



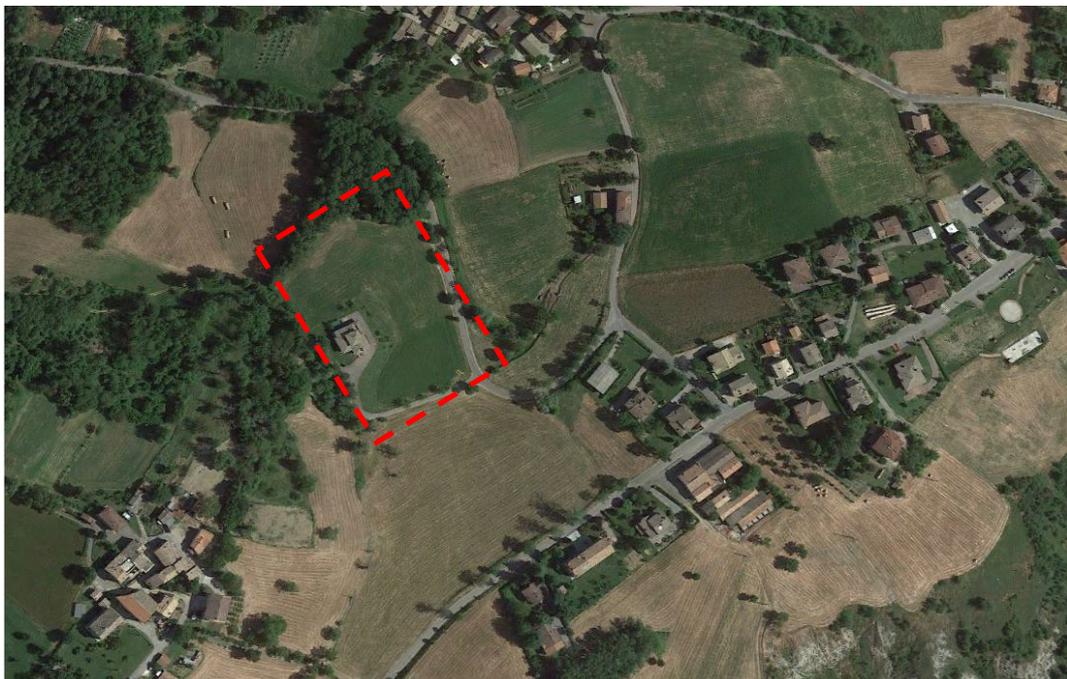
Dott. Geol.
PAOLO BERETTI

Geologia Applicata e Geotecnica
Consulenze e Controlli Ambientali

Via De Gasperi 2/1, 42020 Quattro Castella (RE)
Tel. 0522 1695098 Fax 0522 1691413 Cell. 348 6902667 e-mail: studio.beretti@gmail.com; paolo.beretti@epap.sicurezza postale.it

COMMITTENTE: Sig.ra Deanna Rabotti

Provincia di Reggio Emilia
Comune di Casina



Variante al RUE del Comune di Casina, Località Leguigno.
Riduzione Ambito APA1 con riclassificazione delle aree stralciate e trasformazione di porzione di area destinata ad “Ambiti per dotazioni comunali e di quartiere, tecnologici, cimiteri” in “Ambiti urbani consolidati residenziali all’interno del T.U. (Artt. 103-104)”

**RELAZIONE DI FATTIBILITA' GEOLOGICA, GEOTECNICA E
SISMICA**

Revisione	Descrizione	Data	Redazione
0	FGGS	Gennaio 2016	Dott. Geol. Paolo Beretti

Sig.ra Rabotti Deanna	Relazione di fattibilità geologica, geotecnica e sismica.	Variante 16 al RUE del Comune di Casina, Località Leguigno. Modifica con ampliamento del lotto residenziale di completamento del previgente PRG n°51 lasciando inalterata la capacità edificatoria allo scopo di permettere la costruzione di due residenze autonome per i proprietari delle aree alla data di adozione del RUE.
-----------------------	--	---

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
Inquadramento geomorfologico e cenni di idrogeologica.....	7
Successione litomeccanica.....	8
Modello geologico	9
Vulnerabilita'.....	10
Pericolosità geologica, geomorfologica e idraulica dell’area - stabilita' dell'area	10
Inquadramento topografico	11
Storia sismica del sito.....	11
Identificazione categoria suolo di fondazione	13
Fattore di amplificazione sismico stratigrafico locale (DAL 112/2007).....	14
Fattore di amplificazione topografico.....	15
effetti attesi e livelli di approfondimento.....	15
Analisi Suscettibilità alla Liquefazione	17
Frequenza primaria terreni di fondazione	17
MODELLAZIONE GEOTECNICA DEL SITO	19
Volume significativo e piano di indagine	19
Successione geotecnica - Analisi geomeccanica dei terreni	19
Verifica di stabilità del comparto di versante in analisi	21
indicazioni preliminari su Tipologia e Piano di posa fondale	24
Verifica alle tensioni ammissibili (paragrafo a scopo puramente indicativo)	24
CONCLUSIONI.....	26
ALLEGATI	31

Sig.ra Rabotti Deanna	Relazione di fattibilità geologica, geotecnica e sismica.	Variante 16 al RUE del Comune di Casina, Località Leguigno. Modifica con ampliamento del lotto residenziale di completamento del previgente PRG n°51 lasciando inalterata la capacità edificatoria allo scopo di permettere la costruzione di due residenze autonome per i proprietari delle aree alla data di adozione del RUE.
-----------------------	--	---

PARTE INTRODUTTIVA

PREMESSA

Nell'ambito progettuale relativo agli studi di fattibilità geologico geotecnica e sismica a corredo della richiesta di variante allo strumento programmatico territoriale di RUE del Comune di Casina (RE), di un'area ubicata in località Leguigno, si è prodotto il rapporto tecnico di seguito illustrato.

Le analisi, svolte su commissione della **Sig.ra Deanna Rabotti**, hanno consentito di individuare i caratteri geologici, geomorfologici, idrogeologici e geomeccanici e sismici dei terreni formanti il primo sottosuolo e quindi di effettuare la valutazione delle condizioni di fattibilità geologico tecnica e sismica dell'area in oggetto.

INQUADRAMENTO TERRITORIALE

La zona in esame è ubicata nel comparto sud occidentale del Comune di Casina, in località Leguigno. Dal punto di vista morfologico il sito si colloca in corrispondenza del comparto mediano di un versante mediamente acclive e declinante verso est, con quote topografiche comprese circa tra 605 e 610 m s.l.m. Il toponimo di riferimento è Montata.

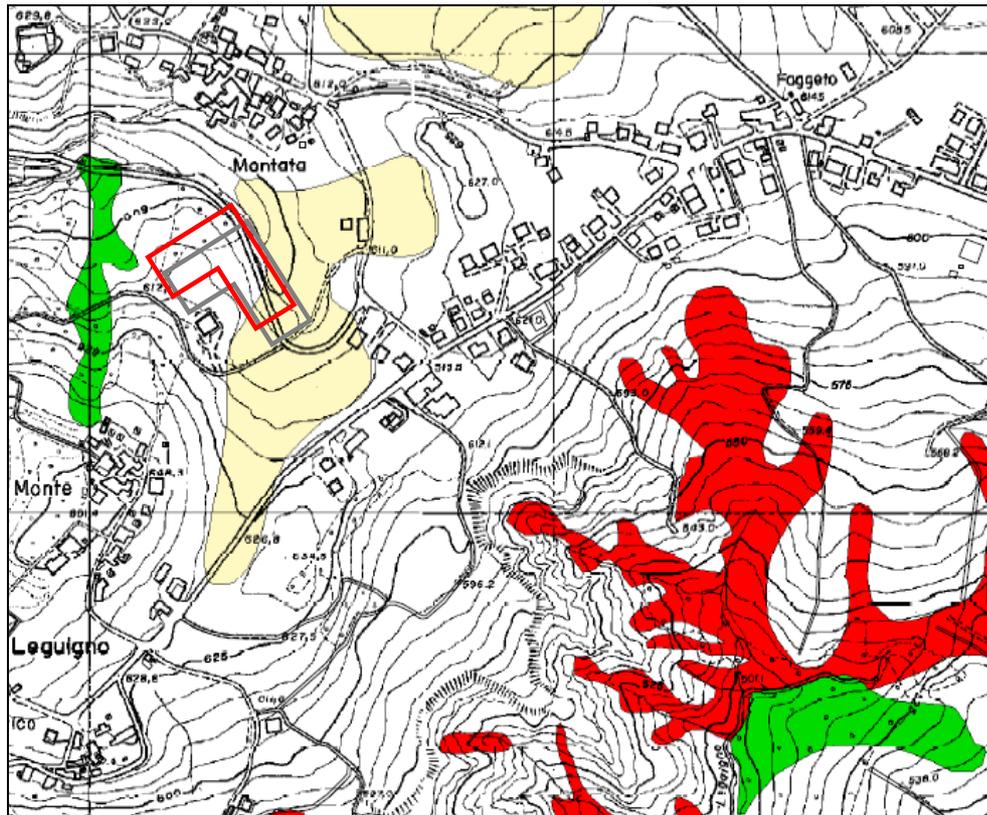
Cartografia di riferimento

Foglio 1:50000	218	Castelnovo ne' Monti
Tavola 1:25000	218NO	Ciano d'Enza
Sezione 1:10000	218060	Leguigno
Elemento 1:5000	218063	Leguigno

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 218060”*, indicano, in corrispondenza del comparto meridionale dell'ambito oggetto di variante, la presenza della terminazione laterale di un deposito crionivale (Rif. PTCP: art. 59).

All'interno dell'impluvio adiacente, collocato qualche centinaio di metri più in direzione nord ovest, si segnala la presenza di processo gravitativo, attualmente classificato in stato di quiescenza; detto fenomeno non interessa l'area di studio.



Carta Inventario del Dissesto		PAI
	Frane attive (a1)	
	Frane di circolo (a6)	Fa
	Frane quiescenti (a2)	
	Frane quiescenti parzialmente erose (a2a)	Fc
	Scivolamenti in blocco (sb)	
	Frane stabilizzate	Fs
	Depositi alluvionali in evoluzione (b1)	
	Depositi alluvionali in evoluzione parzialmente fissati da vegetazione (b1a)	Ee
	Depositi alluvionali terrazzati (b2)	Eb
	Depositi alluvionali terrazzati (ordine b3 o maggiore di b3)	Em
	Conoidi in evoluzione	Ca
	Conoidi inattive	Cn
	Depositi di Versante s.l. (a3)	
	Depositi morenici (c1)	
	Depositi morenici rissati (c3)	
	Depositi morenici sumlanti (c4)	
	Aree a Rischio idrogeologico Molto Elevato	

Carta del dissesto - PTCP - allegato P6 - sezione 218060

PIANO E METODOLOGIA D'INDAGINE

Indagine geognostica

Per la caratterizzazione fisico meccanica del sottosuolo sono state eseguite tre prove penetrometriche dinamiche superpesanti DPSH. Le prove sono state svolte utilizzando un penetrometro statico-dinamico, mod. Pagani Tg63-200, con le seguenti caratteristiche:

Sig.ra Rabotti Deanna	Relazione di fattibilità geologica, geotecnica e sismica.	Variante 16 al RUE del Comune di Casina, Località Leguigno. Modifica con ampliamento del lotto residenziale di completamento del previgente PRG n°51 lasciando inalterata la capacità edificatoria allo scopo di permettere la costruzione di due residenze autonome per i proprietari delle aree alla data di adozione del RUE.
-----------------------	--	---

- **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 $\beta = 90^\circ$.

Indagine geofisica

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, sono state eseguite le seguenti indagini geofisiche:

- **Stendimento sismico integrato Remi – MASW**, effettuato 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 2,5 m per una lunghezza totale di indagine pari a 57,5 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.
- **Determinazione delle frequenze proprie di vibrazione del terreno**, elaborate mediante metodo HVSR, utilizzando sismografo MAE S3S2.

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 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.

Sig.ra Rabotti Deanna	Relazione di fattibilità geologica, geotecnica e sismica.	Variante 16 al RUE del Comune di Casina, Località Leguigno. Modifica con ampliamento del lotto residenziale di completamento del previgente PRG n°51 lasciando inalterata la capacità edificatoria allo scopo di permettere la costruzione di due residenze autonome per i proprietari delle aree alla data di adozione del RUE.
-----------------------	--	---

- **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.

- **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

- **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.

Sig.ra Rabotti Deanna	Relazione di fattibilità geologica, geotecnica e sismica.	Variante 16 al RUE del Comune di Casina, Località Leguigno. Modifica con ampliamento del lotto residenziale di completamento del previgente PRG n°51 lasciando inalterata la capacità edificatoria allo scopo di permettere la costruzione di due residenze autonome per i proprietari delle aree alla data di adozione del RUE.
-----------------------	--	---

RELAZIONE GEOLOGICA SULLE INDAGINI - CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL SITO

INQUADRAMENTO GEOLOGICO E STRUTTURALE

Per quanto concerne gli aspetti prettamente geologici, il substrato sul quale si sviluppa il comune di Casina è costituito dalle Formazioni appartenenti al Dominio Ligure ed Epiligure. In corrispondenza della località Leguigno, nello specifico, le unità litostratigrafiche sono attribuibili alle Successioni della Val Tresinaro e alla Formazione Pre-Flysch ad Elmintoidi, entrambe appartenenti al Dominio Ligure.

I terreni della successione Val Tresinaro, ivi affiorante, sono costituiti essenzialmente da alternanze marnoso calcaree, con intercalazioni pelitico arenitiche, contraddistinte da grado di consistenza meccanica medio – medio elevato.

In particolare, i terreni dell'area in esame sono ascrivibili all'unità **MCS** (Flysch di Monte Cassio), costituita da marne calcaree grigio giallastre con base di areniti calcilitiche, in strati spessi e banchi, con presenza di subordinati livelli pelitici; l'assetto degli strati è a franappoggio con immersione di 30 ÷ 40° in direttrice sud est.

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

A) DEPOSITI QUATERNARI

DEPOSITI ALLUVIONALI (Olocene non attuale ed attuale)

Sono formati da litotipi a granulometria prevalentemente sabbioso ghiaiosa con percentuali variabili in componenti limose, si rinvengono in superfici terrazzate, nelle fasce latitanti il Crostolo; di queste fanno parte le formazioni denominate Subsintema di Ravenna (AES8) e l'Unità di Modena (AES8a).

B) SUCCESSIONE DEL SUBSTRATO

DOMINIO LIGURE

FLYSCH DI MONTE CASSIO (MCS) (Campaniano sup. - Maastrichtiano)

Marne calcaree grigio giallastre con base di areniti calcilitiche, in strati spessi e banchi. Subordinate le intercalazioni di pacchi di strati medi e sottili arenitico-pelitici (A/P minore o uguale a 1). Potenza di circa un migliaio di metri. Contatti tettonizzati con AVV: Sedimentazione torbida di piana bacinale.

FORMAZIONI PRE-FLYSCH AD ELMINTOIDI

ARGILLE VARICOLORI DI CASSIO (AVV) (Cenomaniano – Campaniano sup.)

Argilliti rosse e verdi sottilmente stratificate, caotiche per intensa tettonizzazione. Recano "boudins" di areniti tipo SCB e siltiti mangesifere. Presenti lenti raramente cartografa bili appartenenti all'unità dei conglomerati dei Salti del Diavolo (AVV1), costituite da conglomerati a clasti litici sedimentari, metamorfici e granitici, e strati medi e spessi arenacei silicoclastici; presenti sporadici strati medio - sottili di arenarie a composizione ofiolitica. Potenza geometrica variabile da qualche decina a qualche centinaio di metri. Contatti

Sig.ra Rabotti Deanna	Relazione di fattibilità geologica, geotecnica e sismica.	Variante 16 al RUE del Comune di Casina, Località Leguigno. Modifica con ampliamento del lotto residenziale di completamento del previgente PRG n°51 lasciando inalterata la capacità edificatoria allo scopo di permettere la costruzione di due residenze autonome per i proprietari delle aree alla data di adozione del RUE.
-----------------------	--	---

tettonizzati con SCB. Sedimentazione pelagica intervallata da correnti di torbidità s.l. e flussi concentrati di locale alimentazione insubrica.

Localmente associate grandi masse ofioliti che prevalentemente rappresentate da:

- Basalti in pillow (βp)
- Serpentiniti (sr)
- Breccie basaltiche (βb)
- Breccie poligeniche con ofioliti (bo)

Dal punto di vista strutturale, nella fascia mediana 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 della Successione Epiligure.

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

Un altro importante sistema di linee tettoniche è quello trasversale a direttrice antiappenninica – sud ovest – nord est, osservabile circa tra Carpineti e Baiso in corrispondenza del T. Tresinaro, e tra Castelnuovo Monti e Ciano d'Enza.

Circa 0,8 km ad ovest e 0,7 km a nord est dell'ambito in oggetto, sono presenti lineazioni tettoniche di natura incerta orientate in senso ovest – est nel primo caso e sud ovest – nord est nel secondo.

INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO E CENNI DI IDROGEOLOGICA

L'area studiata e' stata interessata, in passato, da azioni modellatrici che hanno inciso e profondamente modificato le originarie morfologie. Gli agenti modellanti di maggior influenza sono stati, e sono tutto'ora, l'acqua, sia di precipitazione meteorica sia canalizzata, che ha esplicato le sue azioni in fasi alterne di deposito e di erosione e la gravità. Infatti durante i periodi interglaciali Riss-Wurm e Post Wurm, i corsi d'acqua erano particolarmente impetuosi, ricchi di acque derivanti sia dallo scioglimento progressivo delle lingue glaciali appenniniche che da precipitazioni sempre piu' abbondanti, conseguenti alle variazioni climatiche, che da arido fredde, sono progressivamente passate a condizioni piu' temperate equivalenti alle attuali.

Depositi riconducibili a processi di ambiente crionivale, attribuibili al Wurm, sono riscontrabili tra Leguigno e Faggeto dove si riscontra una superficie ad altopiano delimitata da orli di terrazzo, che nella zona oggetto di studio è rappresentata da depositi in attuale posizione di crinale secondario; essi risultano costituiti da materiali prevalentemente limoso argillosi che includono clasti litici spigolosi di varia dimensione, con un tendenziale orientamento degli assi maggiori secondo la pendenza del versante.

Nelle sopracitate condizioni climatiche, diverse dalle attuali, si sono evoluti imponenti processi gravitativi, generati da fenomeni di rammollimento e plasticizzazione di litotipi essenzialmente argillosi -

Sig.ra Rabotti Deanna	Relazione di fattibilità geologica, geotecnica e sismica.	Variante 16 al RUE del Comune di Casina, Località Leguigno. Modifica con ampliamento del lotto residenziale di completamento del previgente PRG n°51 lasciando inalterata la capacità edificatoria allo scopo di permettere la costruzione di due residenze autonome per i proprietari delle aree alla data di adozione del RUE.
-----------------------	--	---

argilloso limosi, sia nelle zone di sorgenza per contatto che per saturazione dei pendii, i fenomeni di erosione di questi ultimi hanno teso a rendere sempre più ripidi i versanti.

Per quanto riguarda processi franosi che risultano essere attivi va osservato che questi non sono generalmente soggetti a movimenti continui ma di tipo discontinuo nel tempo e con velocità variabili. Frequentemente detti fenomeni si innescano in prossimità di zone al contatto tra rocce più permeabili con litotipi sostanzialmente impermeabili, con presenza di sorgenti, e/o in zone di impluvio che favoriscono, unitamente alle precipitazioni atmosferiche, forti saturazioni in acqua dei terreni; una situazione di questo tipo è presente ad oriente del lotto in esame.

Il modellamento del paesaggio, esercitato dal Torrente Tassobbio e dal suo affluente T. Leguigno e dal Rio Dorgola, ha generato profonde incisioni alle quali sono conseguiti sia terrazzamenti che l'insorgere di fenomeni franosi per erosioni sia laterale che di fondo.

Alla confluenza dei torrenti e rii minori con i principali assi idrici si sono formati, inoltre, conoidi alluvionali, attualmente non in evoluzione come alle con affluenze del T. Leguigno al Tassobbio.

I terrazzi medio recenti ed i con, sono incisi da scarpate di erosione fluviale alte mediamente 3 ÷ 5 m; gli orli di erosione attuali incidono mediamente i sedimenti alluvionali e le formazioni pre quaternarie per altezze medie equivalenti ad 1 ÷ 3 m.

Cenni di idrogeologia

L'area è caratterizzata dalla presenza di coperture argilloso limoso sabbiose, inglobanti clasti litici, a grado di permeabilità medio basso alle quali soggiacciono litotipi prevalentemente calcarei e marnosi, con sottili intercalazioni pelitiche arenitiche, a permeabilità secondaria, per fratturazione, di grado medio elevato.

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

DPSH1	Foro vuoto
DPSH2	Battente idrico sotterraneo a -1,60 m p.c
DPSH3	Battente idrico sotterraneo a -1,50 m p.c

In corrispondenza del comparto di valle dell'ambito oggetto di studio si evidenzia una diffusa presenza di battente idrico sotterraneo, denotano una forte saturazione del primo sottosuolo.

SUCCESSIONE LITOMECCANICA

Allo scopo di determinare le caratteristiche fisico meccaniche del sottosuolo, sono state eseguite tre prove penetrometriche dinamiche superpesanti DPSH, utilizzando un penetrometro statico-dinamico, mod. Pagani Tg63-200.

Sig.ra Rabotti Deanna	Relazione di fattibilità geologica, geotecnica e sismica.	Variante 16 al RUE del Comune di Casina, Località Leguigno. Modifica con ampliamento del lotto residenziale di completamento del previgente PRG n°51 lasciando inalterata la capacità edificatoria allo scopo di permettere la costruzione di due residenze autonome per i proprietari delle aree alla data di adozione del RUE.
-----------------------	--	---

I punti indagati sono ubicati come nella *Planimetria Ubicazione indagini – Tav. 3* ed i relativi risultati appaiono visualizzati negli allegati: *diagrammi penetrometrici*.

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

Profondità	Descrizione Litomeccanica
Da piano campagna a - 1,2 ÷ - 4,0 m p.c.	Orizzonte detensionato superficiale, costituito da argille limoso sabbiose, a basso grado di consistenza. Al penetrometro dinamico super pesante si rileva un abbassamento per peso proprio, denotando un'alterazione e un rimaneggiamento sensibile dei litotipi attraversati. Tale orizzonte presenta un sensibile ispessimento, pari a circa 4 m, in corrispondenza di DPSHB, ove, inoltre, è stata riscontrata la presenza di trovanti litoidi a medio basso grado di consistenza.
Da - 1,2 ÷ - 4,0 m a - 6,4 ÷ - 7,0 m p.c.	Termini argilloso limosi, limoso argillosi e, subordinatamente, argilloso limoso sabbiosi, con rara presenza di inclusi clastici, caratterizzati da grado di consistenza medio. Al penetrometro dinamico, l'orizzonte presenta valori medi di resistenza alla penetrazione, per avanzamento di 20 cm, oscillanti tra $N_{20m} = 3 \div 7$, con medio massimi pari a $N_{20m} = 11 \div 12$, ove si intercettano livelli a maggior contenuto clastico.
Da - 6,4 ÷ - 7,0 m a - 10,2 ÷ - 12,4 m p.c.	Termini a medio elevato grado di consistenza, contraddistinti da valori medi di resistenza alla penetrazione, per avanzamento di 20 cm, variabili tra $N_{20m} = 7 \div 18$, con valori medio massimi pari a $N_{20m} = 20 \div 27$. Si segnala, inoltre, la presenza, in corrispondenza di DPSHA, di una sottile lente a basso grado di consistenza, presentante un numero medio di colpi per avanzamento pari a $N_{20m} = 3,5$
Oltre - 10,2 ÷ - 12,4 m p.c.	Corpo roccioso alterato e decompresso costituito da calcari marnosi e calcari, estremamente fratturati, alternati ad orizzonti pelitico arenitici; l'unità è contraddistinta, comunque, da un elevato grado di consistenza ed è ascrivibile all'orizzonte regolitico di passaggio al substrato roccioso ivi rappresentato dalla Formazione del Flysch di Monte Cassio (MCS). Al penetrometro dinamico superpesante si registra un numero medio di colpi per avanzamento di 20 cm pari a $N_{20m} = 30 \div > 70$. L'elevato grado di resistenza meccanica ha interrotto l'approfondimento delle indagini geognostiche.

MODELLO GEOLOGICO

Le sequenze litostratigrafiche verticali rilevate dai sondaggi penetrometrici effettuati nel contesto della presente analisi hanno permesso di definire il modello geologico dell'area oggetto di variante.

I diagrammi penetrometrici hanno evidenziato un orizzonte superficiale alterato e decompresso, costituito da termini argilloso limoso sabbiosi, presentante variazioni laterali, piuttosto significative. In corrispondenza di DPSHA e DPSHC lo spessore medio è circa pari a $1,4 \div 1,6$ m mentre sulla verticale DPSHB, la sua potenza metrica risulta di circa quattro metri; in questo caso, inoltre, si segnala la presenza di rare inclusioni clastiche a medio grado di consistenza meccanica. Oltrepassata detta unità, si riscontra la presenza di termini prevalentemente argilloso limosi, mediamente consistenti.

A partire da - 6,4 ÷ - 6,6 m da p.c. si riscontra il passaggio a termini litoidi a medio elevato grado di consistenza, attribuibili alla porzione sommitale e profondamente alterata del substrato geologico, ivi rappresentato dalla Formazione del Flysch di Monte Cassio (MCS).

A partire da - 10,0 ÷ - 12,0 i termini litoidi riscontrano un incremento del grado di consistenza, definendo, quindi, l'orizzonte regolitico di passaggio al substrato roccioso vero e proprio.

Sig.ra Rabotti Deanna	Relazione di fattibilità geologica, geotecnica e sismica.	Variante 16 al RUE del Comune di Casina, Località Leguigno. Modifica con ampliamento del lotto residenziale di completamento del previgente PRG n°51 lasciando inalterata la capacità edificatoria allo scopo di permettere la costruzione di due residenze autonome per i proprietari delle aree alla data di adozione del RUE.
-----------------------	--	---

Il modello stratigrafico del sottosuolo del sito in esame risulta in accordo con le caratteristiche geomorfologiche territoriali precedentemente descritte.

VULNERABILITA'

Il sottosuolo dell'ambito in oggetto, costituito prevalentemente da litotipi marnoso calcarei, evidenzia una permeabilità secondaria, per fratturazione, di grado medio elevato; la vulnerabilità all'inquinamento delle acque sotterranee è di grado medio – medio elevato. In fase esecutiva, sarà quindi necessario prevedere alla realizzazione di idonei presidi ambientali.

PERICOLOSITÀ GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDRAULICA DELL'AREA - STABILITÀ DELL'AREA

L'area di studio non presenta fenomeni gravitativi in atto, né indizi di detensionamento o particolare alterazione. Si evidenzia, però, significativa saturazione del pendio e la presenza di termini eluvio-colluviali a medio-basso grado di consistenza.

In fase esecutiva, sarà necessario provvedere allo studio di dettaglio delle caratteristiche geotecniche e idrogeologiche dell'area in oggetto, con la messa in posa di idonei sistemi di incremento delle condizioni generali di stabilità e strutture fondali in grado di garantire una sicura verifica globale dell'insieme terreno-struttura.

Sig.ra Rabotti Deanna	Relazione di fattibilità geologica, geotecnica e sismica.	Variante 16 al RUE del Comune di Casina, Località Leguigno. Modifica con ampliamento del lotto residenziale di completamento del previgente PRG n°51 lasciando inalterata la capacità edificatoria allo scopo di permettere la costruzione di due residenze autonome per i proprietari delle aree alla data di adozione del RUE.
-----------------------	--	---

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

INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO

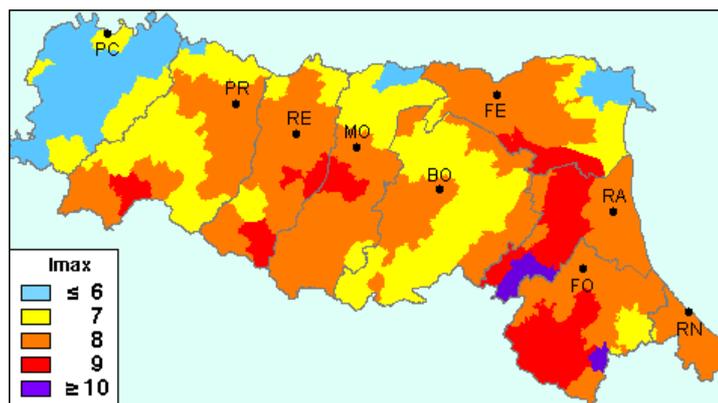
Le coordinate geografiche (**ellissoide ED50**) relative circa al centro dell'area di intervento corrispondono a:

10.45596 ÷ 44.51715

(utilizzate per il calcolo dell'azione sismica – DM 14-01-08)

STORIA SISMICA DEL SITO

Nell'ambito territoriale a cui appartiene il Comune di Casina, il *Catalogo Parametrico dei terremoti di area italiana NT4.1* (Camassi e Stucchi, 2004) documenta eventi sismici giungenti al 7° - 8° grado della *Scala Mercalli - Cancani – Sieberg*, con intensità compresa tra $M = 4,5 \div 5,4$.



Zonazione sismica della RER sulla base della scala MCS.

Nell'ambito a cui appartiene il territorio comunale di Casina, il Database Macrosismico DBMI04, utilizzato per la compilazione del catalogo parametrico CPTI04 (Gruppo di lavoro CPTI, 2004 – INGV, Bologna) sono documentati gli eventi sismici di seguito riportati:

Storia sismica di Casina [44.510, 10.500]

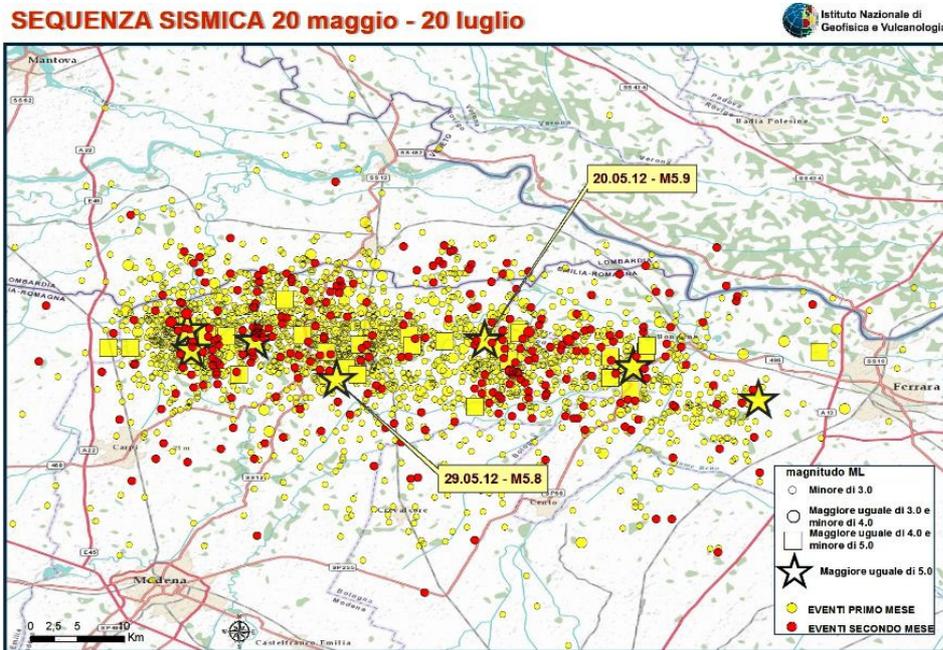
Numero di eventi: 5

Effetti	In occasione del terremoto del:								
Is	Anno	Me	Gi	Or	Mi	Area epicentrale	Np	Ix	Mw
NF	1904	06	10	11	15	Frignano	96	7	5.08
NF	1986	12	06	17	07	BONDEMO	604	6	4.56
NF	1987	05	02	20	43	REGGIANO	802	6	5.05
2	1995	10	10	06	54	LUNIGIANA	341	7	5.04
4-5	1996	10	15	09	55	CORREGGIO	135	7	5.44

Storia sismica del comune di Casina.

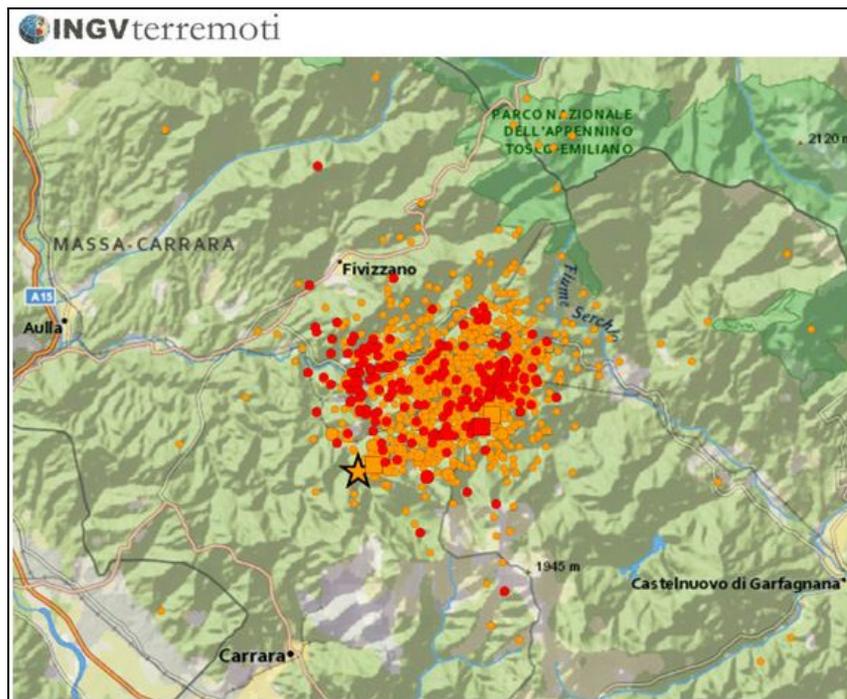
Sig.ra Rabotti Deanna	Relazione di fattibilità geologica, geotecnica e sismica.	Variante 16 al RUE del Comune di Casina, Località Leguigno. Modifica con ampliamento del lotto residenziale di completamento del previgente PRG n°51 lasciando inalterata la capacità edificatoria allo scopo di permettere la costruzione di due residenze autonome per i proprietari delle aree alla data di adozione del RUE.
-----------------------	--	---

A detti dati occorre aggiungere, in primo luogo, la sequenza sismica che ha coinvolto la bassa pianura padana nei mesi di Maggio – Giugno e Luglio 2012; i principali eventi sismici hanno presentato intensità pari a $MW = 5.8 \div 5.9$. La loro distribuzione areale è presentata nella figura seguente.



Distribuzione degli epicentri dei terremoti che hanno colpito la bassa Pianura Padana

L'ultima sequenza sismica significativa verificatasi nel centro – nord Italia, risulta quella che ha coinvolto la Garfagnana – Lunigiana nei mesi di Giugno – Luglio 2013, il cui evento principale, datato 21/06/2013, ha presentato intensità pari a $MW = 5.2$.

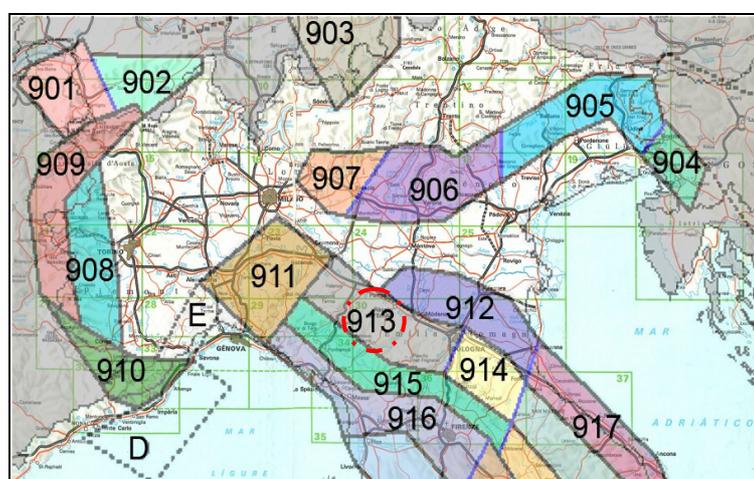


Sig.ra Rabotti Deanna	Relazione di fattibilità geologica, geotecnica e sismica.	Variante 16 al RUE del Comune di Casina, Località Leguigno. Modifica con ampliamento del lotto residenziale di completamento del previgente PRG n°51 lasciando inalterata la capacità edificatoria allo scopo di permettere la costruzione di due residenze autonome per i proprietari delle aree alla data di adozione del RUE.
-----------------------	--	---

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 che 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)

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 V_s , profondità e spessori, come riportato nella seguente tabella:

Orizzonte sismostratigrafico	Profondità da p.c. [m]	Spessore medio [m]	V_s [m/sec]
1	1,5 ÷ 4,0	2,5	215
2	4,0 ÷ 10,5	6,5	320
3	10,5 ÷ 31,5	21,0	550

La definizione del valore V_{s30} , velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio nei primi 30 m del sottosuolo, si è determinata mediante la relazione:

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1,n} \frac{h_i}{v_i}}$$

dove:

h_i = spessore dello strato i -esimo, m

Sig.ra Rabotti Deanna	Relazione di fattibilità geologica, geotecnica e sismica.	Variante 16 al RUE del Comune di Casina, Località Leguigno. Modifica con ampliamento del lotto residenziale di completamento del previgente PRG n°51 lasciando inalterata la capacità edificatoria allo scopo di permettere la costruzione di due residenze autonome per i proprietari delle aree alla data di adozione del RUE.
-----------------------	--	---

v_i = velocità onde di taglio strato iesimo, m/sec,

ottenendo, per i metodi di acquisizione sopra descritti, i seguenti valori di velocità $V_{s,30}$:

$$V_{s,30} = 428 \text{ m/sec}$$

Dai parametri sopra esposti e delle caratteristiche geotecniche delle verticali delle prove geognostiche effettuate, risulta che i litotipi che formano i primi 30 m del sottosuolo, soggiacenti la quota di incastro delle fondazioni, sono attribuibili a:

Categoria B: *Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).*

Categoria	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.</i>
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).</i>
C	<i>Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).</i>
D	<i>Depositati di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).</i>
E	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).</i>

Categoria	Descrizione
S1	<i>Depositati di terreni caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 100 m/s (ovvero $10 < c_{u,30} < 20$ kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.</i>
S2	<i>Depositati di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.</i>

FATTORE DI AMPLIFICAZIONE SISMICO STRATIGRAFICO LOCALE (DAL 112/2007)

Sulla base delle indicazioni della Delibera dell'Assemblea Legislativa della Regione Emilia Romagna n° 112 del 02/05/2007 – Allegato A2, si è determinato il coefficiente di amplificazione sismico locale

Sig.ra Rabotti Deanna	Relazione di fattibilità geologica, geotecnica e sismica.	Variante 16 al RUE del Comune di Casina, Località Leguigno. Modifica con ampliamento del lotto residenziale di completamento del previgente PRG n°51 lasciando inalterata la capacità edificatoria allo scopo di permettere la costruzione di due residenze autonome per i proprietari delle aree alla data di adozione del RUE.
-----------------------	--	---

mediante la tecnica di Housner. Nell'analisi si è considerato l'effetto della topografia in quanto l'area in oggetto si colloca all'interno di un versante mediamente acclive.

In riferimento allo spessore ed omogeneità dei materiali investigati, si è considerato il caso di "Appennino - $V_s < 800 \text{ m/s}$ ". Si è quindi determinato il valore di incremento della intensità sismica locale, mediante la relazione di Housner:

$$\Delta a = \int_{T_1}^{T_2} PSV dt$$

dove:

Δa = fattore di amplificazione

PSV = spettro di risposta in velocità

In occasione di sollecitazione sismica, in funzione delle caratteristiche litostratigrafiche locali e dei contrasti di impedenza ($V_{sh} = 269 \text{ m/s}$), la successione sismostratigrafica può essere interessata dai seguenti fattori di amplificazione:

F.A. PGA	1,9
F.A. IS 0,1 s < T < 0,5 s	1,8
F.A. IS 0,5 s < T < 1 s	1,4 ÷ 1,5

per un valore dell'accelerazione al suolo di riferimento pari a:

$$a_g = 0,158 \text{ g}$$

In fase esecutiva, sarà necessario definire, con maggior grado di dettaglio, il valore di V_{sh} e la profondità del contrasto di impedenza, al fine di determinare accuratamente il coefficiente di amplificazione stratigrafico.

FATTORE DI AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICO

Il sito in oggetto si ubica in corrispondenza di un'area a media acclività; in relazione a quanto asserito dalla DAL 112/2007, si consiglia, quindi, di considerare in forma preliminare, un coefficiente di amplificazione topografica pari a:

$$S_T = 1,2$$

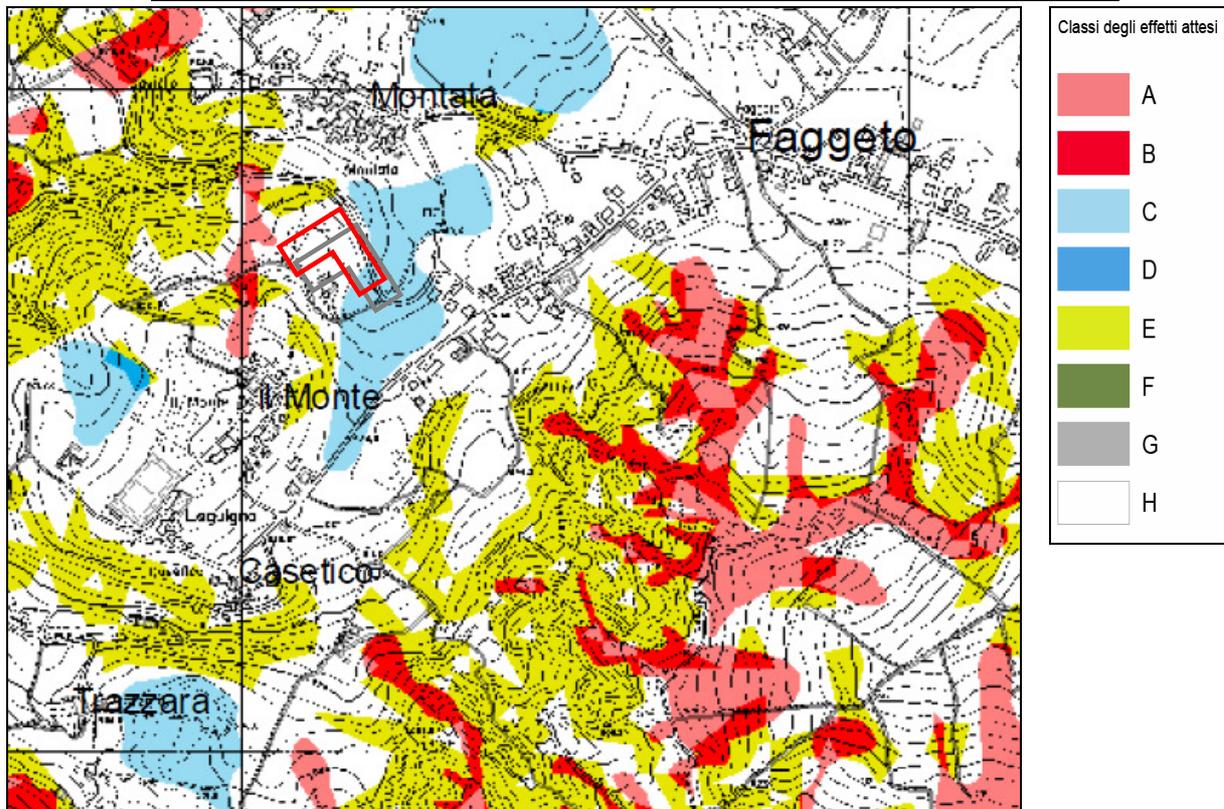
EFFETTI ATTESI E LIVELLI DI APPROFONDIMENTO

Dall'estratto della Carta delle aree suscettibili di effetti attesi" del PTCP vigente della Provincia di Reggio Emilia, si rileva come ove non sono presenti coperture la porzione di ambito in esame è ascrivibile alla classe H, mentre ove è presente il deposito crionivale tale porzione di ambito ricade all'interno della classe C, ove sono attesi effetti di amplificazione stratigrafica in caso di sollecitazione sismica.

Sig.ra Rabotti Deanna	Relazione di fattibilità geologica, geotecnica e sismica.	Variante 16 al RUE del Comune di Casina, Località Leguigno. Modifica con ampliamento del lotto residenziale di completamento del previgente PRG n°51 lasciando inalterata la capacità edificatoria allo scopo di permettere la costruzione di due residenze autonome per i proprietari delle aree alla data di adozione del RUE.
-----------------------	--	---

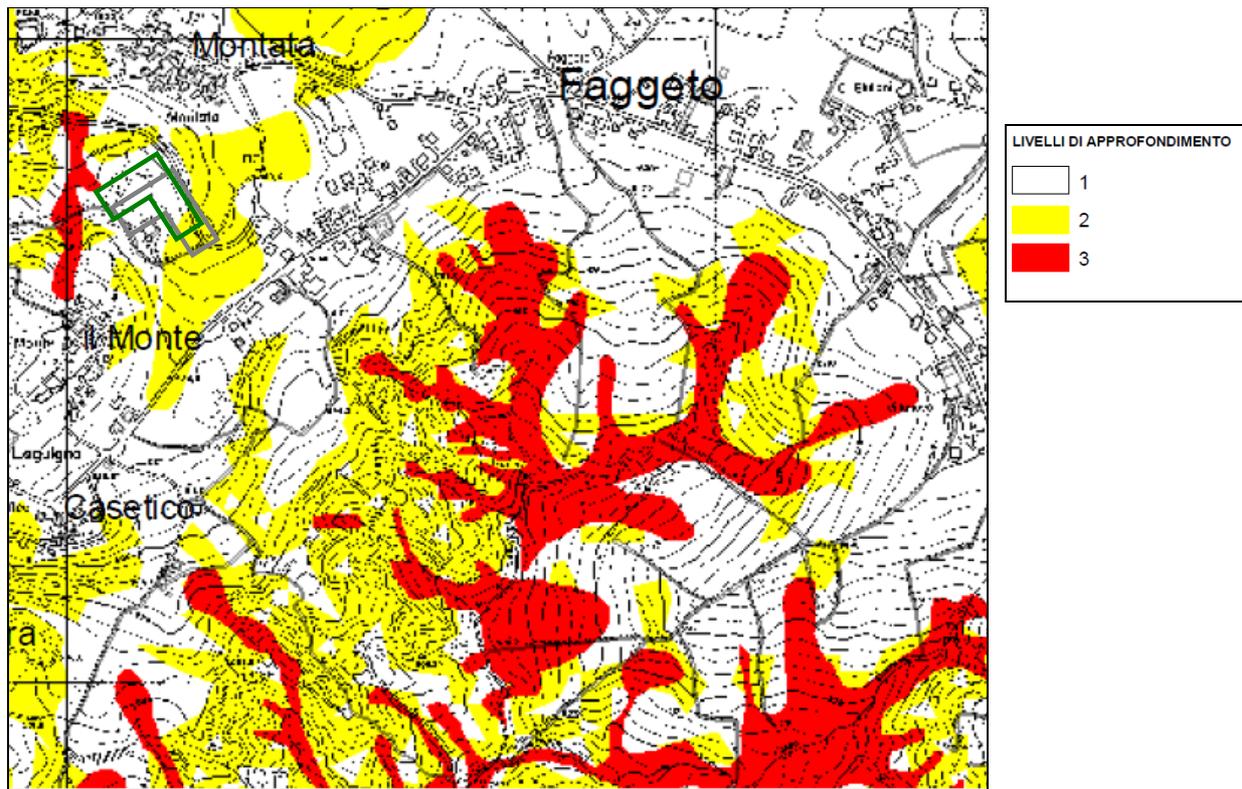
Per questi ambiti viene richiesta un approfondimento di indagine di II livello.

		EFFETTI ATTESI				
		AMPLIFICAZIONE STRATIGRAFICA	AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA	INSTABILITA' 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 218NO

Sig.ra Rabotti Deanna	Relazione di fattibilità geologica, geotecnica e sismica.	Variante 16 al RUE del Comune di Casina, Località Leguigno. Modifica con ampliamento del lotto residenziale di completamento del previgente PRG n°51 lasciando inalterata la capacità edificatoria allo scopo di permettere la costruzione di due residenze autonome per i proprietari delle aree alla data di adozione del RUE.
-----------------------	--	---



Rischio sismico: Carta dei livelli di approfondimento- PTCP - allegato P9b - sezione 218NO

ANALISI SUSCETTIBILITÀ ALLA LIQUEFAZIONE

L'analisi della sequenza litomeccanica evidenzia che i terreni, riscontrati nel primo sottosuolo, sono costituiti essenzialmente da litotipi argilloso limosi e limoso argillosi, a media consistenza, al cui interno sono presenti intercalazioni clastiche, a cui fanno seguito termini litoidi marnoso calcarei e marnoso pelitici, 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 addensamento dei litotipi litoidi risulta notevolmente elevato.

Dette caratteristiche evidenziano che i terreni che formano il primo sottosuolo non sono suscettibili a rischio di liquefazione in occasione di sollecitazione sismica.

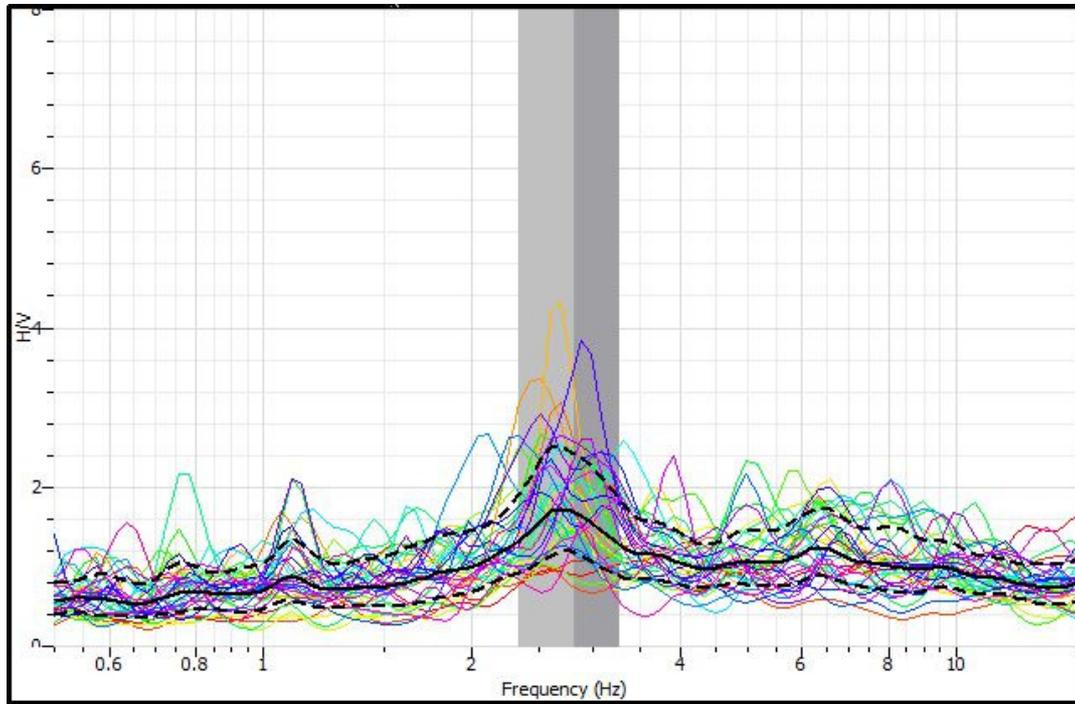
FREQUENZA PRIMARIA TERRENI DI FONDAZIONE

Nel sito oggetto d'indagine si è svolta un'acquisizione di microtremori ambientali mediante un sismometro TROMINO ad elevata dinamica (24 bits) attrezzato con geofono tridirezionale da 4,5 Hz di frequenza propria.

Le acquisizioni sono state eseguite campionando il segnale a 200 Hz per una durata di circa 25 minuti, elaborati con la tecnica HVSR (*Horizontal to Vertical Spectral Ratio* o *metodo di Nakamura*).

Sig.ra Rabotti Deanna	Relazione di fattibilità geologica, geotecnica e sismica.	Variante 16 al RUE del Comune di Casina, Località Leguigno. Modifica con ampliamento del lotto residenziale di completamento del previgente PRG n°51 lasciando inalterata la capacità edificatoria allo scopo di permettere la costruzione di due residenze autonome per i proprietari delle aree alla data di adozione del RUE.
-----------------------	--	---

L'elaborazione HVSR dei dati acquisiti ha evidenziato i risultati riportati nella figura di seguito, in cui la linea nera continua in grassetto evidenzia la media delle finestre di calcolo, mentre le linee tratteggiate rappresentano l'intervallo di confidenza al 90% rispetto alla media calcolata.



La rilevazione delle frequenze fondamentali che contraddistingue l'unità litologica depositi – marne calcaree, determinata con metodo HVSR, evidenzia un picco primario corrispondente a

$$f_0 = 2,81 \text{ Hz}$$

equivalente ad un periodo fondamentale dei litotipi:

$$t_0 = 0,356 \text{ sec}$$

In fase progettuale, si dovrà appurare che non si verifichino fenomeni di doppia risonanza, in funzione del periodo di vibrazione sopra esposto.

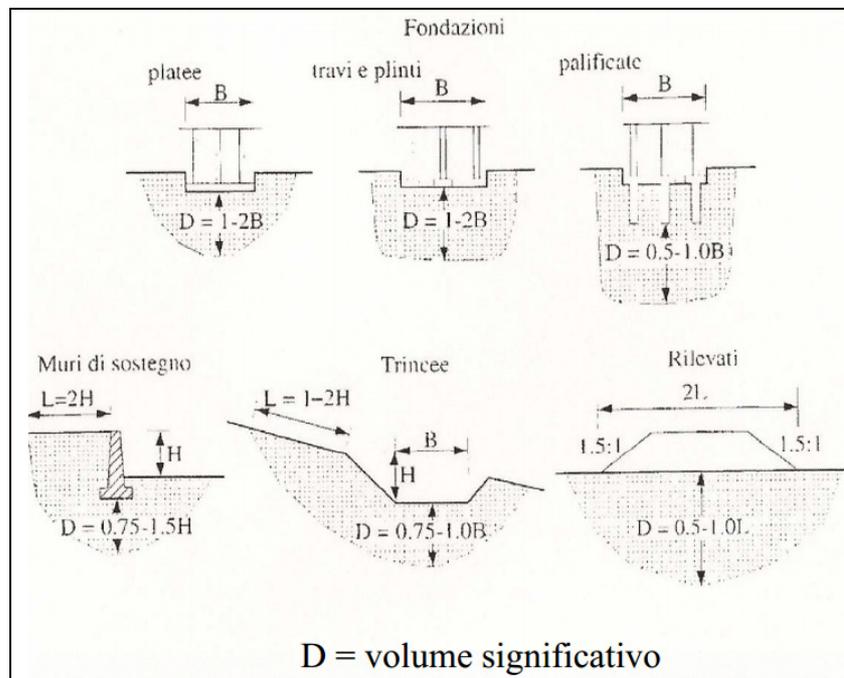
Sig.ra Rabotti Deanna	Relazione di fattibilità geologica, geotecnica e sismica.	Variante 16 al RUE del Comune di Casina, Località Leguigno. Modifica con ampliamento del lotto residenziale di completamento del previgente PRG n°51 lasciando inalterata la capacità edificatoria allo scopo di permettere la costruzione di due residenze autonome per i proprietari delle aree alla data di adozione del RUE.
-----------------------	--	---

MODELLAZIONE GEOTECNICA DEL SITO

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, si è previsto l'esecuzione di quattro verticali di indagine penetrometriche (n°3 prove dinamiche DPSH), protratte sino al rifiuto all'avanzamento; il piano di lavoro descritto, congiuntamente alle prospezioni geofisiche eseguite (uno stendimento Re.Mi - MASW e una determinazione HVSr), risponde alle richieste normative.

SUCCESSIONE GEOTECNICA - ANALISI GEOMECCANICA DEI TERRENI

L'analisi geomeccanica dei dati ottenuti dalle prove penetrometriche dinamiche, invece, è stata eseguita sia trasformando il numero di colpi N in valori di resistenza alla punta dinamica, q_d , che in

Sig.ra Rabotti Deanna	Relazione di fattibilità geologica, geotecnica e sismica.	Variante 16 al RUE del Comune di Casina, Località Leguigno. Modifica con ampliamento del lotto residenziale di completamento del previgente PRG n°51 lasciando inalterata la capacità edificatoria allo scopo di permettere la costruzione di due residenze autonome per i proprietari delle aree alla data di adozione del RUE.
-----------------------	--	---

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 é effettuato mediante la relazione energetica degli olandesi:

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

dove:

- qd = 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 N₂₀ 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 Stround & 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 Meyerohf 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. 14/01/2008 (si veda allegato "Analisi statistica dati penetrometrici"), ricavando i valori caratteristici del numero di colpi N₂₀ per ognuna delle unità individuate e quindi estrapolando i parametri geotecnici di seguito evidenziati.

Successione geotecnica

Unità geotecnica	Parametri geognostici caratteristici	Parametri geotecnici caratteristici
Orizzonte alterato superficiale: da p.c. a - 1,5 ÷ - 4,0 m p.c. Termini argilloso limoso sabbiosi a bassa consistenza meccanica, sensibilmente alterati e decompressi.	N _{20k} = 0,18 N _{SPT k} = 0,27	φ' _k = 16° c' _k = 0,04 kgf/cm ² c _{uk} = 0,25 kgf/cm ² γ _{nk} = 0,00185 kgf/cm ³ E _{dk} = 25 kgf/cm ² ν _k = 0,40 k _k = 0,52 kgf/cm ²
UGT1. Da - 1,5 ÷ - 4,0 a - 6,5 ÷ - 7,0 m p.c. Termini argilloso limosi a argilloso limoso sabbiosi, con rare inclusioni clastiche, a grado di consistenza medio.	N _{20k} = 4,94 N _{SPT k} = 7,41	φ' _k = 23° c' _k = 0,07 kgf/cm ² c _{uk} = 0,45 kgf/cm ² γ _{nk} = 0,00192 kgf/cm ³ E _{dk} = 54 kgf/cm ² ν _k = 0,38 k _k = 1,28 kgf/cm ²

Sig.ra Rabotti Deanna	Relazione di fattibilità geologica, geotecnica e sismica.	Variante 16 al RUE del Comune di Casina, Località Leguigno. Modifica con ampliamento del lotto residenziale di completamento del previgente PRG n°51 lasciando inalterata la capacità edificatoria allo scopo di permettere la costruzione di due residenze autonome per i proprietari delle aree alla data di adozione del RUE.
-----------------------	--	---

UGT2 Da - 6,5 ÷ - 7,0 m a - 10,0 ÷ - 12,0 m p.c. Termini a medio elevato grado di consistenza, costituiti prevalentemente da marne pelitiche.	$N_{20k} = 14,50$ $N_{SPTk} = 24,34$	$\phi'_k = 27^\circ$ $c'_k = 0,15 \text{ kgf/cm}^2$ $c_{uk} = 0,90 \text{ kgf/cm}^2$ $\gamma_{nk} = 0,00197 \text{ kgf/cm}^3$ $E_{dk} = 132 \text{ kgf/cm}^2$ $\nu_k = 0,38$ $k_k = 3,13 \text{ kgf/cm}^2$
UGT3 Oltre a - 10,0 ÷ - 12,0 m p.c. Corpo roccioso alterato e decompresso costituito da marne pelitiche estremamente fratturate alternate ad orizzonti calcareo marnosi consistenti; orizzonte regolitico di passaggio al substrato roccioso compatto, ivi ascrivibile alla Formazione di Monte Cassio (MCS).	$N_{20k} = 21,67$ $N_{SPTk} = 26,28$	$\phi'_k = 32^\circ$ $c'_{k\text{ammasso}} = 0,40 \text{ kgf/cm}^2$ $c_{uk\text{ammasso}} = 1,57 \text{ kgf/cm}^2$ $\gamma_{nk} = 0,00205 \text{ kgf/cm}^3$ $E_{dk} = 200 \text{ kgf/cm}^2$ $\nu_k = 0,32$ $k_k = 6,21 \text{ kgf/cm}^2$

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; ν = modulo di Poisson; k = modulo di reazione; c'_{disc} = coesione drenata sulla discontinuità; $c_{u, disc}$ = coesione non drenata sulla discontinuità; $c'_{ammasso}$ = coesione drenata ammasso; $c_{u, ammasso}$ = 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 - 1,5 m sino a - 10 m p.c., pari a:

$$k = 0,91 \text{ kgf/cm}^2.$$

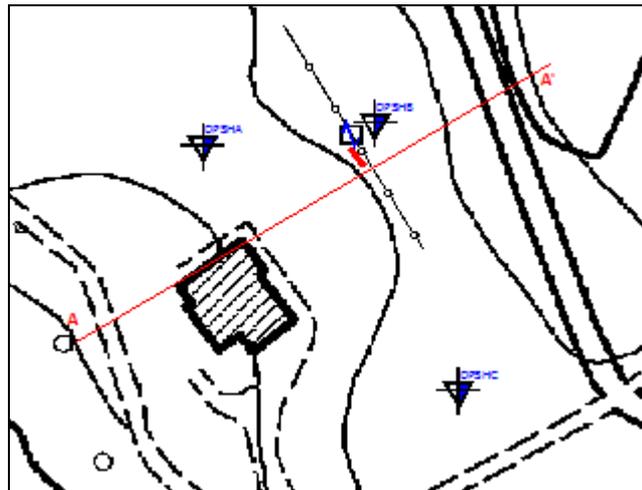
Si precisa che tale valore, come quelli relativi ai singoli orizzonti è da ritenersi indicativo e rappresenta un valore generale per la serie litomeccanica in quanto, come ben noto, detto coefficiente risulta funzione della geometria fondale.

VERIFICA DI STABILITÀ DEL COMPARTO DI VERSANTE IN ANALISI

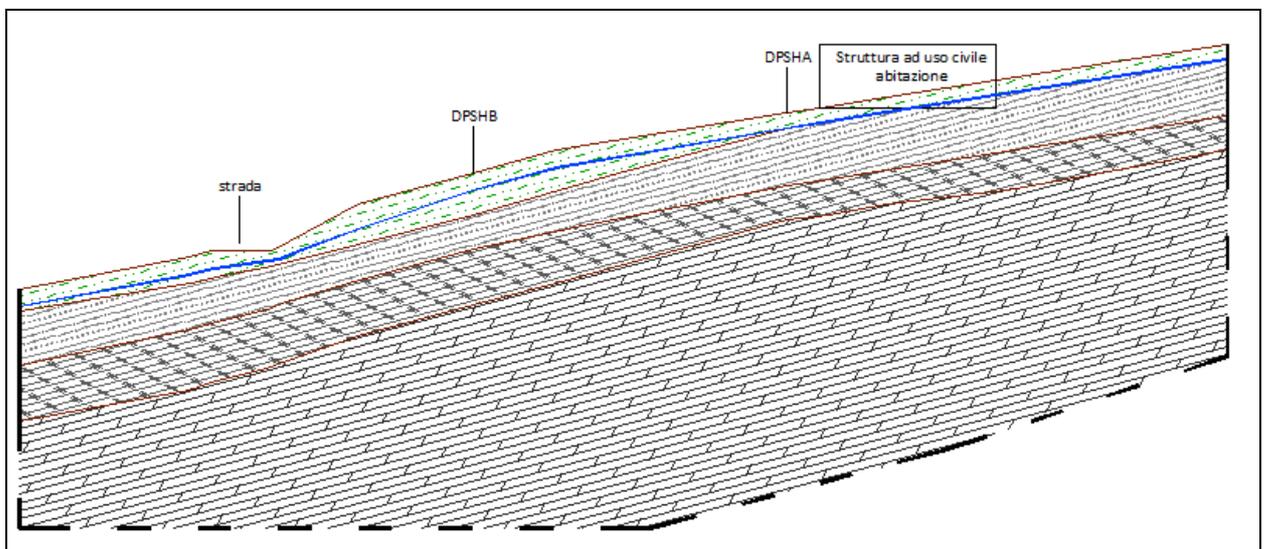
Le verifiche di stabilità si sono svolte mediante l'utilizzo del programma AZTEC STAP 11, con il metodo di Sarma (1973), che ricerca il valore critico della stabilità del pendio, in riferimento ad un'accelerazione orizzontale uniforme oltre la quale si verifica la rottura ed il conseguente cedimento del versante.

Le superfici di potenziale scivolamento, sono state identificate alle fasce di passaggio tra i litotipi meno addensati e quelli più consistenti, ricercando le condizioni di potenziale instabilità; dette superficie sono state definite in relazione alla geometria del versante, alle evidenze geomorfologiche da rilevamento diretto e alle indagini geognostiche e geofisiche effettuate. Di seguito si riporta una sezione del comparto di versante analizzato e la traccia sulla quale sono state svolte le verifiche di stabilità.

Sig.ra Rabotti Deanna	Relazione di fattibilità geologica, geotecnica e sismica.	Variante 16 al RUE del Comune di Casina, Località Leguigno. Modifica con ampliamento del lotto residenziale di completamento del previgente PRG n°51 lasciando inalterata la capacità edificatoria allo scopo di permettere la costruzione di due residenze autonome per i proprietari delle aree alla data di adozione del RUE.
-----------------------	--	---



Traccia di sezione AA' sulla quale sono state realizzate le verifiche di stabilità.



Legenda:			
	Orizzonte detensionato		UGT2
	UGT1		UGT3 - Orizzonte regolitico di passaggio al Substrato roccioso. Formazione del Flysch di Monte Cassio (MCS).

Modellazione geotecnica del tratto di versante analizzato (figura indicativa non in scala).

Per quanto riguarda i parametri geotecnici utilizzati, si è fatto riferimento ai parametri presentati nel precedente paragrafo *“Analisi geomeccanici dei terreni”*.

Le analisi di stabilità del pendio sono state effettuate, in relazione alle evidenze di carattere geologico e geomorfologico, seguendo l’approccio A2+M2+R2 del D.M. 14/01/2008. Le verifiche sono state condotte in termini di condizioni drenate, sulla sezione più penalizzante, simulando sia la presenza di battente idrico sotterraneo, come riscontrato direttamente al momento dell’esecuzione delle indagini penetrometriche, sia la sua assenza.

Sig.ra Rabotti Deanna	Relazione di fattibilità geologica, geotecnica e sismica.	Variante 16 al RUE del Comune di Casina, Località Leguigno. Modifica con ampliamento del lotto residenziale di completamento del previgente PRG n°51 lasciando inalterata la capacità edificatoria allo scopo di permettere la costruzione di due residenze autonome per i proprietari delle aree alla data di adozione del RUE.
-----------------------	--	---

Al fine di avere un'analisi completa della stabilità del comparto di versante in analisi, è stata, infine, considerata la presenza di sollecitazione sismica, inserendo nel codice di calcolo i coefficienti desunti dall'analisi dell'azione sismica secondo NTC 2008.

In allegato sono state riportate le verifiche di stabilità eseguite nella condizione più penalizzante per la stabilità (verifiche segnalate con asterisco *).

CONDIZIONI DRENATE

	COEFFICIENTI DI SICUREZZA MINIMI		
	<u>Assenza battente idrico</u>	<u>Battente idrico rilevato</u> <u>(-1,6 m p.c.)</u>	<u>Presenza di drenaggi</u> <u>(falda - 2,5 m p.c.)</u>
Tan 1	1,27	1,06	1,20
Tan 2	1,52	1,06	1,19
Tan 3	1,82	1,27	1,37

Le simulazioni realizzate evidenziano come il comparto di versante in analisi, in relazione alle attuali condizioni al contorno; presenta nelle simulazioni che coinvolgono esclusivamente il primo sottosuolo (orizzonte decompresso e UGT1) condizioni di stabilità ma non in sicurezza (Tan1 e Tan2).

Con l'approfondirsi del piano di scivolamento (Tan3), invece, si riscontrano condizioni di stabilità in sicurezza.

Al fine di incrementare le resistenze tangenziali del primo sottosuolo, si è ipotizzato, quindi, l'aggettamento del battente idrico sotterraneo, ad una profondità pari a -2,5 m da p.c; tale condizione determina condizioni di stabilità in sicurezza per tutte le simulazioni realizzate.

CONDIZIONI NON DRENATE

Le simulazioni presentate sono state analizzate in termini di condizioni non drenate, ovvero di tensioni totali, sia in presenza che in assenza di sollecitazione sismica.

	COEFFICIENTI DI SICUREZZA MINIMI	
	<u>Assenza di sollecitazione sismica</u>	<u>Presenza di sollecitazione sismica</u>
Tan 1	1,83	1,31
Tan 2	1,53	1,15

I coefficienti di sicurezza minimi registrati evidenziano, per tutte le simulazioni effettuate, condizioni di stabilità in sicurezza.

Sig.ra Rabotti Deanna	Relazione di fattibilità geologica, geotecnica e sismica.	Variante 16 al RUE del Comune di Casina, Località Leguigno. Modifica con ampliamento del lotto residenziale di completamento del previgente PRG n°51 lasciando inalterata la capacità edificatoria allo scopo di permettere la costruzione di due residenze autonome per i proprietari delle aree alla data di adozione del RUE.
-----------------------	--	---

INDICAZIONI PRELIMINARI SU TIPOLOGIA E PIANO DI POSA FONDALE

In relazione alla presenza di una serie litologica caratterizzata da orizzonti superficiali a basso grado di consistenza, contraddistinti, inoltre, da significativa variabilità litologica laterale, si consiglia l'utilizzo di fondazioni profonde.

In funzione delle peculiarità litologiche e geomeccaniche dei terreni presenti nel primo sottosuolo, le opere prescelte dovranno raggiungere le seguenti profondità:

pali perforati: -9 ÷ -10 m dal piano campagna attuale

Le caratteristiche tipologiche e geometriche delle opere di fondazione saranno comunque da verificarsi con maggior grado dettaglio, nel contesto delle eventuali progettazioni esecutive e della stessa esecuzione; saranno infatti da valutare, tra gli altri, i seguenti aspetti geotecnici salienti:

- Tecnica e diametro di perforazione;
- Profondità dettagliata ed elementi costitutivi della opere di fondazione;
- Portate nominali e caratteristiche delle singole verticali d'indagine e capacità resistente del sistema terreno-fondazioni profonde;
- Valutazione dei fenomeni di consolidazione dei singoli elementi di fondazione e delle strutture fondali nel loro complesso.

L'utilizzo eventuale di fondazioni dirette dovrà essere valutato da uno studio geotecnico di elevato grado di approfondimento, redatto esclusivamente a seguito di una nuova e dettagliata campagna d'indagine geognostica, finalizzata ad una ricostruzione di dettaglio del modello geologico del primo sottosuolo.

Dette strutture fondali saranno vincolate, comunque, all'esecuzione di un sistema drenante, in grado di raccogliere e veicolare le acque di superficie e quelle di profondità sino ad almeno – 2,5 m da p.c.

VERIFICA ALLE TENSIONI AMMISSIBILI (paragrafo a scopo puramente indicativo)

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.

Meritano di essere sottolineati i seguenti aspetti:

- 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 mediamente

Sig.ra Rabotti Deanna	Relazione di fattibilità geologica, geotecnica e sismica.	Variante 16 al RUE del Comune di Casina, Località Leguigno. Modifica con ampliamento del lotto residenziale di completamento del previgente PRG n°51 lasciando inalterata la capacità edificatoria allo scopo di permettere la costruzione di due residenze autonome per i proprietari delle aree alla data di adozione del RUE.
-----------------------	--	---

correlazioni empiriche, ben note in letteratura, e dall'analisi comparativa di prove di laboratorio eseguite su campioni indisturbati prelevati su terreni ascrivibili al medesimo 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.

Sig.ra Rabotti Deanna	Relazione di fattibilità geologica, geotecnica e sismica.	Variante 16 al RUE del Comune di Casina, Località Leguigno. Modifica con ampliamento del lotto residenziale di completamento del previgente PRG n°51 lasciando inalterata la capacità edificatoria allo scopo di permettere la costruzione di due residenze autonome per i proprietari delle aree alla data di adozione del RUE.
-----------------------	--	---

CONCLUSIONI

Nell'ambito progettuale relativo agli studi di fattibilità geologico geotecnica e sismica a corredo della richiesta di variante allo strumento programmatico territoriale di RUE del Comune di Casina (RE), di un'area ubicata in località Leguigno, si è prodotto il rapporto tecnico di seguito illustrato.

Le analisi, svolte su commissione della **Sig.ra Deanna Rabotti**, hanno consentito di individuare i caratteri geologici, geomorfologici, idrogeologici e geomeccanici e sismici dei terreni formanti il primo sottosuolo e quindi di effettuare la valutazione delle condizioni di fattibilità geologico tecnica e sismica dell'area in oggetto.

RELAZIONE GEOLOGICA – CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL SITO

Inquadramenti territoriali generali

La zona in esame è ubicata nel comparto sud occidentale del Comune di Casina, in località Leguigno. Dal punto di vista morfologico il sito si colloca in corrispondenza del comparto mediano di un versante mediamente acclive e declinante verso est, con quote topografiche comprese circa tra 605 e 610 m s.l.m. Il toponimo di riferimento è Montata.

I terreni del sottosuolo dell'area in esame sono ascrivibili all'unità **MCS** (Flysch di Monte Cassio), costituita da marne calcaree grigio giallastre con base di areniti calcilitiche, in strati spessi e banchi, intercalati da livelli pelitici. L'area presenta l'affioramento di depositi eluvio colluviali riconducibili a processi di ambiente crionivale, attribuibili al Wurm.

Modello geologico

I diagrammi penetrometrici hanno evidenziato un orizzonte superficiale alterato e decompresso, costituito da termini argilloso limoso sabbiosi, presentante variazioni laterali, piuttosto significative. In corrispondenza di DPSHA e DPSHC lo spessore medio è circa pari a $1,4 \div 1,6$ m mentre sulla verticale DPSHB, la sua potenza metrica è di quattro metri; in questo caso, inoltre, si segnala la presenza di rare inclusioni clastiche a medio grado di consistenza meccanica. Oltrepassata detta unità, si riscontra la presenza di termini prevalentemente argilloso limosi, mediamente consistenti.

A partire da $-6,4 \div -6,6$ m da p.c. si riscontra il passaggio a termini litoidi a medio elevato grado di consistenza, attribuibili alla porzione sommitale e profondamente alterata del substrato geologico, ivi rappresentato dalla Formazione del Flysch di Monte Cassio (MCS).

Idrogeologia

L'area è caratterizzata dalla presenza di coperture argilloso limoso sabbiose, inglobanti clasti litici, a grado di permeabilità medio basso alle quali soggiacciono litotipi prevalentemente calcarei e marnosi,

Sig.ra Rabotti Deanna	Relazione di fattibilità geologica, geotecnica e sismica.	Variante 16 al RUE del Comune di Casina, Località Leguigno. Modifica con ampliamento del lotto residenziale di completamento del previgente PRG n°51 lasciando inalterata la capacità edificatoria allo scopo di permettere la costruzione di due residenze autonome per i proprietari delle aree alla data di adozione del RUE.
-----------------------	--	---

con sottili intercalazioni pelitiche arenitiche, a permeabilità secondaria, per fratturazione, di grado medio elevato.

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

DPSH1	Foro vuoto
DPSH2	Battente idrico sotterraneo a -1,60 m p.c
DPSH3	Battente idrico sotterraneo a -1,50 m p.c

In corrispondenza del comparto di valle dell'ambito oggetto di studio si evidenzia una sensibile saturazione del primo sottosuolo.

Pericolosità geologica, geomorfologica ed idraulica

L'area di studio non presenta fenomeni gravitativi in atto, né indizi di detensionamento o particolare alterazione. Si evidenzia, però, significativa saturazione del pendio e la presenza di termini eluvio-colluviali a medio-basso grado di consistenza.

In fase esecutiva, sarà necessario provvedere allo studio di dettaglio delle caratteristiche geotecniche e idrogeologiche dell'area in oggetto, con la messa in posa di idonei sistemi di incremento delle condizioni generali di stabilità e strutture fondali in grado di garantire una sicura verifica globale dell'insieme terreno-struttura.

RISPOSTA SISMICA LOCALE – PERICOLOSITA' SISMICA

Determinazione dell'azione sismica

La determinazione della categoria del suolo di fondazione dell'area in esame, secondo i dettami della D.A.L. 112/2007, si è attuata l'esecuzione di uno stendimento sismico integrato Re.Mi. - MASW; dai valori ottenuti, il sottosuolo di fondazione corrisponde a:

Categoria B: *Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $NSPT_{,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $cu_{,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).*

L'analisi di microzonazione sismica ha permesso di ricavare le azioni di progetto relative al sito in esame, i fattori di amplificazione litologica e topografica ed i coefficienti di accelerazione sismica propri del terreno di fondazione.

F.A. PGA	1,9
F.A. IS 0,1 s < T < 0,5 s	1,8
F.A. IS 0,5 s < T < 1 s	1,4 ÷ 1,5

per un valore dell'accelerazione al suolo di riferimento pari a:

Sig.ra Rabotti Deanna	Relazione di fattibilità geologica, geotecnica e sismica.	Variante 16 al RUE del Comune di Casina, Località Leguigno. Modifica con ampliamento del lotto residenziale di completamento del previgente PRG n°51 lasciando inalterata la capacità edificatoria allo scopo di permettere la costruzione di due residenze autonome per i proprietari delle aree alla data di adozione del RUE.
-----------------------	--	---

$$a_g = 0,158 \text{ g}$$

Le caratteristiche litotecniche dei materiali rilevati evidenziano, inoltre, che i terreni che formano il primo sottosuolo non sono suscettibili a rischio di liquefazione in occasione di sollecitazione sismica.

La rilevazione delle frequenze fondamentali che contraddistingue l'unità litologica depositi – marne calcaree, determinata con metodo HVSR, evidenzia un picco primario corrispondente a: $f_0 = 2,81 \text{ Hz}$, equivalente ad un periodo fondamentale dei litotipi: $t_0 = 0,356 \text{ sec}$.

MODELLO GEOTECNICO

Modellazione geologico geotecnica del sottosuolo

Allo scopo di determinare le caratteristiche fisico meccaniche del sottosuolo, sono state eseguite tre prove penetrometriche dinamiche super pesanti DPSH, utilizzando un penetrometro statico-dinamico, mod. Pagani Tg63-200, che hanno permesso la seguente ricostruzione litomeccanica del sottosuolo.

Unità geotecnica	Parametri geognostici caratteristici	Parametri geotecnici caratteristici
Orizzonte rimaneggiato superficiale: da p.c. a - 1,5 ÷ - 4,0 m p.c. Termini argilloso limoso sabbiosi a bassa consistenza meccanica, sensibilmente alterati e decompressi. Unità non idonea al piano di posa fondale	$N_{20k} = 0,18$ $N_{SPT k} = 0,27$	$\phi'_k = 16^\circ$ $c'_k = 0,04 \text{ kgf/cmq}$ $c_{uk} = 0,25 \text{ kgf/cmq}$ $\gamma_{nk} = 0,00185 \text{ kgf/cm}$ $E_{dk} = 25 \text{ kgf/cm}$ $v_k = 0,40$ $k_k = 0,52 \text{ kgf/cm}$
UGT1. Da - 1,5 ÷ - 4,0 a - 6,5 ÷ - 7,0 m p.c. Termini argilloso limosi a argilloso limoso sabbiosi, con rare inclusioni clastiche, a grado di consistenza medio.	$N_{20k} = 4,94$ $N_{SPT k} = 7,41$	$\phi'_k = 23^\circ$ $c'_k = 0,07 \text{ kgf/cm}$ $c_{uk} = 0,45 \text{ kgf/cm}$ $\gamma_{nk} = 0,00192 \text{ kgf/cm}$ $E_{dk} = 54 \text{ kgf/cm}$ $v_k = 0,38$ $k_k = 1,28 \text{ kgf/cm}$
UGT2 Da - 6,5 ÷ - 7,0 m a - 10,0 ÷ - 12,0 m p.c. Termini a medio elevato grado di consistenza, costituiti prevalentemente da marne pelitiche.	$N_{20k} = 14,50$ $N_{SPT k} = 24,34$	$\phi'_k = 27^\circ$ $c'_k = 0,15 \text{ kgf/cm}$ $c_{uk} = 0,90 \text{ kgf/cm}$ $\gamma_{nk} = 0,00197 \text{ kgf/cm}$ $E_{dk} = 132 \text{ kgf/cm}$ $v_k = 0,38$ $k_k = 3,13 \text{ kgf/cm}$
UGT3 Oltre a - 10,0 ÷ - 12,0 m p.c. Corpo roccioso alterato e decompresso costituito da marne pelitiche estremamente fratturate alternate ad orizzonti calcareo marnosi consistenti; orizzonte regolitico di passaggio al substrato roccioso compatto, ivi ascrivibile alla Formazione di Monte Cassio (MCS).	$N_{20k} = 21,67$ $N_{SPT k} = 26,28$	$\phi'_k = 32^\circ$ $c'_{k\text{ammasso}} = 0,40 \text{ kgf/cm}$ $c_{u\text{ammasso}} = 1,57 \text{ kgf/cm}$ $\gamma_{nk} = 0,00205 \text{ kgf/cm}$ $E_{dk} = 200 \text{ kgf/cm}$ $v_k = 0,32$ $k_k = 6,21 \text{ kgf/cm}$

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; v = modulo di Poisson; k = modulo di reazione; D_r = densità relativa, c'_{disc} = coesione drenata sulla discontinuità; $c_{u, disc}$ = coesione non drenata sulla discontinuità; $c'_{ammasso}$ = coesione drenata ammasso; $c_{u, ammasso}$ = coesione non drenata ammasso.

Sig.ra Rabotti Deanna	Relazione di fattibilità geologica, geotecnica e sismica.	Variante 16 al RUE del Comune di Casina, Località Leguigno. Modifica con ampliamento del lotto residenziale di completamento del previgente PRG n°51 lasciando inalterata la capacità edificatoria allo scopo di permettere la costruzione di due residenze autonome per i proprietari delle aree alla data di adozione del RUE.
-----------------------	--	---

Verifica di stabilità del comparto di versante in analisi

Le simulazioni realizzate evidenziano come il comparto di versante in analisi, in relazione alle attuali condizioni al contorno: presenta nelle simulazioni che coinvolgono esclusivamente il primo sottosuolo (orizzonte decompresso e UGT1) condizioni di stabilità ma non in sicurezza (Tan1 e Tan2).

Con l'approfondirsi del piano di scivolamento, invece, si riscontrano condizioni di stabilità in sicurezza.

Al fine di incrementare le resistenze tangenziali del primo sottosuolo, si è ipotizzato, quindi, l'aggotamento del battente idrico sotterraneo, ad una profondità pari a -2,5 m da p.c; tale condizione determina condizioni di stabilità in sicurezza per tutte le simulazioni realizzate.

Indicazioni preliminari sulla tipologia e geometria fondale

In relazione alla presenza di una serie litologica caratterizzata da scarsissimo grado di consistenza e da significativa variabilità litologica laterale, si consiglia l'utilizzo di fondazioni profonde quali pali perforati con asportazione di terreno. In funzione delle peculiarità litologiche e geomeccaniche dei terreni presenti nel primo sottosuolo, le opere prescelte dovranno raggiungere le seguenti profondità:

pali perforati: -9 ÷ -10 m dal piano campagna attuale

Le caratteristiche tipologiche e geometriche delle opere di fondazione saranno comunque da verificarsi con maggior grado dettaglio, nel contesto delle eventuali progettazioni esecutive e della stessa esecuzione; saranno infatti da valutare, tra gli altri, i seguenti aspetti geotecnici salienti:

- Tecnica e diametro di perforazione;
- Profondità dettagliata ed elementi costitutivi della opere di fondazione;
- Portate nominali e caratteristiche delle singole verticali d'indagine e capacità resistente del sistema terreno-fondazioni profonde;
- Valutazione dei fenomeni di consolidazione dei singoli elementi di fondazione e delle strutture fondali nel loro complesso.

L'utilizzo eventuale di fondazioni dirette dovrà essere valutato da uno studio geotecnico di elevato grado di approfondimento, redatto esclusivamente a seguito di una nuova e dettagliata campagna d'indagine geognostica, finalizzata ad una ricostruzione di dettaglio del modello geologico del primo sottosuolo.

Dette strutture fondali saranno vincolate, comunque, all'esecuzione di un sistema drenante, in grado di raccogliere e veicolare le acque di superficie e quelle di profondità sino ad almeno – 2,5 m da p.c.

FATTIBILITA' GEOLOGICO GEOTECNICA E SISMICA DELL'AREA

Dato il tipo di variabilità laterale e verticale sia delle peculiarità granulometriche dei litotipi che costituiscono il primo sottosuolo e del diverso grado di compressibilità degli stessi, ed in relazione alla

Sig.ra Rabotti Deanna	Relazione di fattibilità geologica, geotecnica e sismica.	Variante 16 al RUE del Comune di Casina, Località Leguigno. Modifica con ampliamento del lotto residenziale di completamento del previgente PRG n°51 lasciando inalterata la capacità edificatoria allo scopo di permettere la costruzione di due residenze autonome per i proprietari delle aree alla data di adozione del RUE.
-----------------------	--	---

definizione del piano di posa delle fondazioni e all'area di impronta dei fabbricati, *in fase di progetto esecutivo, dovranno necessariamente essere eseguite analisi integrative a quelle effettuate.*

Detti studi, sinergicamente alla conoscenza delle caratteristiche e dei carichi progettuali, potranno consentire la determinazione delle tipologie e geometrie fondali e il calcolo della capacità resistente del terreno agli stati limite ultimi ai piani di posa prescelti, sia in assenza di sisma (SLU) che in presenza dello stesso (SLV).

In fase progettuale, inoltre, in relazione alle reali tensioni applicate al suolo e alla migliore determinazione delle geometrie fondali, sarà necessario provvedere alla verifica dettagliata dei valori dei cedimenti e alla corretta scelta delle dimensioni fondali da adottare, al fine di ottenere cedimenti differenziali, cedimenti post sismici e valori di distorsione angolare rientranti nell'ambito della tollerabilità.

Come evidenziato dalle verifiche di stabilità effettuate, l'area presenta condizioni superficiali di stabilità ma non in sicurezza con diffusa saturazione del pendio; ne consegue che sono da realizzare idonei ed adeguati sistemi di regimazione delle acque di ruscellamento e si dovranno determinare, con maggior grado di dettaglio, le condizioni di stabilità dell'area dell'insieme terreno-struttura, ed eventualmente, indicare le opere di ingegneria naturalistica o classica da realizzarsi nel comparto analizzato

Si consiglia, inoltre, la realizzazione di sistemi drenanti in grado di intercettare e veicolare le acque infiltratesi nel sottosuolo sino a – 2,5 m p.c.

Dal punto di vista sismico, l'area risulta contraddistinta da terreni di categoria B; in relazione alla verticale litosismica determinata, sarà necessario definire, con maggior grado di dettaglio, il valore di VsH del sottosuolo e la profondità del contrasto di impedenza, al fine di determinare accuratamente il coefficiente di amplificazione stratigrafico; inoltre, si dovrà provvedere ad un'analisi di III livello per quanto riguarda il calcolo del coefficiente di amplificazione topografico, visto l'adiacenza dell'area ad un pendio a medio elevata acclività.

In relazione a quanto presentato nel seguente documento, agli studi e alle analisi eseguite, ricevendo le prescrizioni indicate, il sito evidenzia caratteristiche di idonea fattibilità geologico tecnica e sismica per l'uso dello stesso ai fini progettuali.

Quattro Castella, Gennaio 2016

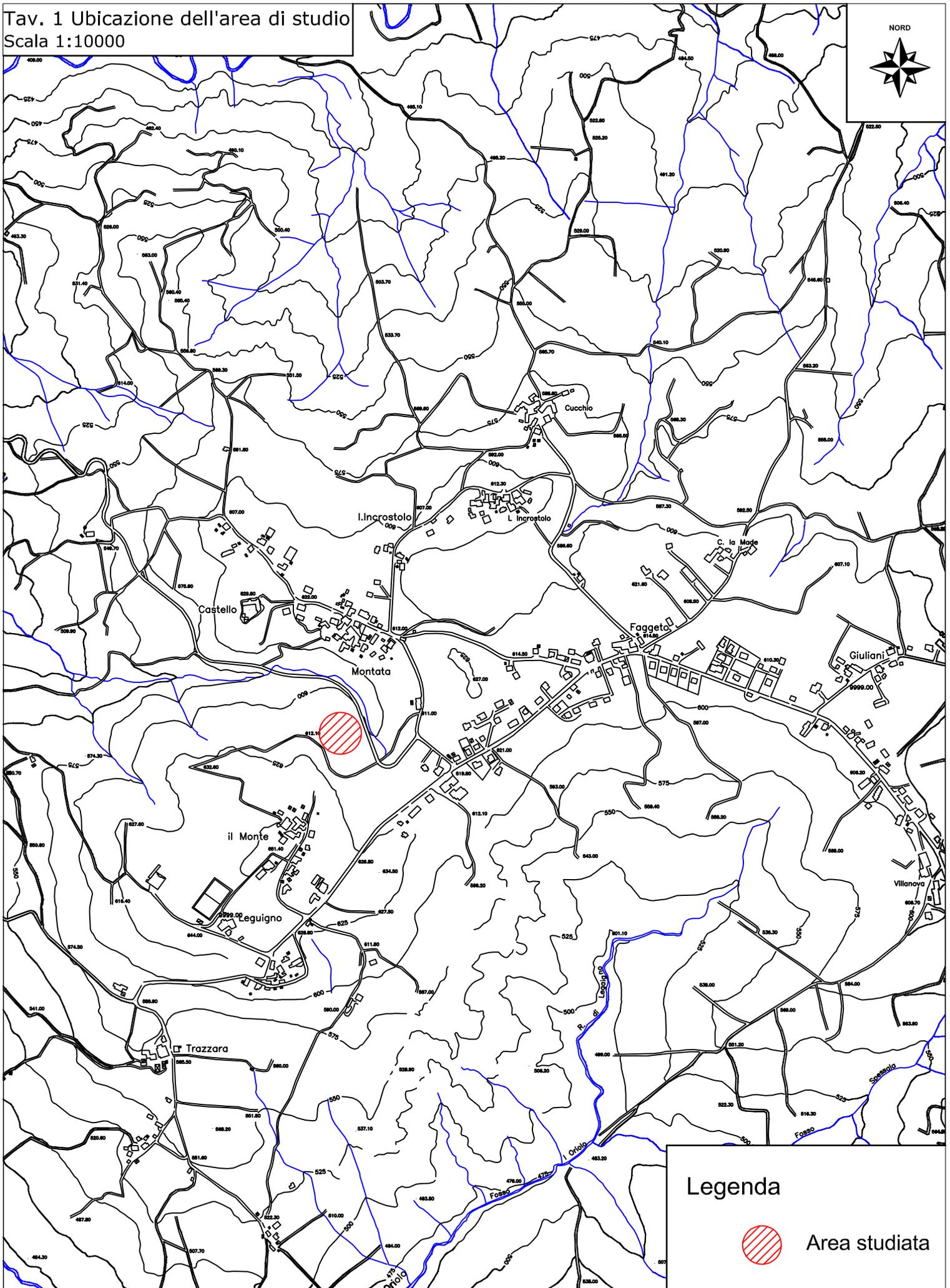
Dott. Geol. Paolo Beretti

Sig.ra Rabotti Deanna	Relazione di fattibilità geologica, geotecnica e sismica.	Variante 16 al RUE del Comune di Casina, Località Leguigno. Modifica con ampliamento del lotto residenziale di completamento del previgente PRG n°51 lasciando inalterata la capacità edificatoria allo scopo di permettere la costruzione di due residenze autonome per i proprietari delle aree alla data di adozione del RUE.
-----------------------	--	---

ALLEGATI

- Tav. 1. Ubicazione dell'area.
- Tav. 2. Variante al RUE.
- Tav. 3. Carta del dissesto.
- Tav. 4 Carta geologica.
- Tav. 5 Ubicazioni indagini.
- Tav.6 Microzonazione sismica.
- Tav.7 Sezione geologico geotecnica del comparto di versante in analisi
- Prospezione integrata Re.Mi. – M.A.S.W.
- Prove penetrometriche dinamiche super pesanti DPSH.
- Analisi statistica prove penetrometriche dinamiche super pesanti DPSH.
- Verifiche di stabilità.
- Rapporto fotografico.

Tav. 1 Ubicazione dell'area di studio
Scala 1:10000



Legenda



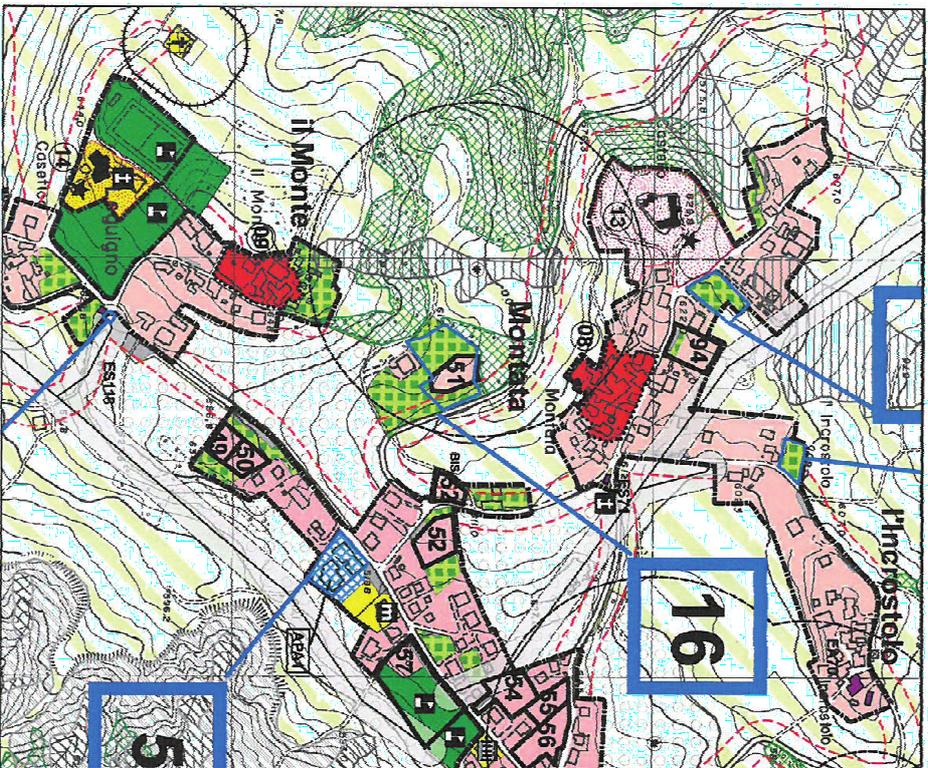
Area studiata

TAV.2 Variante al RUE



NORD

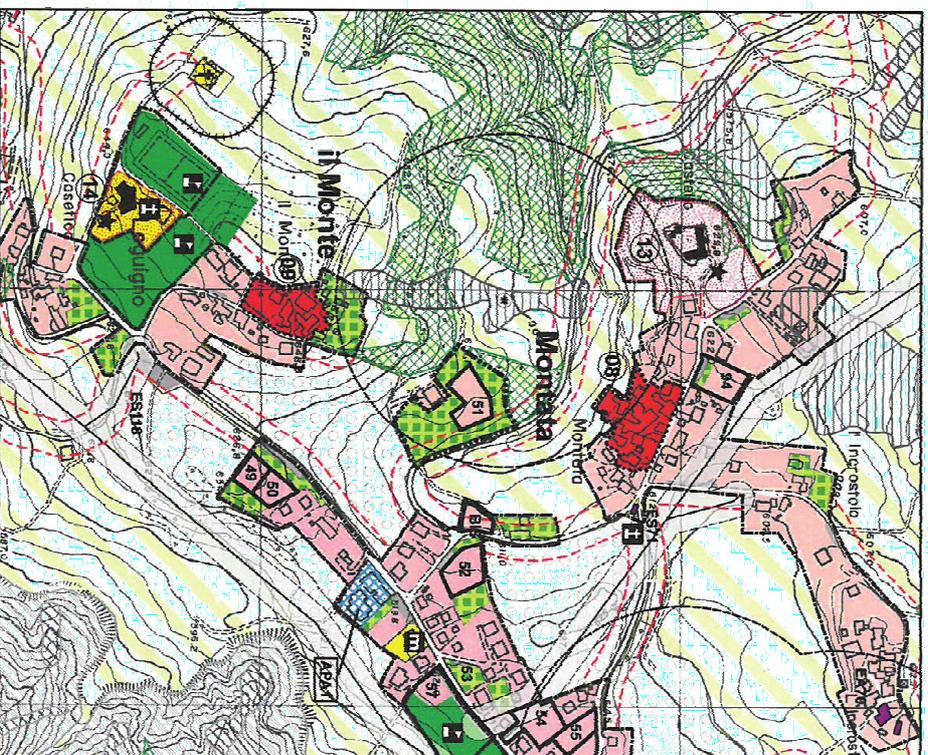
RUE - VARIANTE 16



STALCIO TAVV. P3-P4 PIANIFICAZIONE DEL TERRITORIO RUE VIGENTE - scala 1/5.000

VARIANTE 16. Località Legugno (Montata) -

Modifica in ampliamento (da mq 1700 a mq 2300) del disegno del lotto 51 con potenzialità edificatoria di mc 900 corrispondenti a mq 333 di SU in modo da consentire la costruzione di due residenze autonome per i proprietari delle aree alla data di adozione del RUE. La modifica interessa le Tavv P.3.2 e P.4.4 di RUE. Nessuna variazione quantitativa del territorio urbanizzato e di potenzialità edificatoria.



STALCIO TAVV. P3-P4 PIANIFICAZIONE DEL TERRITORIO RUE MODIFICATO - scala 1/5.000

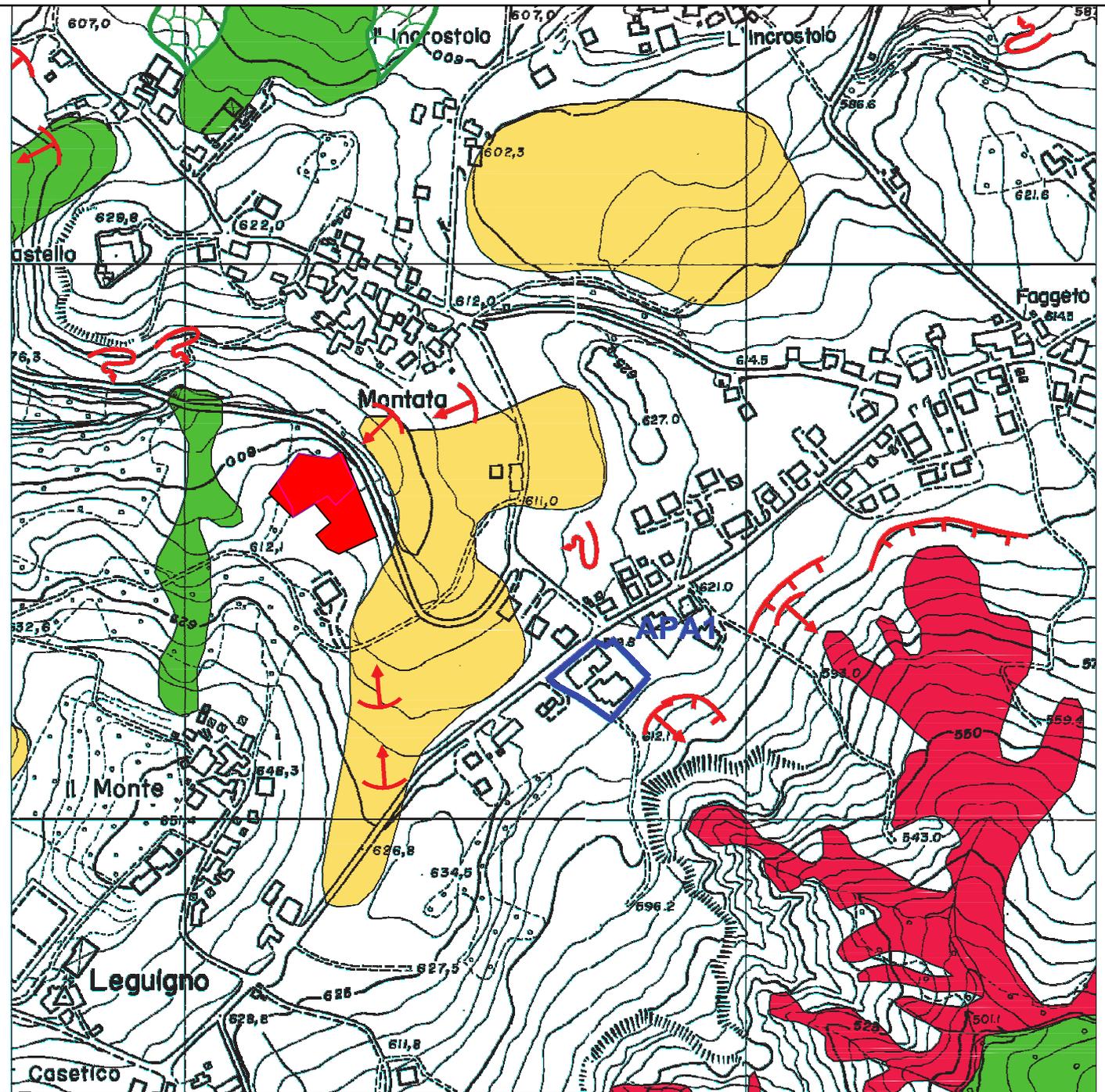
Modifica in ampliamento (da mq 1700 a mq 2300) del disegno del lotto 51 con potenzialità edificatoria di mc 900 corrispondenti a mq 333 di SU in modo da consentire la costruzione di due residenze autonome per i proprietari delle aree alla data di adozione del RUE. La modifica interessa le Tavv P.3.2 e P.4.4 di RUE. Nessuna variazione quantitativa del territorio urbanizzato e di potenzialità edificatoria.

TAV.3 Carta del dissesto

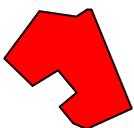
(da carta del dissesto a corredo della scheda normativa APA1-PSC)

scala 1:5000

NORD



LEGENDA



Area soggetta a richiesta di variante

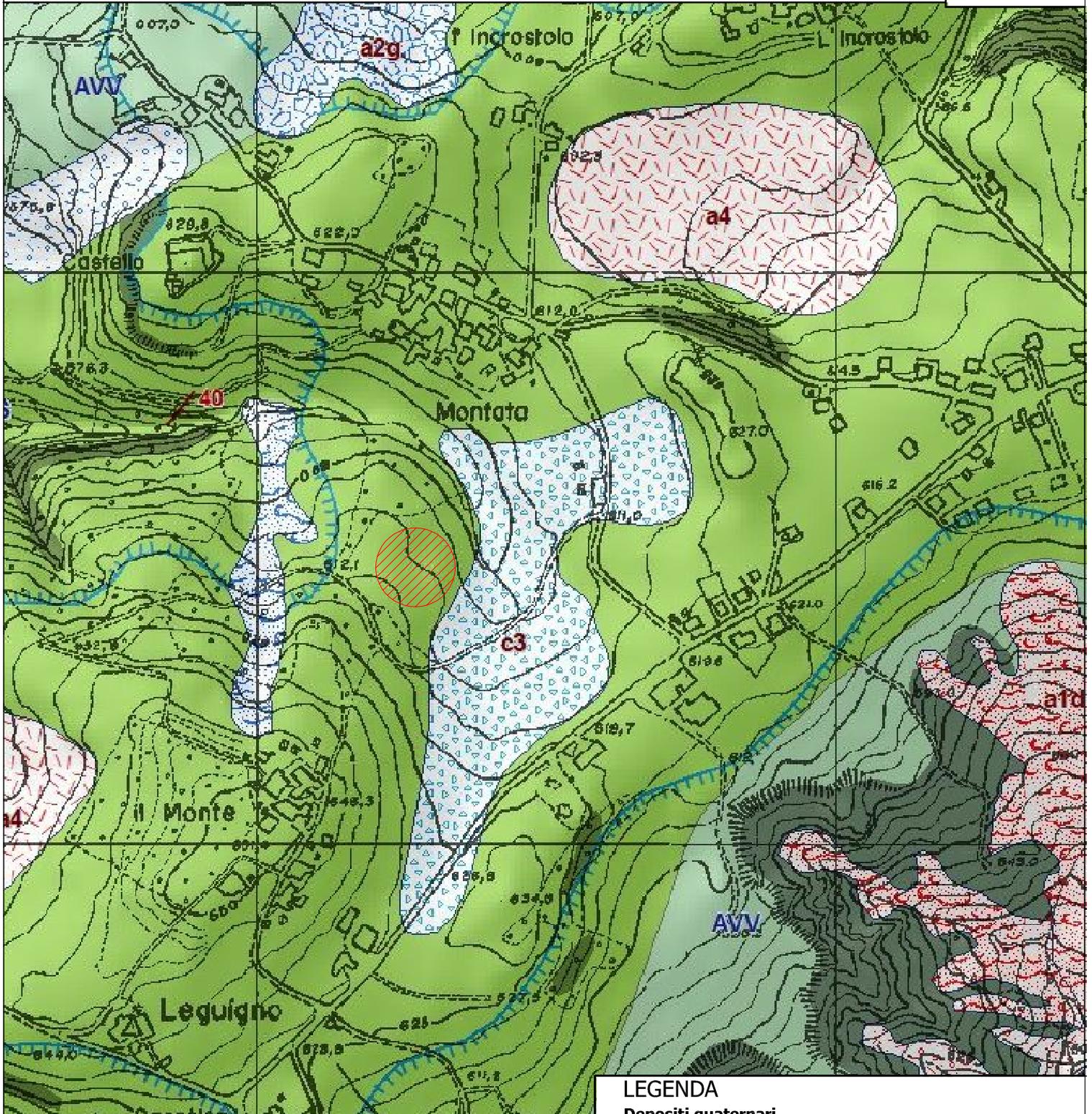


Area APA1 PSC vigente

Tav.4 - Carta geologica regionale

Scala 1:5000

NORD



LEGENDA

Depositi quaternari

a1d Deposito di frana attiva per colamento lento

c Deposito glaciale e periglaciale

a4 Deposito eluvio - colluviale

Dominio Liguri

MCS Flysch Monte Cassio

AVV Argille Vari colori di Cassio

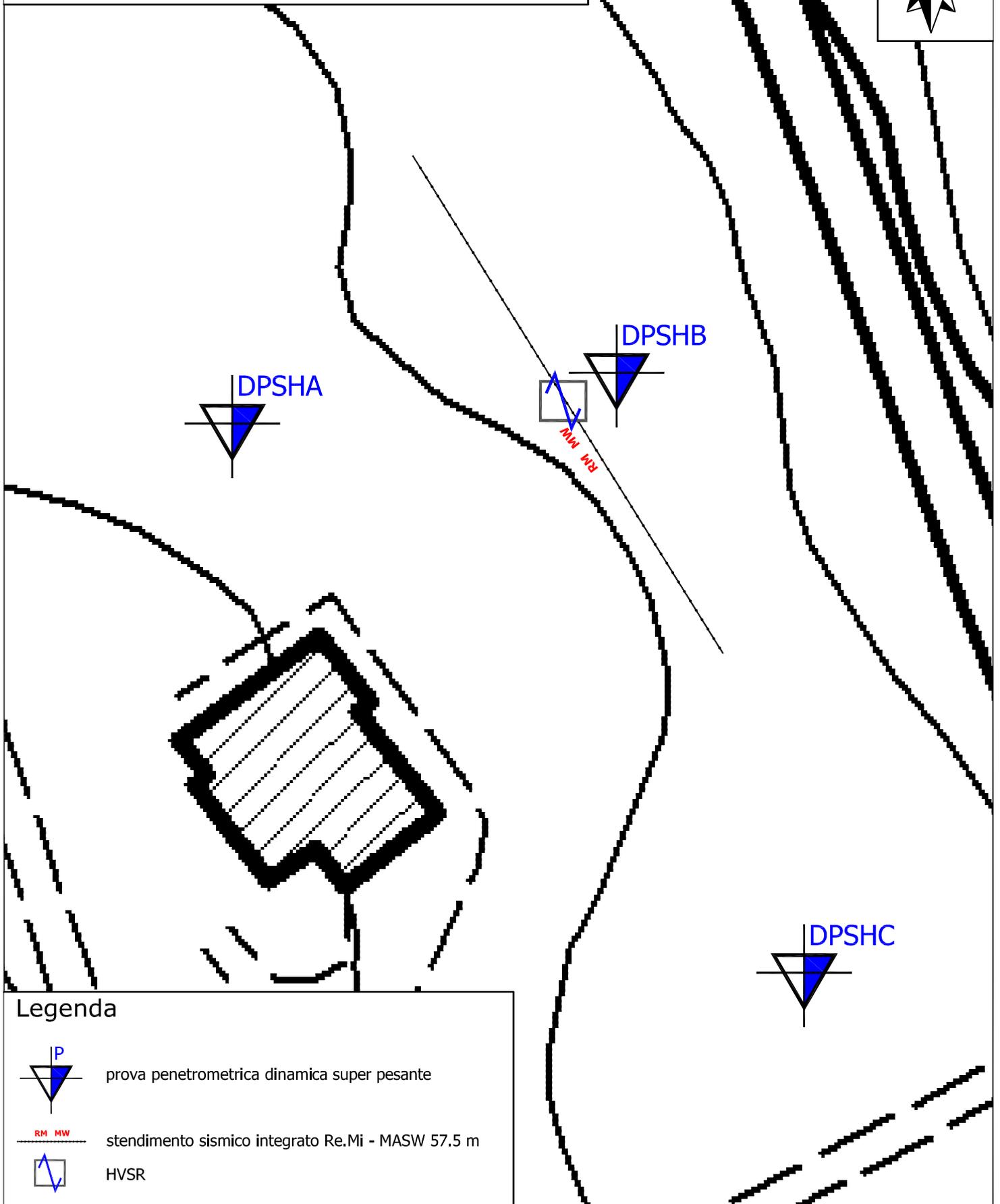


Area studiata

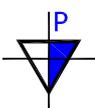
Tav.5 - Ubicazione indagini in situ

Scala 1:500

NORD



Legenda



prova penetrometrica dinamica super pesante

RM MW

stendimento sismico integrato Re.Mi - MASW 57.5 m

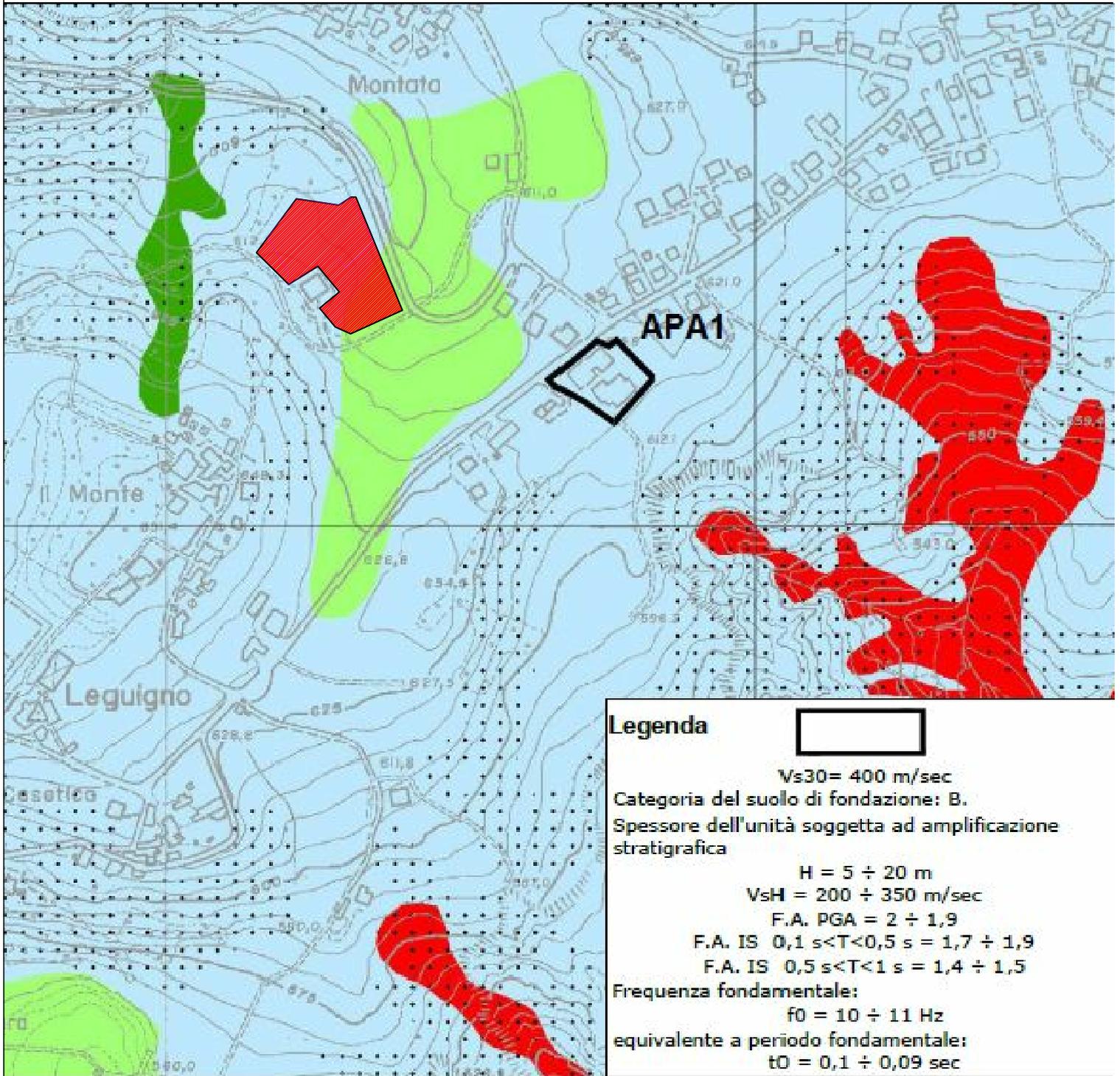


HVSr

Tav.6 - Microzonazione sismica

scala 1:5000

NORD



Legenda



$V_{s30} = 400$ m/sec

Categoria del suolo di fondazione: B.

Spessore dell'unità soggetta ad amplificazione stratigrafica

$H = 5 \div 20$ m

$V_{sH} = 200 \div 350$ m/sec

F.A. PGA = $2 \div 1,9$

F.A. IS $0,1 \text{ s} < T < 0,5 \text{ s} = 1,7 \div 1,9$

F.A. IS $0,5 \text{ s} < T < 1 \text{ s} = 1,4 \div 1,5$

Frequenza fondamentale:

$f_0 = 10 \div 11$ Hz

equivalente a periodo fondamentale:

$t_0 = 0,1 \div 0,09$ sec

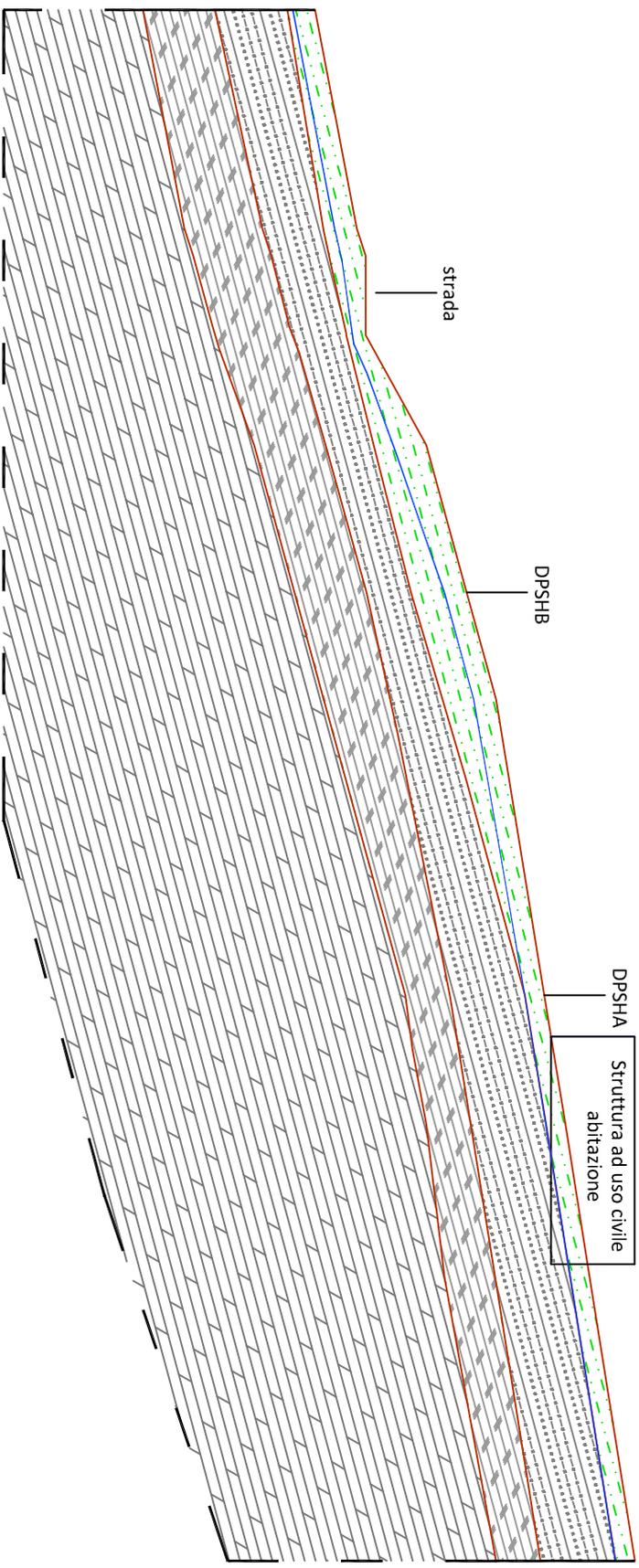


Area soggetta a richiesta di variante



Area APA1 PSC vigente

Tav. 7 Sezione geologica - geotecnica del comparto di versante in analisi
Scala 1:500



Legenda:



Orizzonte detensionato



UGT1



UGT2



UGT3 - Orizzonte regolitico di passaggio al Substrato roccioso. Formazione del Flysch di Monte Cassio (MCS).

Dott. Geol. Paolo Beretti

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

Indagine integrata Re.Mi. - MASW

Committente: Sig.ra Deanna Rabotti

Località: Leguigno, Casina

Cantiere: Variante 5

Data: 13/01/2016

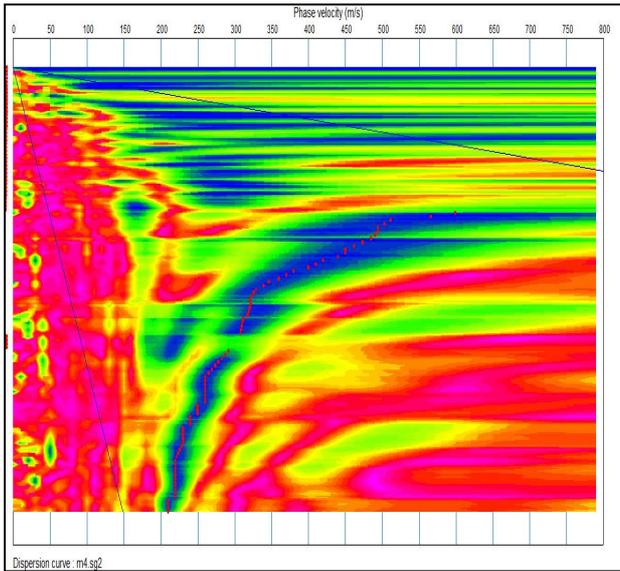


Fig. 1: Disperione M.A.S.W.

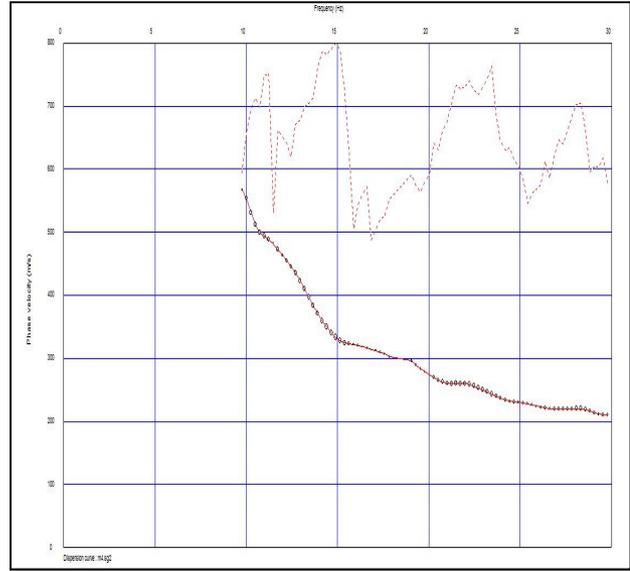


Fig. 2: Picking

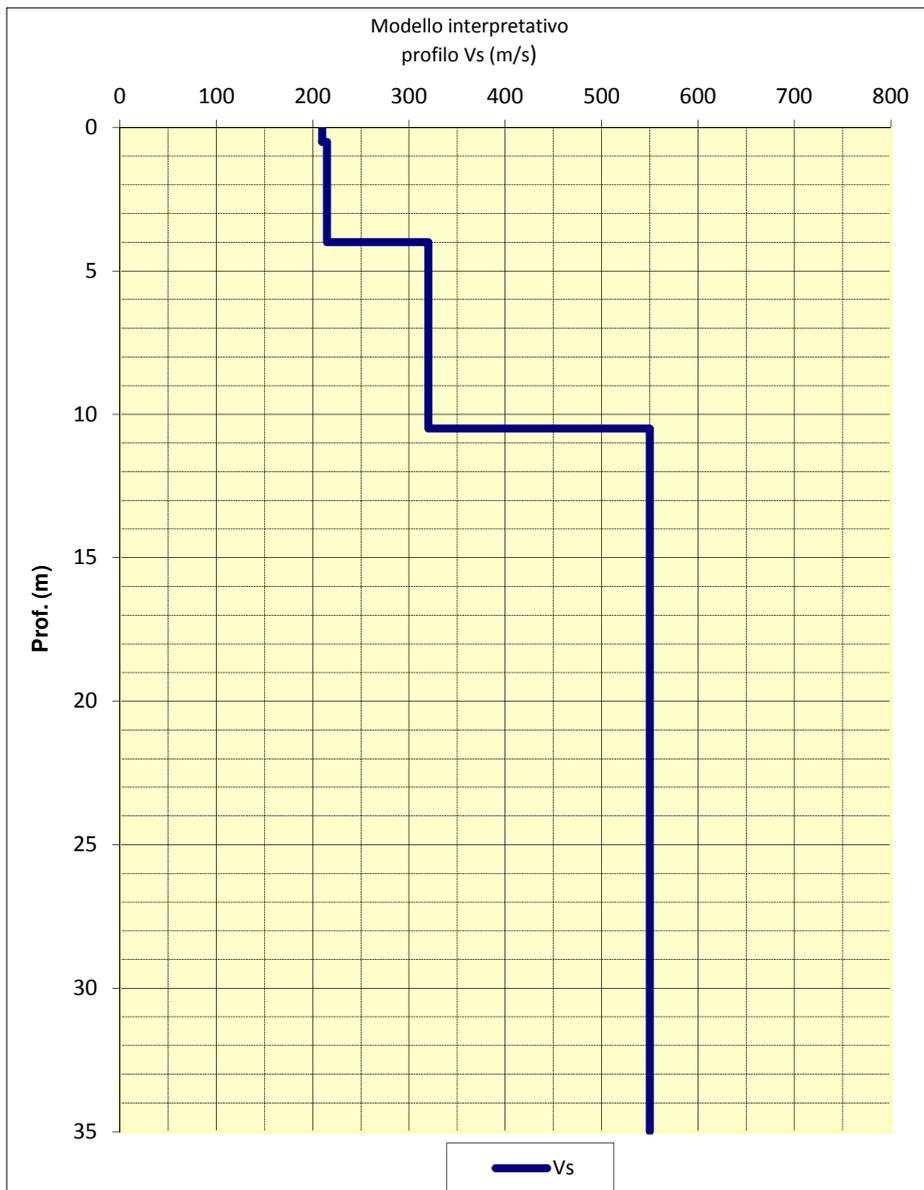


Fig. 3: Profilo onde VS

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: Sig.ra Deanna Rabotti

DPSH

A

CANTIERE: Variante RUE n.16

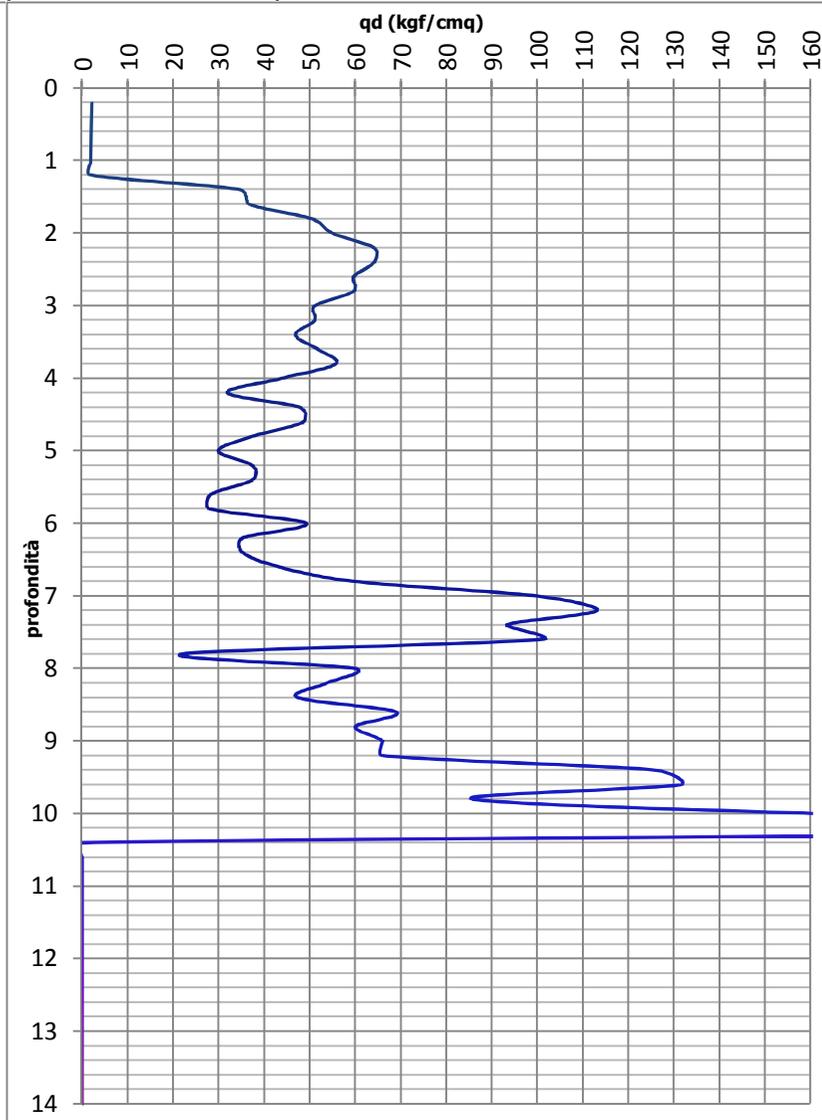
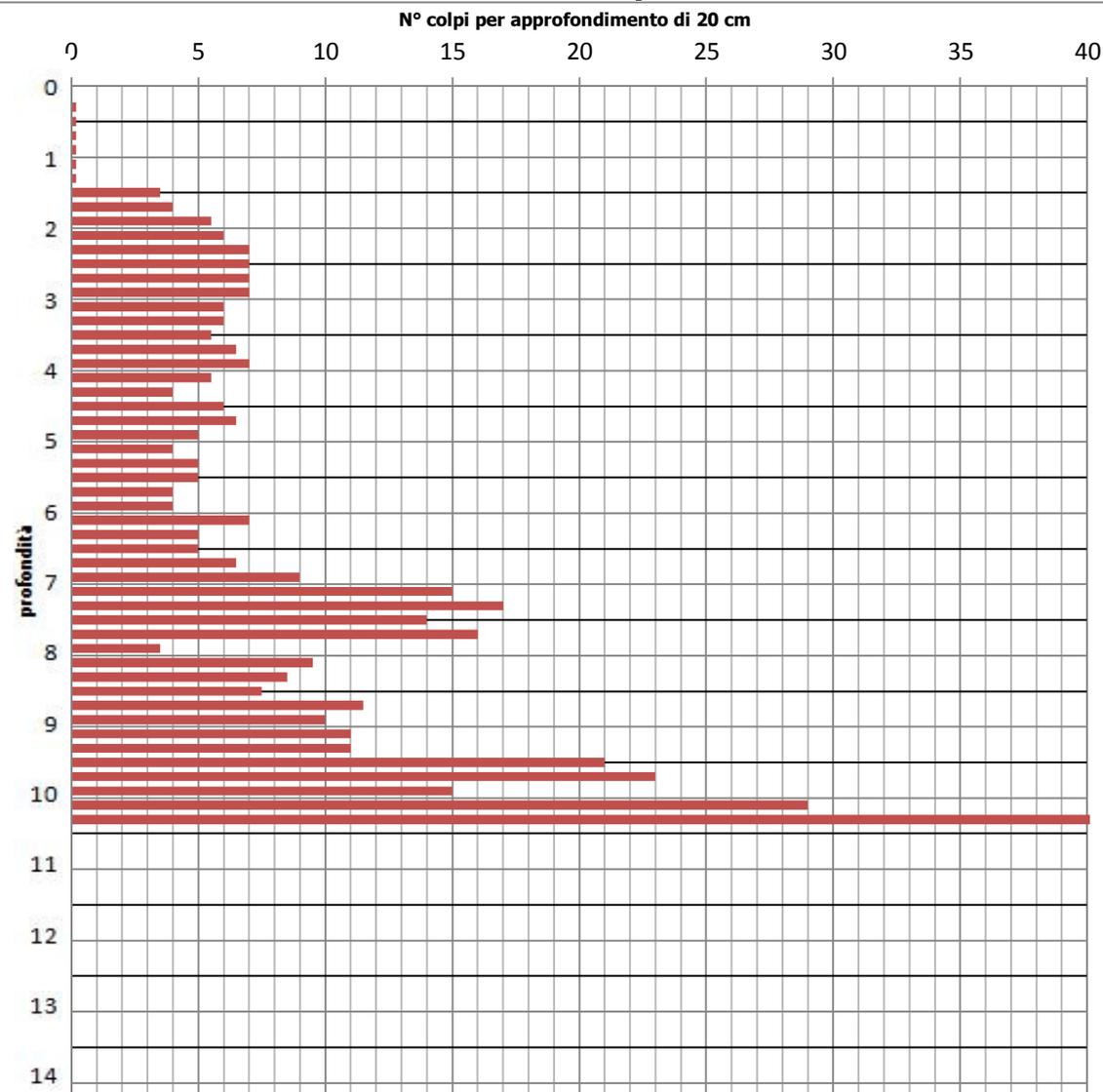
ATTREZZO: Pen. Statico dinamico Pagani TG 63-200

Data: 13/01/2016

OPERATORE: Dott. M.Boccaletti

Quota: p.c.

Profondità falda: Foro vuoto



Dott. Geol. Paolo Beretti <i>Geologia applicata e Geotecnica, Consulenze Ambientali</i> Sede: Via De Gasperi 2/1, Quattro Castella (RE) Tel 0522 1695098 Fax 0522 1691413 Cell 348 6902667	Prova penetrometrica dinamica super pesante			COMMITTENTE: Sig.ra Deanna Rabotti	
	DPSH		A	CANTIERE: Variante RUE n.16	
	ATTREZZO: Pen. Statico dinamico Pagani TG 63-200			Data: 13/01/2016	
	OPERATORE: Dott. M.Boccaletti		Quota: p.c.	Profondità falda:	Foro vuoto

Letture di campagna e elaborazioni

Asta n°	PROF. m.	Numero colpi	qd kgf/cm ²	Asta n°	PROF. m.	Numero colpi	qd kgf/cm ²	Asta n°	PROF. m.	Numero colpi	qd kgf/cm ²	Caratteristiche strumentali
1	0,2	0,2	2,15	6	5,2	5	37,35	11	10,2	60	343,14	
1	0,4	0,2	2,15	6	5,4	5	37,35	11	10,4			63,5
2	0,6	0,2	1,98	7	5,6	4	28,16	12	10,6			<i>Volata (cm)</i>
2	0,8	0,2	1,98	7	5,8	4	28,16	12	10,8			75
2	1	0,2	1,98	7	6	7	49,28	12	11			<i>Aste (Kg al m)</i>
2	1,2	0,2	1,98	7	6,2	5	35,20	12	11,2			6,2
2	1,4	3,5	34,64	7	6,4	5	35,20	12	11,4			<i>Area della punta (cm²)</i>
3	1,6	4	36,61	8	6,6	6,5	43,26	13	11,6			20
3	1,8	5,5	50,34	8	6,8	9	59,90	13	11,8			<i>Peso incudine</i>
3	2	6	54,92	8	7	15	99,83	13	12			0,5
3	2,2	7	64,07	8	7,2	17	113,14	13	12,2			<i>Avanzamento (cm)</i>
3	2,4	7	64,07	8	7,4	14	93,17	13	12,4			20
4	2,6	7	59,60	9	7,6	16	100,97	14	12,6			<i>Angolo punta</i>
4	2,8	7	59,60	9	7,8	3,5	22,09	14	12,8			90°
4	3	6	51,08	9	8	9,5	59,95	14	13			
4	3,2	6	51,08	9	8,2	8,5	53,64	14	13,2			
4	3,4	5,5	46,83	9	8,4	7,5	47,33	14	13,4			
5	3,6	6,5	51,73	10	8,6	11,5	69,00	15	13,6			
5	3,8	7	55,71	10	8,8	10	60,00	15	13,8			
5	4	5,5	43,77	10	9	11	66,00	15	14			
5	4,2	4	31,83	10	9,2	11	66,00	15	14,2			
5	4,4	6	47,75	10	9,4	21	126,01	15	14,4			
6	4,6	6,5	48,56	11	9,6	23	131,54	16	14,6			
6	4,8	5	37,35	11	9,8	15	85,78	16	14,8			
6	5	4	29,88	11	10	29	165,85	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

COMMITTENTE: Sig.ra Deanna Rabotti

DPSH

B

CANTIERE: Variante RUE n.16

ATTREZZO: Pen. Statico dinamico Pagani TG 63-200

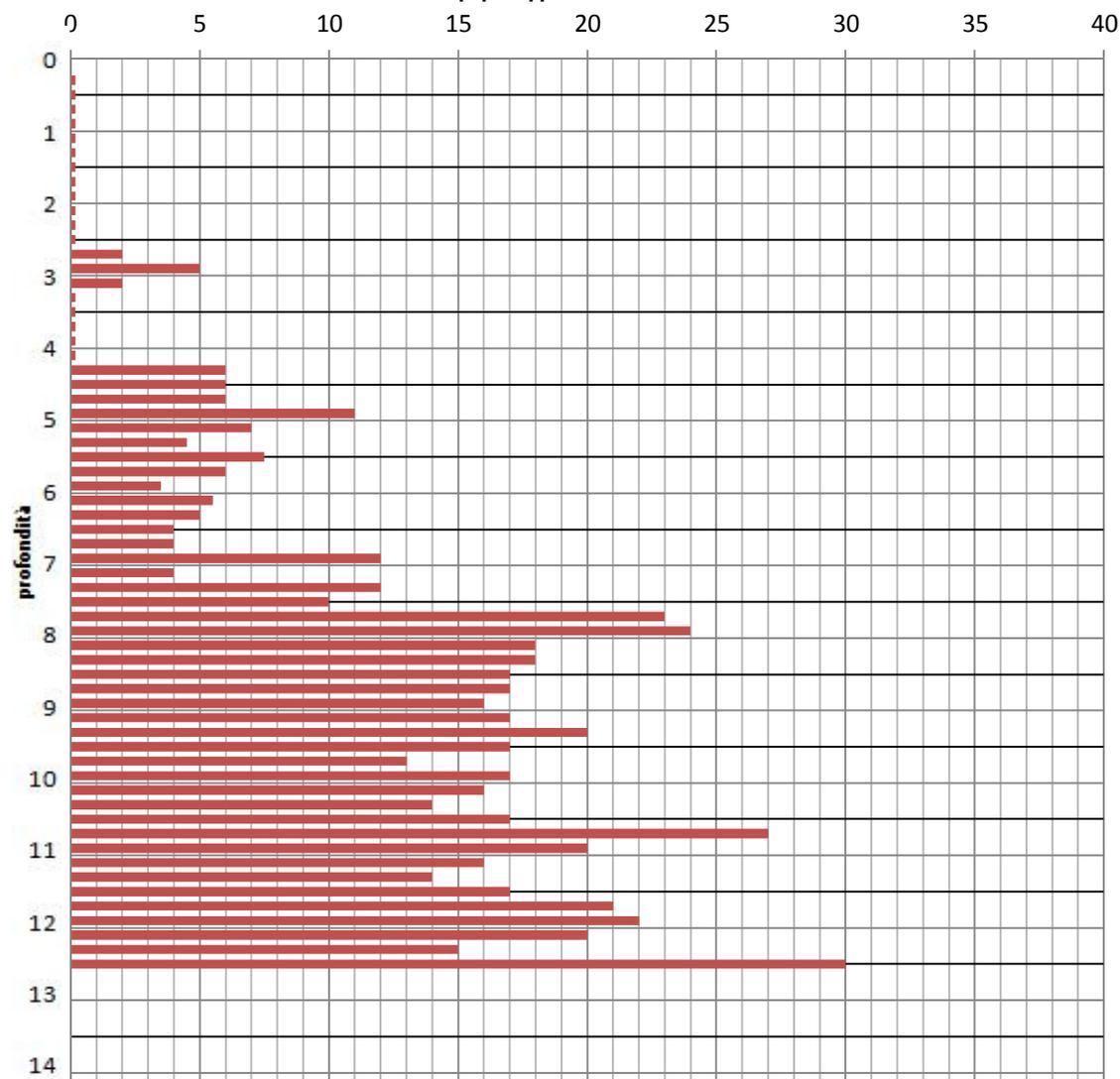
Data: 13/01/2016

OPERATORE: Dott. M.Boccaletti

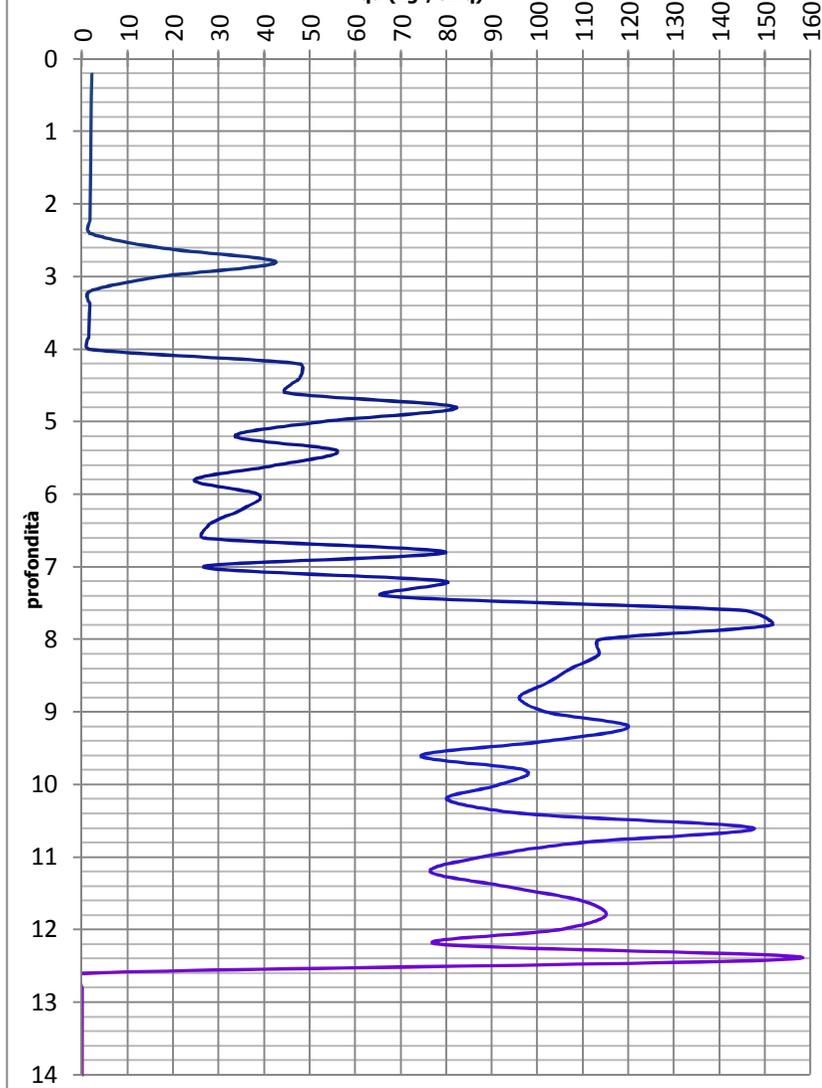
Quota: p.c.

Profondità falda: -1,60 m p.c

N° colpi per approfondimento di 20 cm



qd (kgf/cm²)



Dott. Geol. Paolo Beretti <i>Geologia applicata e Geotecnica, Consulenze Ambientali</i> Sede: Via De Gasperi 2/1, Quattro Castella (RE) Tel 0522 1695098 Fax 0522 1691413 Cell 348 6902667	Prova penetrometrica dinamica super pesante				COMMITTENTE: Sig.ra Deanna Rabotti			
	DPSH		B		CANTIERE: Variante RUE n.16			
	ATTREZZO: Pen. Statico dinamico Pagani TG 63-200				Data: 13/01/2016			
	OPERATORE: Dott. M.Boccaletti		Quota: p.c.		Profondità falda:		-1,60 m p.c	

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	0,2	2,15	6	5,2	4,5	33,62	11	10,2	14	80,07	<i>Peso Maglio (kg)</i>
1	0,4	0,2	2,15	6	5,4	7,5	56,03	11	10,4	17	97,222367	63,5
2	0,6	0,2	1,98	7	5,6	6	42,24	12	10,6	27	147,49469	<i>Volata (cm)</i>
2	0,8	0,2	1,98	7	5,8	3,5	24,64	12	10,8	20	109,25533	75
2	1	0,2	1,98	7	6	5,5	38,72	12	11	16	87,404263	<i>Aste (Kg al m)</i>
2	1,2	0,2	1,98	7	6,2	5	35,20	12	11,2	14	76,47873	6,2
2	1,4	0,2	1,98	7	6,4	4	28,16	12	11,4	17	92,867029	<i>Area della punta (cmq)</i>
3	1,6	0,2	1,83	8	6,6	4	26,62	13	11,6	21	109,79934	20
3	1,8	0,2	1,83	8	6,8	12	79,86	13	11,8	22	115,02788	<i>Peso incudine</i>
3	2	0,2	1,83	8	7	4	26,62	13	12	20	104,5708	0,5
3	2,2	0,2	1,83	8	7,2	12	79,86	13	12,2	15	78,428099	<i>Avanzamento (cm)</i>
3	2,4	0,2	1,83	8	7,4	10	66,55	13	12,4	30	156,8562	20
4	2,6	2	17,03	9	7,6	23	145,15	14	12,6			<i>Angolo punta</i>
4	2,8	5	42,57	9	7,8	24	151,46	14	12,8			90°
4	3	2	17,03	9	8	18	113,60	14	13			
4	3,2	0,2	1,70	9	8,2	18	113,60	14	13,2			
4	3,4	0,2	1,70	9	8,4	17	107,29	14	13,4			
5	3,6	0,2	1,59	10	8,6	17	102,01	15	13,6			
5	3,8	0,2	1,59	10	8,8	16	96,01	15	13,8			
5	4	0,2	1,59	10	9	17	102,01	15	14			
5	4,2	6	47,75	10	9,2	20	120,01	15	14,2			
5	4,4	6	47,75	10	9,4	17	102,01	15	14,4			
6	4,6	6	44,82	11	9,6	13	74,35	16	14,6			
6	4,8	11	82,18	11	9,8	17	97,22	16	14,8			
6	5	7	52,30	11	10	16	91,50	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

COMMITTENTE: Sig.ra Deanna Rabotti

DPSH

C

CANTIERE: Variante RUE n.16

ATTREZZO: Pen. Statico dinamico Pagani TG 63-200

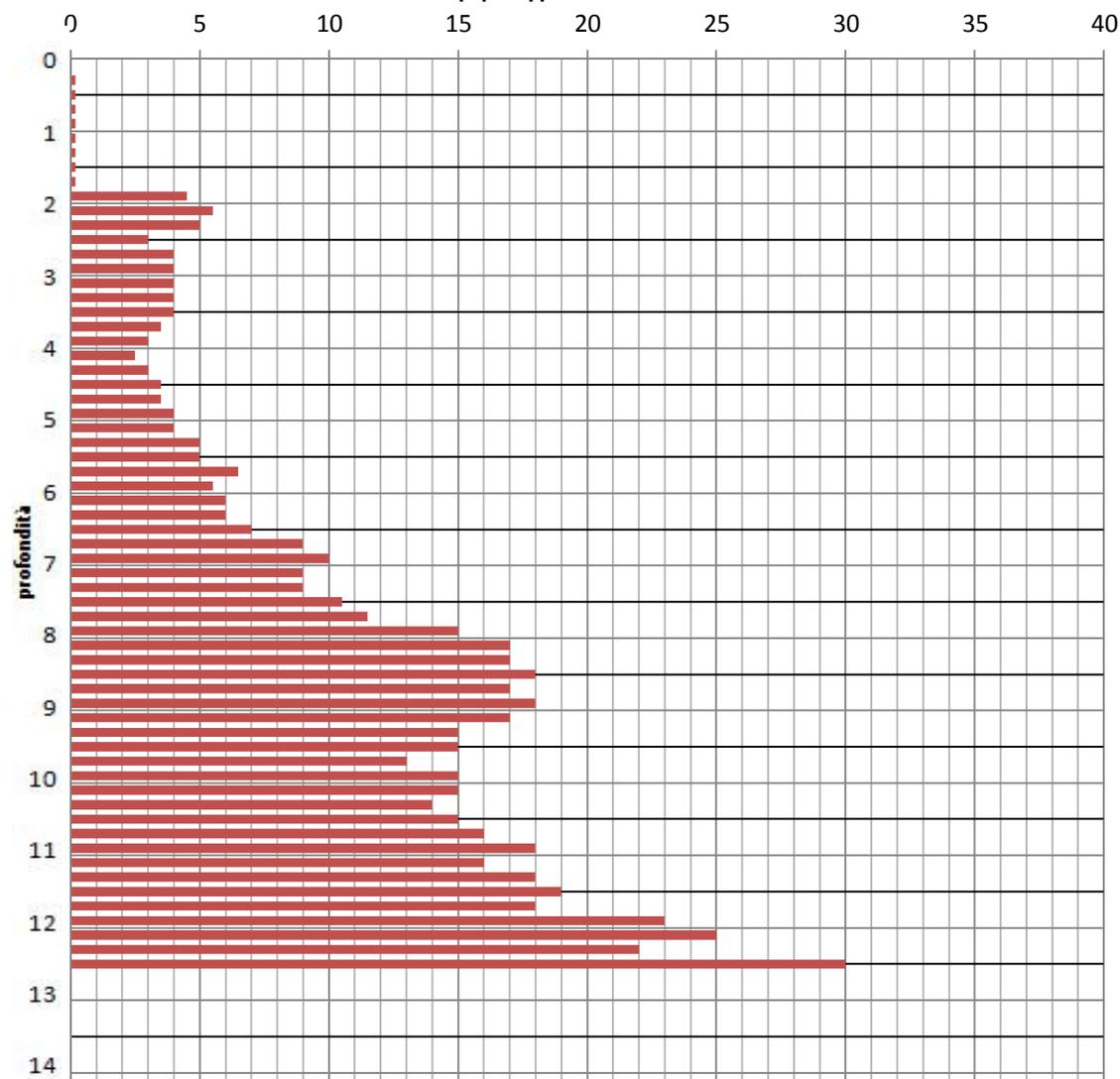
Data: 13/01/2016

OPERATORE: Dott. M.Boccaletti

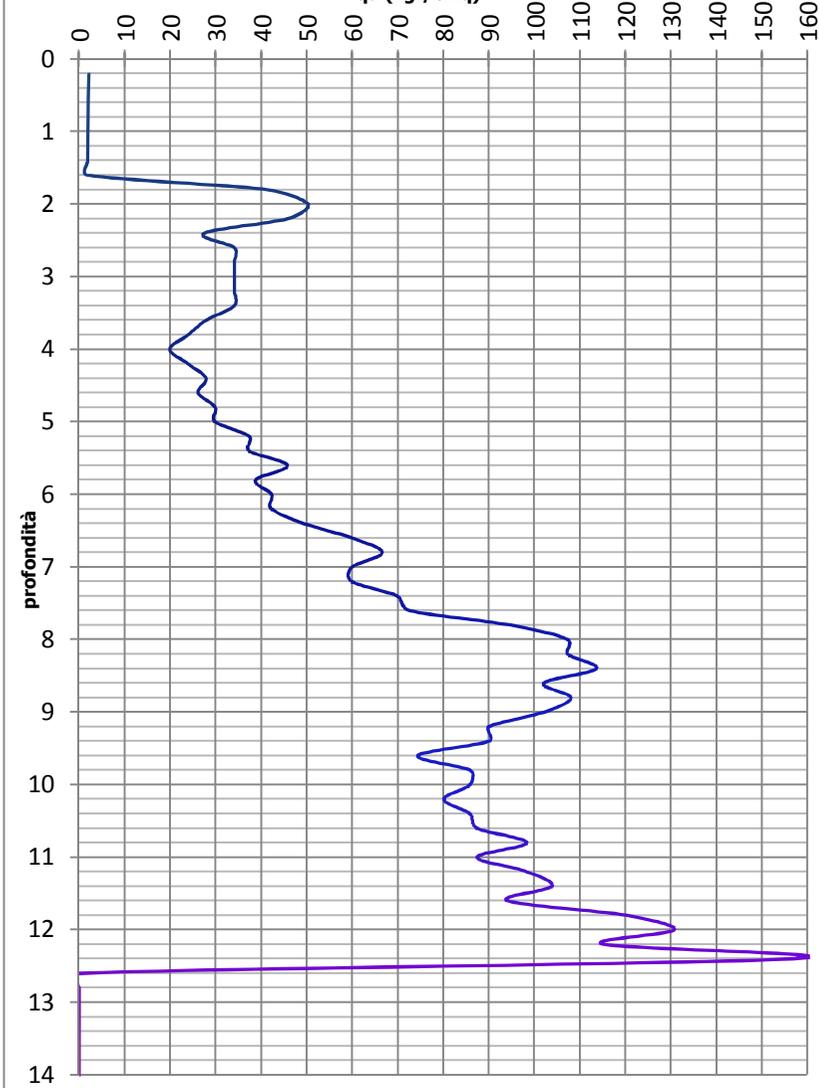
Quota: p.c.

Profondità falda: -1,50 m p.c

N° colpi per approfondimento di 20 cm



qd (kgf/cm²)

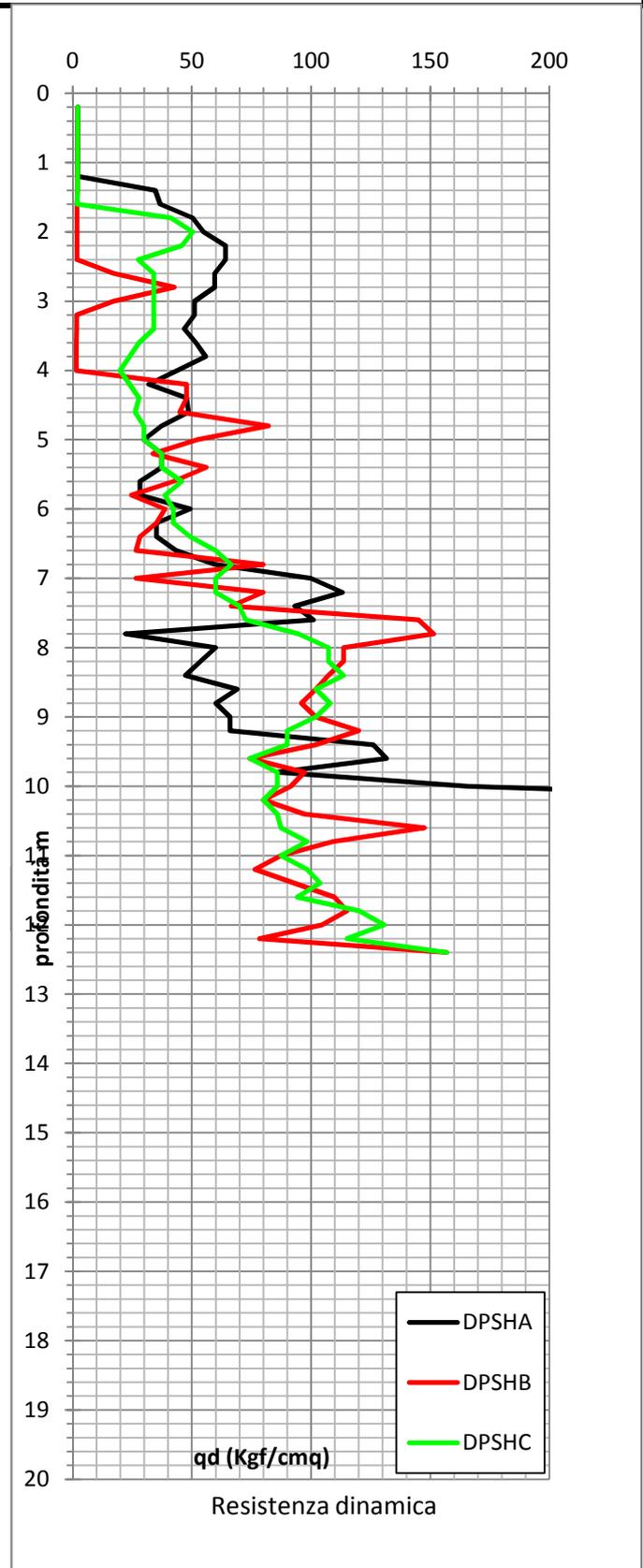
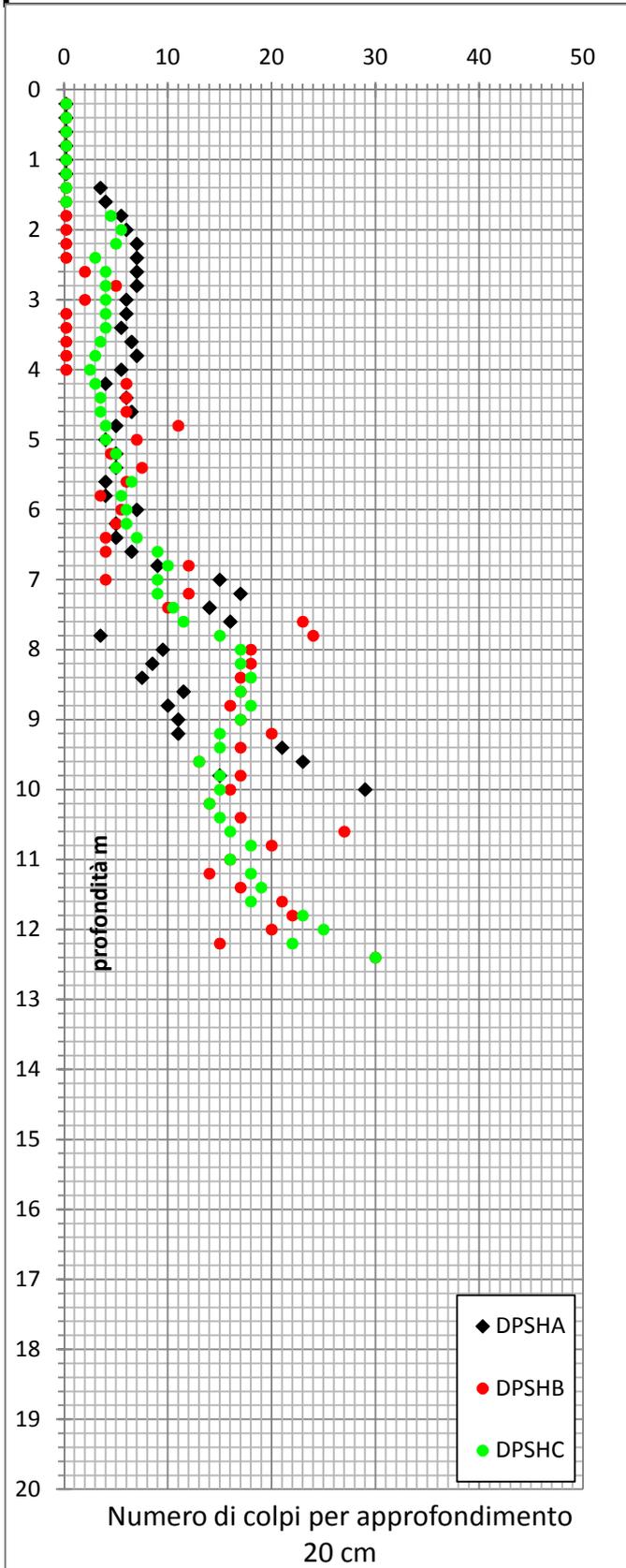


Dott. Geol. Paolo Beretti <i>Geologia applicata e Geotecnica, Consulenze Ambientali</i> Sede: Via De Gasperi 2/1, Quattro Castella (RE) Tel 0522 1695098 Fax 0522 1691413 Cell 348 6902667	Prova penetrometrica dinamica super pesante				COMMITTENTE: Sig.ra Deanna Rabotti			
	DPSH		C		CANTIERE: Variante RUE n.16			
	ATTREZZO: Pen. Statico dinamico Pagani TG 63-200				Data: 13/01/2016			
	OPERATORE: Dott. M.Boccaletti		Quota: p.c.		Profondità falda:		-1,50 m p.c	

Letture di campagna e elaborazioni

Asta n°	PROF. m.	Numero colpi	qd kgf/cmq	Asta n°	PROF. m.	Numero colpi	qd kgf/cmq	Asta n°	PROF. m.	Numero colpi	qd kgf/cmq	Caratteristiche strumentali
1	0,2	0,2	2,15	6	5,2	5	37,35	11	10,2	14	80,07	
1	0,4	0,2	2,15	6	5,4	5	37,35	11	10,4	15	85,784441	63,5
2	0,6	0,2	1,98	7	5,6	6,5	45,76	12	10,6	16	87,404263	<i>Volata (cm)</i>
2	0,8	0,2	1,98	7	5,8	5,5	38,72	12	10,8	18	98,329796	75
2	1	0,2	1,98	7	6	6	42,24	12	11	16	87,404263	<i>Aste (Kg al m)</i>
2	1,2	0,2	1,98	7	6,2	6	42,24	12	11,2	18	98,329796	6,2
2	1,4	0,2	1,98	7	6,4	7	49,28	12	11,4	19	103,79256	<i>Area della punta (cmq)</i>
3	1,6	0,2	1,83	8	6,6	9	59,90	13	11,6	18	94,113719	20
3	1,8	4,5	41,19	8	6,8	10	66,55	13	11,8	23	120,25642	<i>Peso incudine</i>
3	2	5,5	50,34	8	7	9	59,90	13	12	25	130,7135	0,5
3	2,2	5	45,77	8	7,2	9	59,90	13	12,2	22	115,02788	<i>Avanzamento (cm)</i>
3	2,4	3	27,46	8	7,4	10,5	69,88	13	12,4	30	156,8562	20
4	2,6	4	34,06	9	7,6	11,5	72,58	14	12,6			<i>Angolo punta</i>
4	2,8	4	34,06	9	7,8	15	94,66	14	12,8			90°
4	3	4	34,06	9	8	17	107,29	14	13			
4	3,2	4	34,06	9	8,2	17	107,29	14	13,2			
4	3,4	4	34,06	9	8,4	18	113,60	14	13,4			
5	3,6	3,5	27,85	10	8,6	17	102,01	15	13,6			
5	3,8	3	23,88	10	8,8	18	108,01	15	13,8			
5	4	2,5	19,90	10	9	17	102,01	15	14			
5	4,2	3	23,88	10	9,2	15	90,01	15	14,2			
5	4,4	3,5	27,85	10	9,4	15	90,01	15	14,4			
6	4,6	3,5	26,15	11	9,6	13	74,35	16	14,6			
6	4,8	4	29,88	11	9,8	15	85,78	16	14,8			
6	5	4	29,88	11	10	15	85,78	16	15			

Analisi statistica dati penetrometrici - Dinamiche super pesanti DPSH



N20 (kgf/cm²)				
	O. detensionat	UGT1	UGT2	UGT3
campioni	34	63	66	7
Minimo	0,20	3,00	7,50	22,00
Massimo	5,00	7,50	24,00	60,00
Media	0,45	5,13	15,38	31,29
Moda	0,20	4,00	17,00	30,00
Mediana	0,20	5,00	16,00	29,00
Dev. Stand.	0,90	1,24	3,84	12,12
Media tronca	0,20	5,12	15,35	31,29
t student	1,69	1,67	1,67	1,94
N20k	0,18	4,86	14,58	21,67

RAPPORTO FOTOGRAFICO

PROVE PENETROMETRICHE:



DPSHA



DPSH B

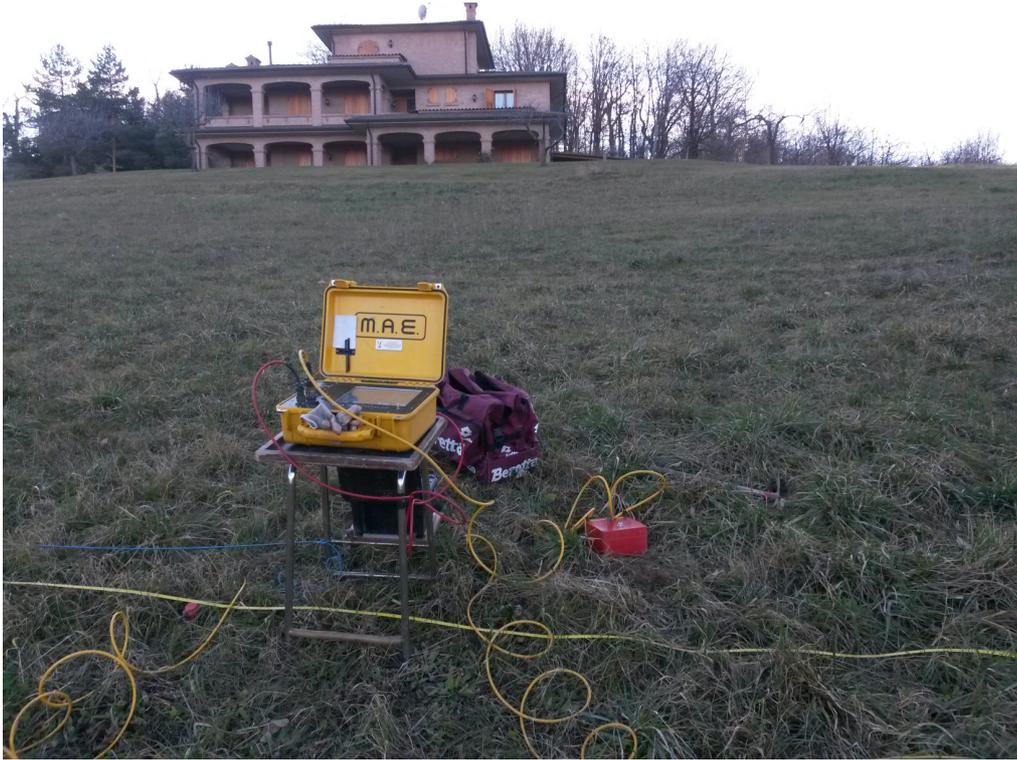


DPSH C

PROSPEZIONI GEOFISICHE



Stendimento integrato Re.Mi. - M.A.S.W. 57,5 m



HVSR