



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 Paola Pistelli

Provincia di Reggio Emilia
Comune di Casina



Variante al RUE-PSC 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 Paola Pistelli	Relazione di fattibilità geologica, geotecnica e sismica.	Variante al RUE-PSC 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)".
-----------------------	--	--

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'.....	9
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
RELAZIONE GEOTECNICA SULLE INDAGINI - MODELLAZIONE GEOTECNICA DEL SITO	19
Volume significativo e piano di indagine	19
Successione geotecnica - Analisi geomeccanica dei terreni	19
indicazioni preliminari su Tipologia e Piano di posa fondale	21
Verifica alle tensioni ammissibili (paragrafo a scopo puramente indicativo)	21
CONCLUSIONI.....	23
ALLEGATI	27

Sig.ra Paola Pistelli	Relazione di fattibilità geologica, geotecnica e sismica.	Variante al RUE-PSC 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)".
-----------------------	--	--

PARTE INTRODUTTIVA

PREMESSA

Nell'ambito progettuale relativo agli studi di fattibilità geologico geotecnica e sismica a corredo della richiesta di variante agli strumenti programmatici territoriali di PSC e 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 Paola Pistelli**, 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. Dal punto di vista morfologico il sito si sviluppa in ambito di crinale, rappresentato da una superficie ad altopiano terrazzata, con quote topografiche comprese circa tra 620 e 622 m s.l.m., ad assetto subpianeggiante; il versante circa 30 m a sud est presenta acclività del 25 ÷ 30%.

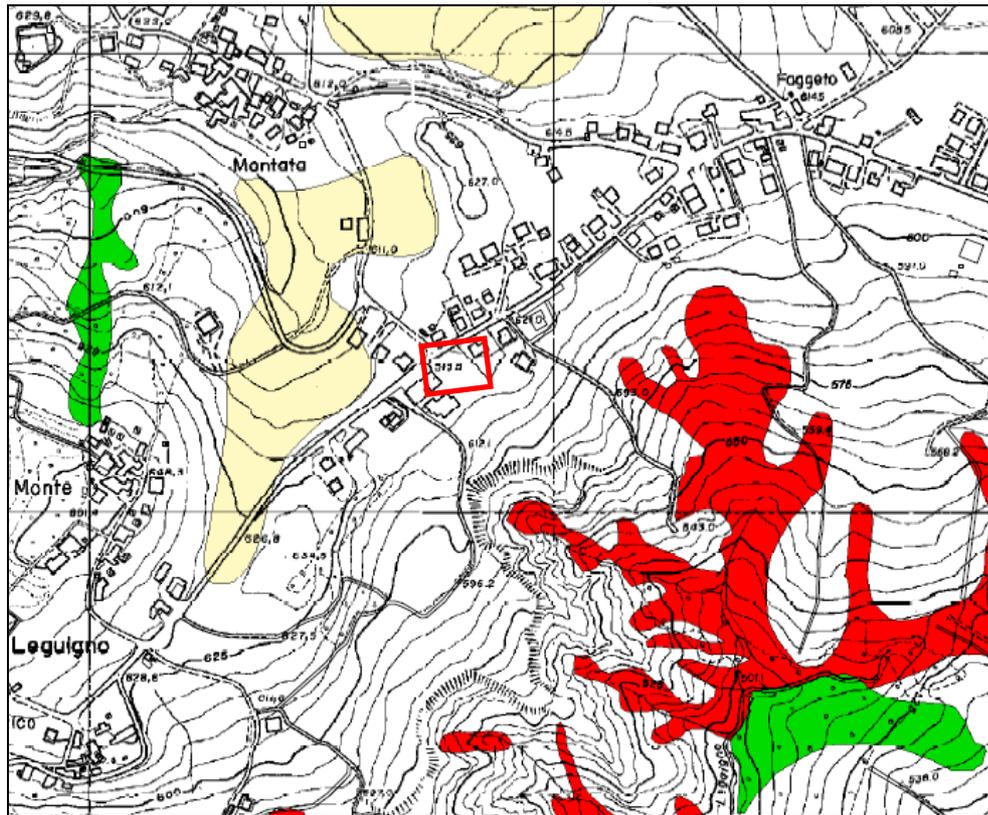
Cartografia di riferimento

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", non individuano, alcuna forma o processo di dissesto idrogeologico che coinvolgono l'area oggetto di studio.

Circa un centinaio di metri più a valle, rispetto al sito in esame, all'interno degli impluvi, le carte segnalano la presenza di una zona di coronamento di un importante processo gravitativo, attualmente classificato in stato di attività; detto fenomeno non interessa l'area di studio.



Carta Inventario del Dissesto		PAI
■ Frane attive (a1)		Fa
■ Frane di crollo (a5)		Fa
■ Frane quiescenti (a2)		Fc
■ Frane quiescenti parzialmente erose (a2a)		Fc
■ Scivolamenti in blocco (sb)		Fc
■ Frane stabilizzate		Fs
■ Depositi alluvionali in evoluzione (b1)		Ee
■ 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 fessurati (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 due 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 Paola Pistelli	Relazione di fattibilità geologica, geotecnica e sismica.	Variante al RUE-PSC 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)".
-----------------------	--	--

- **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 2,0 m per una lunghezza totale di indagine pari a 46,0 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 Paola Pistelli	Relazione di fattibilità geologica, geotecnica e sismica.	Variante al RUE-PSC 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)".
-----------------------	--	--

- **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 Paola Pistelli	Relazione di fattibilità geologica, geotecnica e sismica.	Variante al RUE-PSC 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 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 manganesifere. Presenti lenti raramente cartografabili 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 Paola Pistelli	Relazione di fattibilità geologica, geotecnica e sismica.	Variante al RUE-PSC 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)".
-----------------------	--	--

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 Paola Pistelli	Relazione di fattibilità geologica, geotecnica e sismica.	Variante al RUE-PSC 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)".
-----------------------	--	--

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 -4,70 m p.c

Il livello idrico rilevato coincide, grosso modo, con la base del deposito eluvio-colluviale.

SUCCESSIONE LITOMECCANICA

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

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

Sig.ra Paola Pistelli	Relazione di fattibilità geologica, geotecnica e sismica.	Variante al RUE-PSC 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)".
-----------------------	--	--

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 - 0,8 ÷ - 1,4 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. Unità non idonea al piano di posa fondale.
Da - 0,8 ÷ - 1,4 m a - 2,0 ÷ - 2,8 m p.c.	Termini argilloso limosi, limoso argillosi e, subordinatamente, argilloso limoso sabbiosi, con presenza di inclusi clastici, caratterizzati da grado di consistenza medio elevata. Al penetrometro dinamico, l'orizzonte presenta valori medi di resistenza alla penetrazione, per avanzamento di 20 cm, oscillanti tra $N_{20m} = 4 \div 12$, con medio massimi pari a $N_{20m} = 20 \div 24$, ove si intercettano livelli a maggior contenuto clastico.
Da - 2,0 ÷ - 2,8 m a - 2,8 ÷ - 4,6 m p.c.	Unità prevalentemente argillosa e argilloso limosa, a medio grado di consistenza, contraddistinta da valori medi di resistenza alla penetrazione, per avanzamento di 20 cm, oscillanti tra $N_{20m} = 5,5 \div 10$.
Oltre - 2,8 ÷ - 4,6 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, superato l'orizzonte rimaneggiato superficiale, il cui spessore è variabile tra 0,8 e 1,4 m, la presenza di termini argilloso limoso sabbiosi, con frequenti inclusioni clastiche, a medio elevato grado di consistenza meccanica. Oltrepassata detta unità, da circa - 2,0 ÷ - 2,8 m, si riscontra la presenza di termini prevalentemente argilloso limosi, mediamente consistenti; lo spessore di questi materiali tende ad aumentare in direzione occidentale.

A partire da - 3,0 ÷ - 4,8 m da p.c., si riscontra il passaggio a termini litoidi presentanti un grado di consistenza piuttosto elevato, costituenti l'orizzonte regolitico di passaggio al substrato roccioso, attribuibile alla Formazione del Flysch di Monte Cassio (MCS).

Il modello stratigrafico del sottosuolo del sito in esame, quindi, 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

Sig.ra Paola Pistelli	Relazione di fattibilità geologica, geotecnica e sismica.	Variante al RUE-PSC 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)".
-----------------------	--	--

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

Dal punto di vista geologico e geomorfologico, il sito in analisi, sub pianeggiante, in relazione alle attuali condizioni al contorno, si presenta condizioni di stabilità, in sicurezza.

Sono presenti, altresì, circa 30÷50 m a sud est dalla zona di studio, linee di tensione e piccoli fenomeni franosi superficiali, i quali non coinvolgono, attualmente, l'area in oggetto.

Sig.ra Paola Pistelli	Relazione di fattibilità geologica, geotecnica e sismica.	Variante al RUE-PSC 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 SULLA PERICOLOSITA' SISMICA DELL'AREA – RISPOSTA SISMICA LOCALE

INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO

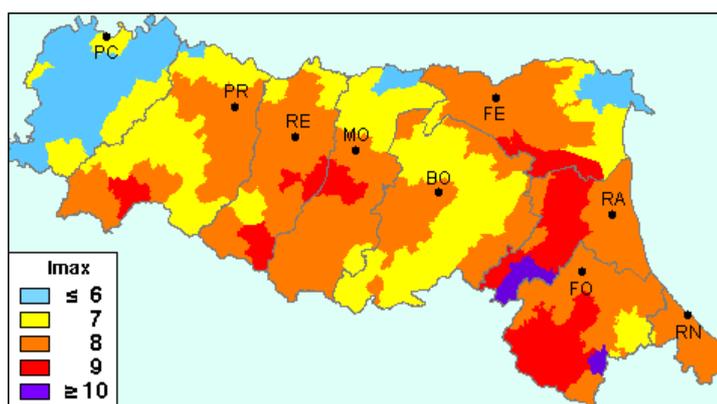
Le coordinate geografiche (**ellissoide ED50**) relative circa al centro dell'area di intervento corrispondono a:

10.45902÷ 44.51633

(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]

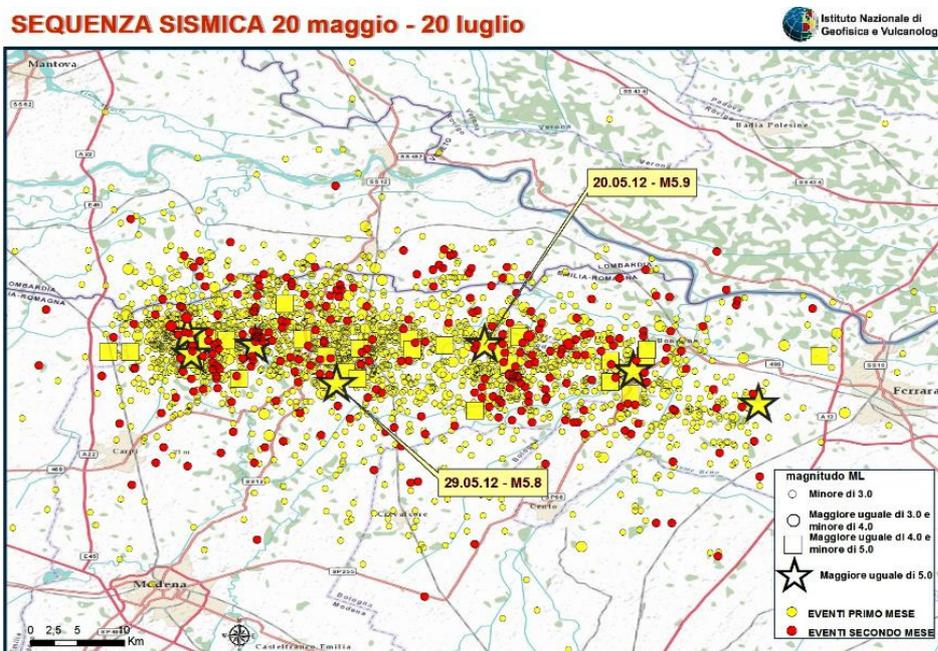
Numero di eventi: 5

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	BONDENO	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.

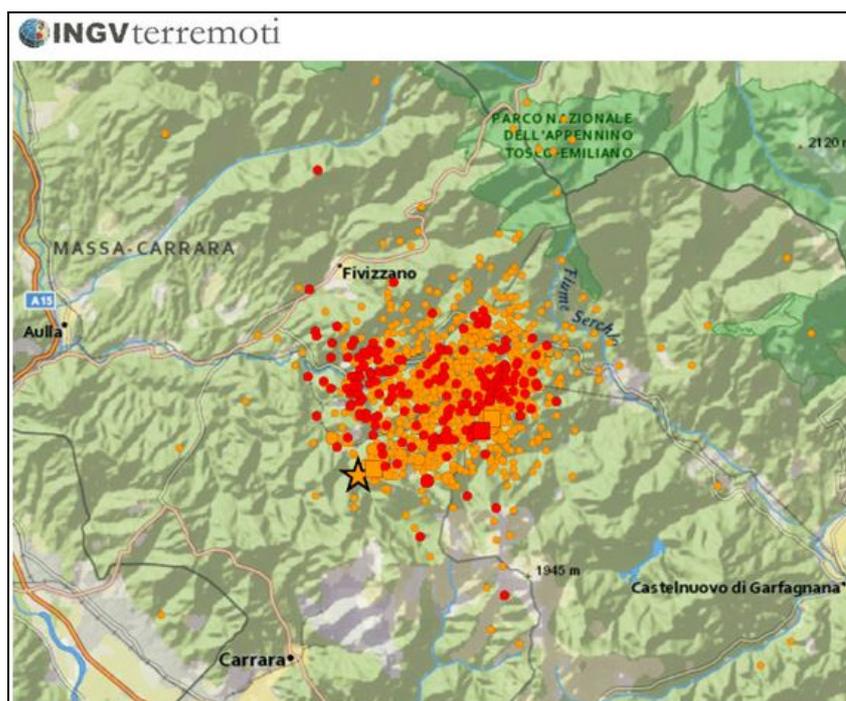
Sig.ra Paola Pistelli	Relazione di fattibilità geologica, geotecnica e sismica.	Variante al RUE-PSC del Comune di Casina, Località Leguigno. Riduzione Ambito APA1 con riclassificazione delle aree stralciate e trasformazione di porzione di area destinata ad "Ambiti per dotazioni comunali e di quartiere, tecnologici, cimiteri" in "Ambiti urbani consolidati residenziali all'interno del T.U. (artt. 103-104)".
-----------------------	--	--

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 $MW = 5.2$.

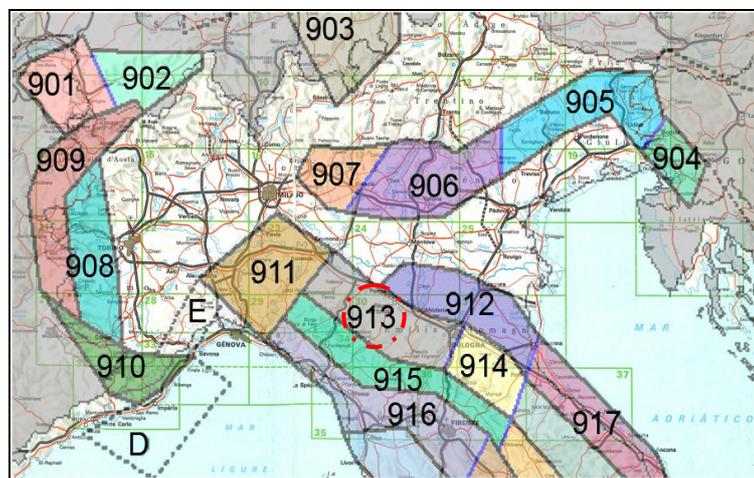


Sig.ra Paola Pistelli	Relazione di fattibilità geologica, geotecnica e sismica.	Variante al RUE-PSC del Comune di Casina, Località Leguigno. Riduzione Ambito APA1 con riclassificazione delle aree stralciate e trasformazione di porzione di area destinata ad "Ambiti per dotazioni comunali e di quartiere, tecnologici, cimiteri" in "Ambiti urbani consolidati residenziali all'interno del T.U. (artt. 103-104)".
-----------------------	--	--

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 ÷ 5,6	4,1	180
2	5,6 ÷ 14,7	9,1	415
3	14,7 ÷ 31,0	16,8	370
4	31,0 ÷ 31,5	0,50	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:

Sig.ra Paola Pistelli	Relazione di fattibilità geologica, geotecnica e sismica.	Variante al RUE-PSC 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)".
-----------------------	--	--

h_i = spessore dello strato iesimo, m

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

ottenendo, per i metodi di acquisizione sopra descritti, i seguenti valori di velocità V_{s30} :

$$V_{s30} = 335 \text{ m/sec}$$

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 C: *Depositi 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).*

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>Depositi 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>Depositi 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>Depositi 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>Depositi 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 Paola Pistelli	Relazione di fattibilità geologica, geotecnica e sismica.	Variante al RUE-PSC 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)".
-----------------------	--	--

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 - $V_s < 800$ m/s". Si è quindi determinato il valore di incremento della intensità sismica locale, mediante la relazione di Housner:

$$\Delta a = \int_{T1}^{T2} PSV dt$$

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 ($V_{sh} = 330$ m/s), la successione sismostratigrafica può essere interessata dai seguenti fattori di amplificazione:

F.A. PGA	1,9 ÷ 2,0
F.A. IS 0,1 s < T < 0,5 s	2,1 ÷ 2,3
F.A. IS 0,5 s < T < 1 s	1,9 ÷ 2,4

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 complessivamente subpianeggiante, ma in stretta adiacenza ad un pendio decisamente acclive; in relazione a quanto asserito dalla DAL 112/2007, si consiglia, quindi, di considerare in forma preliminare, un coefficiente di amplificazione topografica pari a:

$$S_T = 1,2$$

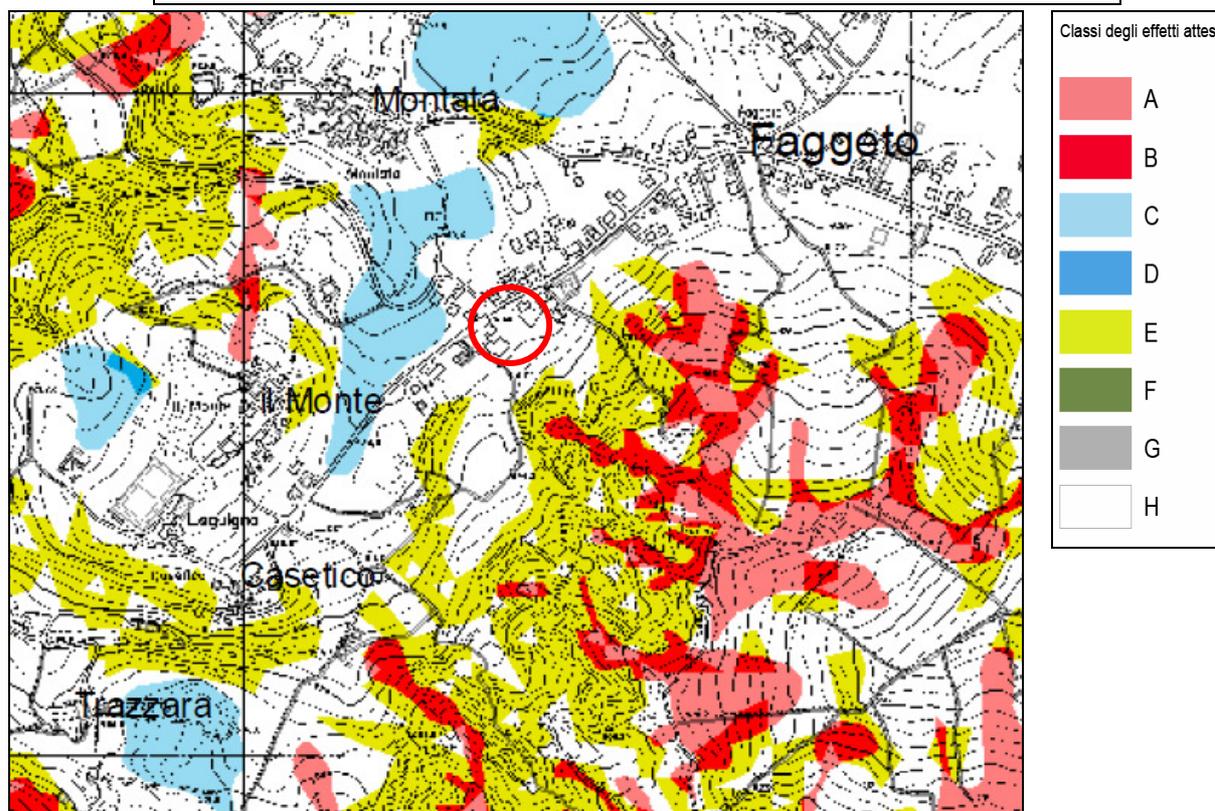
EFFETTI ATTESI E LIVELLI DI APPROFONDIMENTO

Dall'estratto della Carta delle aree suscettibili di effetti attesi" del PTCP vigente della Provincia di Reggio Emilia, si rileva che il comparto di monte del terreno oggetto di indagine ricade nell'ambito delle aree ascrivibili alla classe H.

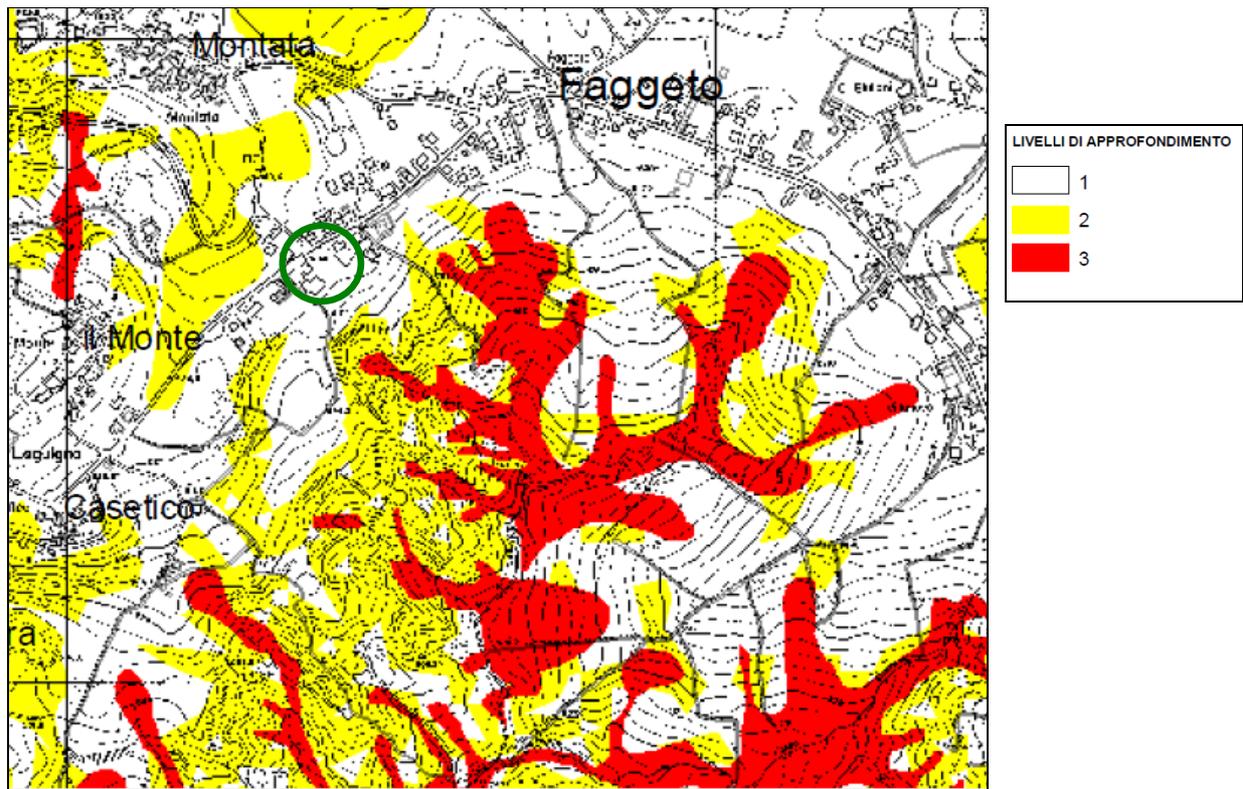
Sig.ra Paola Pistelli	Relazione di fattibilità geologica, geotecnica e sismica.	Variante al RUE-PSC del Comune di Casina, Località Leguigno. Riduzione Ambito APA1 con riclassificazione delle aree stralciate e trasformazione di porzione di area destinata ad "Ambiti per dotazioni comunali e di quartiere, tecnologici, cimiteri" in "Ambiti urbani consolidati residenziali all'interno del T.U. (artt. 103-104)".
-----------------------	--	--

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



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.

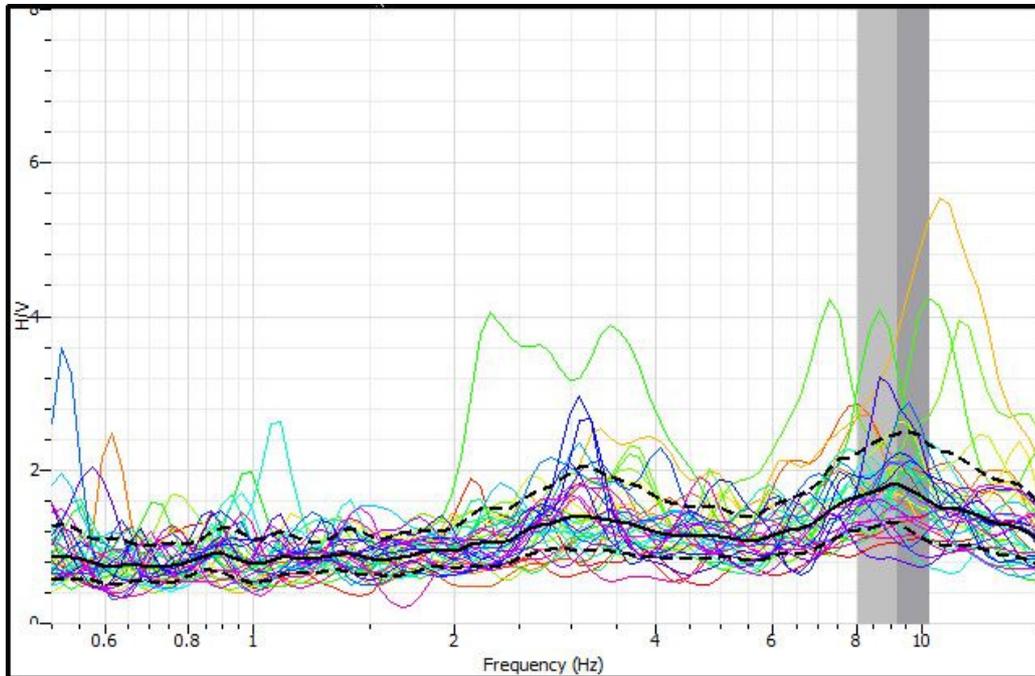
FREQUENZA PRIMARIA TERRENI DI FONDAZIONE

Nel sito oggetto d'indagine si è svolta un'acquisizione di microtremiti 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 26 minuti, elaborati con la tecnica HVSR (*Horizontal to Vertical Spectral Ratio* o *metodo di Nakamura*).

Sig.ra Paola Pistelli	Relazione di fattibilità geologica, geotecnica e sismica.	Variante al RUE-PSC 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)".
-----------------------	--	--

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

$$f_0 = 9,2 \text{ Hz}$$

equivalente ad un periodo fondamentale dei litotipi:

$$t_0 = 0,108 \text{ sec}$$

E' individuabile un picco secondario pari a:

$$f_1 = 3,3 \text{ Hz}$$

equivalente ad un periodo fondamentale dei litotipi:

$$t_1 = 0,30 \text{ sec}$$

In fase progettuale, si dovrà appurare che non si verifichino fenomeni di doppia risonanza, in funzione dei periodi di vibrazione sopra esposti.

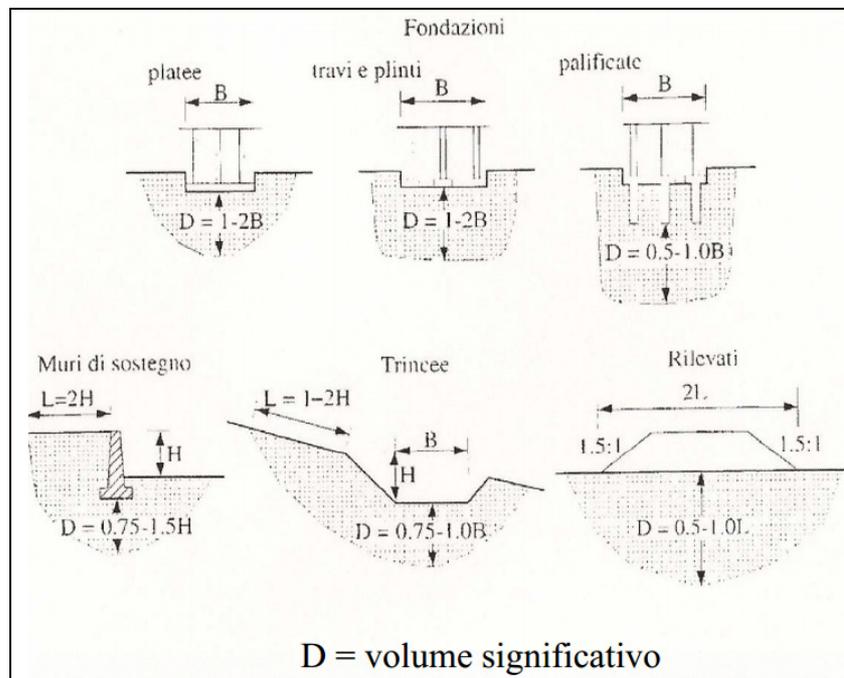
Sig.ra Paola Pistelli	Relazione di fattibilità geologica, geotecnica e sismica.	Variante al RUE-PSC del Comune di Casina, Località Leguigno. Riduzione Ambito APA1 con riclassificazione delle aree stralciate e trasformazione di porzione di area destinata ad "Ambiti per dotazioni comunali e di quartiere, tecnologici, cimiteri" in "Ambiti urbani consolidati residenziali all'interno del T.U. (artt. 103-104)".
-----------------------	--	--

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°2 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 Paola Pistelli	Relazione di fattibilità geologica, geotecnica e sismica.	Variante al RUE-PSC 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)".
-----------------------	--	--

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 rimaneggiato superficiale: da p.c. a - 1,0 ÷ - 1,5 m p.c. Termini argilloso limoso sabbiosi a bassa consistenza meccanica, sensibilmente alterati e decompressi. Unità non idonea al piano di posa fondale	Non rilevabili	Orizzonte alterato e decompresso, a difficile definizione della caratteristiche litomeccaniche, comunque molto scarse.
UGT1. Da - 1,0 ÷ - 1,5 a - 2,0 ÷ - 3,0 m p.c. Termini argilloso limosi a argilloso limoso sabbiosi, con frequenti inclusioni clastiche, a grado di consistenza medio elevato.	N _{20k} = 8,1 N _{SPT k} = 12,1	φ _k = 25° c' _k = 0,15 kgf/cm ² c _{uk} = 0,81 kgf/cm ² γ _{nk} = 0,00198 kgf/cm ³ E _{dk} = 86 kgf/cm ² ν _k = 0,38 k _k = 2,04 kgf/cm ²

Sig.ra Paola Pistelli	Relazione di fattibilità geologica, geotecnica e sismica.	Variante al RUE-PSC 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)".
-----------------------	--	---

UGT2 DPSH2: Da -2,0 ÷ -3,0 m a -3,0 ÷ -5,0 m p.c. Termini a medio grado di consistenza, costituiti prevalentemente da marne pelitiche.	$N_{20k} = 7,2$ $N_{SPT k} = 10,8$	$\phi'_k = 23^\circ$ $c'_k = 0,12 \text{ kgf/cm}^2$ $c_{uk} = 0,65 \text{ kgf/cm}^2$ $\gamma_{nk} = 0,00195 \text{ kgf/cm}^3$ $E_{dk} = 69 \text{ kgf/cm}^2$ $\nu_k = 0,39$ $k_k = 1,54 \text{ kgf/cm}^2$
UGT3 Oltre a -3,0 ÷ -5,0 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)	$N_{20k} = 30,4$ $N_{SPT k} = 45,6$	$\phi'_k = 32^\circ$ $c'_{k\text{ammasso}} = 0,37 \text{ kgf/cm}^2$ $c_{uk\text{ammasso}} = 1,57 \text{ kgf/cm}^2$ $\gamma_{nk} = 0,00205 \text{ kgf/cm}^3$ $E_{dk} = 216 \text{ kgf/cm}^2$ $\nu_k = 0,32$ $k_k = 6,71 \text{ kgf/cm}^2$

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: **$k = 1,98 \text{ kgf/cm}^2$** .

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.

INDICAZIONI PRELIMINARI SU TIPOLOGIA E PIANO DI POSA FONDALE

Le caratteristiche litologiche e geotecniche del sottosuolo consentono l'utilizzo di fondazioni dirette; il piano di appoggio fondale dovrà essere posto ad una profondità, rispetto all'attuale piano di campagna, almeno pari a:

$$D = -1,40 \div -1,50 \text{ m}$$

Il piano di posa dovrà quindi raggiungere l'unità UGT1 precedentemente descritta.

VERIFICA ALLE TENSIONI AMMISSIBILI (paragrafo a scopo puramente indicativo)

Per il calcolo del carico ammissibile sul terreno si è utilizzata la relazione di Meyerhof, relativamente alle penetrometrie statiche:

$$q_a = q_d / f$$

dove:

q_a = carico ammissibile sui terreni in kgf/cm^2

q_d = valore della resistenza alla punta in kgf/cm^2

f = fattore di sicurezza funzione delle caratteristiche del penetrometro usato e della punta con cui si è attrezzato lo stesso, del rapporto D/B e cioè tra profondità del piano di posa e larghezza della fondazione.

Sig.ra Paola Pistelli	Relazione di fattibilità geologica, geotecnica e sismica.	Variante al RUE-PSC 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)".
-----------------------	--	--

In relazione alle prove geognostiche effettuate, il terreno alle quote di fondazione suddette, in via preliminare, è contraddistinto dalle seguenti capacità resistenti:

qa = 1,3 kgf/cmq
QLim. SLU = 3,90 kgf/cmq
QLim. SLV = 3,62 kgf/cmq

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 mediante 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 Paola Pistelli	Relazione di fattibilità geologica, geotecnica e sismica.	Variante al RUE-PSC 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)".
-----------------------	--	--

CONCLUSIONI

Nell'ambito progettuale relativo agli studi di fattibilità geologico geotecnica e sismica a corredo della richiesta di variante agli strumenti programmatici territoriali di PSC e 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 Paola Pistelli**, 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 geologica 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. Dal punto di vista morfologico il sito si sviluppa in ambito di crinale, con quote topografiche comprese circa tra 620 e 622 m s.l.m., ad assetto subpianeggiante; il versante circa 30 m a sud est presenta acclività del $25 \div 30\%$.

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, in corrispondenza di una superficie ad altopiano delimitata da orli di terrazzo.

Modello geologico

I diagrammi penetrometrici hanno evidenziato, superato l'orizzonte rimaneggiato superficiale, il cui spessore è variabile tra 0,8 e 1,4 m, la presenza di termini argilloso limoso sabbiosi, con frequenti inclusioni clastiche, a medio elevato grado di consistenza meccanica. Oltrepassata detta unità, da circa -2,0 ÷ -2,8 m, si riscontra la presenza di termini prevalentemente argilloso limosi, mediamente consistenti; lo spessore di questi materiali tende ad aumentare in direzione occidentale.

A partire da -3,0 ÷ -4,8 m da p.c., si riscontra il passaggio a termini litoidi presentanti un grado di consistenza piuttosto elevato, costituenti l'orizzonte regolitico di passaggio al substrato roccioso, attribuibile alla 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, con sottili intercalazioni pelitiche arenitiche, a permeabilità secondaria, per fratturazione, di grado medio elevato. Al momento dell'esecuzione delle prove penetrometriche, per ciascuna verticale

Sig.ra Paola Pistelli	Relazione di fattibilità geologica, geotecnica e sismica.	Variante al RUE-PSC 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)".
-----------------------	--	--

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 -4,70 m p.c

Il livello idrico rilevato coincide, grosso modo, con la base del deposito eluvio-colluviale.

Pericolosità geologica, geomorfologica ed idraulica

Dal punto di vista geologico e geomorfologico, il sito in analisi, sub pianeggiante, in relazione alle attuali condizioni al contorno, si presenta condizioni di stabilità, in sicurezza.

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 C: *Depositi 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 $15 < NSPT,30 < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < cu,30 < 250$ 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 ÷ 2,0
F.A. IS 0,1 s < T < 0,5 s	2,1 ÷ 2,3
F.A. IS 0,5 s < T < 1 s	1,9 ÷ 2,4

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

$$a_g = 0,158 g$$

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, determinata con metodo HVSr, evidenzia un picco primario corrispondente a: **f0 = 9,2 Hz**, equivalente ad un periodo fondamentale pari a $t0 = 0,108$ sec. E' individuabile un picco secondario pari a **f1 = 3,3 Hz**, equivalente ad un periodo fondamentale dei litotipi di circa $t1 = 0,30$ sec.

MODELLA ZIONE GEOTECNICA

Sig.ra Paola Pistelli	Relazione di fattibilità geologica, geotecnica e sismica.	Variante al RUE-PSC 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)".
-----------------------	--	--

Modellazione geologico geotecnica del sottosuolo

Allo scopo di determinare le caratteristiche fisico meccaniche del sottosuolo, sono state eseguite due 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 -1,0 ÷ -1,5 m p.c. Termini argilloso limoso sabbiosi a bassa consistenza meccanica, sensibilmente alterati e decompressi. Unità non idonea al piano di posa fondale	Non rilevabili	Orizzonte alterato e decompresso, a difficile definizione della caratteristiche litomeccaniche, comunque molto scarse.
UGT1 Da -1,0 ÷ -1,5 a -2,0 ÷ -3,0 m p.c. Termini argilloso limosi a argilloso limoso sabbiosi, con frequenti inclusioni clastiche, a grado di consistenza medio elevato.	$N_{20k} = 8,1$ $N_{SPT k} = 12,1$	$\phi'_k = 25^\circ$ $c'_k = 0,15 \text{ kgf/cmq}$ $c_{uk} = 0,81 \text{ kgf/cmq}$ $\gamma_{nk} = 0,00198 \text{ kgf/cm}$ $E_{dk} = 86 \text{ kgf/cmq}$ $\nu_k = 0,38$ $k_k = 2,04 \text{ kgf/cm}$
UGT2 DPSH2: Da -2,0 ÷ -3,0 m a -3,0 ÷ -5,0 m p.c. Termini a medio grado di consistenza, costituiti prevalentemente da marne pelitiche.	$N_{20k} = 7,2$ $N_{SPT k} = 10,8$	$\phi'_k = 23^\circ$ $c'_k = 0,12 \text{ kgf/cmq}$ $c_{uk} = 0,65 \text{ kgf/cmq}$ $\gamma_{nk} = 0,00195 \text{ kgf/cm}$ $E_{dk} = 69 \text{ kgf/cmq}$ $\nu_k = 0,39$ $k_k = 1,54 \text{ kgf/cm}$
UGT3 Oltre a -3,0 ÷ -5,0 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)	$N_{20k} = 30,4$ $N_{SPT k} = 45,6$	$\phi'_k = 32^\circ$ $c'_{k\text{ammasso}} = 0,37 \text{ kgf/cmq}$ $c_{u\text{ammasso}} = 1,57 \text{ kgf/cmq}$ $\gamma_{nk} = 0,00205 \text{ kgf/cm}$ $E_{dk} = 216 \text{ kgf/cmq}$ $\nu_k = 0,32$ $k_k = 6,71 \text{ kgf/cm}$

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; ν = 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.

Le caratteristiche litologiche e geotecniche del sottosuolo consentono l'utilizzo di fondazioni dirette; il piano di appoggio fondale dovrà essere posto ad una profondità, rispetto all'attuale piano di campagna, almeno pari a **D = -1,40 ÷ -1,60 m**. Il piano di posa dovrà quindi raggiungere l'Unità UGT1 precedentemente descritta.

In funzione delle prospezioni geognostiche e delle indagini di carattere geofisico, risultano, in fase di fattibilità geologica, le tensioni ammissibili e le capacità resistenti di seguito riportate:

qa = 1,3 kgf/cmq
QLim. SLU = 3,90 kgf/cmq
QLim. SLV = 3,62 kgf/cmq

I valori sono quindi puramente indicativi e da definire con maggior dettaglio in funzione delle scelte progettuali.

FATTIBILITA' GEOLOGICO GEOTECNICA E SISMICA DELL'AREA

Sig.ra Paola Pistelli	Relazione di fattibilità geologica, geotecnica e sismica.	Variante al RUE-PSC 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)".
-----------------------	--	--

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 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 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.

L'area risulta stabile, ma si evidenziano circa 30 ÷ 50 m a sud est linee di tensione e piccoli fenomeni gravitativi superficiali; 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, verificare le possibili retrogressioni dei fenomeni suddetti ed, eventualmente, indicare le opere di ingegneria naturalistica o classica da realizzarsi nel comparto orientale del lotto, in corrispondenza del cambio di pendenza.

Dal punto di vista sismico, l'area risulta contraddistinta da terreni di categoria C; 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

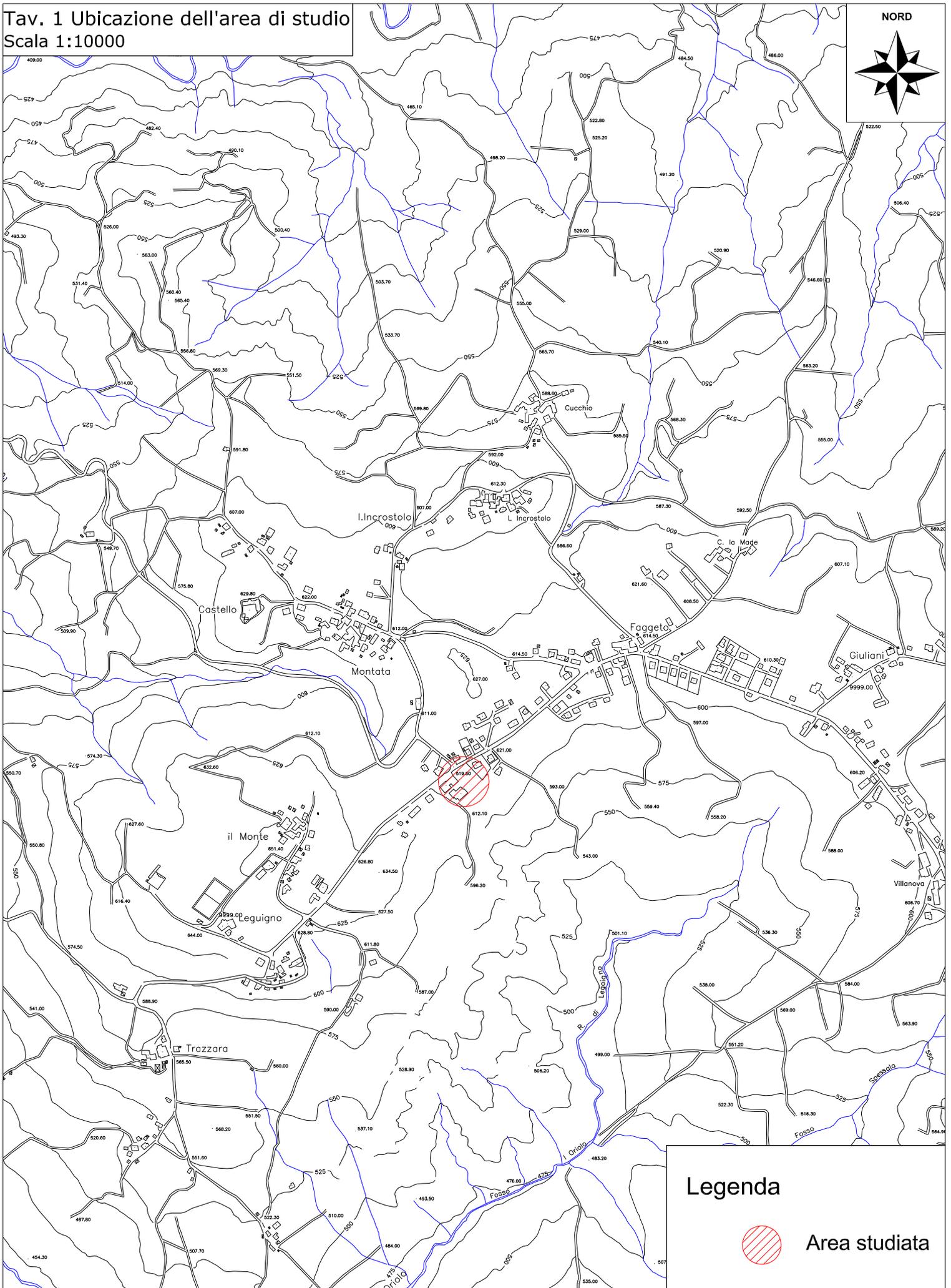
Dott. Geol. Paolo Beretti

Sig.ra Paola Pistelli	Relazione di fattibilità geologica, geotecnica e sismica.	Variante al RUE-PSC 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)".
-----------------------	--	--

ALLEGATI

- Tav. 1. Ubicazione dell'area.
- Tav. 2. Variante al PSC
- Tav. 3. variante al RUE
- Tav. 4. Carta del dissesto
- Tav. 5 Carta geologica
- Tav. 6 Ubicazioni indagini
- Tav.7 Microzonazione sismica
- Prospezione integrata Re.Mi. – M.A.S.W.
- Prove penetrometriche dinamiche super pesanti DPSH.
- Analisi statistica prove penetrometriche dinamiche super pesanti DPSH.
- Rapporto fotografico.

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



Legenda

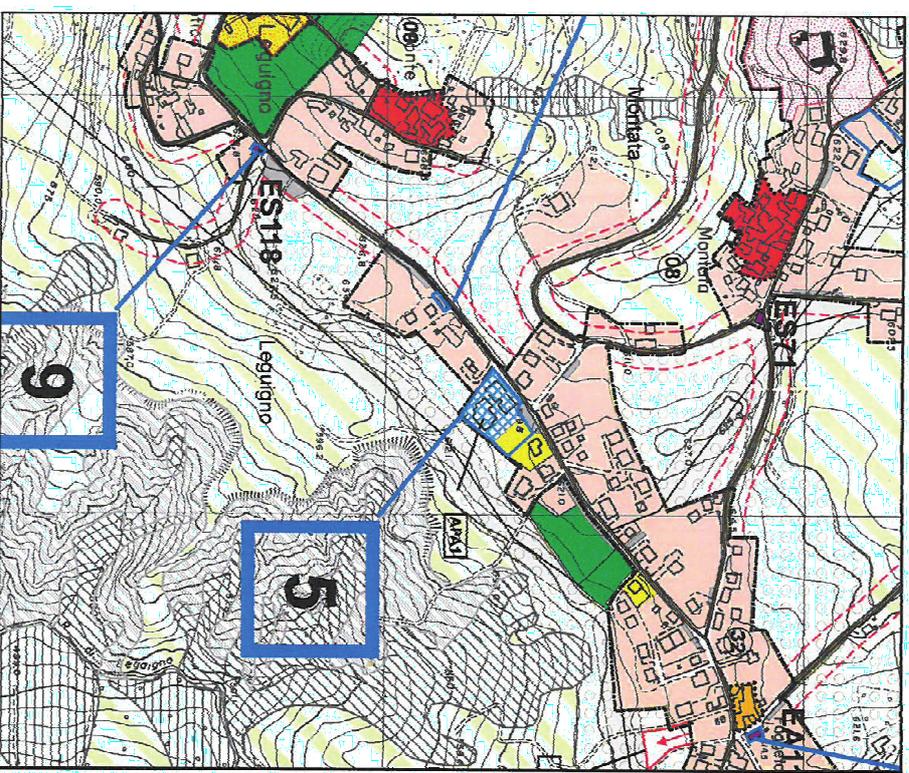


Area studiata

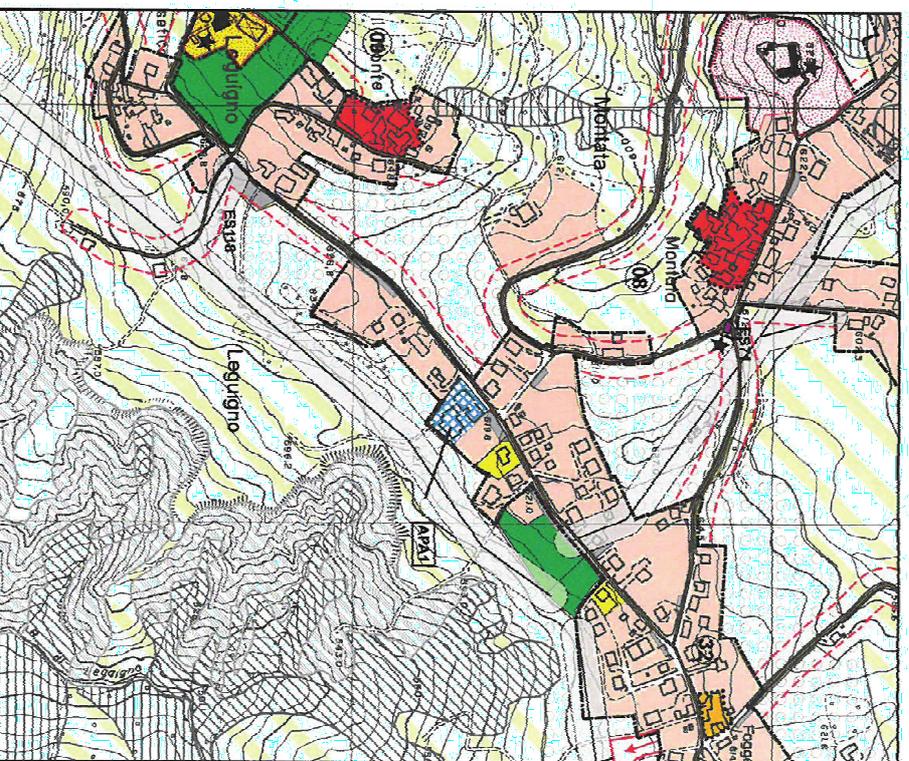


NORD

PSC - VARIANTE 5



STRALCIO TAV. P1 AMBIITI E SISTEMI STRUTTURALI PSC VIGENTE - scala 1/5.000

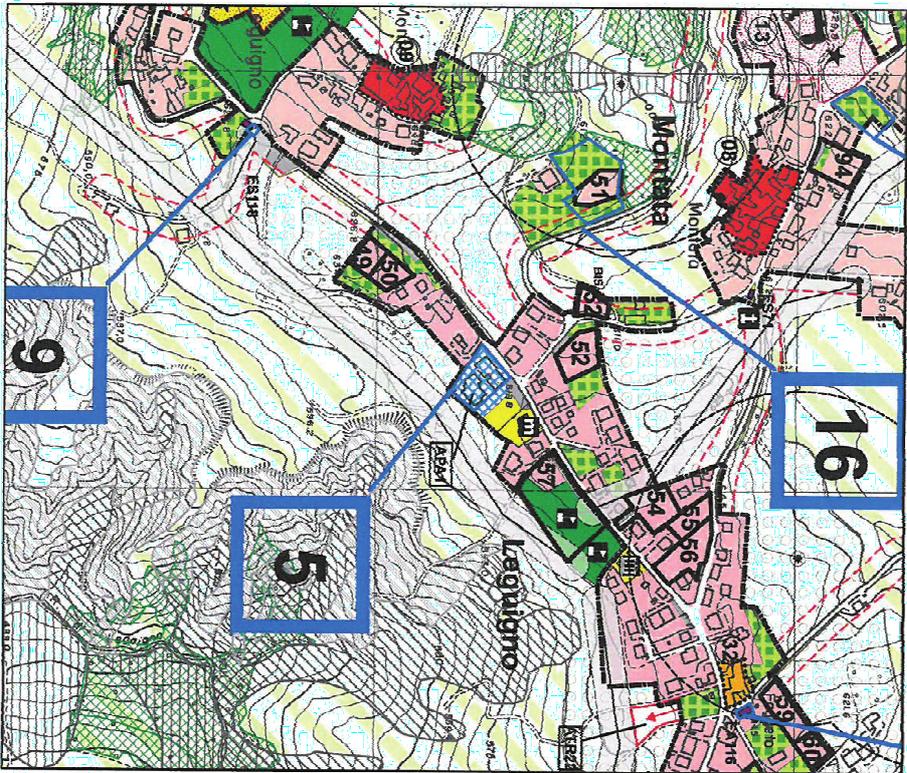


STRALCIO TAV. P1 AMBIITI E SISTEMI STRUTTURALI PSC MODIFICATO - scala 1/5.000

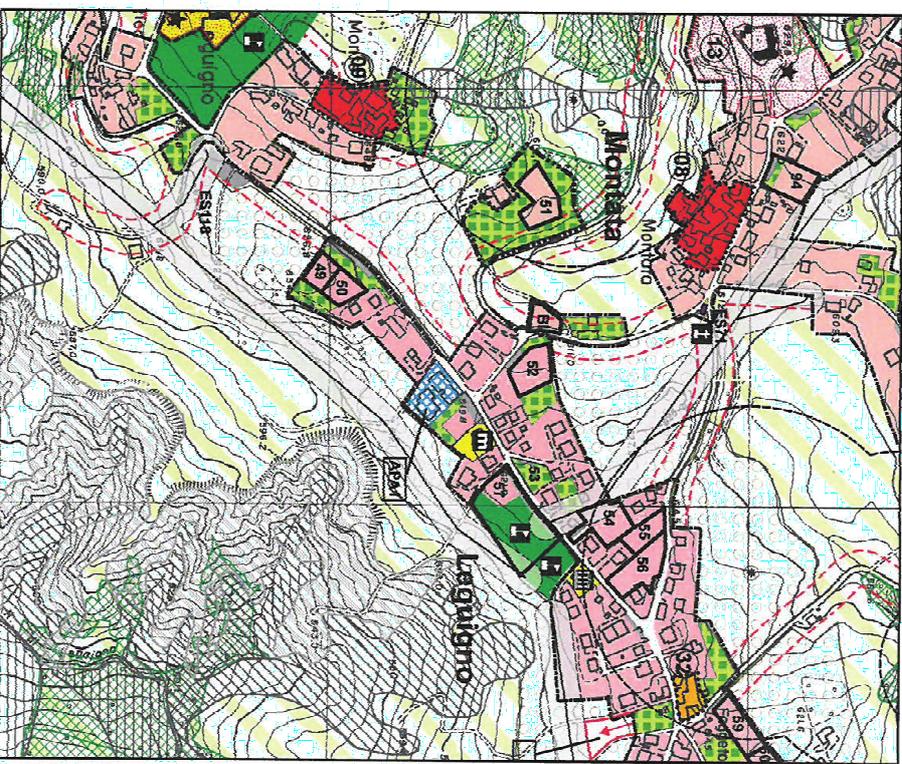
VARIANTE 5 - Località Leguigno - Riduzione ambito APA1 (ST attuale mq. 3.400 circa) con riclassificazione delle aree stralciate in "Ambiti urbani consolidati residenziali all'interno del T.U." (Artt. 103-104). Trasformazione di porzione di area destinata a "Ambiti per dotazioni comunali e di quartiere, tecnologici, cimiteri" in "Ambiti urbani consolidati residenziali all'interno del T.U." (Artt. 103-104). Viene confermata l'area a parcheggio pubblico di progetto in Fregio strada. La modifica interessa le Tavv. P1 P2 P3 P4 di PSC. Le superfici delle aree dopo la variante sono: APA1 ST mq 3000; Ambiti residenziali mq 1300 dei quali mq 550 vengono classificati nel PSC in Residenziale edificata e mq 750 in Residenziale vincolata a verde privato. Per effetto delle modifiche descritte si riduce di mq 111 SU la superficie utile costruibile nell'APA1 e aumenta di mq 203 la superficie costruibile nella "residenziale edificata", in totale l'aumento di capacità edificatoria residenziale è di mq 92 di SU, pari circa ad 1 alloggio.



RUE - VARIANTE 5



STRALCIO TAVV. P3-P4 PIANIFICAZIONE DEL TERRITORIO RUE VIGENTE - scala 1/5,000



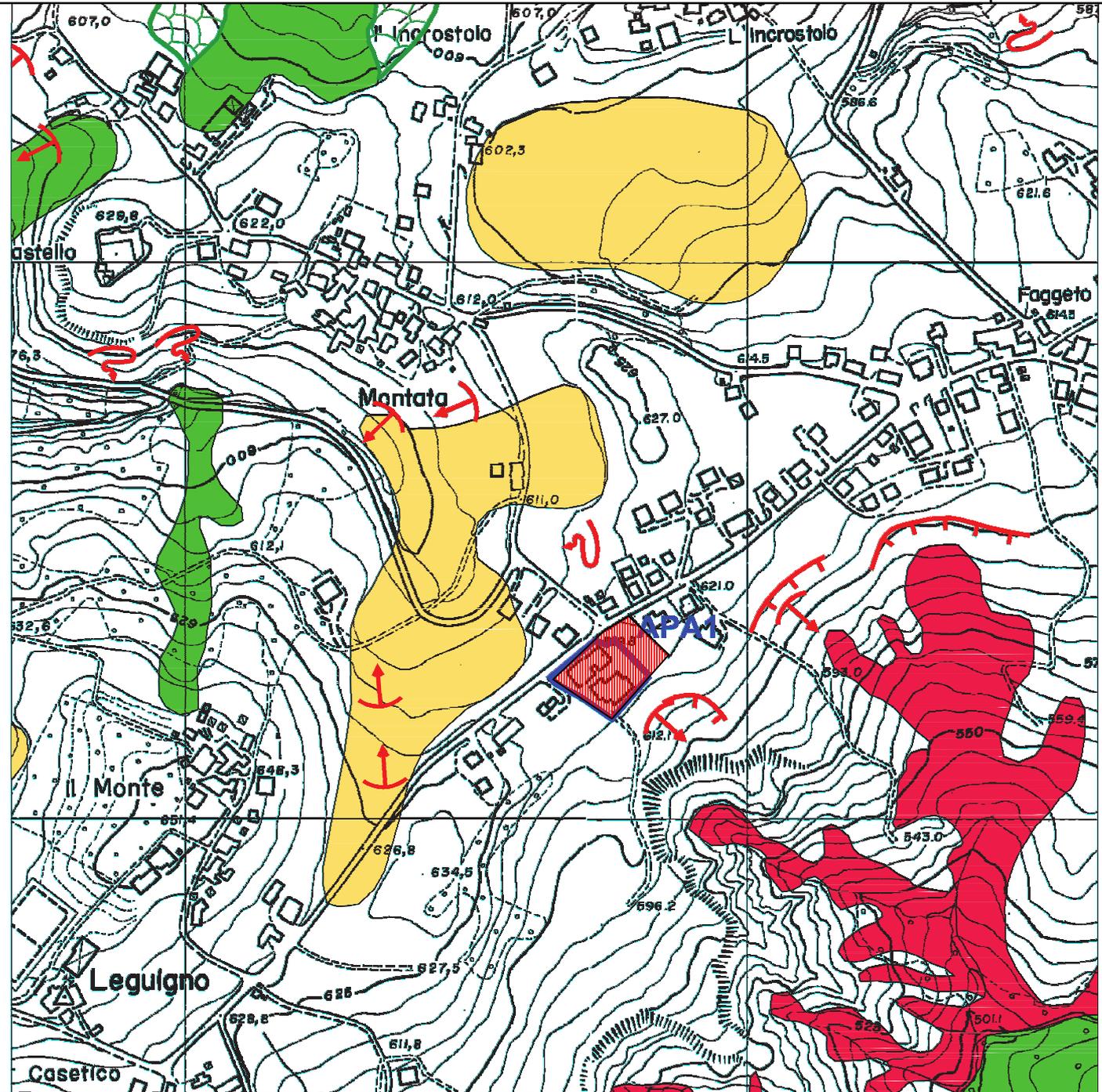
STRALCIO TAVV. P3-P4 PIANIFICAZIONE DEL TERRITORIO RUE MODIFICATO - scala 1/5,000

VARIANTE 5 - Località Leguigno - Riduzione ambito APAL (ST attuale mq. 3.400 circa) con riclassificazione delle aree stralciate in "Sub ambiti residenziali radi e aree verdi da tutelare" (Art. 101.5). Trasformazione di porzione di area destinata a "Dotazioni territoriali di rilievo comunale (Art. 109.2)" parte in Sub ambiti urbani residenziali consolidati intensivi all'interno del T.U. (Art. 101.1) e parte in "Sub ambiti residenziali radi e aree verdi da tutelare" (Art. 101.5). Viene confermata l'area a parcheggio pubblico di progetto in fregio strada. Le superfici delle aree dopo la variante sono: APAL ST = mq 3000; Ambiti residenziali consolidati mq 1300 dei quali mq 550 vengono classificati nel RUE a Sub ambiti urbani residenziali consolidati intensivi all'interno del T.U. (Art. 101.1) e mq 750 vengono classificati nel RUE a "Sub ambiti residenziali radi e aree verdi da tutelare" (Art. 101.5) con modifica delle Tavv. P3.2 e P4.4 di RUE. Per effetto delle modifiche descritte si riduce di mq 111 la superficie utile costruibile nell'APAL e aumenta di mq 203 la superficie costruibile nel "consolidato residenziale". In totale l'aumento di capacità edificatoria residenziale è di mq 92 di SU, pari circa ad 1 alloggio.

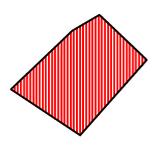
TAV.4 Carta del dissesto

(da carta del dissesto a corredo della scheda normativa APA1-PSC)
scala 1:5000

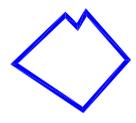
NORD



LEGENDA



Area soggetta a richiesta di variante

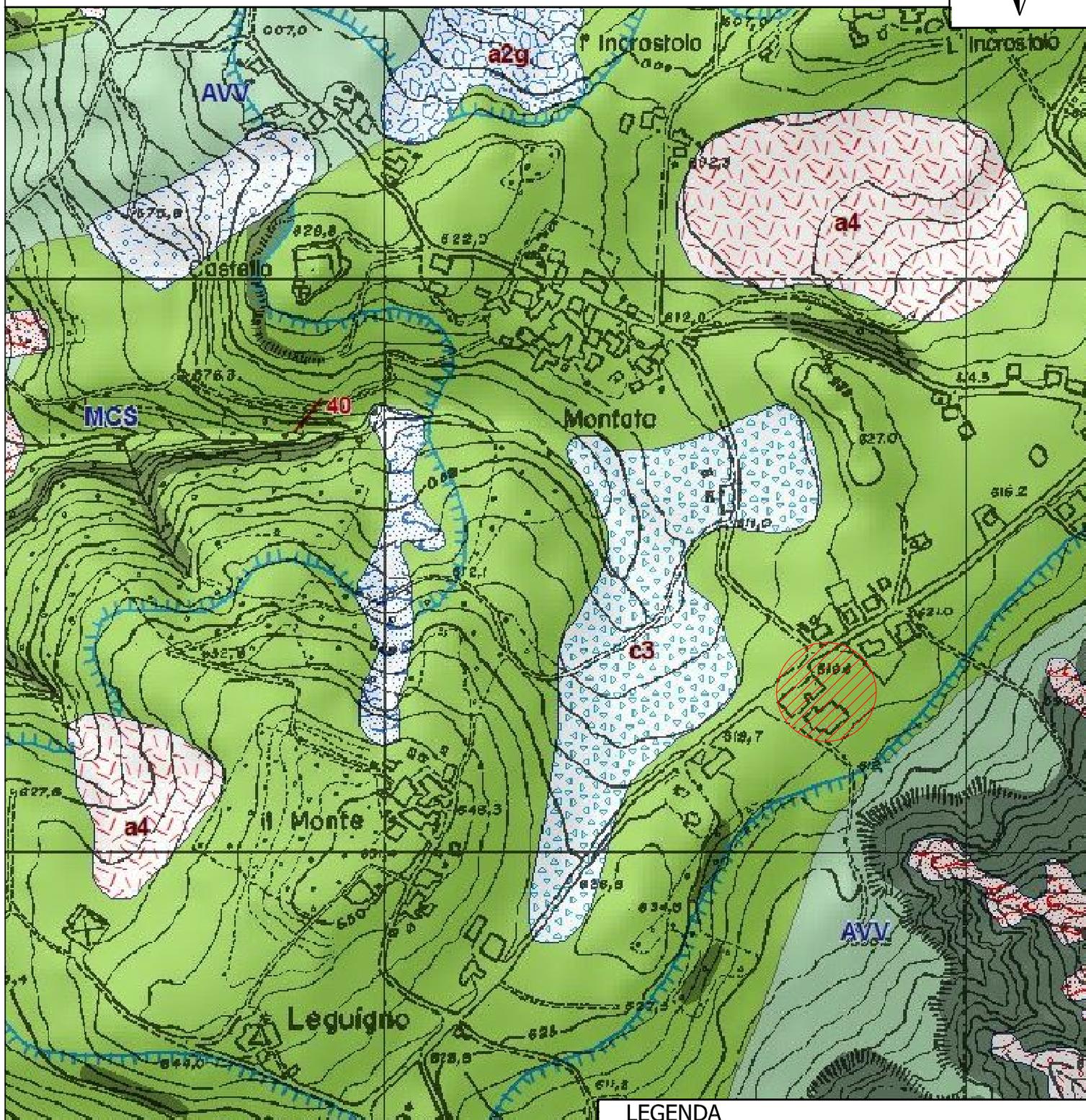


Area APA1 PSC vigente

Tav.5 - 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



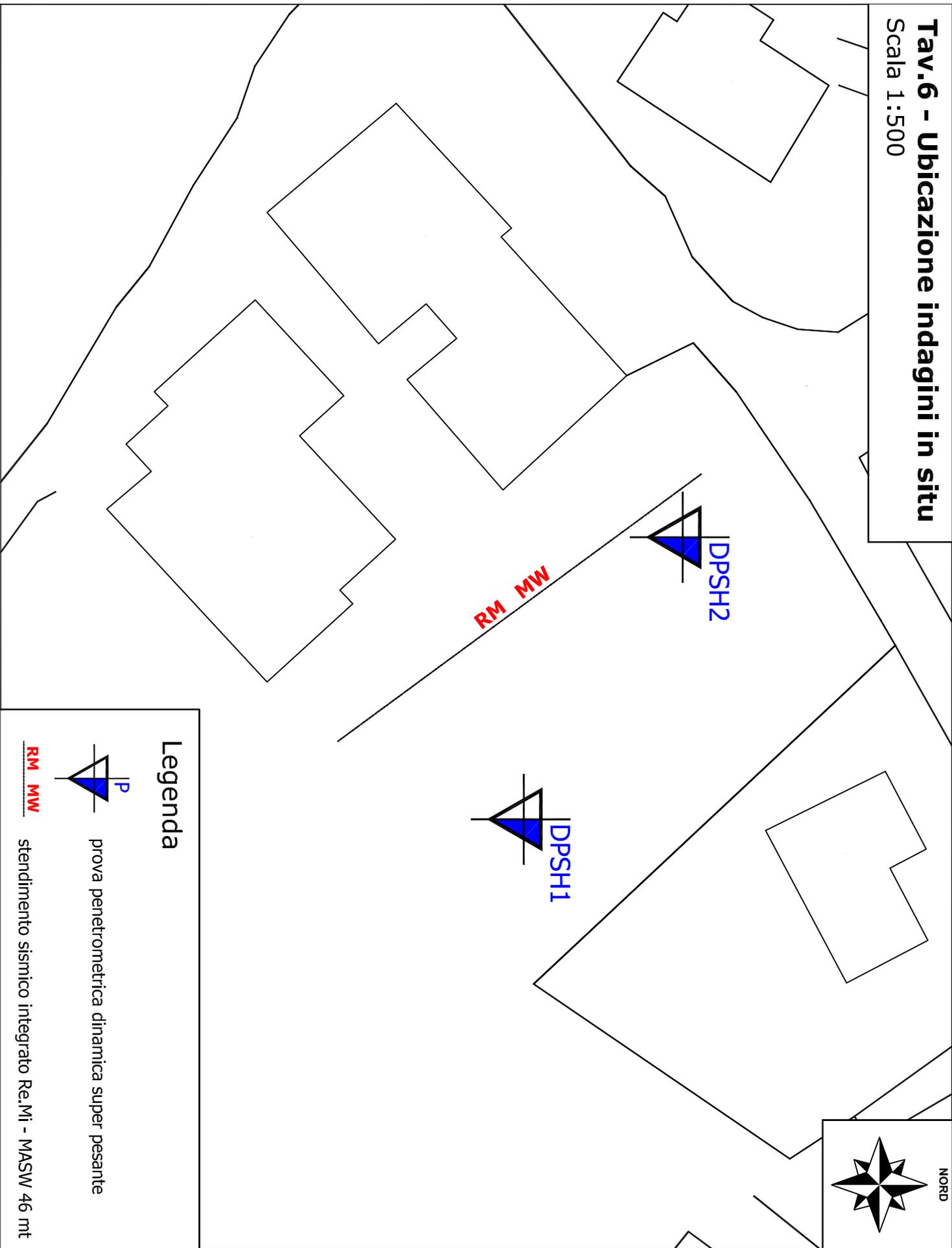
Area studiata

Tav.6 - Ubicazione indagini in situ

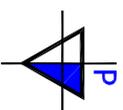
Scala 1:500



NORD



Legenda

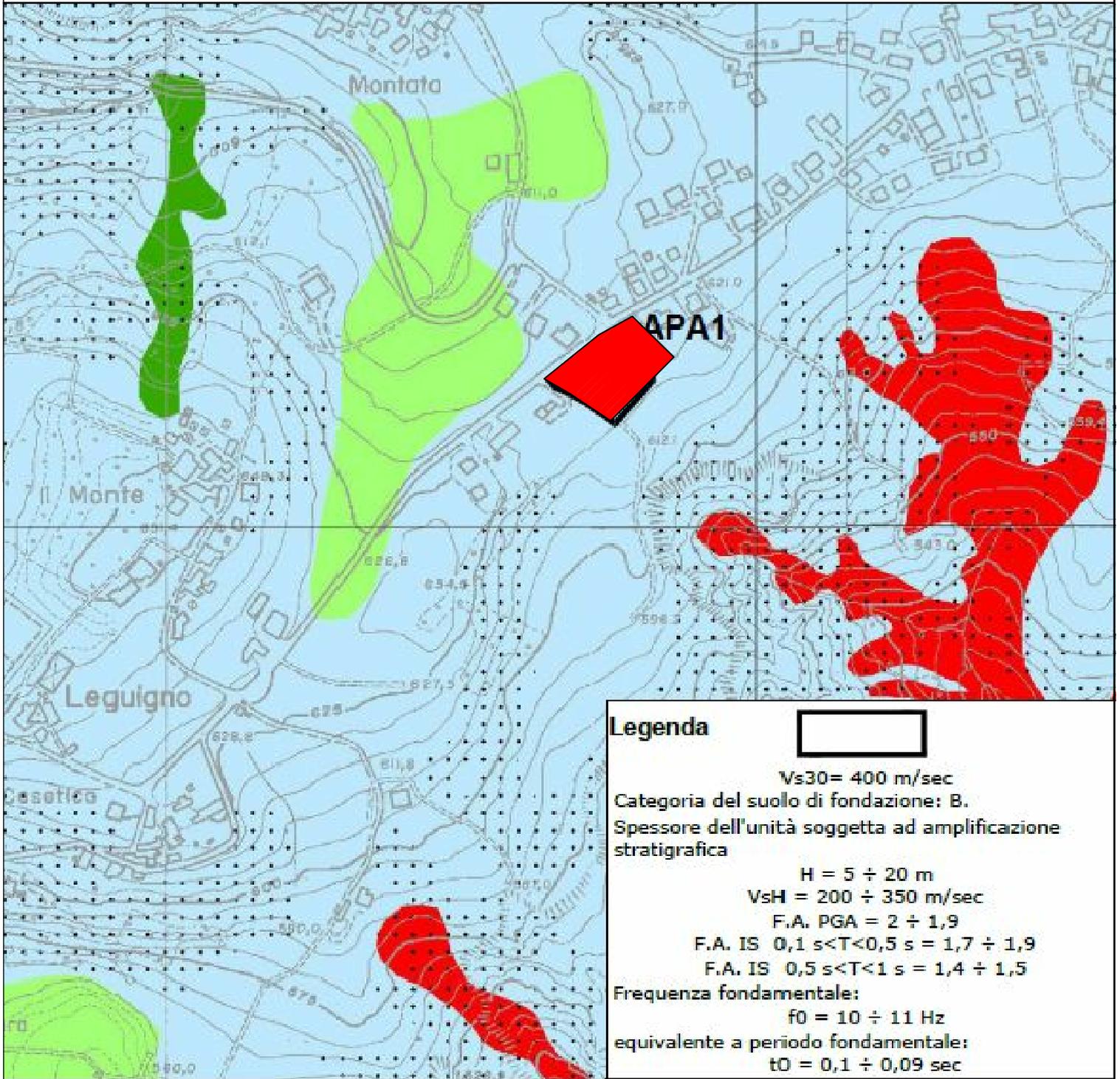


prova penetrometrica dinamica super pesante



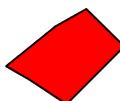
stendimento sismico integrato Re.Mi - MASW 46 mt

Tav.7 - Microzonazione sismica
(da carta di MZS a corredo della scheda normativa APA1-PSC)
 scala 1:5000



Legenda

 $V_{s30} = 400 \text{ m/sec}$
 Categoria del suolo di fondazione: B.
 Spessore dell'unità soggetta ad amplificazione stratigrafica
 $H = 5 \div 20 \text{ m}$
 $V_{sH} = 200 \div 350 \text{ m/sec}$
 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:
 $f_0 = 10 \div 11 \text{ Hz}$
 equivalente a periodo fondamentale:
 $t_0 = 0,1 \div 0,09 \text{ sec}$

 Area soggetta a richiesta di variante
 Area soggetta a richiesta di variante

 Area APA1 PSC vigente

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 Paola Pistelli

Località: Leguigno, Casina

Cantiere: Ambito APA1

Data: 13/01/2016

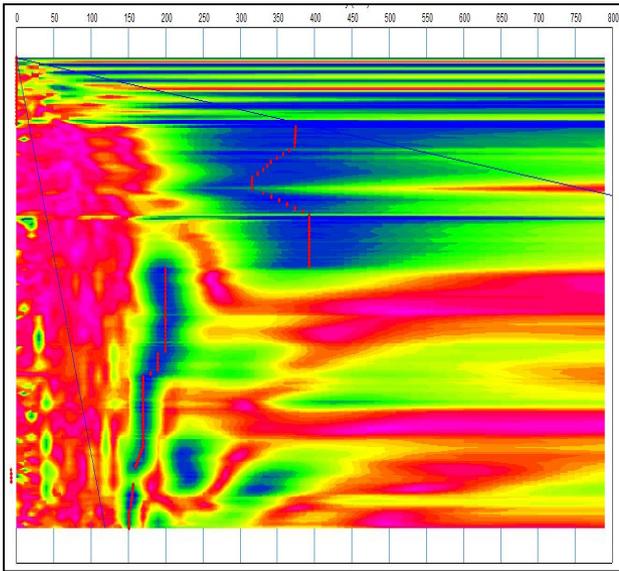


Fig. 1: Disperione M.A.S.W.

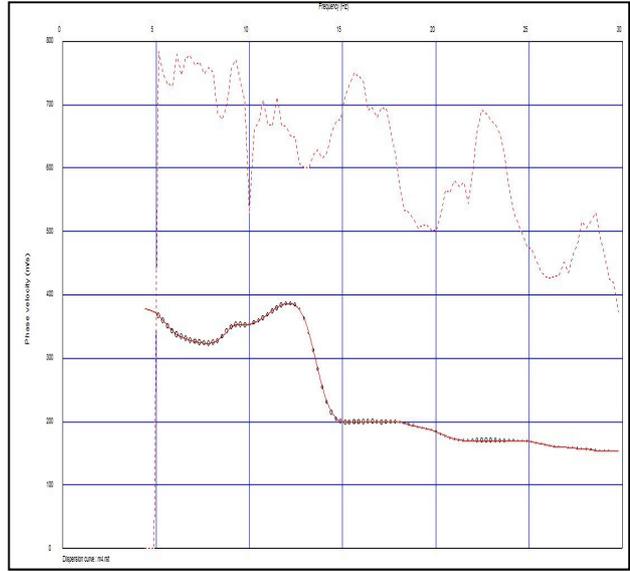


Fig. 2: Picking

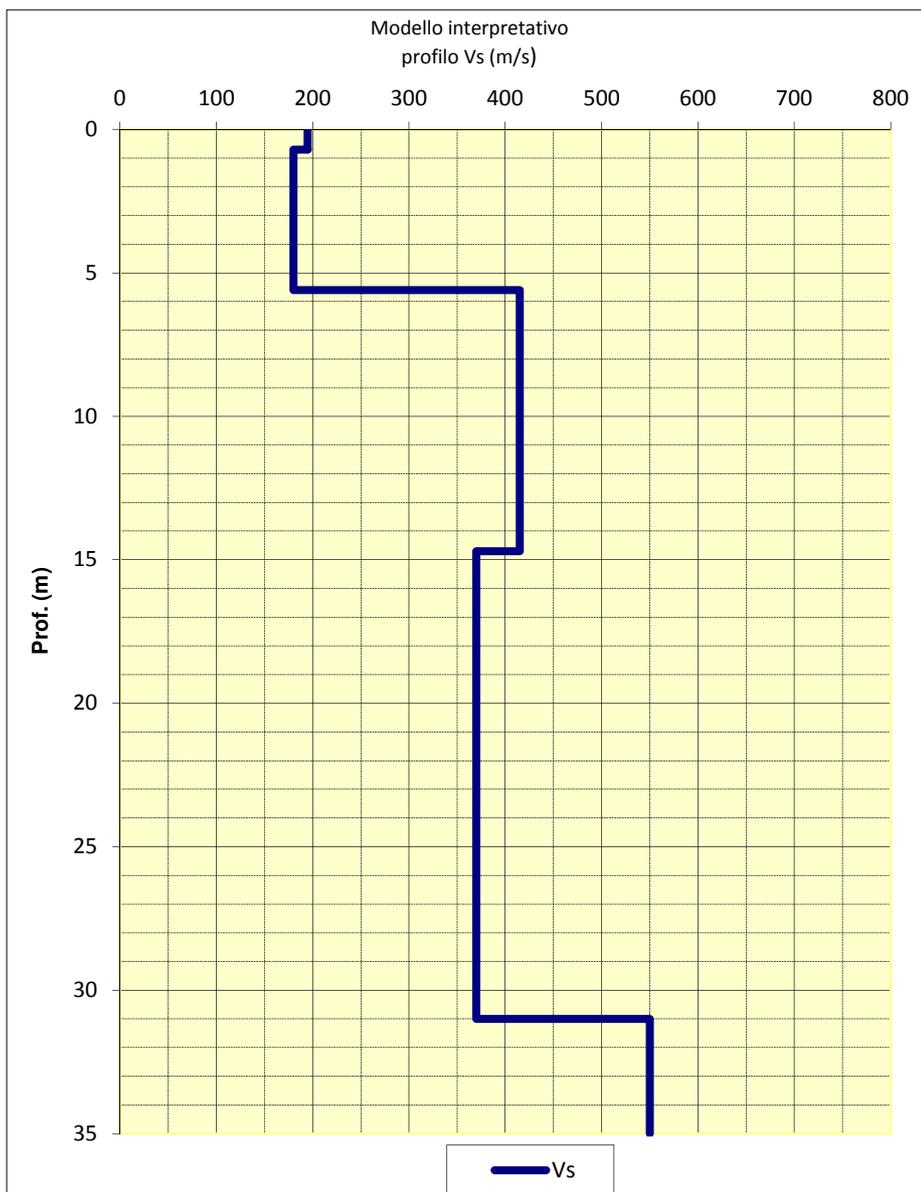


Fig. 3: Profilo onde VS

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

DPSH

1

COMMITTENTE: Sig.ra Paola Pistelli

CANTIERE: Variante RUE PSC n.5

ATTREZZO: Pen. Statico dinamico Pagani TG 63-200

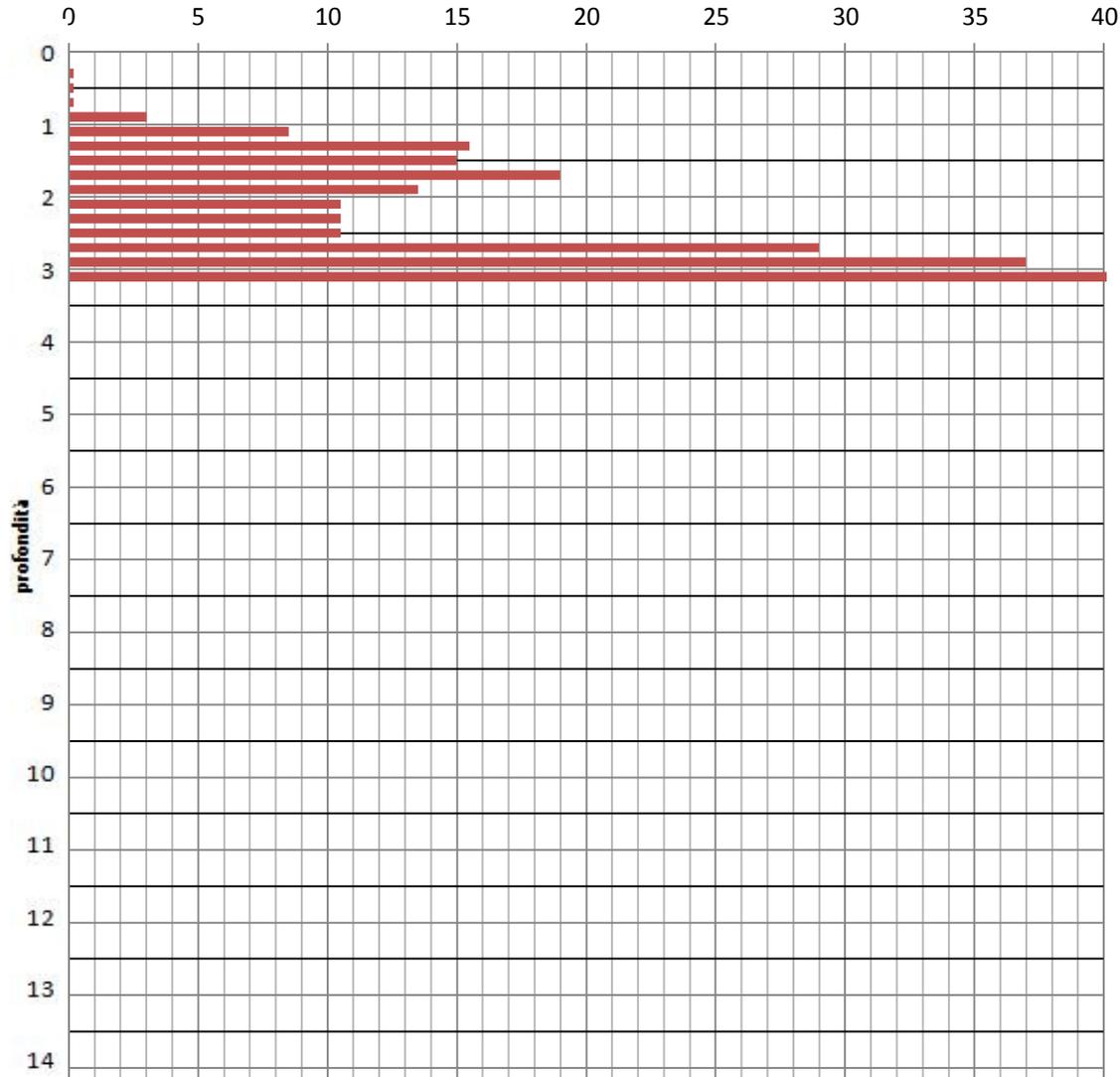
Data: 13/01/2016

OPERATORE: Dott. M. Boccaletti

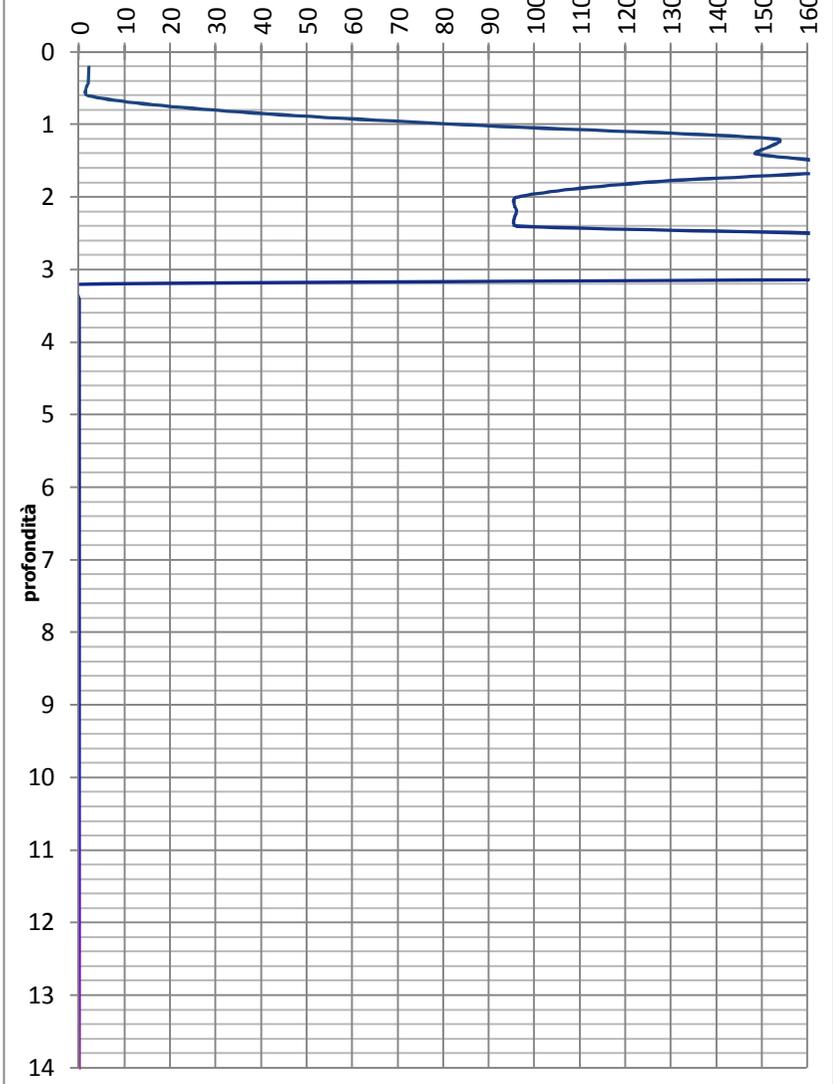
Quota: p.c.

Profondità falda: Foro vuoto

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 Paola Pistelli	
	DPSH		1	CANTIERE: Variante RUE PSC n.5	
	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/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			11	10,2			
1	0,4	0,2	2,15	6	5,4			11	10,4			63,5
2	0,6	0,2	1,98	7	5,6			12	10,6			<i>Volata (cm)</i>
2	0,8	3	29,69	7	5,8			12	10,8			75
2	1	8,5	84,12	7	6			12	11			<i>Aste (Kg al m)</i>
2	1,2	15,5	153,39	7	6,2			12	11,2			6,2
2	1,4	15	148,44	7	6,4			12	11,4			<i>Area della punta (cmq)</i>
3	1,6	19	173,91	8	6,6			13	11,6			20
3	1,8	13,5	123,57	8	6,8			13	11,8			<i>Peso incudine</i>
3	2	10,5	96,11	8	7			13	12			0,5
3	2,2	10,5	96,11	8	7,2			13	12,2			<i>Avanzamento (cm)</i>
3	2,4	10,5	96,11	8	7,4			13	12,4			20
4	2,6	29	246,91	9	7,6			14	12,6			<i>Angolo punta</i>
4	2,8	37	315,02	9	7,8			14	12,8			90°
4	3	70	595,98	9	8			14	13			
4	3,2			9	8,2			14	13,2			
4	3,4			9	8,4			14	13,4			
5	3,6			10	8,6			15	13,6			
5	3,8			10	8,8			15	13,8			
5	4			10	9			15	14			
5	4,2			10	9,2			15	14,2			
5	4,4			10	9,4			15	14,4			
6	4,6			11	9,6			16	14,6			
6	4,8			11	9,8			16	14,8			
6	5			11	10			16	15			

Dott. Geol. Paolo Beretti

Geologia applicata e Geotecnica, Consulenze Ambientali

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

Tel 0522 1695098 Fax 0522 1691413 Cell 348 6902667

Prova penetrometrica dinamica super pesante

DPSH

2

COMMITTENTE: Sig.ra Paola Pistelli

CANTIERE: Variante RUE PSC n.5

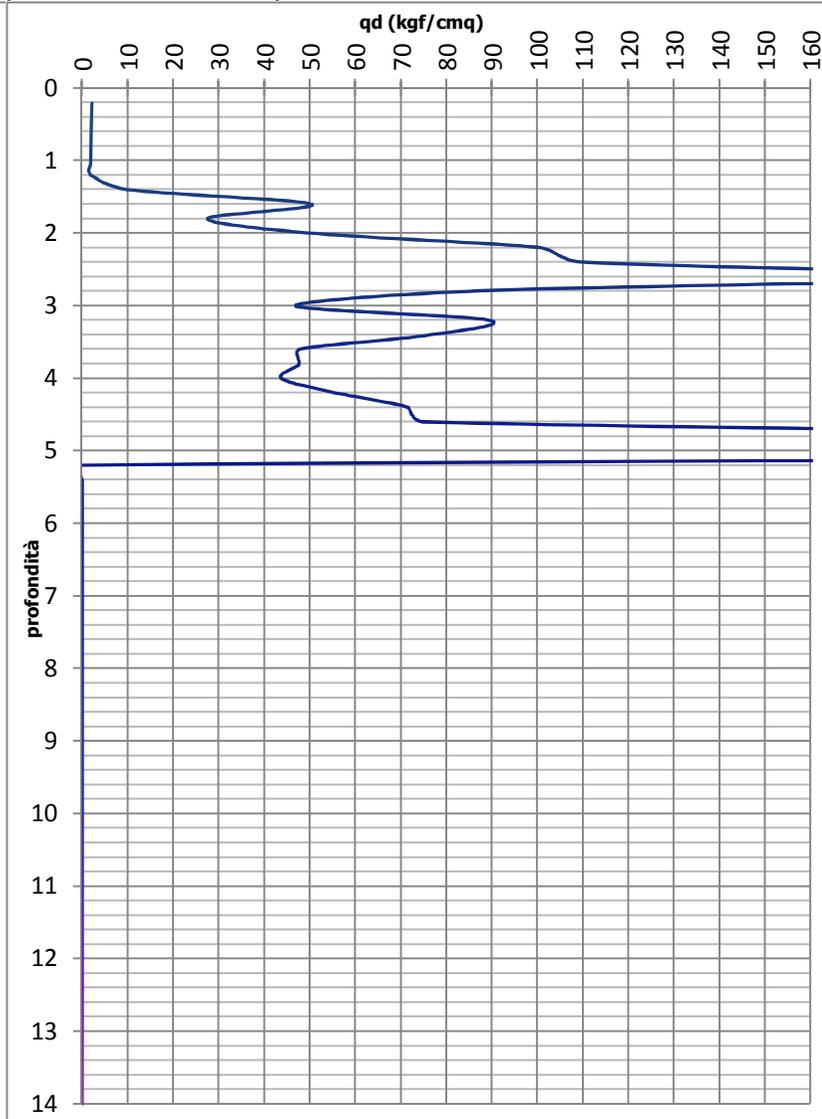
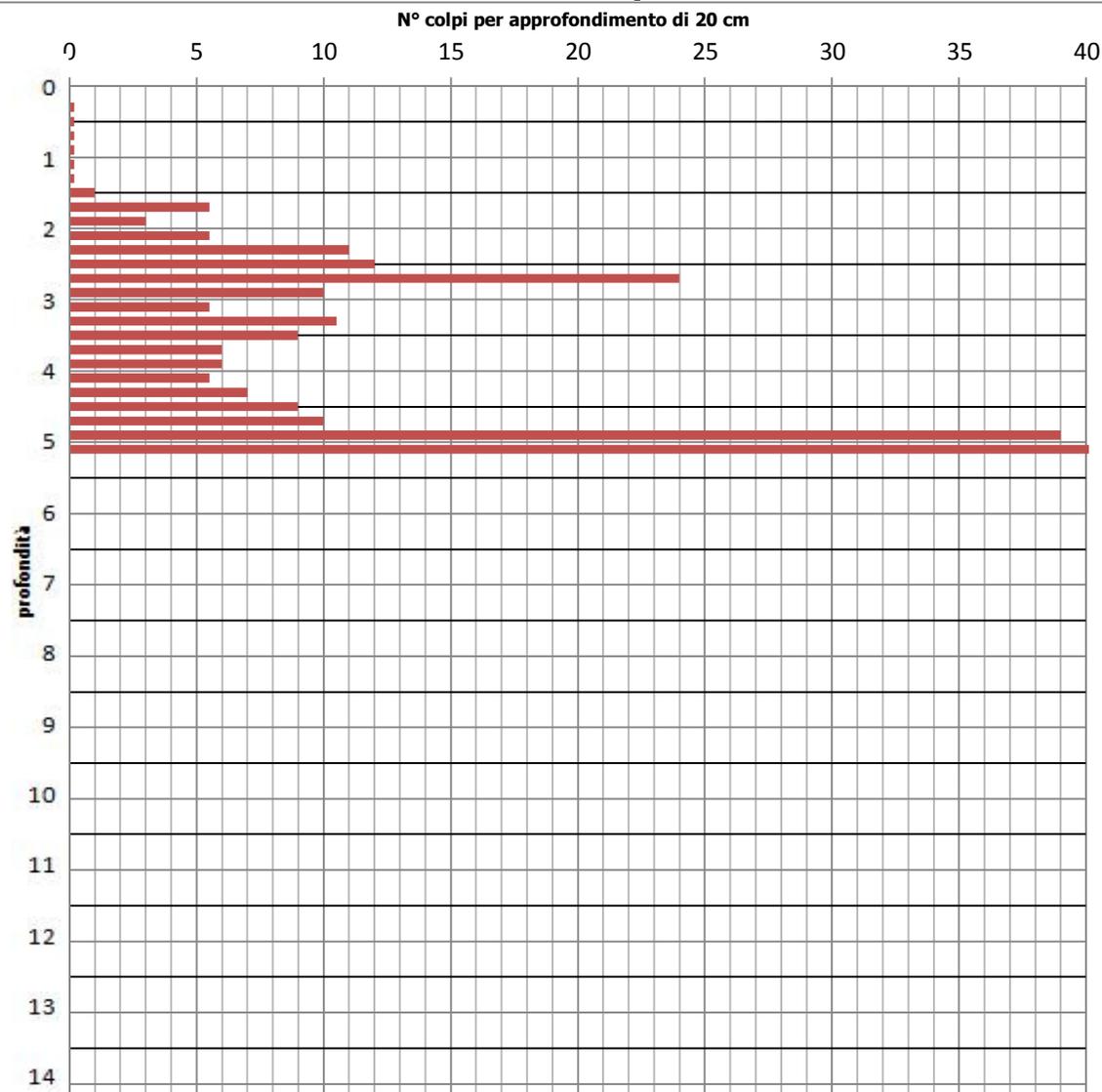
ATTREZZO: Pen. Statico dinamico Pagani TG 63-200

Data: 13/01/2016

OPERATORE: Dott. M.Boccaletti

Quota: p.c.

Profondità falda: H2O -4,70m

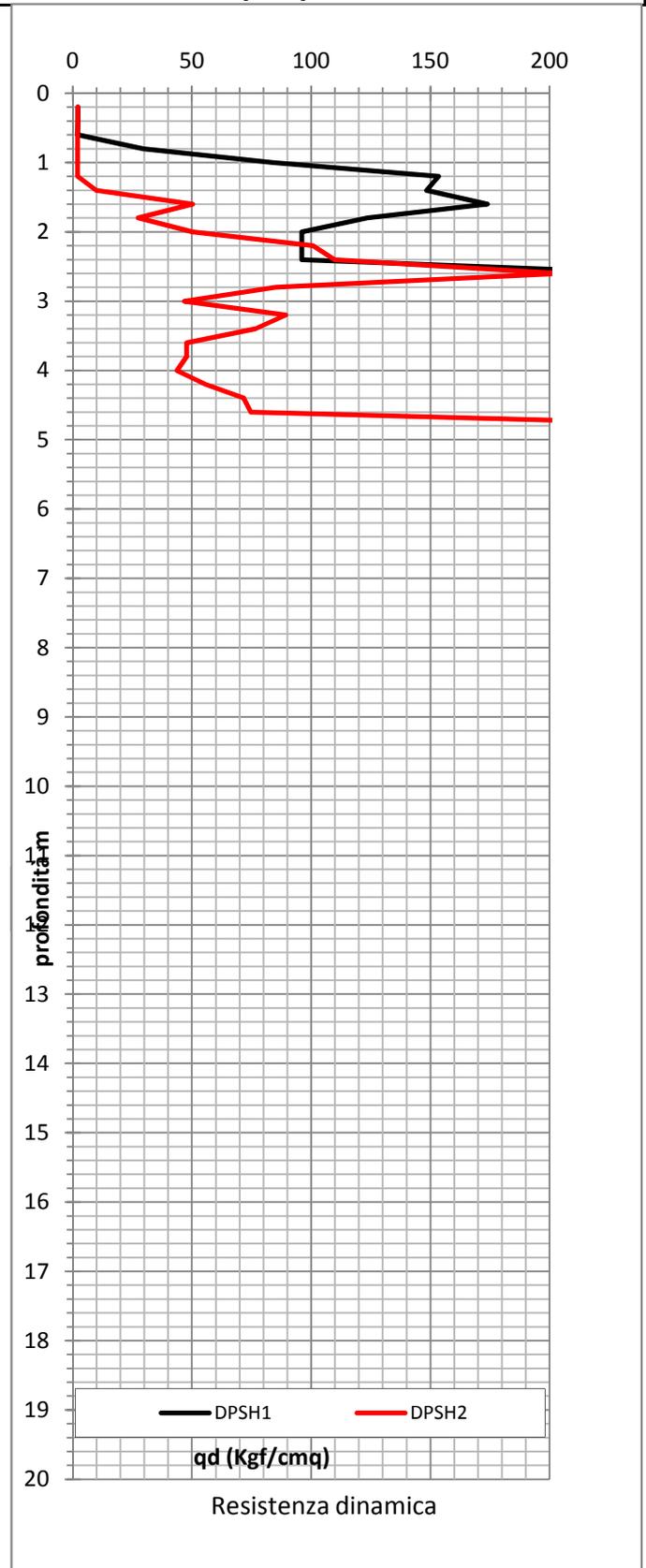
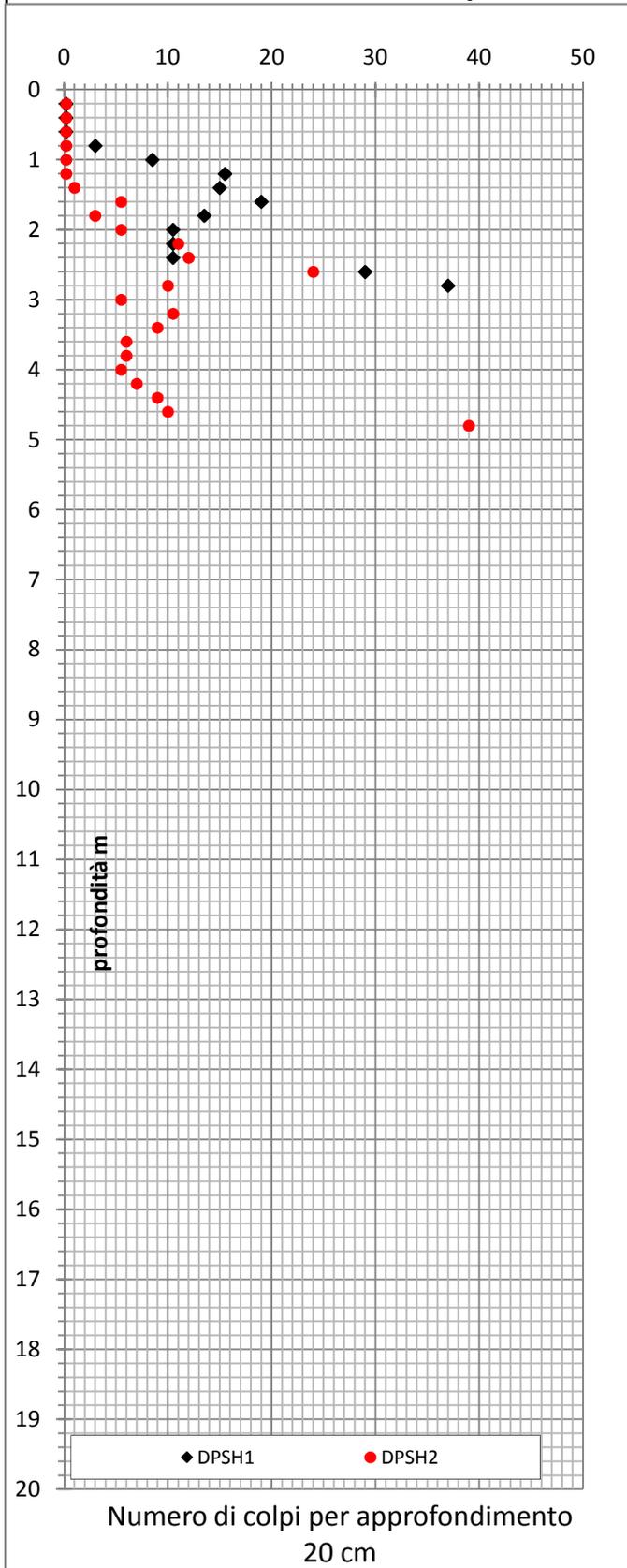


Dott. Geol. Paolo Beretti <i>Geologia applicata e Geotecnica, Consulenze Ambientali</i> Sede: Via De Gasperi 2/1, Quattro Castella (RE) Tel 0522 1695098 Fax 0522 1691413 Cell 348 6902667	Prova penetrometrica dinamica super pesante			COMMITTENTE: Sig.ra Paola Pistelli	
	DPSH		2	CANTIERE: Variante RUE PSC n.5	
	ATTREZZO: Pen. Statico dinamico Pagani TG 63-200			Data: 13/01/2016	
	OPERATORE: Dott. M.Boccaletti		Quota: p.c.	Profondità falda:	H2O -4,70m

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			11	10,2			
1	0,4	0,2	2,15	6	5,4			11	10,4			63,5
2	0,6	0,2	1,98	7	5,6			12	10,6			<i>Volata (cm)</i>
2	0,8	0,2	1,98	7	5,8			12	10,8			75
2	1	0,2	1,98	7	6			12	11			<i>Aste (Kg al m)</i>
2	1,2	0,2	1,98	7	6,2			12	11,2			6,2
2	1,4	1	9,90	7	6,4			12	11,4			<i>Area della punta (cmq)</i>
3	1,6	5,5	50,34	8	6,6			13	11,6			20
3	1,8	3	27,46	8	6,8			13	11,8			<i>Peso incudine</i>
3	2	5,5	50,34	8	7			13	12			0,5
3	2,2	11	100,68	8	7,2			13	12,2			<i>Avanzamento (cm)</i>
3	2,4	12	109,84	8	7,4			13	12,4			20
4	2,6	24	204,34	9	7,6			14	12,6			<i>Angolo punta</i>
4	2,8	10	85,14	9	7,8			14	12,8			90°
4	3	5,5	46,83	9	8			14	13			
4	3,2	10,5	89,40	9	8,2			14	13,2			
4	3,4	9	76,63	9	8,4			14	13,4			
5	3,6	6	47,75	10	8,6			15	13,6			
5	3,8	6	47,75	10	8,8			15	13,8			
5	4	5,5	43,77	10	9			15	14			
5	4,2	7	55,71	10	9,2			15	14,2			
5	4,4	9	71,63	10	9,4			15	14,4			
6	4,6	10	74,71	11	9,6			16	14,6			
6	4,8	39	291,36	11	9,8			16	14,8			
6	5	70	522,96	11	10			16	15			

Analisi statistica dati penetrometrici - Dinamiche super pesanti DPSH



N₂₀ (kgf/cmq)					
	UGT1	UGT2	UGT3		
campioni	13	12	5		
Minimo	3,00	5,50	29,00		
Massimo	24,00	10,50	70,00		
Media	11,19	8,33	49,00		
Moda	3,00	10,50	70,00		
Mediana	11,00	9,00	39,00		
Dev. Stand.	6,02	2,06	17,47		
Media tronca	10,77	8,40	49,00		
t student	1,78	1,80	2,13		
N20k	8,09	7,22	30,38		

RAPPORTO FOTOGRAFICO

PROVE PENETROMETRICHE:



DPSH1



DPSH 2

PROSPEZIONI GEOFISICHE



Stendimento integrato Re.Mi. - M.A.S.W. 46 m



HVSR