul grado di interpretazione dei dati analizzati e sulle incertezze intrinseche dei metodi utilizzati e delle ricostruzioni effettuate, che assumono carattere soggettivo.

- Le indagini geognostiche hanno consentito di definire con buon grado di dettaglio i valori di coesione non drenata nei litotipi più fini a comportamento coesivo e, in corrispondenza dei termini più grossolani, la corretta stima dell'angolo d'attrito. Gli altri parametri geotecnici presentati all'interno del suddetto documento tecnico sono stati desunti mediante correlazioni empiriche, ben note in letteratura, e dall'analisi comparativa di prove di laboratorio eseguite su campioni indisturbati prelevati su terreni relativi allo stesso contesto geologico-geomorfologico.
- L'esecuzione di prospezioni geofisiche di superficie (Re.Mi. – M.A.S.W.) presenta fisiologicamente un margine di errore noto in letteratura, oltre ad un alone di soggettività dipendente dalle scelte del soggetto elaboratore; tuttavia, quanto emerso da suddette analisi, conferma quanto individuato dalle indagini geognostiche.

L'esecuzione di tale indagine integrata consente di definire con buon grado di dettaglio i primi metri di sottosuolo mediante le prospezioni di tipo attivo (M.A.S.W.) le quali tendono a diventare meno precise con l'aumentare della profondità, ove invece le prospezioni geofisiche passive (Re.Mi.) aumentano di risoluzione.

SUCCESSIONE GEOTECNICA - ANALISI GEOMECCANICA DEI TERRENI

L'analisi geomeccanica dei parametri ottenuti dalle prove penetrometriche dinamiche è stata eseguita sia trasformando il numero colpi N in valori di resistenza alla punta dinamica, qd, che in valori di resistenza alla punta statica, utilizzando il N colpi statisticamente significativo per orizzonti a caratteri meccanici simili. Il calcolo della resistenza alla punta dinamica, qd, si è effettuato mediante la relazione energetica degli olandesi:

$$q_d = \frac{q^2 \cdot h \cdot g}{a[(q + P) \cdot g]e}$$

dove:

- q_d = resistenza alla punta, kgf/cm²
- q = peso della massa battente, kgf
- a = area della punta di infissione, cm²
- P = peso massa aste e piano di battuta, kgf
- e = avanzamento unitario, cm
- g = accelerazione di gravità (m/sec²) · 10⁻²

I parametri geomeccanici sono stati ricavati trasformando i valori di N₁₀ in N_{spt} equivalenti e quindi considerando le principali relazioni presenti in letteratura.

Per i termini prevalentemente coesivi sono state utilizzate le relazioni di Terzaghi o Sanglerat per la determinazione della coesione non drenata, di Stroud & Butter per la determinazione del modulo edometrico, il metodo di Righi con il qc equivalente per la definizione dell'angolo di attrito; per i termini incoerenti la definizione dell'angolo di attrito risulta dall'utilizzo comparato delle relazioni di De Mello, Sowers e Meyerhof e la determinazione del modulo edometrico dalle formule di Farrent o Menzelbach & Malcev.

L'analisi è stata effettuata in termini statistici secondo il D.M. 17/01/2018 (si veda allegato "Analisi statistica dati penetrometrici"), ricavando i valori caratteristici del numero di colpi N_{20} per ognuna delle unità individuate e quindi estrapolando i parametri geotecnici di seguito evidenziati.

Unità geotecnica	Parametri geognostici caratteristici	Parametri geotecnici caratteristici
UGT1: da - 0,5 m a - 1,0 ÷ - 3,0 m p.c. Limi argillosi e argille limose alterati, a medio grado di consistenza. Grado di compressibilità medio basso.	$N_{20k} = 5,72$ $N_{SPT k} = 8,58$	$\phi'_k = 24^\circ$ $c'_k = 0,10 \text{ kgf/cmq}$ $c_{uk} = 0,57 \text{ kgf/cm}$ $\gamma_{nk} = 0,00190 \text{ kgf/cmc}$ $E_{dk} = 75 \text{ kgf/cm}$ $k_k = 1,42 \text{ kgf/cmc}$
UGT2: da - 1,0 ÷ - 3,0 m a - 4,0 ÷ - 5,0 m p.c. Termini litoidi a medio elevato grado di consistenza. Grado di alterazione spiccatamente elevato. Grado di compressibilità comunque molto basso.	$N_{20k} = 14,87$ $N_{SPT k} = 22,31$	$\phi'_k = 29^\circ$ $c'_{\text{ammasso} \cdot k} = 0,22 \text{ kgf/cm}$ $c_{u, \text{ammasso} k} = 1,20 \text{ kgf/cm}$ $\gamma_{nk} = 0,00205 \text{ kgf/cmc}$ $E_{dk} = 186 \text{ kgf/cm}$ $k_k = 5,76 \text{ kgf/cmc}$
UGT3: Regolite Oltre a - 4,0 ÷ - 5,0 m p.c. Termini ad elevato consistenza meccanica, attribuibili all'orizzonte regolitico di passaggio al substrato roccioso rappresentato dalla Formazione di Cigarellino (CIG).	$N_{20k} = 25,83$ $N_{SPT k} = 35,03$	$\phi'_k = 34^\circ$ $c'_{\text{ammasso} \cdot k} = 0,45 \text{ kgf/cm}$ $c_{u, \text{ammasso} k} = 2,20 \text{ kgf/cm}$ $\gamma_{nk} = 0,00215 \text{ kgf/cmc}$ $E_{dk} = 350 \text{ kgf/cm}$ $k_k = 9,75 \text{ kgf/cmc}$

Ove: c_u = coesione non drenata; c' = coesione drenata; ϕ' = angolo di attrito efficace; γ_n = peso dell'unità di volume; E_d = modulo edometrico; k = modulo di reazione; c'_{disc} = coesione drenata sulla discontinuità; $c_{u, \text{disc}}$ = coesione non drenata sulla discontinuità; c'_{ammasso} = coesione drenata ammasso; $c_{u, \text{ammasso}}$ = coesione non drenata ammasso.

Valore del coefficiente di Winkler mediato su tutta la verticale d'indagine

In relazione alla stratigrafia evidenziata e ai parametri geomeccanici ricavati mediante l'indagine geognostica precedentemente descritta, si può utilizzare un valore del coefficiente di Winkler, mediato sulla verticale da -1,0 m sino a - 10,0 m p.c., pari a:

$$k = 1,69 \text{ kgf/cm}$$

Si precisa che tale valore, come quelli relativi ai singoli orizzonti è da ritenersi indicativo e rappresenta un valore generale per la serie litomeccanica in quanto, come ben noto, detto coefficiente risulta funzione della geometria e della tipologia fondale.

CONCLUSIONI

Nell'ambito progettuale relativo ai lavori di ripristino del muro di sostegno di valle e di inserimento di barriera stradale su cordolo e trave sulla SP 513R al km 50+480, nel comune di Vetto d'Enza (RE), su commissione di **Amministrazione Provinciale di Reggio Emilia**, si è effettuata l'indagine geologica e geotecnica e sismica, la quale ha evidenziato, in modo riassuntivo, i seguenti punti.

RELAZIONE GEOLOGICA – CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL SITO

- **Inquadramenti territoriali generali:** il sito si colloca nel settore sud – orientale del territorio comunale di Vetto d'Enza, in prossimità del margine occidentale dell'abitato di Rosano. L'area oggetto di studio si colloca all'interno del comparto mediano di un versante mediamente acclive e declinante verso sud est ed in corrispondenza dell'asse viario SP 513 R km 50+480. In prossimità dell'asse stradale oggetto di studio si pone il contatto stratigrafico tra la Formazione di Cigarello s.s. (**CIG**) ed il suo membro delle Arenarie di Vetto (**CIG3**). Tali corpi litoidi, procedendo verso nord, sono parzialmente seppelliti sotto una coltre di copertura riconducibile ad un movimento franoso, attualmente classificato in stato di attività e contraddistinto da un cinematisma per scivolamento (a1b).
- **Modello geologico:** i diagrammi penetrometrici evidenziano la presenza di un orizzonte superficiale costituito da materiali limoso argillosi ed argilloso limosi a medio grado di consistenza (**UGT1**); tale corpo sedimentario tende ad ispessirsi procedendo verso DPSH2. La base di suddetto orizzonte si pone a profondità variabili tra $-1,2 \div -2,8$ m p.c.
Oltre tali quote fa seguito un ulteriore corpo lentiforme, contraddistinto da una geometria speculare all'unità sovrastante; infatti, tende ad ispessirsi procedendo verso DPSH1. Tale struttura sedimentaria è costituita da litotipi litoidi a medio elevato grado di consistenza ed estremamente fratturati (**UGT2**). Il letto di tale orizzonte si colloca a quote prossime a $-4,0 \div -5,0$ m p.c.
A partire da suddette profondità è stato intercettato l'orizzonte regolitico di passaggio al substrato roccioso (**UGT3**), ivi riconducibile alla Formazione di Cigarello (**CIG**), costituita prevalentemente da argille, argille marnose e argille siltose strutturalmente ordinate, stratificate. L'elevato grado di consistenza ha determinato l'interruzione dell'analisi geognostica.
- **Idrogeologia:** al momento dell'esecuzione delle prove penetrometriche, per ciascuna verticale geognostica è stata riscontrata l'assenza di battente idrico sotterraneo all'interno dei fori d'indagine.
- **Pericolosità geomorfologica e idraulica:** dal punto di vista geologico e geomorfologico, alle attuali condizioni al contorno, il sito si presenta in condizioni di stabilità e sicurezza. Anche dal punto di vista idraulico, ai sensi della direttiva europea 2007/60/CE, non si evidenzia alcun scenario di rischio.

RISPOSTA SISMICA LOCALE – PERICOLOSITA' SISMICA

- **Categoria del suolo di fondazione:** i litotipi soggiacenti alla quota di incastro delle fondazioni, sono preferibilmente attribuibili alla categoria B.

Amm. Prov. Reggio nell'Emilia	Relazione geologica, modellazione geotecnica e analisi dell'azione sismica	Ripristino del muro di sostegno di valle e inserimento di barriera stradale su cordolo e trave sulla SP 513R al km 50+480.
-------------------------------	---	--

• **D.M. 17/01/2018 – Analisi II livello, parametri principali.**

	D.M. 17/01/2018 ($\beta = 0,24$)
Latitudine (ED50)	44.45537
Longitudine (ED50)	10.37171
Vita nominale struttura	50 anni
Classe struttura opera	III
Coefficiente d'uso	1,5
Vita di riferimento struttura	75 anni
N_{SPT30}	679 m/sec
Categoria suolo di fondazione	B
Pga di riferimento (SLV)	0,185
Coefficiente di amplificazione stratigrafico	1,200
Coefficienti di amplificazione topografico	1,200
Fo_{SLV}	2,530
Tc_{SLV}	0,290
coefficiente sismico orizzontale	$k_h = 0,064$
coefficiente sismico verticale	$k_v = \pm 0,032$
a_{max}/g	0,266

- **Suscettività a liquefazione sismica:** le caratteristiche litotecniche dei materiali rilevati evidenziano un rischio di liquefazione nullo.

RELAZIONE GEOTECNICA SULLE INDAGINI, MODELLAZIONE GEOTECNICA

• **Modellazione geologico geotecnica del sottosuolo:**

Unità geotecnica	Parametri geognostici caratteristici	Parametri geotecnici caratteristici
UGT1: da - 0,5 m a - 1,0 ÷ - 3,0 m p.c. Limi argillosi e argille limose alterati, a medio grado di consistenza. Grado di compressibilità medio basso.	$N_{20k} = 5,72$ $N_{SPT\ k} = 8,58$	$\phi'_k = 24^\circ$ $c'_k = 0,10 \text{ kgf/cmq}$ $c_{uk} = 0,57 \text{ kgf/cmq}$ $\gamma_{nk} = 0,00190 \text{ kgf/cm}$ $E_{dk} = 75 \text{ kgf/cmq}$ $k_k = 1,42 \text{ kgf/cm}$
UGT2: da - 1,0 ÷ - 3,0 m a - 4,0 ÷ - 5,0 m p.c. Termini litoidi a medio elevato grado di consistenza. Grado di alterazione spiccatamente elevato. Grado di compressibilità comunque molto basso.	$N_{20k} = 14,87$ $N_{SPT\ k} = 22,31$	$\phi'_k = 29^\circ$ $c'_{\text{ammasso}\cdot k} = 0,22 \text{ kgf/cmq}$ $c_{u, \text{ammasso}\cdot k} = 1,20 \text{ kgf/cmq}$ $\gamma_{nk} = 0,00205 \text{ kgf/cm}$ $E_{dk} = 186 \text{ kgf/cmq}$ $k_k = 5,76 \text{ kgf/cm}$
UGT3: Regolite Oltre a - 4,0 ÷ - 5,0 m p.c. Termini ad elevato consistenza meccanica, attribuibili all'orizzonte regolitico di passaggio al substrato roccioso rappresentato dalla Formazione di Cigarellino (CIG).	$N_{20k} = 25,83$ $N_{SPT\ k} = 35,03$	$\phi'_k = 34^\circ$ $c'_{\text{ammasso}\cdot k} = 0,45 \text{ kgf/cmq}$ $c_{u, \text{ammasso}\cdot k} = 2,20 \text{ kgf/cmq}$ $\gamma_{nk} = 0,00215 \text{ kgf/cm}$ $E_{dk} = 350 \text{ kgf/cmq}$ $k_k = 9,75 \text{ kgf/cm}$

Ove: C_u = coesione non drenata; c' = coesione drenata; ϕ' = angolo di attrito efficace; γ_n = peso dell'unità di volume; E_d = modulo edometrico; c'_{disc} = coesione drenata sulla discontinuità; $C_{u, \text{disc}}$ = coesione non drenata sulla discontinuità; c'_{ammasso} = coesione drenata ammasso; $C_{u, \text{ammasso}}$ = coesione non drenata ammasso.

Quattro Castella, Ottobre 2019

Dott. Geol. Paolo Beretti

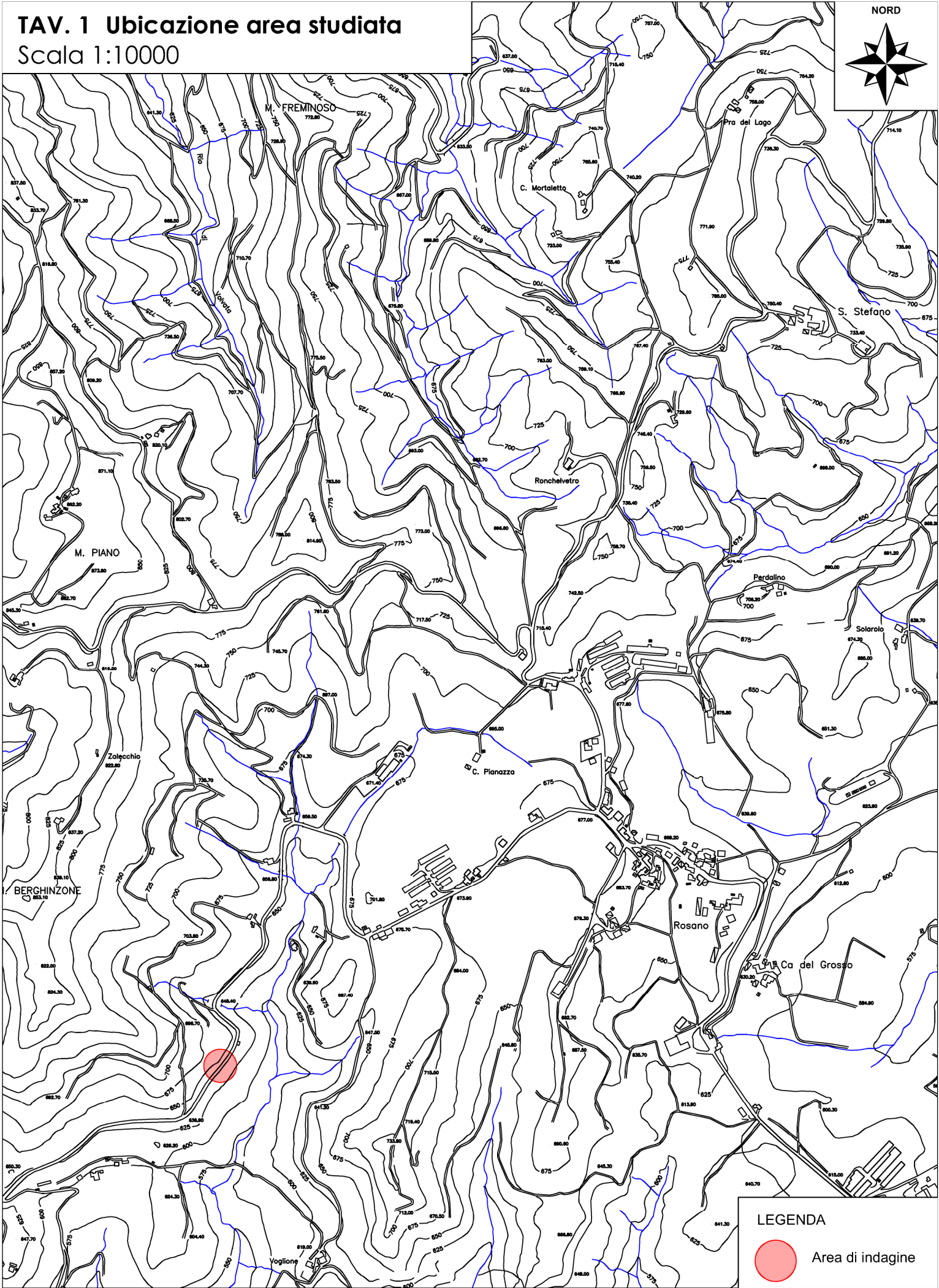


Amm. Prov. Reggio nell'Emilia	<i>Relazione geologica, modellazione geotecnica e analisi dell'azione sismica</i>	Ripristino del muro di sostegno di valle e inserimento di barriera stradale su cordolo e trave sulla SP 513R al km 50+480.
-------------------------------	--	---

ALLEGATI

- Tav. 1. Ubicazione dell'area.
- Tav. 2. Estratto carta geologica.
- Tav. 3. Ubicazione indagini in situ.
- Tav. 4. Sezione ricostruzione stratigrafica.
- Stendimento sismico integrato Re.Mi. – M.A.S.W.
- Prove penetrometriche dinamiche super pesanti DPSH.
- Analisi statistica prove penetrometriche dinamiche super pesanti DPSH.
- Rapporto fotografico.

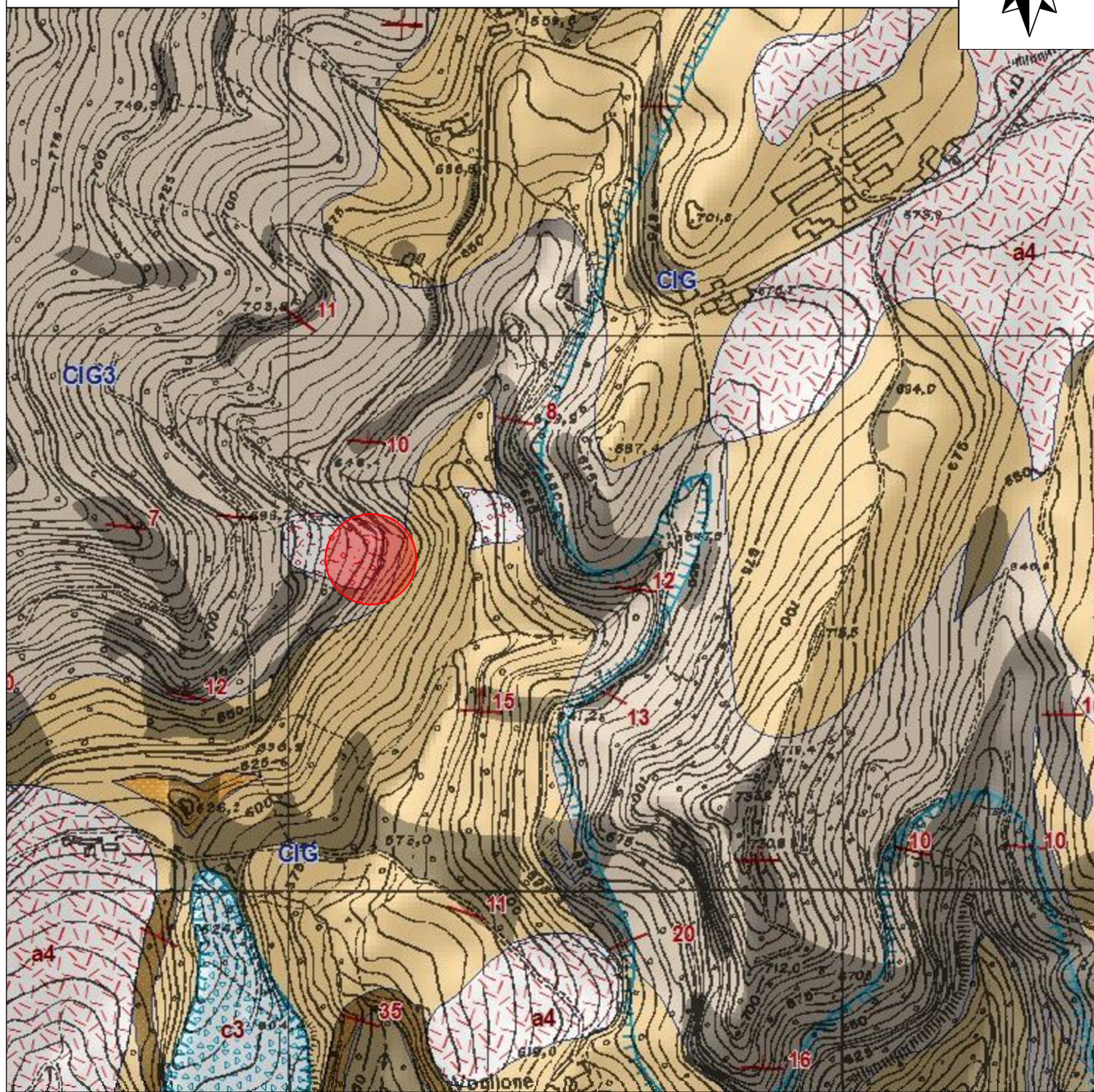
TAV. 1 Ubicazione area studiata
Scala 1:10000



Tav.2 - Carta geologica regionale

Scala 1:5000

NORD



LEGENDA

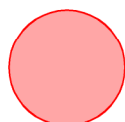
Unità del substrato roccioso

CIG Formazione di Cigarello

CIG3 membro delle Arenarie di Vetto

Depositi quaternari continentali

a4 Deposito eluvio-colluviale



Area studiata

Tav. 03 - Ubicazione indagini

Scala 1:500

NORD



RM - MW 46 m



LEGENDA

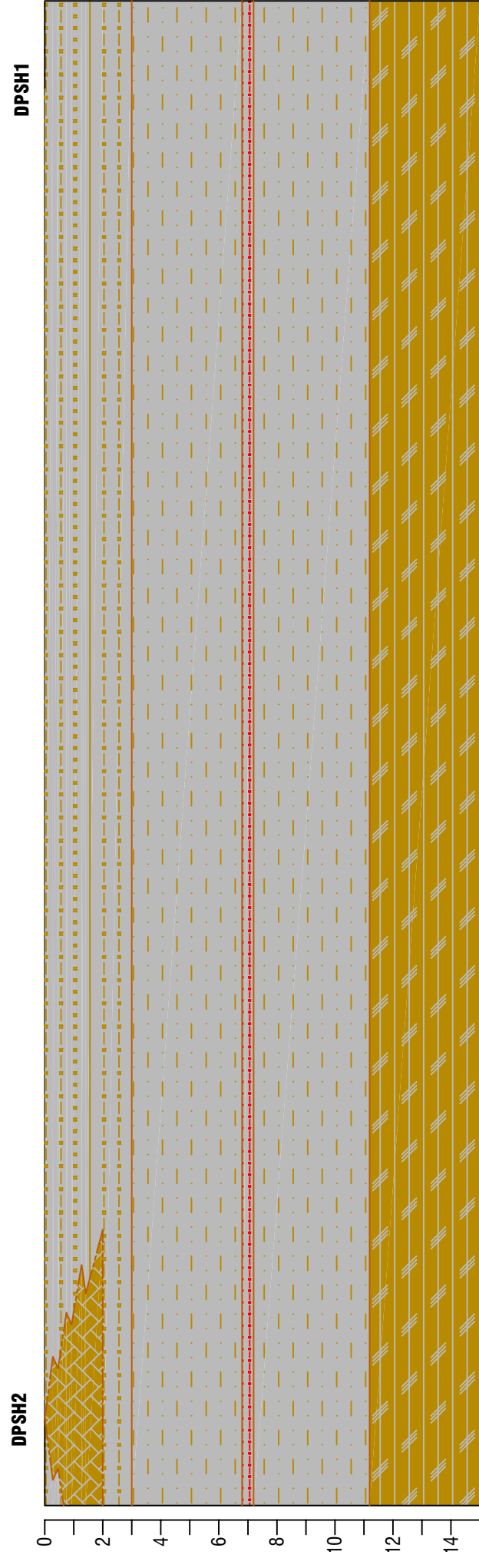


prova penetrometrica dinamica DPSH

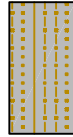
RM - MW

Stendimento sismico integrato Re.Mi - MASW 46 m

Fav. 04: Sezione ricostruzione stratigrafica
Scala 1:2000



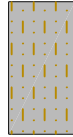
Legenda:



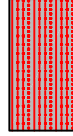
UGT1: terminati a medio basso grado di consistenza.



UGT1bis: terminati a medio elevato grado di consistenza.



UGT2: terminati a medio grado di consistenza, al cui interno sono presenti trovanti.



Orizzonte di scivolamento



UGT3: Porzione sommitale dell'orizzonte regolitico, ivi riconducibile a MOH o MOV.

Dott. Geol. Paolo Beretti

Via De Gasperi 2/1, Quattro Castella Tel. 0522 1695098; fax 0522 1691413, Cell: 348 6902667

Indagine integrata Re.Mi. - M.A.S.W.

Località: Rosano

Committente: Amm. Provinciale Reggio nell'Emilia

Cantiere: SP 513R km 50 + 480

Data: 05/09/2019

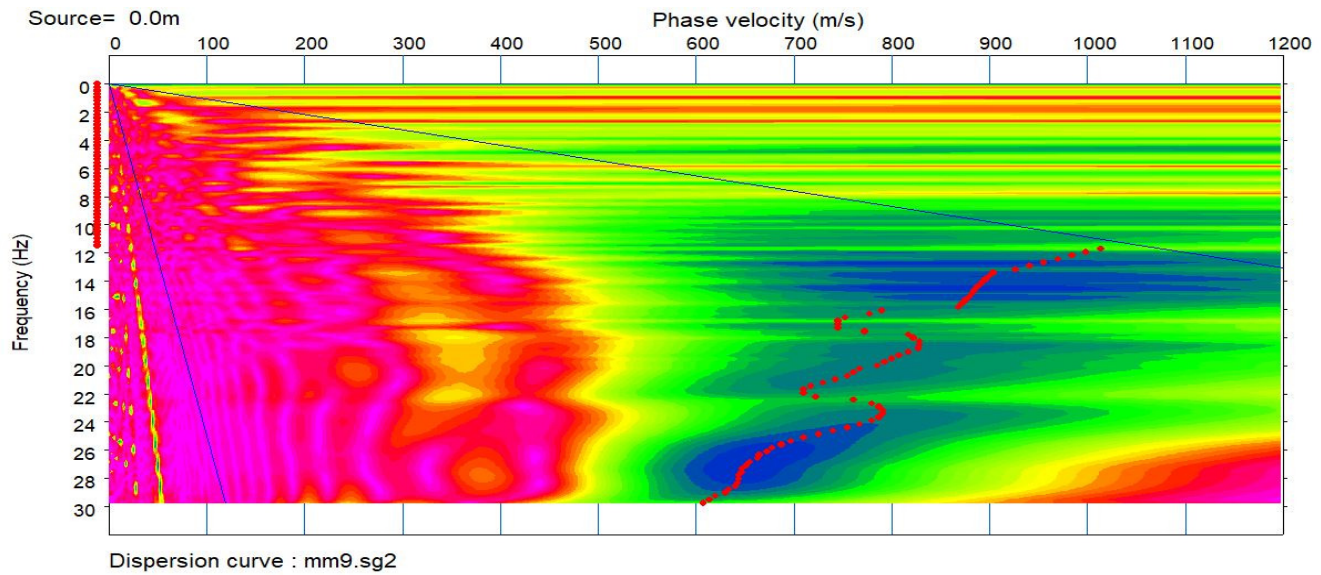


Fig. 1: Dispersione M.A.S.W.

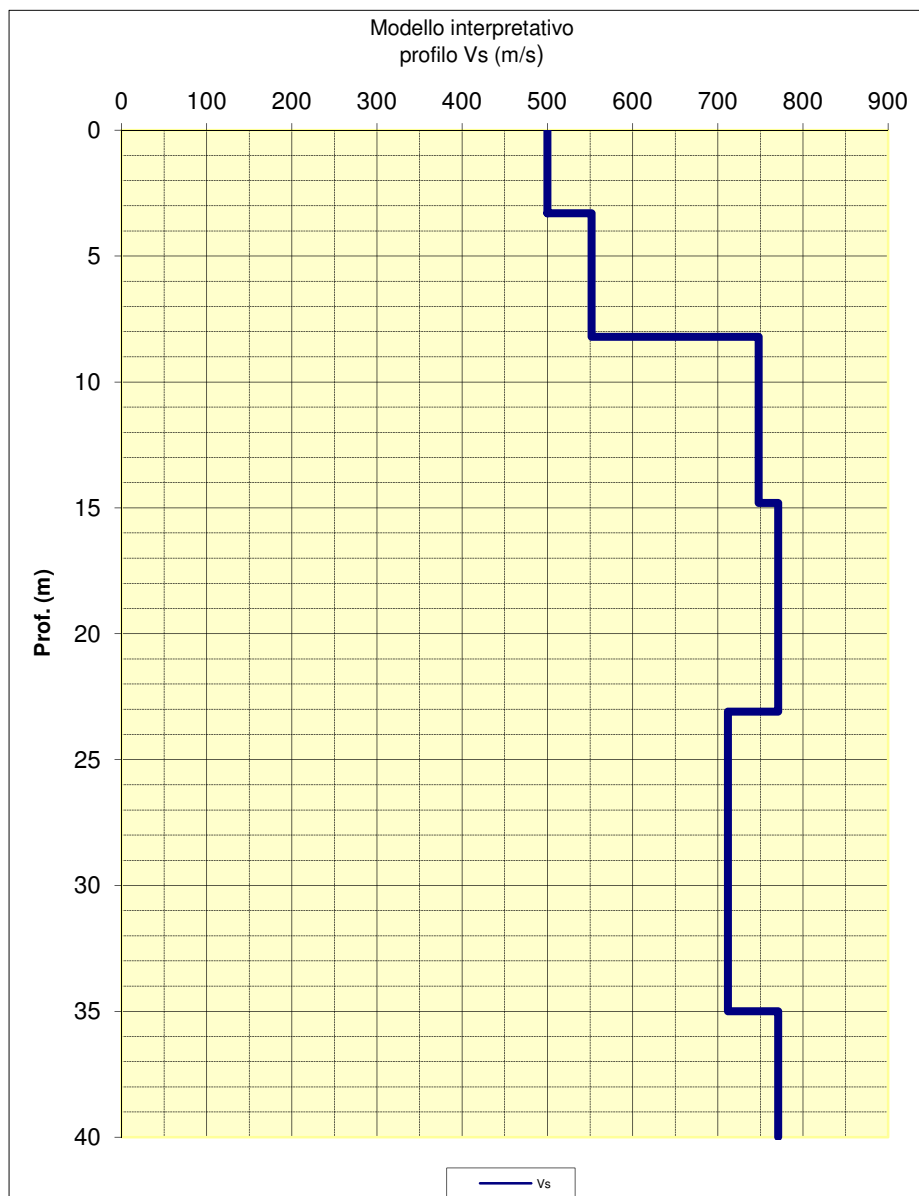


Fig. 2: Profilo onde VS

Dott. Geol. Paolo Beretti Geologia applicata e Geotecnica, Consulenze Ambientali Sede: Via De Gasperi 2/1, Quattro Castella (RE) Tel 0522 1695098 Fax 0522 1691413 Cell 348 6902667				Prova penetrometrica dinamica super pesante				COMMITTENTE: Amm. Provinciale Reggio Emilia					
								CANTIERE: SP 513R km 50+480					
				DPSH		1		ATTREZZO: Pen. Statico dinamico Pagani TG 63-200		Data: 05/09/2019			
				OPERATORE: Dott. P. Beretti		Quota: p.c.		Profondità falda:		Foro vuoto			
Letture di campagna e elaborazioni													
Asta	PROF.	Numero	qd	Asta	PROF.	Numero	qd	Asta	PROF.	Numero	qd	Caratteristiche strumentali	
n°	m.	colpi	kgf/cmq	n°	m.	colpi	kgf/cmq	n°	m.	colpi	kgf/cmq		
1	0,2	1	10,77	6	5,2	26	194,24	11	10,2				Peso Maglio (kg)
1	0,4	4	43,08	6	5,4	29	216,65	11	10,4				63,5
2	0,6	5	49,48	7	5,6	31	218,23	12	10,6				Volata (cm)
2	0,8	5	49,48	7	5,8	24	168,95	12	10,8				75
2	1	4	39,58	7	6	42	295,66	12	11				Aste (Kg al m)
2	1,2	6	59,38	7	6,2	50	351,98	12	11,2				6,2
2	1,4	13	128,65	7	6,4			12	11,4				Area della punta (cmq)
3	1,6	21	192,22	8	6,6			13	11,6				20
3	1,8	19	173,91	8	6,8			13	11,8				Peso incudine
3	2	30	274,59	8	7			13	12				0,5
3	2,2	31	283,75	8	7,2			13	12,2				Avanzamento (cm)
3	2,4	21	192,22	8	7,4			13	12,4				20
4	2,6	17	144,74	9	7,6			14	12,6				Angolo punta
4	2,8	16	136,22	9	7,8			14	12,8				90°
4	3	15	127,71	9	8			14	13				
4	3,2	18	153,25	9	8,2			14	13,2				
4	3,4	19	161,77	9	8,4			14	13,4				
5	3,6	14	111,42	10	8,6			15	13,6				
5	3,8	16	127,33	10	8,8			15	13,8				
5	4	14	111,42	10	9			15	14				
5	4,2	10	79,58	10	9,2			15	14,2				
5	4,4	11	87,54	10	9,4			15	14,4				
6	4,6	11	82,18	11	9,6			16	14,6				
6	4,8	16	119,53	11	9,8			16	14,8				
6	5	18	134,47	11	10			16	15				

Dott. Geol. Paolo Beretti

Geologia applicata e Geotecnica, Consulenze Ambientali

Sede: Via De Gasperi 2/1, Quattro Castella (RE)

Tel 0522 1695098 Fax 0522 1691413 Cell 348 6902667

Prova penetrometrica dinamica super pesante

DPSH

1

COMMITTENTE: Amm. Provinciale Reggio Emilia

CANTIERE: SP 513R km 50+480

ATTREZZO: Pen. Statico dinamico Pagani TG 63-200

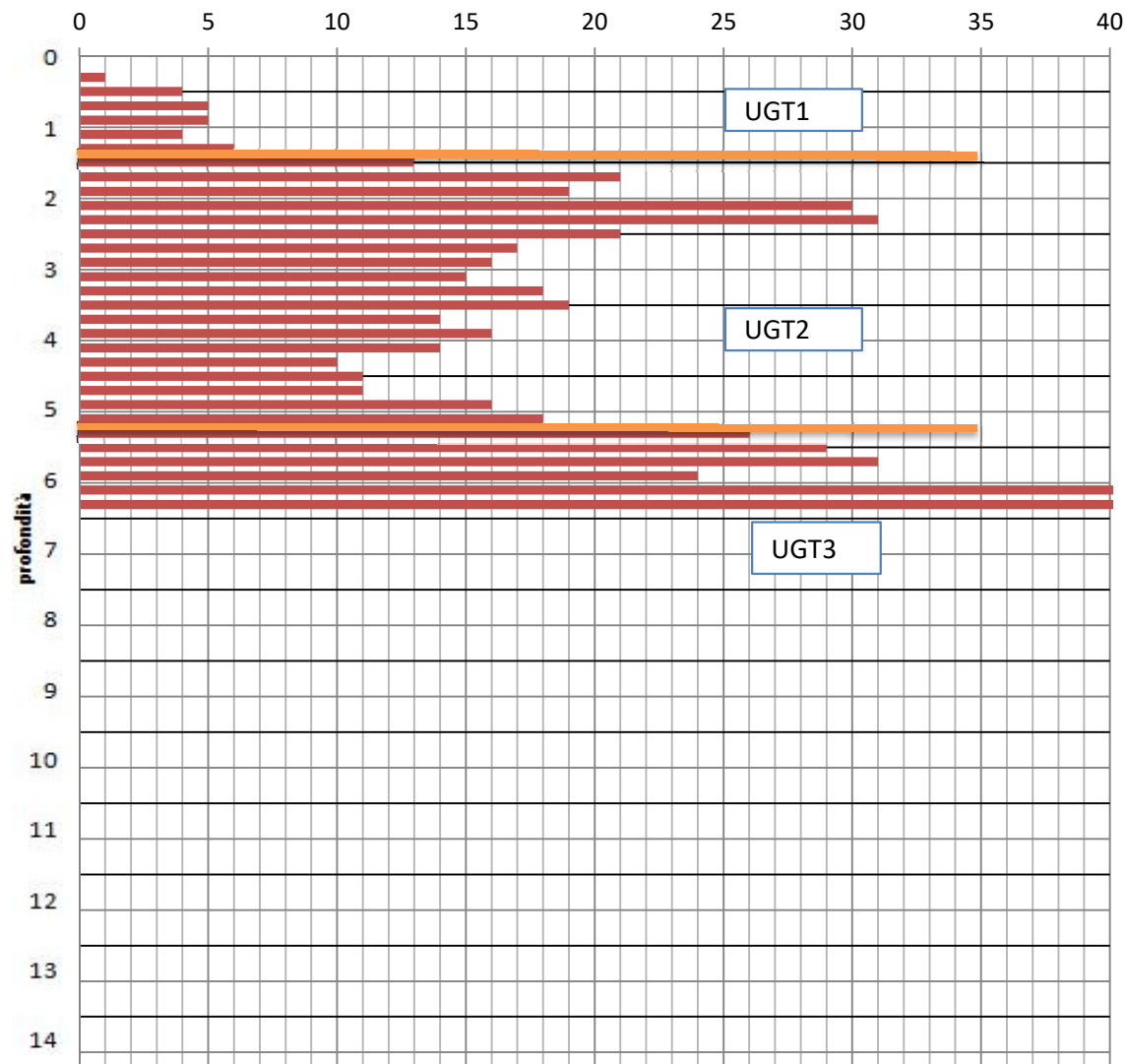
Data: 05/09/2019

OPERATORE: Dott. P. Beretti

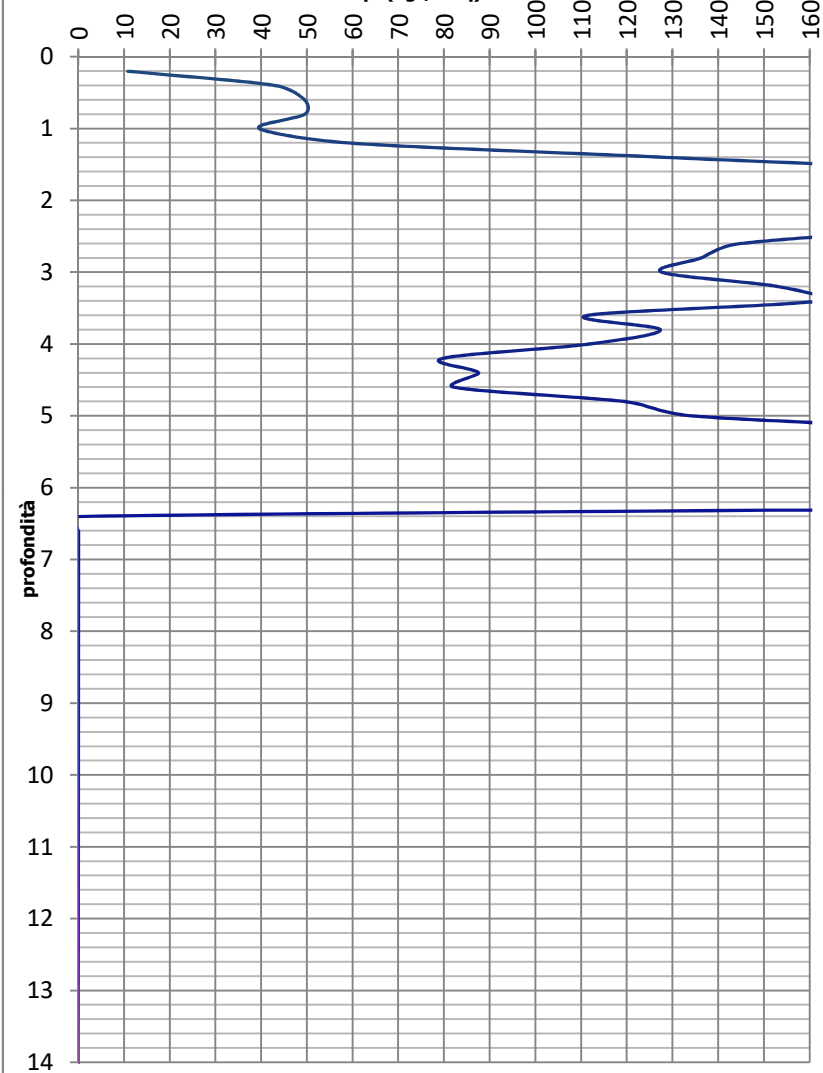
Quota: p.c.

Profondità falda: Foro vuoto

N° colpi per approfondimento di 20 cm



qd (kgf/cm²)



Dott. Geol. Paolo Beretti Geologia applicata e Geotecnica, Consulenze Ambientali Sede: Via De Gasperi 2/1, Quattro Castella (RE) Tel 0522 1695098 Fax 0522 1691413 Cell 348 6902667				Prova penetrometrica dinamica super pesante				COMMITTENTE: Amm. Provinciale Reggio Emilia					
								DPSH		2		CANTIERE: SP 513R km 50+480	
				ATTREZZO:		Pen. Statico dinamico Pagani TG 63-200				Data:		05/09/2019	
				OPERATORE:		Dott. P. Beretti		Quota:		p.c.		Profondità falda:	
Letture di campagna e elaborazioni													
Asta	PROF.	Numero	qd	Asta	PROF.	Numero	qd	Asta	PROF.	Numero	qd	Caratteristiche strumentali	
n°	m.	colpi	kgf/cm ^q	n°	m.	colpi	kgf/cm ^q	n°	m.	colpi	kgf/cm ^q		
1	0,2	1	10,77	6	5,2			11	10,2				Peso Maglio (kg)
1	0,4	3,5	37,69	6	5,4			11	10,4				63,5
2	0,6	6,5	64,32	7	5,6			12	10,6				Volata (cm)
2	0,8	7	69,27	7	5,8			12	10,8				75
2	1	9	89,06	7	6			12	11				Aste (Kg al m)
2	1,2	6	59,38	7	6,2			12	11,2				6,2
2	1,4	7	69,27	7	6,4			12	11,4				Area della punta (cmq)
3	1,6	6	54,92	8	6,6			13	11,6				20
3	1,8	9	82,38	8	6,8			13	11,8				Peso incudine
3	2	10	91,53	8	7			13	12				0,5
3	2,2	9	82,38	8	7,2			13	12,2				Avanzamento (cm)
3	2,4	8	73,22	8	7,4			13	12,4				20
4	2,6	6	51,08	9	7,6			14	12,6				Angolo punta
4	2,8	6	51,08	9	7,8			14	12,8				90°
4	3	11	93,65	9	8			14	13				
4	3,2	13	110,68	9	8,2			14	13,2				
4	3,4	16	136,22	9	8,4			14	13,4				
5	3,6	15	119,38	10	8,6			15	13,6				
5	3,8	19	151,21	10	8,8			15	13,8				
5	4	27	214,88	10	9			15	14				
5	4,2	50	397,92	10	9,2			15	14,2				
5	4,4			10	9,4			15	14,4				
6	4,6			11	9,6			16	14,6				
6	4,8			11	9,8			16	14,8				
6	5			11	10			16	15				

Dott. Geol. Paolo Beretti

Geologia applicata e Geotecnica, Consulenze Ambientali

Sede: Via De Gasperi 2/1, Quattro Castella (RE)

Tel 0522 1695098 Fax 0522 1691413 Cell 348 6902667

Prova penetrometrica dinamica super pesante

DPSH

2

COMMITTENTE: Amm. Provinciale Reggio Emilia

CANTIERE: SP 513R km 50+480

ATTREZZO: Pen. Statico dinamico Pagani TG 63-200

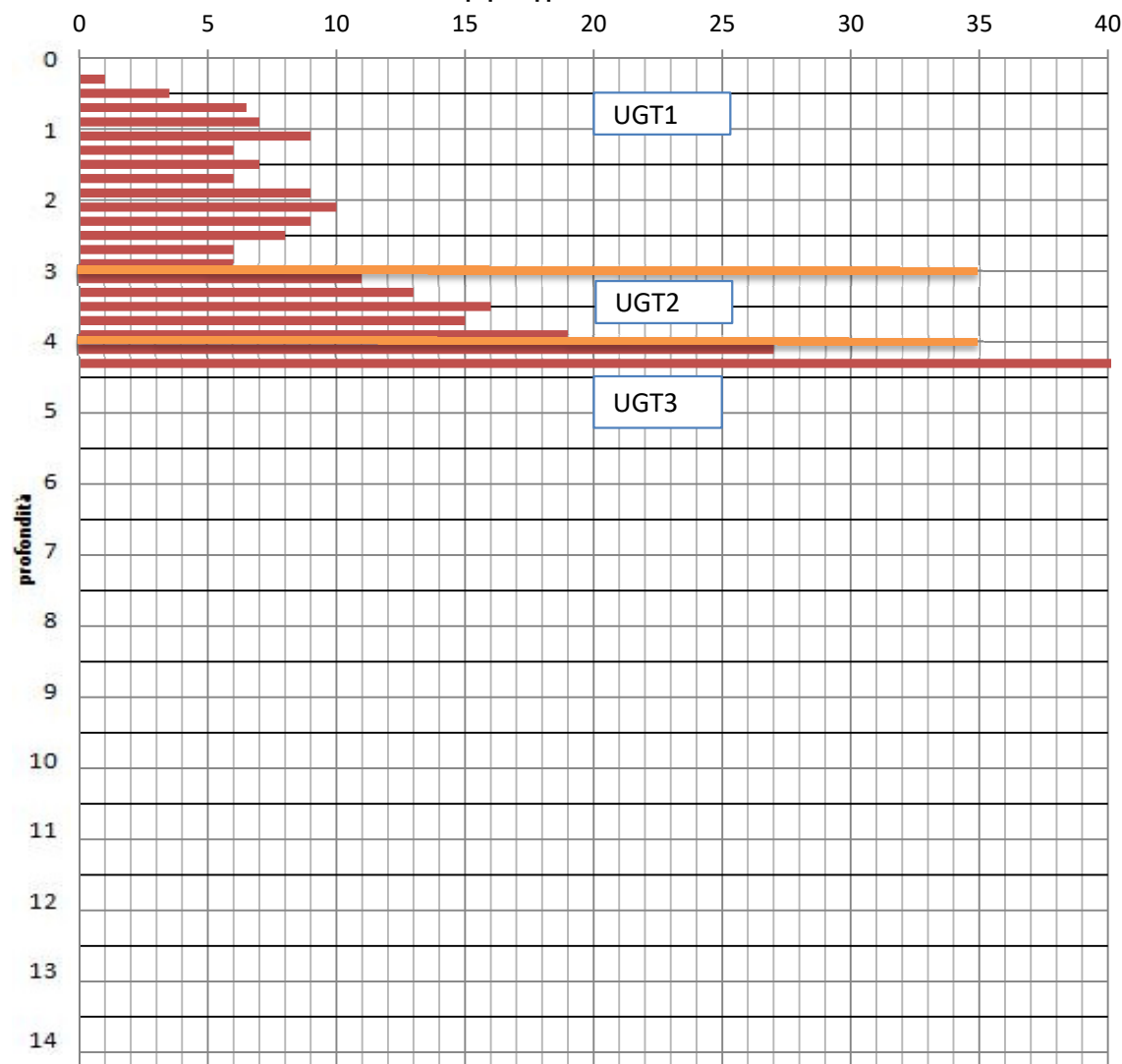
Data: 05/09/2019

OPERATORE: Dott. P. Beretti

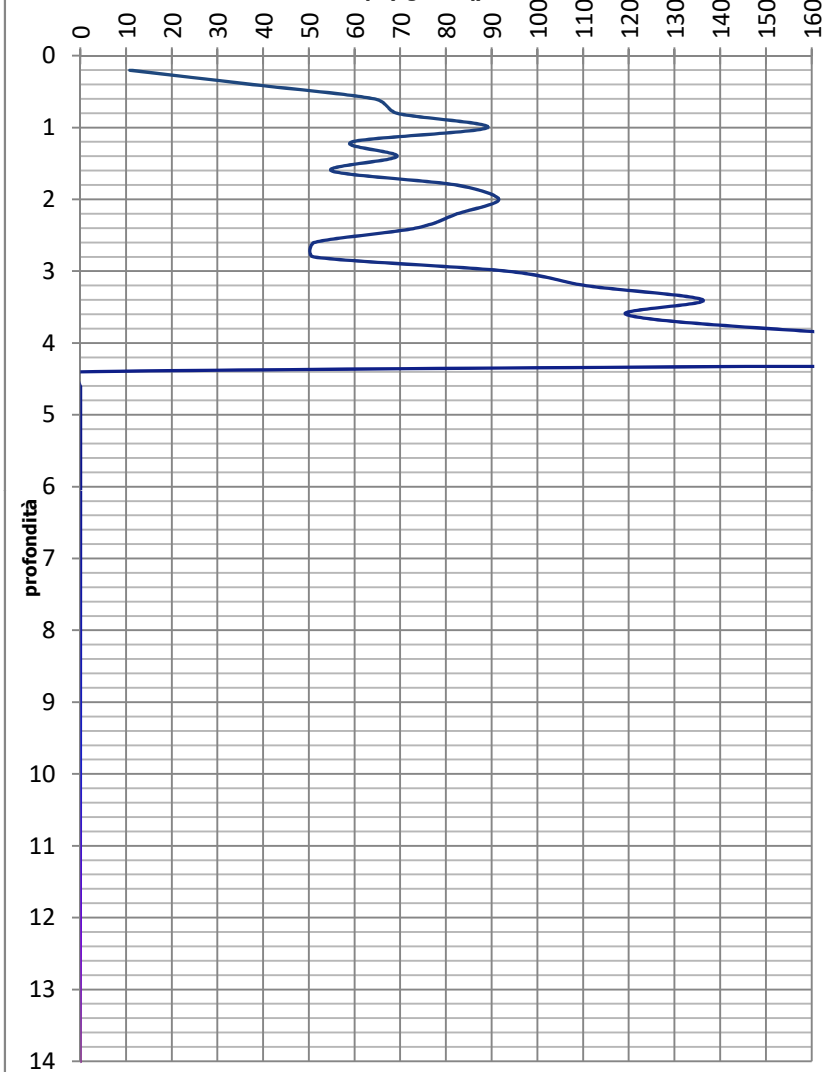
Quota: p.c.

Profondità falda: Foro vuoto

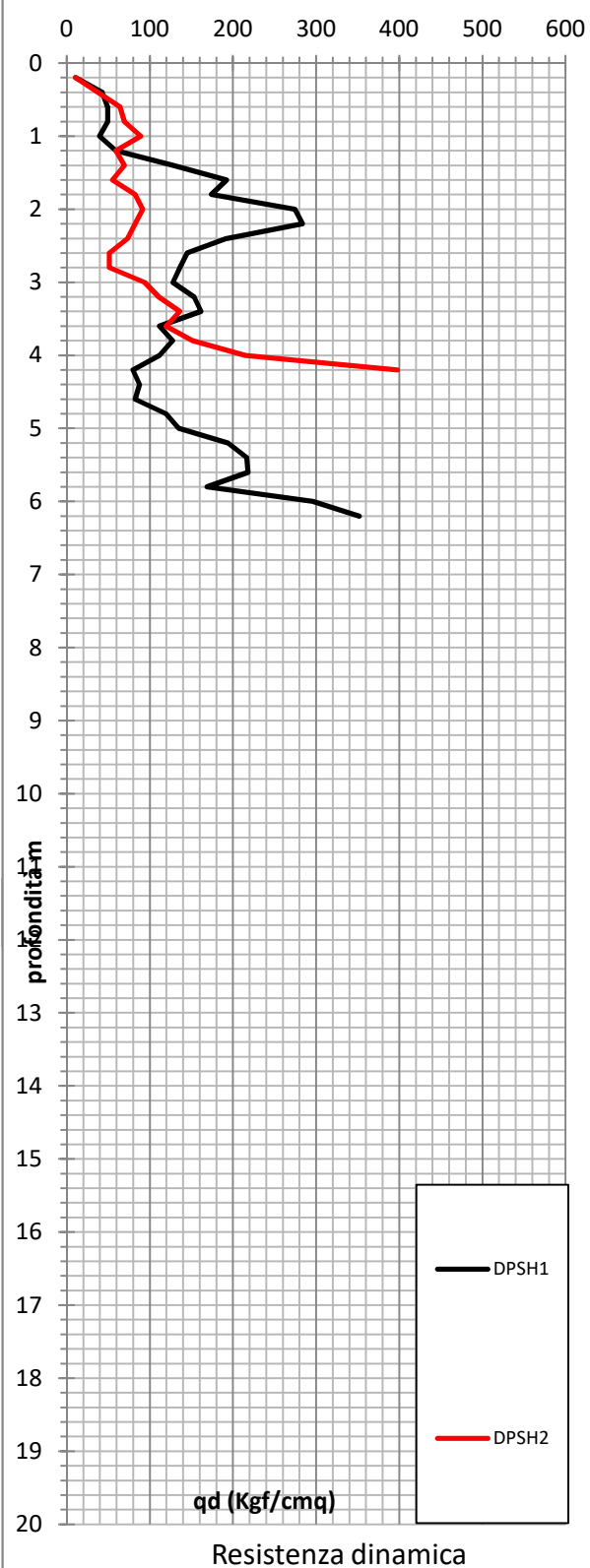
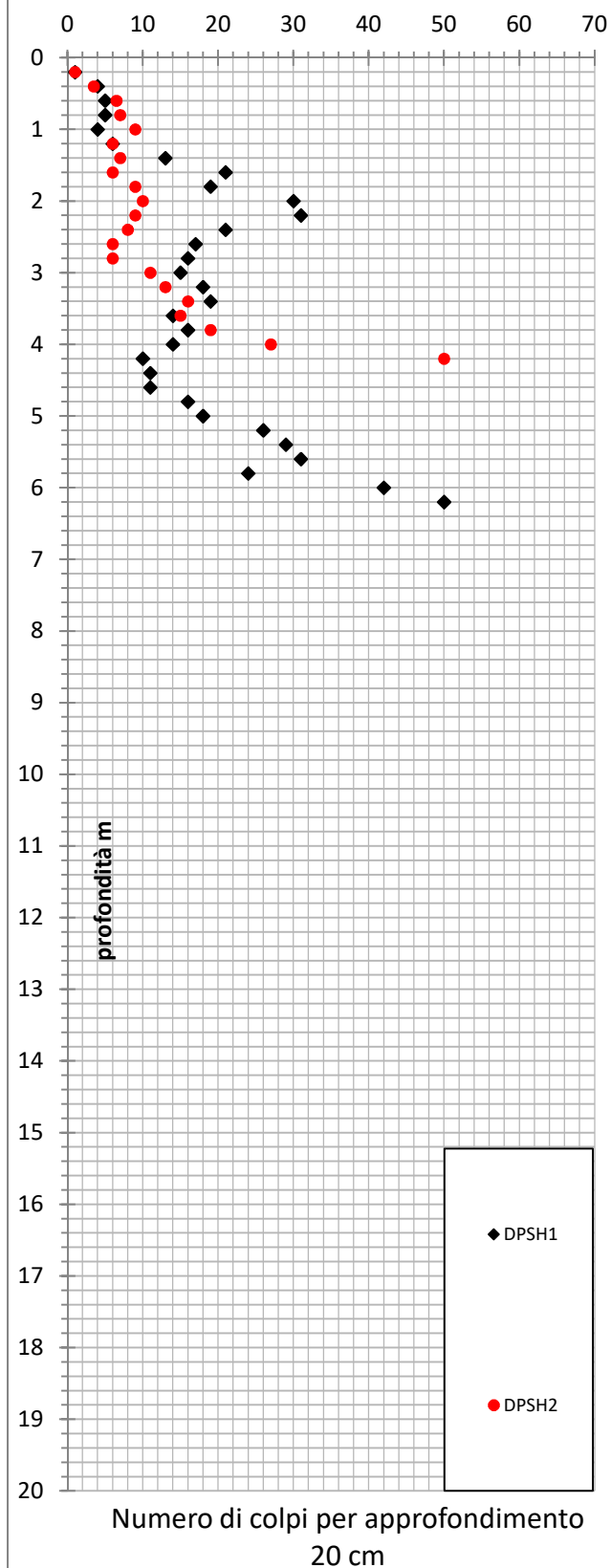
N° colpi per approfondimento di 20 cm



qd (kgf/cm²)



Analisi statistica dati penetrometrici - Dinamiche super pesanti DPSH



N20 (kgf/cm²)			
	UGT1	UGT2	UGT3
campioni	18	23	9
Minimo	3,50	10,00	18,00
Massimo	10,00	31,00	50,00
Media	6,50	16,78	33,00
Moda	6,00	16,00	50,00
Mediana	6,00	16,00	29,00
Dev. Stand.	1,84	5,22	10,90
Media tronca	6,47	16,00	33,00
t student	1,74	1,72	1,86
N20k	5,72	14,87	25,83

RAPPORTO FOTOGRAFICO

Prove penetrometriche dinamiche DPSH:



DPSH1



DPSH2

Prospezioni geofisiche:



Re.Mi. – M.A.S.W. 33 m