


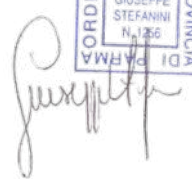
GIUSEPPE
STEFANINI
INGEGNERE

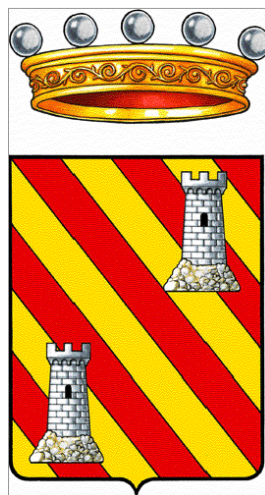
43126 PARMA
VICO FERTILE
VIA BERGONZI 4
TEL. 0521 959199
IVA 02246880344

TAVOLA
EL.03

☐ Miglioramento sismico

Il Progettista e D.L.
Ing. Giuseppe Stefanini

 
Timbro e Firma
17-11-2023



AMMINISTRAZIONE COMUNALE
DI
VARANO DE' MELEGARI

Progetto di miglioramento sismico
della sede municipale
Progetto esecutivo

CUP: J94J23000260006

Relazione sulle indagini di risposta sismica locale

Provincia di Parma
Comune di Varano de' Melegari

N.B. Tutte le quote sono indicative ed è preciso dovere dell'Appaltatore verificarle a Sua cura in cantiere. Tutte le dimensioni geometriche riportate sui disegni del rilievo geometrico devono considerarsi progettuali e non potranno essere assunte a base dello sviluppo costruttivo senza specifica verifica in opera a carico dell'Impresa.

Individuazione:

Varano de' Melegari - 43040 (PR)
Via Martiri della Libertà 14

**PROVINCIA DI PARMA
COMUNE DI VARANO DE' MELEGARI**

**VALUTAZIONE VULNERABILITA' SISMICA
FABBRICATO SEDE DEL MUNICIPIO
DI VARANO DE' MELEGARI**

RELAZIONE GEOLOGICO - SISMICA



Committente: Comune di Varano dé Melegari

Redazione: Dott. Geol. Domenico Bianco

Settembre 2022

Via Nazionale, 90 – Borgo Val di Taro



1. INTRODUZIONE

Il presente studio è redatto a corredo della valutazione della vulnerabilità sismica dell'edificio ospitante il Municipio del Comune di Varano dé Melegari sito in Via Martiri della Libertà, 14, costituendo la componente geologico – sismica dello Studio.

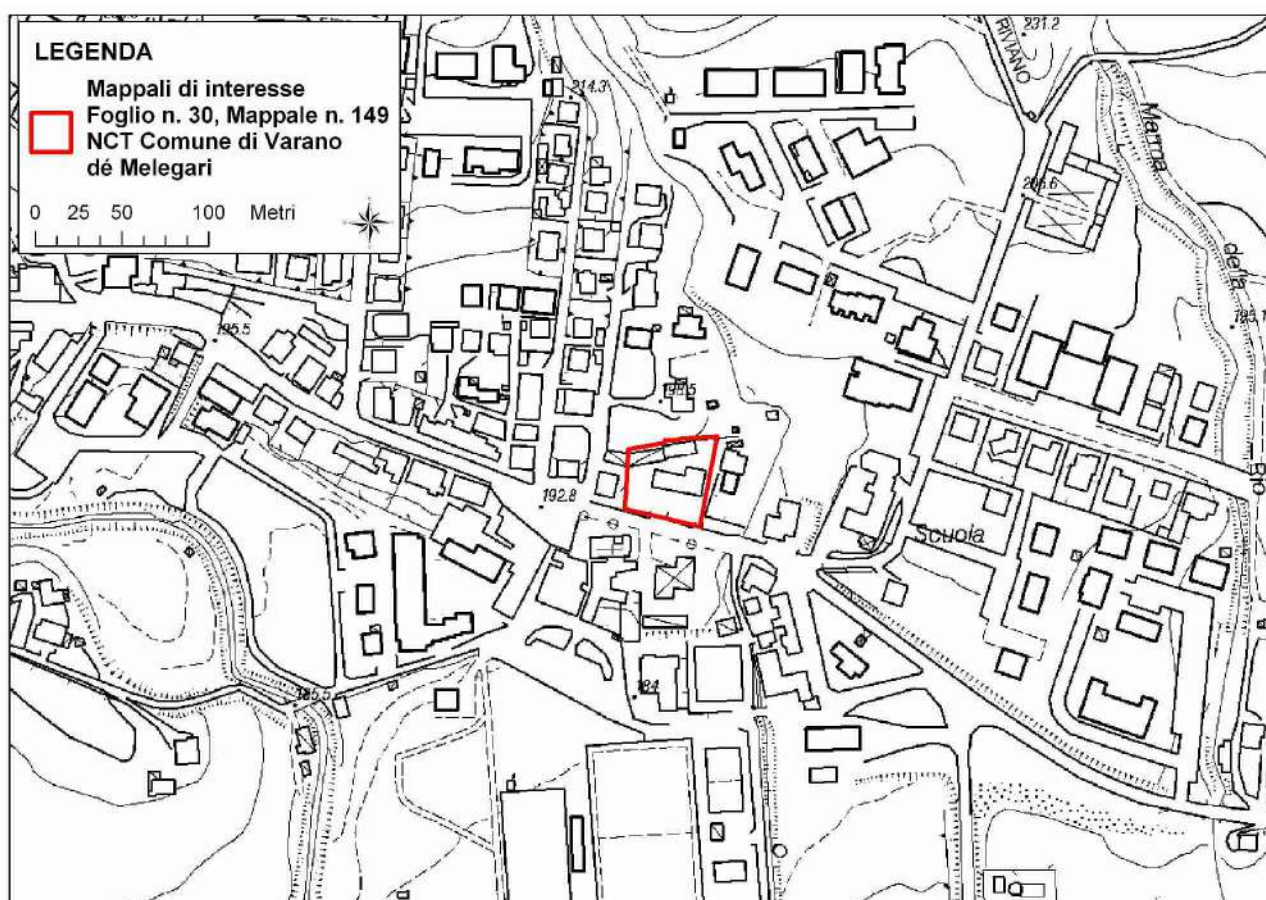


Fig. n. 1_ Stralcio Carta C.T.R. scala 1:5.000, Elemento n. 199094 , con individuazione del Mappale contenente il fabbricato in oggetto

Lo studio quindi si prefigge di modellare stratigraficamente il sito in funzione della sua caratterizzazione sismica, per la quale oltre al metodo semplificato proposto dalla normativa (D.M.17.01.2018 § 3.2.2. CATEGORIE DI SOTTOSUOLO E CONDIZIONI TOPOGRAFICHE), confrontato con lo Studio di Microzonazione sismica del Comune di Varano dé Melegari di III livello di approfondimento, completato nel

2017 dal Dott. Geol. Matteo Collareda, si procederà alla redazione della RSL (Risposta Sismica Locale), costituente un approccio più rigoroso e realistico.

Tale approccio si rende necessario in considerazione della funzione strategica dell'Edificio, che in caso di calamità sismica o di altro tipo, costituisce in ogni caso riferimento e punto nevralgico per le operazioni di coordinamento e soccorso alla cittadinanza.

Il livello di analisi è quindi giustificato e imposto dalla destinazione del fabbricato in esame, costituente un edificio pubblico, con importante funzione logistica e amministrativa e affollamento significativo di persone (*CLASSE IV_ Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al DM 5/11/2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica. D.M. 17.01.2018 – CAPITOLO 2_ SICUREZZA E PRESTAZIONI ATTESE; Paragrafo 2.4. VITA NOMINALE DI PROGETTO, CLASSI D'USO E PERIODO DI RIFERIMENTO; § 2.4.2. CLASSI D'USO).*



Fig. n. 2_ Ortofoto dell'area d interesse con localizzazione del fabbricato in esame

Nelle analisi di risposta sismica locale, l'azione sismica di ingresso è descritta in termini di storia temporale dell'accelerazione (accelerogrammi) su di un sito di riferimento rigido ed affiorante con superficie topografica orizzontale (sottosuolo tipo A del § 3.2.2). Per la scelta degli accelerogrammi di ingresso, si deve fare riferimento a quanto già specificato al § 3.2.3.6.

Scopo finale del lavoro è quindi quello di fornire allo strutturista incaricato della valutazione di Vulnerabilità i parametri stratigrafici e sismici per produrre gli adeguati modelli del fabbricato ed individuare eventuali interventi per la riduzione della vulnerabilità ed il miglioramento della prestazione sismica del fabbricato nei confronti dei sismi attesi in tale zona.

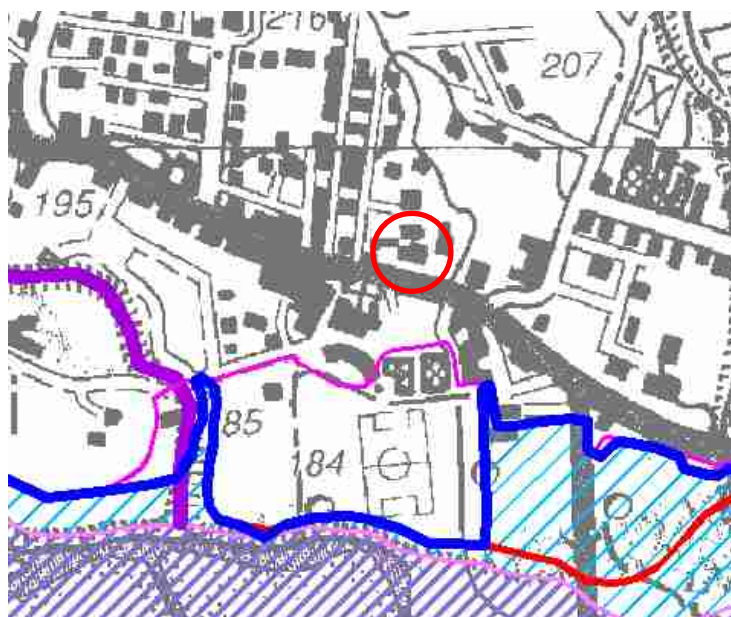


Fig. n. 3_ Stralcio Tav. 11 – Elaborato C.1 del P.T.C.P. della Provincia “Tutela Ambientale, Paesistica e Storico – Culturale”, cerchiata in rosso l'area di interesse

L'area in esame, negli attuali strumenti di pianificazione territoriale della Provincia (P.T.C.P.), Elaborato C.1 – Tav. 11 “Tutela Ambientale, Paesistica e Storico – Culturale”, risulta esterna alla fascia di esondazione catastofica del T. Ceno (Fascia C), mentre nella “Carta del Dissesto” (Elaborato C2 del P.T.C.P., Sez. 199090 – **Tav. n. 2 fuori testo**), si colloca su terreni alluvionali riferibili a terrazzi antichi, lungo la sponda idrografica sinistra della piana alluvionale del T. Ceno, ai piedi di un versante a diffuso e vario con frequente e diffuso controllo gravitativo.

Il settore può quindi essere classificato come “Area a pericolosità geomorfologica moderata” in cui le attività di trasformazione possibili sono normate e limitate dalle indicazioni presenti negli articolo 22bis delle NTA del P.T.C.P. ed in ogni caso precedute da una valutazione tecnica denominata “Verifica di Compatibilità”, con la quale si considerano gli effetti delle opere sul territorio e sull'equilibrio geomorfologico presente, con indicazioni e prescrizioni operative per ridurre tale impatto e rendere sostenibile l'intervento. Occorre comunque operare nel rispetto delle condizioni di equilibrio esistenti, ponendo in essere tutti i comportamenti

e gli accorgimenti finalizzati alla salvaguardia delle condizioni di stabilità, con particolare riguardo nei confronti delle acque libere superficiali e subsuperficiali, che sono fattore predisponente e scatenante del dissesto.

Il terreno in questione non ricade in una zona non soggetta a vincolo idrogeologico ai sensi del R. D. n° 3267 del 30/12/1923 e della successiva L. R. n° 47 del 07/12/1978.

La relazione mira a fornire valutazioni di carattere prettamente geologico, morfologico e sismico, di un intorno adeguato e significativo, attraverso il quale accertare che non vi siano elementi e fenomeni di pregiudizio alle attuali condizioni di stabilità dell'area e concorrenti alla vulnerabilità del fabbricato.

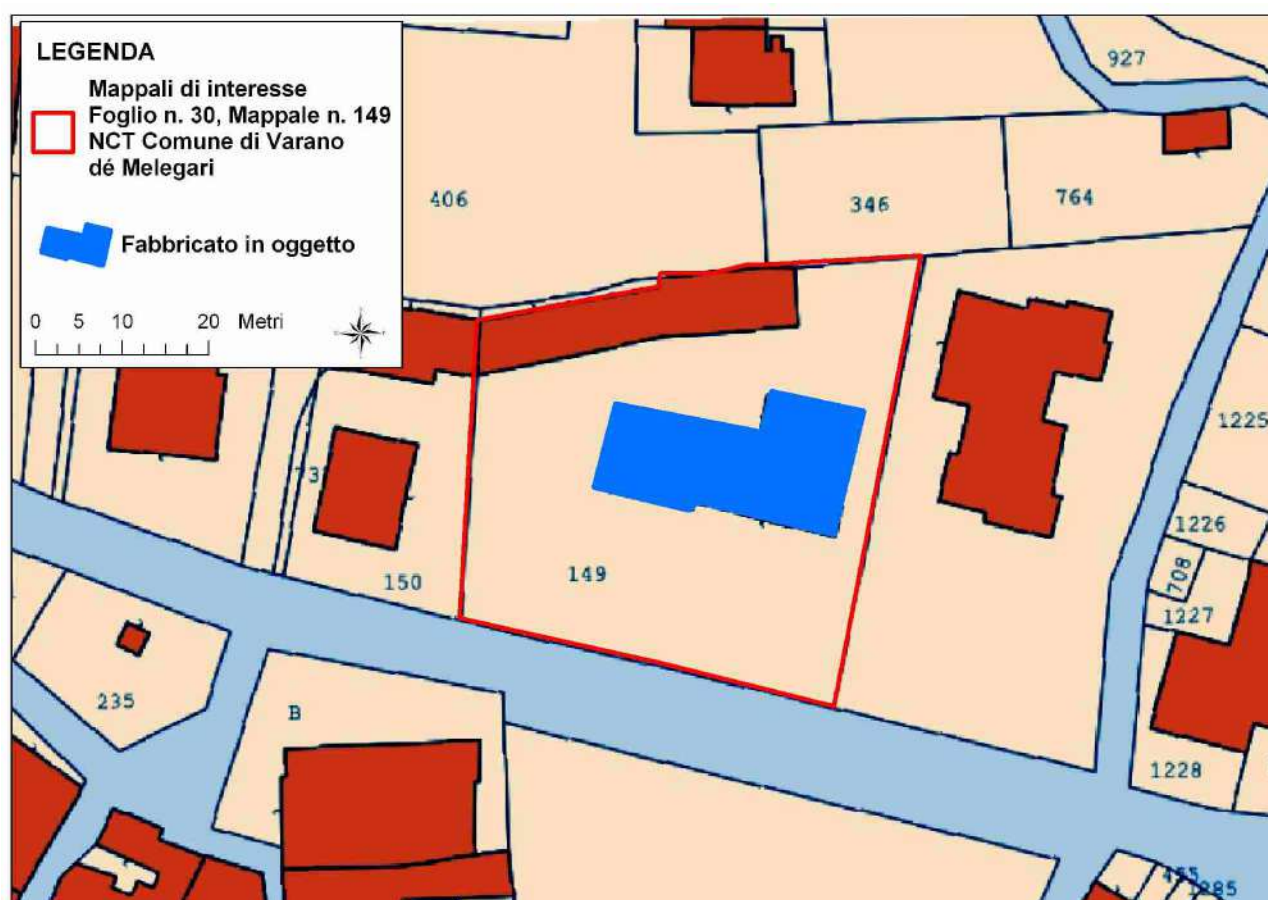


Fig. n. 4_ Stralcio Foglio catastale n. 30 del NCT del Comune di Varano de' Melegari, con indicazione del Mappale n. 149, ospitante il fabbricato in esame

Per la determinazione delle caratteristiche sismiche, litostratigrafiche e geotecniche dei terreni interessati, oltre al rilievo e rilevamento di campagna e alla ricerca bibliografica svolti, si è fatto riferimento a dati ed informazioni ricavate da precedenti Studi e da prove geofisiche svolte nell'ambito dello Studio di Microzonazione di III Livello di approfondimento, terminato nel Luglio del 2017 dal Dott. Geol. Matteo Collareda. Le prove utilizzate insistono su terreni limitrofi all'area di interesse, posti nel medesimo contesto geomorfologico e su terreni affini per caratteristiche litostratigrafiche.

Nel dettaglio le prove a cui si è fatto riferimento sono (**Fig. n. 5**):

- **PI_ Sondaggio a carotaggio continuo** (Profondità 12,00 m)
- **HVSR T6 e HVSR T14_ Stazioni singole di sismica passiva** con rilevazione del rumore sismico di fondo e dei microtrempi
- **ReMi A6 e ReMi A14_ Stendimenti sismici di superficie**, con misurazione di sismica passiva

Le prove hanno consentito la definizione dell'andamento delle Onde S nel sottosuolo e la determinazione della Categoria sismica del suolo di fondazione (D.M. 17.01.2018). Le prove descritte sono posizionate come descritto nella **Fig. n. 5** e sviluppate nel dettaglio negli **Allegati A e B**.

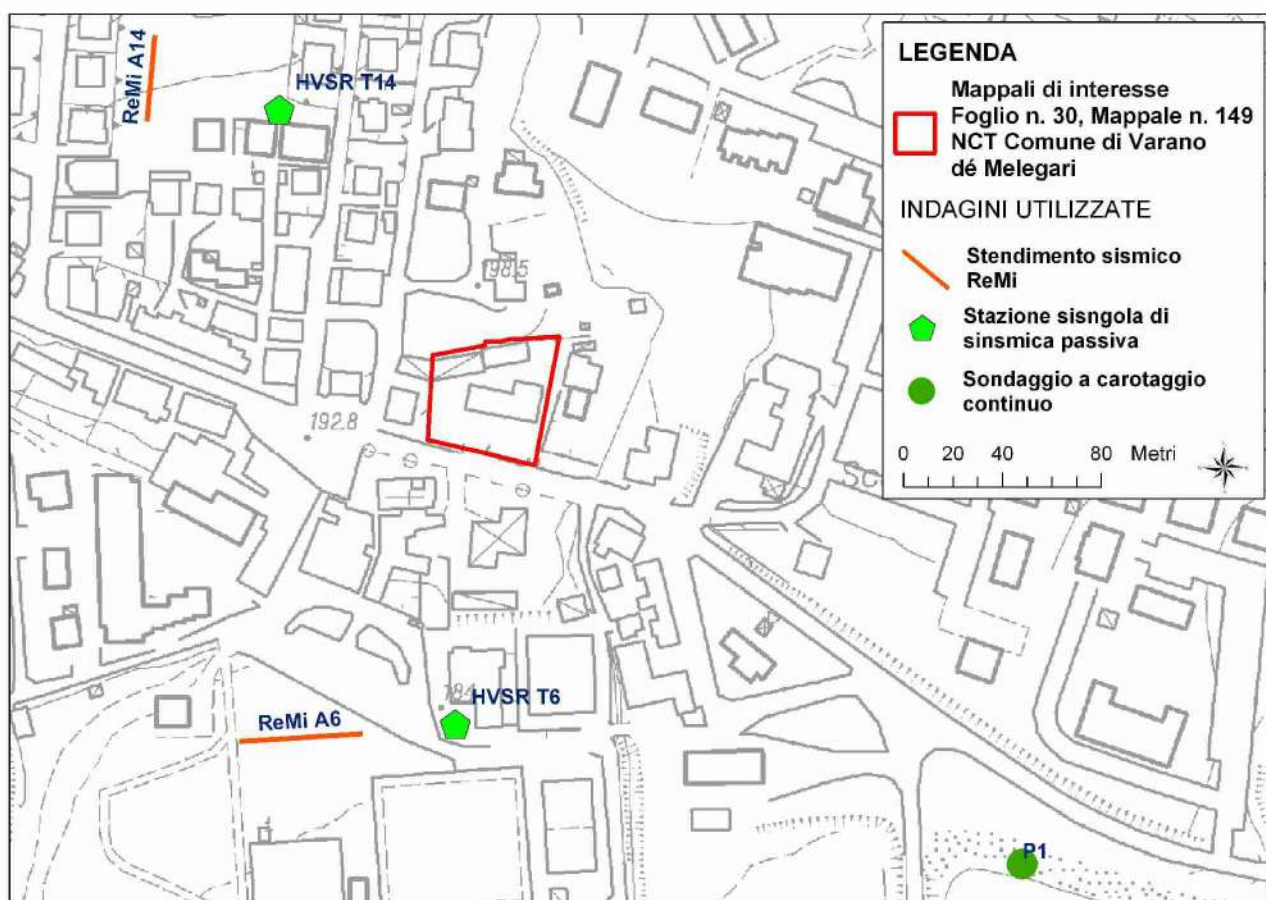


Fig. n. 5_ Stralcio Carta C.T.R. scala 1:5.000, Elemento n. 199094 , con individuazione del Mappale contenente il fabbricato in oggetto

Lo studio è stato condotto nel rispetto e secondo le modalità stabilite dalla seguente normativa:

- D.M. 11.03.88, "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."
- Testo Unico sulle Costruzioni recante anche le nuove norme in materia di prevenzione sismica: D.M. 17/01/2018 "Norme Tecniche per le costruzioni". Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.

- Circ. n. 7/2019 del 21.01.2019 del consiglio Superiore dei LL.PP. recante *“Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle Norme Tecniche per le costruzioni”*.

2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E RIFERIMENTI CARTOGRAFICI

I terreni sottoposti ad indagine si sviluppano in territorio Collinare, nella Bassa Val Ceno, all'interno del tessuto urbano di Varano dé Melegari Capoluogo, in un settore pianeggiante di genesi alluvionale, diffusamente antropizzato, in cui i caratteri geomorfologici iniziali sono profondamente alterati dall'azione antropica di urbanizzazione.

L'edificio sorge nella porzione centrale del paese, nel bordo superiore di un antico terrazzo fluviale relitto, poco a valle del piede del pendio. I terreni di sedime si sviluppano alla quota di 193,00 m slm.

Da un punto di vista catastale il fabbricato è individuato nel Mappale n. 149 del Foglio n. 30 del NCT del Comune di Varano dé Melegari (**Fig. n. 4**).

Da un punto di vista cartografico la scuola in esame si colloca nei seguenti elaborati:

- Nuova Carta del Dissesto della Provincia di Parma Scala 1:10.000 Sez. n. 199090 “Varano de Melegari”;
- Stralcio Carta Geologica della Regione Emilia Romagna Scala 1:10.000 - Progetto CARG. Sez. n. 199090 “Varano de Melegari”;
- Carta Geologica 1:100.000 della Provincia di Parma e zone limitrofe;
- Carta C.T.R. Scala 1:25.000 Tav. n. 199 SW “Fornovo di Taro”;
- Carta C.T.R. Scala 1:10.000 Sez. n. 199090 “Varano de Melegari”;
- Carta C.T.R. Scala 1:5.000 Elemento n. 199094
- Carta del Vincolo Idrogeologico del Comune di Varano de Melegari;
- Elaborati del P.T.C.P. della Provincia di Parma.

3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

3.1 Quadro strutturale generale

L'Appennino settentrionale risulta prodotto dalla sovrapposizione tettonica di due grandi insiemi, diversi per litologia, struttura ed origine paleogeografia:

- L'Insieme Esterno è costituito essenzialmente da uno zoccolo continentale, appartenente alla Placca Apula (Adriatico – Padana Auct.), su cui poggiano, anche se scollate e deformate, le successioni mesozoico - terziarie che ne rappresentano l'originale copertura sedimentaria.
- L'Insieme Interno consta di una serie di unità tettoniche che, per la presenza di ofioliti (rocce ignee basiche di origine oceanica) si sono invece originate in un oceano, estendendosi eventualmente anche

sulla parte più assottigliata dei margini continentali adiacenti. Queste unità hanno comunque abbandonato il loro substrato originario, che è scomparso in subduzione, per sovrascorrere da est verso ovest (vergenza appenninica) sull'Insieme Esterno, costituendo quindi una coltre alloctona.

L'Insieme interno, che interessa l'Appennino emiliano in generale e parmense in particolare, è a sua volta suddiviso in due domini detti rispettivamente Ligure Interno e Ligure Esterno, separati da un contatto tettonico, lungo il quale il primo si accavalla sul secondo. Questa dinamica compressiva, che ha portato alla formazione della catena appenninica, è responsabile della struttura embriciata che la connota, del forte accorciamento e impilamento delle unità tettoniche, nonché dei forti stress tettonici e delle intense e profonde deformazioni che caratterizzano le rocce costituenti la struttura a falde dei rilievi del nostro appenninico.

3.2 Stratigrafia dei depositi quaternari

Sulla base dei sopralluoghi e della cartografia tematica di riferimento (**Tav. n. 2 - 3**), i depositi quaternari caratterizzanti la zona di interesse sono classificabili come depositi di origine continentale legati a dinamiche di versante, prodotti da fenomeni di genesi ed evoluzione gravitativa e di genesi alluvionale

Questi depositi, che assumono giacitura caotica, tendono a essere più spessi e potenti nelle depressioni, ai piedi dei versanti e a ridursi lungo i fianchi dei rilievi e nei settori più ripidi, riducendo gli affioramenti del substrato. L'area inoltre risulta essere diffusamente urbanizzata, per cui caratterizzata da diffuse coperture rimobilizzate e riportate, che rendono i caratteri geomorfologici primari, cancellati e di difficile individuazione.

Nel dettaglio possiamo riconoscere:

- **a1 – Frane attive.** Accumuli caotici di elementi litoidi eterometrici, calcareo – marnosi, in matrice pelitica prevalente, che mostrano chiari indizi di attività in atto o recente. I frammenti litoidi, abbondanti, sono generalmente irregolari, tabulari e spigolosi, sempre alterati e ossidati. Queste coltri, che obliterano il substrato roccioso, interessano il settore a est dell'area oggetto del presente studio. La cinematica dei fenomeni è prevalentemente attribuibile a processi di tipo scivolamento. **Non interessano il fabbricato in oggetto ed il suo immediato intorno.**
- **a2 – Frane quiescenti.** Terreni detritici costituiti da depositi caotici a dominante matrice pelitica, con inclusi litoidi eterometrici ed eterogenei, apparentemente stabilizzati. La cinematica dei fenomeni è riferibile in prevalenza a fenomeni di tipo complesso. **Non interessano il fabbricato in oggetto ed il suo immediato intorno.**
- **a3 – Depositi di versante.** Accumulo di detrito su versante sulla cui attribuzione genetica permane un grado di incertezza, non escludendo che sia dovuto a fenomeni franosi, mancando spesso i caratteri di forma tipici delle frane stesse. Solo una indagine più approfondita del semplice rilevamento sul terreno potrebbe chiarire la natura dei processi che hanno generato il deposito. Generalmente l'accumulo si presenta con una tessitura costituita da clasti di dimensioni variabili immersi e sostenuti da una matrice pelitica e/o sabbiosa (che può essere alterata per ossidazione e pedogenesi), solo localmente stratificato e/o cementato. Come indicato sopra la genesi può essere gravitativa, da ruscellamento superficiale, da soliflusso. **Non interessano il fabbricato in oggetto ed il suo immediato intorno.**
- **b1 – Depositi alluvionali in evoluzione. b1 - Deposito alluvionale in evoluzione.** Deposito costituito da materiale detritico generalmente non consolidato (ghiaie, talora embriciate, sabbie e limi argillosi) di

origine fluviale, attualmente soggetto a variazioni dovute alla dinamica fluviale. Può essere talora fissato da vegetazione (b1a).

Successione neogenico - quaternaria del margine appenninico padano

- **AES8 - Subsistema di Ravenna.** Ghiaie sabbiose, sabbie e limi stratificati con copertura discontinua di limi argillosi: depositi intravallivi terrazzati. Il profilo di alterazione varia da qualche decina di cm fino ad 1 m ed è di tipo A/Bw/Bk(C). Il tetto dell'unità è rappresentato dalla superficie deposizionale, per gran parte relitta, corrispondente al piano topografico, mentre il contatto di base è discordante sulle unità più antiche. Lo spessore massimo dell'unità è inferiore a 20 m. (*Pleistocene sup. - Olocene*)
- **AES8a - Unità di Modena.** Ghiaie prevalenti e sabbie, ricoperte da una coltre limoso argillosa discontinua: depositi alluvionali intravallivi. Il profilo di alterazione è di esiguo spessore (poche decine di cm) e di tipo A/C, localmente A/Bw/C. Lo spessore massimo dell'unità è di alcuni metri. (*Olocene*)

3.3 Unità geologiche affioranti

L'area cartografata in **Tav. n. 3**, evidenzia una porzione di Appennino piuttosto complessa da interpretare, dove vengono a contatto litologie recenti, appartenenti alla successione sedimentaria di riempimento di un bacino marino di piccole dimensioni, formatosi nell'ambito dell'orogenesi appenninica e poi andatosi ad esaurire, frutto quindi di varie fasi regressive e trasgressive del mare che hanno dato luogo ad una sequenza sedimentaria piuttosto variabile e differenziata, caratterizzata da tipiche e caratteristiche formazioni. Nel dettaglio osserviamo La **Formazione di Antognola (ANT)** e la **Formazione di Ranzano**, presente nella sua litofacies tipica del **Membro di Varano de' Melegari (RAN3)** e nella **Litofacies Caotica** del medesimo Membro (**RAN3a**)

La **Tavola n. 3** allegata mostra nel dettaglio la distribuzione areale delle litologie che interessano il sito di studio e le aree limitrofe:

Successione Epiligure

- **ANT - Marne di Antognola.** Marne argillose e marne siltose verdognole o grigie con patine manganesifere. Stratificazione difficilmente percepibile. Sono presenti livelli torbiditici sottili e medi di arenarie vulcanoclastiche, arcosiche e quarzoso-feldspatiche. Il limite inferiore è rapido o discordante su RAN e sul substrato ligure. La potenza totale della formazione varia da pochi metri a oltre 500 m. (*Rupeliano terminale – Aquitaniano*)
- **RAN3 - Formazione di Ranzano - membro di Varano de' Melegari.** Litoareniti grigie, talora a base conglomeratica, a prevalenti clasti carbonatici, alternate a peliti marnose grigie; strati da sottili a spessi, talora molto spessi; A/P molto variabile, da > a << 1; alla base è presente un orizzonte di frana sottomarina non cartografabile, nella parte medio-alta sono presenti livelli sottili di areniti vulcanoclastiche. Passaggio inferiore netto su RAN2 e su MMP. Potenza massima di varie centinaia di metri. (*Rupeliano medio - sup.*)
- **RAN3a - Formazione di Ranzano - membro di Varano de' Melegari - litofacies caotica.** Deposito caotico, con base erosiva, costituito da matrice prevalentemente pelitica grigio scura inglobante clasti e lembi disarticolati e ripiegati di Liguridi, MMP, RAN1 e RAN2. Nella parte inferiore di RAN3, talora ne costituisce la base. Potenza da pochi metri a 200m. (*Rupeliano medio – sup.*). *Tale*

litologia con buona approssimazione costituisce il bedrock dell'area su cui insiste il fabbricato in esame

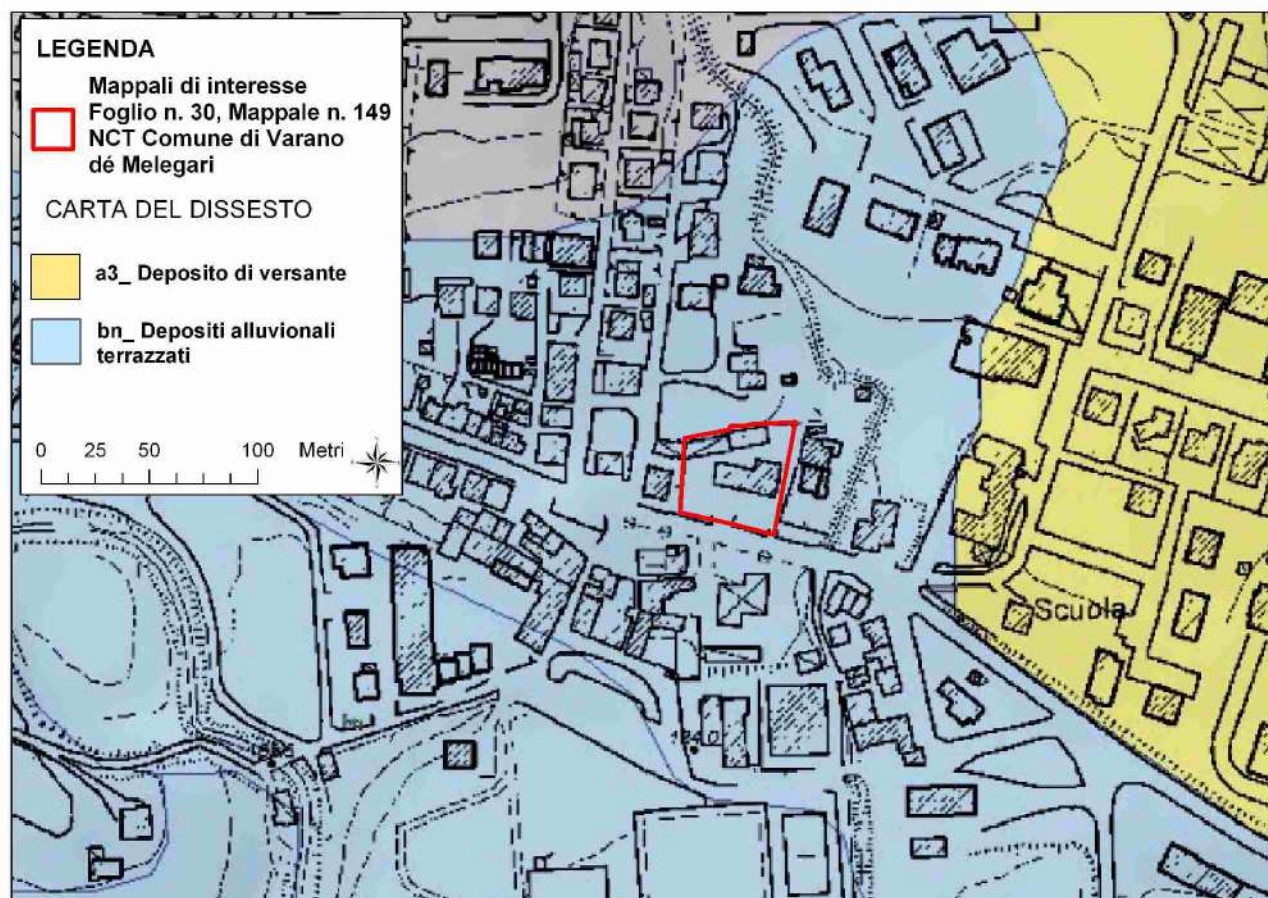


Fig. n. 6_ Stralcio Carta del Dissesto della Regione Emilia Romagna

4. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO, ANALISI LUOGHI DI INTERESSE

La presenza di litologie marnose, argillose, arenaceo – pelitiche e pelitico - arenacee, il pervasivo stato di fratturazione e piegamento prodotti dalla complessa storia tettonica e la forte erodibilità e il dilavamento che si manifestano in queste condizioni climatiche, hanno prodotto una profonda alterazione delle caratteristiche originarie e dato luogo a tipici fenomeni erosivi che hanno portato ad un forte arrotondamento e regolarizzazione delle forme presenti, tipiche delle zone di medio – bassa collina.

L'attività gravitativa del comparto in esame e i processi di rimobilizzazione delle masse detritiche, sono presenti e diffusi, ma ristretti ad alcune porzioni del pendio posto a monte dell'area di Studio, dove si sviluppano alcuni processi franosi, che quando non quiescenti, appaiono comunque confinati e non in grado di influenzare i luoghi di interesse.

Il pendio a monte del sito è inoltre caratterizzato da una vasta massa detritica stabilizzata, i cui caratteri geomorfologici appaiono maturi e cancellati dall'erosione, di difficile attribuzione genetica e definita in modo

generico come Deposito di Versante, che si arresta in ogni caso lontana dall'area di interesse, che non appare influenzabile da sue ipotetiche riattivazioni o rimobilizzazioni.

I terreni di pertinenza del fabbricato sono invece riferibili al sistema della piana alluvionale presente e caratterizzati da sedimenti alluvionali antichi, costituiti da antichi e sospesi terrazzi fluviali (AES8), che inferiormente passano a depositi terrazzati di piana alluvionale più recenti (AES8a), che bordano il letto attuale in evoluzione del T. Ceno. Il passaggio tra i due diversi ordini di depositi avviene lungo una fascia circa parallela alla strada Provinciale che sale a Bardi. I terreni di sedime sono quindi costituiti da Ghiaie sabbiose, sabbie e limi stratificati con copertura discontinua di limi argillosi con spessore variabile da 10 – 15 m circa.

In conclusione possiamo affermare che l'area di intervento appare stabile e sicura, come evidenziato dalle condizioni dei fabbricati presenti e confermato dalle carte tematiche di riferimento, inoltre l'intervento previsto non andrà a modificare l'assetto geomorfologico esistente, non producendo scavi e riporti, ma agendo solo sulla struttura del fabbricato, il cui volume rimarrà immutato, per cui non sussistono problematiche e particolari indicazioni realizzative, se non quelle mirate al miglioramento della rete scolante esistente e al conferimento delle acque libere e generate dall'edificio verso corpi recettori adeguati, come sta attualmente avvenendo

Si ribadisce infine che lo studio e a valutazione delle condizioni della Scula non sono dettate da problematiche di staticità del fabbricato in atto, legate a instabilità del pendio o a criticità dei terreni di fondazione, ma dalla volontà di migliorarne la prestazione sismica, sfruttando i benefici fiscali governativi attualmente disponibili.

5. SONDAGGIO A CAROTAGGIO CONTINUO E INDAGINI SISMICHE ReMi E HVSR

5.1 Sondaggio a carotaggio continuo

Tali indagini costituiscono un metodo ideale per lo studio del sottosuolo, in quanto permettono un'analisi visiva diretta dei terreni presenti e consentono nel medesimo contesto di eseguire prove, prelevare campioni per ulteriori prove geotecniche e stimare le caratteristiche della falda. La prova è collocata come descritto in **Fig. n. 5** e la stratigrafia del sondaggio è proposta nell'**Allegato A**

Il carotaggio utilizzato, P1, posto nel medesimo terrazzo su cui sorge il fabbricato in esame, leggermente a valle di esso, è stato spinto alla profondità di 12,00 m intercettando una falda posta a circa – 4,00 m di profondità dal p.c.

La stratigrafia emersa, in accordo con la descrizione caratteristica del terrazzo, ha evidenziato superficialmente e sino alla profondità di 2,50 m da p.c. un livello limoso, debolmente argilloso di colore brunastro, con irregolare e saltuaria presenza di piccoli ciottoli con diametro massimo di 2,50 cm (**LIVELLO 1**). Inferiormente si intercetta un materasso tipicamente alluvionale, costituito da ghiaie eterogenee ed eterometriche in matrice limo – sabbiosa e ciottoli con diametro compreso tra 1,00 e 10,00 cm (**LIVELLO 2**),

che si spinge sino a – 9,00 m da p.c. Alla base si incontra un basamento roccioso caratterizzato da arenarie grige ben cementate (**LIVELLO 3**)

Le prove S.P.T. eseguite in foro rispettivamente alla profondità di 2,70 m da P.C. e 7,80 m da P.C. hanno fornito le seguenti terne di valori:

SPT1 (da – 2,70 m a – 3,15 m) 16 – 21 – 26

SPT2 (da – 7,80 m a – 8,25 m) 19 – 26 - 31

5.2 Prove sismica di tipo ReMi e HVSr con misura del rumore sismico di fondo – analisi dei microtremori

Al fine di caratterizzare dal punto di vista geofisico i terreni appartenenti all'area in esame sono stati utilizzati i dati desunti da una campagna geofisica svolta nelle immediate vicinanze del sito a corredo dello Studio di Microzonazione sismica di II Livello del Comune di Varano dé Melegari, costituita da n. 2 prospezione sismica di superficie di tipo ReMi e da n. 2 indagini di sismica passiva con registrazione del rumore sismico di fondo (HVSr). Le prove sono collocate come descritto in **Fig. n. 5**.

Tali indagini sono finalizzate alla determinazione dell'andamento delle Onde S in profondità e della frequenza caratteristica di vibrazione del terreno di fondazione e sono propedeutiche al calcolo delle Vs30/Vseq (valore medio della velocità delle onde di taglio nei primi 30 m / valore medio della velocità delle onde di taglio nello spessore H di terreno posto al di sopra di un orizzonte Sismico con Vs > 800 m/s e H < 30 m), per la determinazione della Categoria sismica del suolo di fondazione sulla base del D.M. 17.01.18, che fornisce i criteri progettuali in materia di progettazione e prevenzione sismica. Le tecniche e la strumentazione di acquisizione utilizzate sono descritte in dettaglio nell'**Allegato B**. la realizzazione congiunta e accoppiata delle due tipologie di prova consente un fittaggio dei dati migliore e la costruzione di un modello più realistico e veritiero.

Le prove hanno consentito di individuare un potente pacco di sedimenti (circa 10,00 m di spessore) probabilmente coincidente con il pacco di sedimenti d'igenesi alluvionali presenti e con velocità inferiore a 400 m/s, poggiante su di un basamento che presenta subito valori di Vs Maggiori di 500 m/s, riferibile al basamento arenaceo evidenziato nella Sondaggio a carotaggio continuo.

Il metodo di misurazione dei microtremori (HVSr) consente di stimare gli effetti di amplificazione di sito mediante la misura diretta della frequenza di vibrazione dei terreni. Il microtremore, l'impercettibile oscillazione di fondo del suolo, è presente in qualsiasi punto della superficie terrestre ed è determinata dalle onde sismiche prodotte dal vento o dal moto ondoso, ma anche alcune attività umane possono generarle. Analizzando i risultati emerge che la frequenza caratteristica dei terreni è pari a 8,03 e 15 Hz, con rispettivi valori di **PEAK hvsr value** pari a **3,10** e **3,8**. Dalle prove, non essendo presente nei primi 30 m di terreno un orizzonte con Vs > 800 m/s si è poi ricavata la **Vs30**, risultata pari rispettivamente a p.c. a **343** e **319 m/s**. Lo sviluppo della prova è descritto in dettaglio nell'**Allegato B**.

6. PARAMETRIZZAZIONE DEI TERRENI COINVOLTI E CONSIDERAZIONI GEOTECNICHE

La parametrizzazione dei terreni incontranti, evidenzia un terreno superficiale limoso e debolmente argilloso, con comportamento prevalentemente incoerente, con scarsi inclusi ciottolari di dimensioni ridotte (diametro < 2,50 cm), caotico, consolidato, assestato e compatto indicato come **LIVELLO 1**, di spessore pari a 2,00 – 3,00 m. al di sotto e sino a circa 9,00 – 10,00 m si incontra il **LIVELLO 2**, tipicamente alluvionale, con comportamento incoerente e granulare, caratterizzato da ghiaie in matrice limo – sabbiosa, ben addensato, assestato e compatto

Le prove non hanno intercettato la falda, anche se i terreni a causa della stagione si presentavano umidi.

Nelle tabelle sottostanti si propone la caratterizzazione geomeccanica dei terreni intercettati dalla due verticali di prova:

STIMA PARAMETRI DEI TERRENI DI SEDIME DEL FABBRICATO IN ESAME

Strato	Prof. (m)	NSPT	Tipo	Peso unità di volume saturo (t/m^3)	Angolo di resistenza al taglio ($^\circ$)	Coesione non drenata (Kg/cm^2)	Modulo Edometrico (Kg/cm^2)	Modulo Elastico (Kg/cm^2)	Modulo Poisson
Livello (1) terreno limoso debolmente argilloso	0,00- 2,50/3,00	10	Granulare/ Coesivo	1,90 – 1,95	24 - 28	0,80 – 1,20	65 - 85	65 - 75	--
Livello (2) Ghiaie in matrice limo - sabbiosa	2,50/3,00 – 9,00/10,00	35 - 45	Granulare	1,85 – 1,90	32 - 36	--	100	120	--
Livello (3) Substrato	Oltre 9,00/10,00 m	> 50	Granulare	2,00 – 2,10	40 - 42	--	180	200	0.26

Secondo quanto disposto dalla recente normativa tecnica (DM 17.01.18), i valori caratteristici dei parametri geotecnici dei materiali coinvolti (Pedice K), possono essere ricavati dai valori medi degli stessi con associata una possibilità di non superamento del 5%. Tali valori, desunti dalla modellazione geotecnica del sito, secondo quanto stabilito dal D.M. 17.01.18, potranno essere utilizzati dal progettista qualora egli lo ritenga opportuno e sotto la propria responsabilità.

Da ciò applicate le opportune correzioni statistiche, i parametri caratteristici dei terreni di sedime al di sotto del piano di fondazione, che possiamo ipotizzare nei terreni del **Livello B**, sono i seguenti:

Livello 1

Coesione non drenata $Cu_k = 0,90 \text{ kg/cm}^2$;

Angolo di resistenza al taglio $\Phi_k = 26^\circ$

Peso di volume $\gamma_k = 1,90 \text{ t/m}^3$;

Modulo edometrico $E_k = 75 \text{ kg/cm}^2$;

Livello 2

Angolo di resistenza al taglio $\Phi_k = 34^\circ$

Peso di volume $\gamma_k = 1,88 \text{ t/m}^3$;

Modulo edometrico $E_k = 100 \text{ kg/cm}^2$;

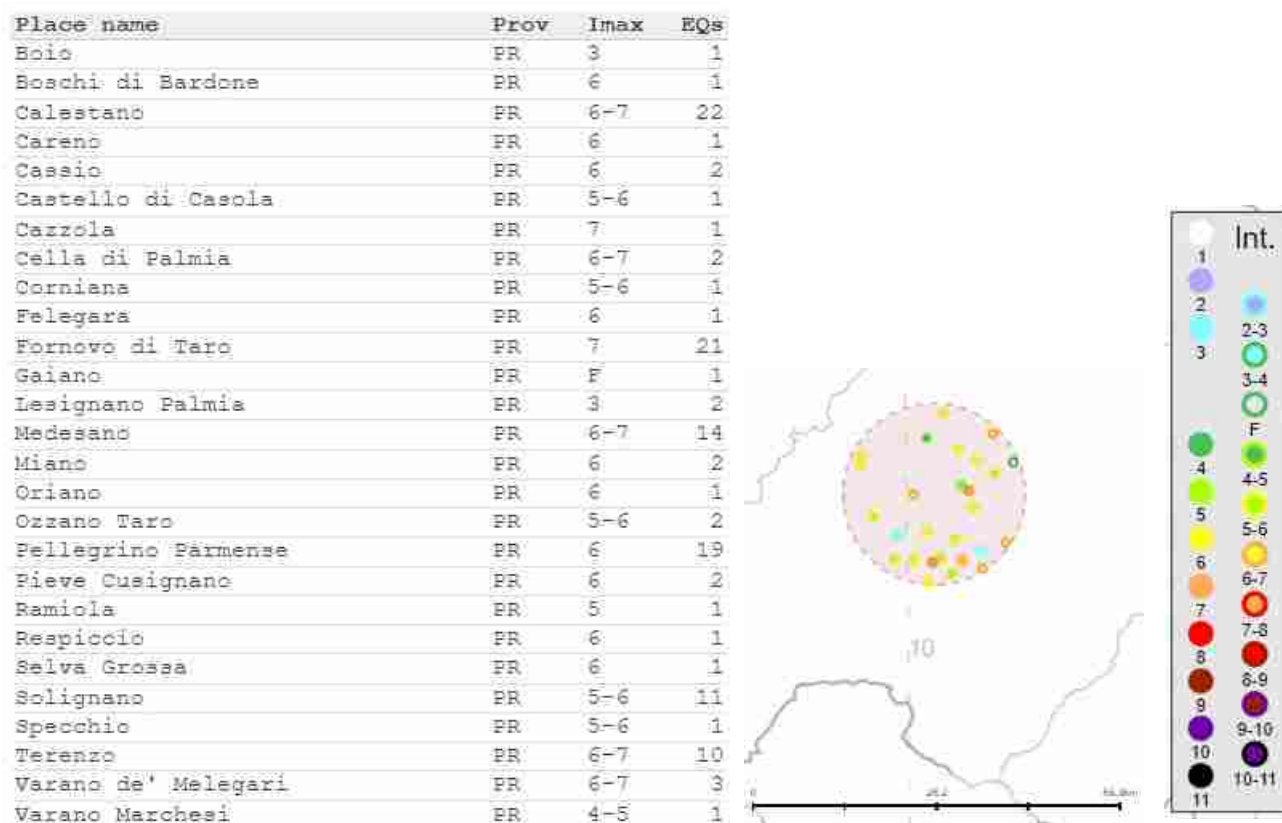


Fig. n. 6_ Distribuzione e intensità dei terremoti registrati nell'intorno dell'area studiata. Fonte emidius.mi.ingv.itCPTI15-DBMI15

7. RISCHIO SISMICO

La Provincia di Parma è soggetta ad un'attività sismica medio-bassa, indotta dai frequenti e storicamente documentati terremoti, con epicentro nell'ambito del territorio provinciale, e di riflesso dagli eventi più intensi provenienti dalle province limitrofe.

Dall'esame delle registrazioni dei terremoti, riportati nella specifica letteratura divulgativa (catalogo ENEL - PFG, bollettino sismico mensile dell'Istituto Nazionale di Geofisica e rapporti sull'attività sismica dell'Istituto di Geofisica e Geodetica dell'Università di Genova), si evince che la sismicità si concentra, in particolar modo, in corrispondenza del margine morfologico dell'Appennino e lungo i lineamenti ad esso trasversali (Val d'Enza, Val Parma e Val Taro).

Nel complesso il territorio provinciale può essere ritenuto potenzialmente pericoloso, anche se la pianura presenta una sismicità molto bassa. Nell'ambito territoriale della pianura parmense gli epicentri dei terremoti sono concentrati lungo i piani di rottura del substrato terziario in corrispondenza dei fasci di accavallamento P.T.F. ed E.T.F. precedentemente menzionati.

File downloaded from CPTI15-DBMI15 v4.0

Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani - Database Macrosismico Italiano

Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV)

Seismic history of Varano de' Melegari

PlaceID IT_37008

Coordinates (lat, lon) 44.687, 10.012

Municipality (ISTAT 20) Varano de' Melegari

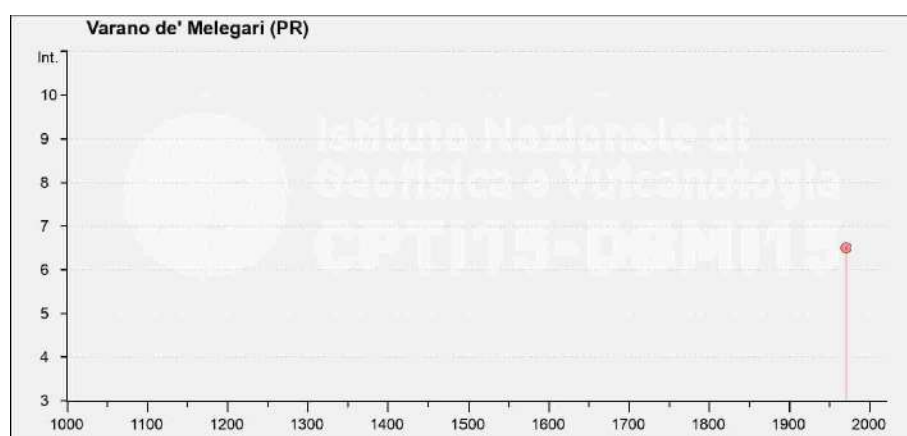
Province Parma

Region Emilia-Romagna

No. of reported earthq 3

Int. at place	N	Year	Mo	Da	Ho	Mi	Se	picentralAr	LatDef	LonDef	DepDef	IoDef	MwDef	ErMwDef
NF	1521	1886	10	15	2	20	Collecchio		44,75	10,31		6	4,7	0,2
6-7	3038	1971	7	15	1	33	23 Parmense		44,81	10,35		8	5,51	0,08
NF	3508	1986	12	6	17	7	19,77 Ferrarese		44,95	11,44	23,5	6	4,43	0,08

Dove Io ed Mw = Intensità e Magnitudo sismica epicentrale; Is = Intensità sismica percepita



**Fig. n. 7_ Tabella e grafico
reperiti dall'Archivio DBMI15,
consultabili al sito
<http://emidius.mi.ing.it/DBMI15>**

Nell'ambito a cui appartiene il territorio comunale di Varano de' Melegari il Database Macrosismico DBMI15 (realizzato nell'ambito della linea di attività INGV T3 "Pericolosità sismica e contributi alla definizione del rischio")

e quale contributo alle attività dell'Allegato A dell'Accordo quadro INGV-DPC 2012-2021. Locati M., Camassi R., Rovida A., Ercolani E., Bernardini F., Castelli V., Caracciolo C.H., Tertulliani A., Rossi A., Azzaro R., D'Amico S., Conte S., Rocchetti E. (2016). DBMI15, the 2015 version of the Italian Macroseismic Database. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia. doi:<http://doi.org/10.6092/INGV.IT-DBMI15>), utilizzato per la compilazione del Catalogo Parametrico CPTI15 (Rovida A., Locati M., Camassi R., Lolli B., Gasperini P. (eds), 2016. CPTI15, the 2015 version of the Parametric Catalogue of Italian Earthquakes. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia. doi:<http://doi.org/10.6092/INGV.IT-CPTI15>), documenta eventi sismici giungenti al 7° - 8° grado della Scala Mercalli – Cancani – Sieberg, con intensità massima corrispondente ad M = 5,37, come evidenziato nella seguente tabella estratta dal suddetto catalogo (**Fig. n. 6 e 7**).

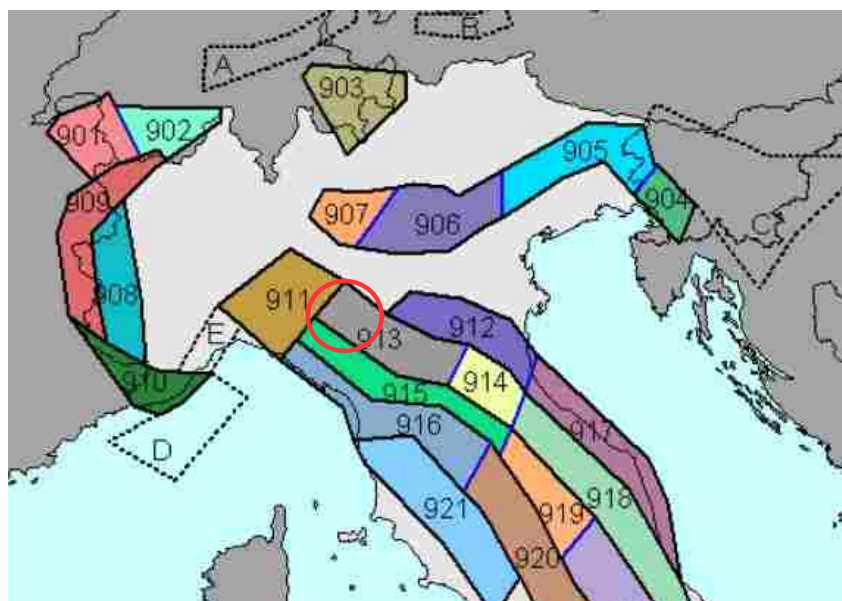


Fig. n. 8_ Zonazione sismogenetica ZS9 (INGV, 2004)

La zonazione sismica nazionale, che identifica le zone soggette a caratteristiche sismiche omogenee, elaborata da INGV (2003), attribuisce l'ambito territoriale in oggetto alla Zona Sismogenetica 913 - 915, quindi alla zona di dominio delle pieghe pedeappenniniche.

Modello di pericolosità sismica MPS04-S1

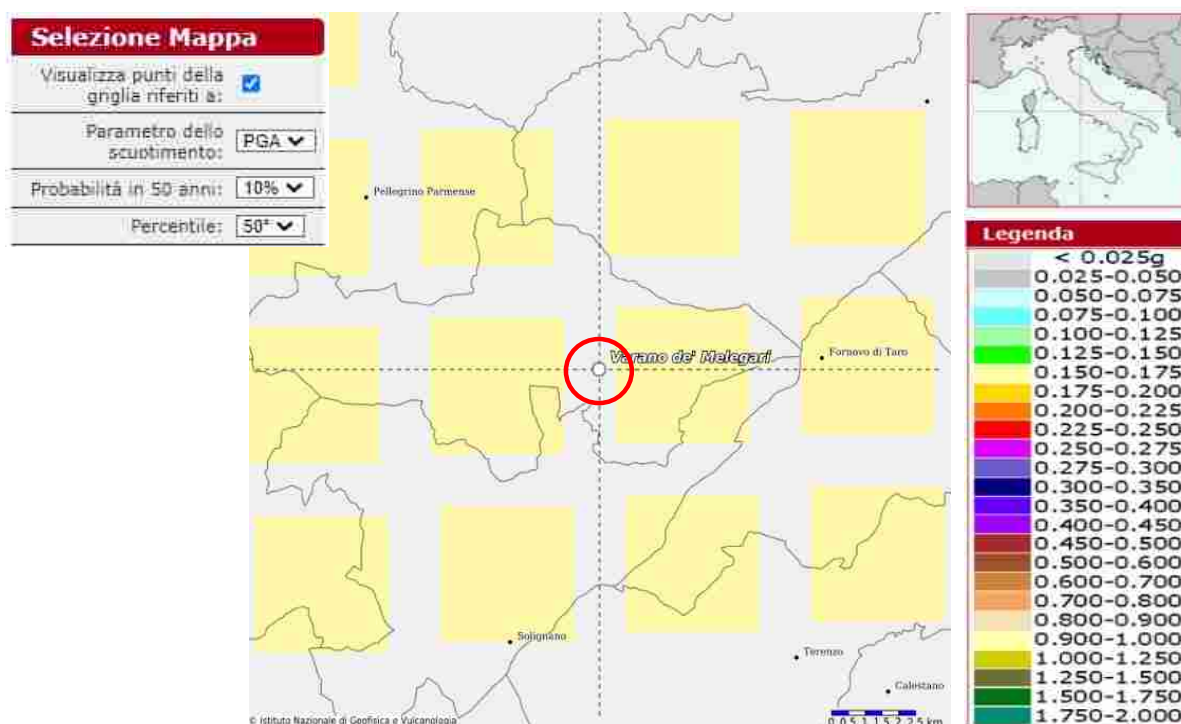


Fig. n. 9_ Mappa di pericolosità sismica ricavata dal sito dell'Istituto di Geofisica e Vulcanologia – INGV
cerchiato in rosso il punto di interesse

La riclassificazione sismica del territorio nazionale NTC 14/09/2005 attribuisce il Comune di Varano dé Melegari alla **Zona 3** con grado di sismicità, riferito alla previgente normativa, equivalente agli ambiti con $S = 6$.

L'azione sismica per detta zona, prevede un'accelerazione orizzontale massima (Tab. 3.2.1. G.U. n. 222 23/09/2005) equivalente ad: **$a_g = 0,15g$**

L'elaborazione dei parametri della mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale redatta INGV (2004) e riportata nell'OPCM 3519 del 28/04/2006 "Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone", identifica, per la fascia territoriale in oggetto, valori di accelerazione con probabilità di superamento del 10% in 50 anni compresi tra: **$a_g = 0,150$ e $0,175g$** (ricavato dalle mappe interattive di pericolosità sismica dell'Istituto di Geofisica e Vulcanologia – INGV. **Fig. n. 9**).

La medesima Ordinanza stabilisce per l'area in esame un'accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni [ag/g], compresa tra **0,05 e 0,15**.

La zona 3, così come le zone 1 e 2, può essere suddivisa in una sottozona caratterizzata da valori di a_g intermedi rispetto a quelli descritti nell'OPCM 3519, intervallati da valori non minori di 0,025g.

La recente riclassificazione sismica del territorio nazionale, approvata con Ordinanza P.C.M. 3274/2003, ha incluso il Comune di Varano dé Melegari in '**zona 3**'. Per tale zona l'accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni [ag/g] è compresa tra 0,05 e 0,15 e l'accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico [ag/g] è pari a 0,15.

Il valore di a_g di riferimento riportato nell'allegato A4 della Delibera dell'Assemblea Legislativa della Regione Emilia – Romagna n. 112/2007 corrisponde, per il Comune di Varano dé Melegari a:

$$a_{refg}^* = 0,157g$$

** a_{refg} costituisce l'accelerazione massima orizzontale di picco al suolo, per $T = 0$, espressa in frazione di g*

8. CARATTERIZZAZIONE SISMICA APPROCCIO SEMPLIFICATO

D.M.17.01.2018

8.1 Calcolo Vs30/Vseq

Per arrivare alla determinazione dell'azione sismica di progetto, il D.M.17.01.18 consente una caratterizzazione del sito con approccio semplificato e prevede una classificazione dei terreni compresi tra il piano di imposta delle fondazioni ed il bedrock sulla base del Vs30 (non essendo presente nei primi 30 m uno strato con $V_s > 800$ m/s), parametro correlato alla velocità delle onde di taglio Vs degli strati presenti nei primi 30 m di sottosuolo.

La determinazione del parametro Vs30 e la definizione della categoria topografica, sono propedeutici alla definizione dello spettro di risposta elastico secondo quanto previsto dalle norme.

Lo studio svolto e la prova utilizzata hanno consentito di definire il parametro impiegando la formula riportata nel D.M. 17.01.18:

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1, N} \frac{h_i}{V_i}}$$

da intendersi come la velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio nei primi **30 m** di sottosuolo, dove h_i e V_i , indicano rispettivamente lo spessore in metri e la velocità delle onde di taglio dello strato i -esimo, per un totale di N strati presenti nei primi 30 m di profondità.

I risultati delle prove ReMi sono descritti nell'Allegato fuori testo.

Utilizzando la formula sopra riportata dalle prove consultate si ottengono i seguenti valori (quota iniziale = p.c.):

ReMi A6 Vs30 = 343 m/s

ReMi A14 Vs30 = 319 m/s

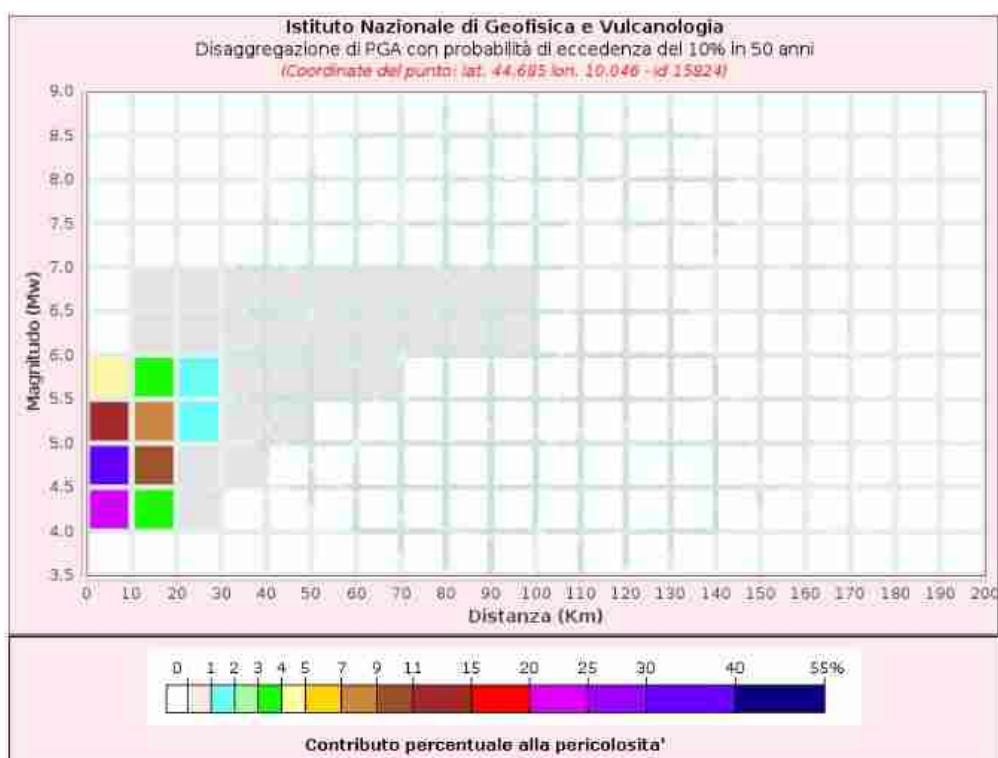
a cui corrisponde la categoria di suolo di fondazione di **tipo C** descritto nella tabella seguente (D.M. 17.01.18, punto 3.2.2. - Tabella 3.2.II).

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

Tabella_ Categoria suolo di fondazione

8.2 Pericolosità sismica

La pericolosità sismica si quantifica in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale di categoria A (Par. 3.2.2 D.M. 17.01.18), e in termini di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $S_e(T)$, con riferimento a prefissate probabilità di superamento PVR (Par. 3.2.1) nel periodo di riferimento V_R (Par. 2.4). Per la definizione dello spettro elastico e delle differenti modalità applicative si rimanda ai punti 3.2.3.2.1 e 3.2.3.2.2 del citato decreto (D.M. 17.01.18).



Disaggregazione di PGA con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (Coordinate del punto: lat. 44,685 lon. 10,046 - id 15824)											
Distanza (Km)	Magnitudo (Mw)										
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.0000	20.2000	31.8000	14.1000	4.2800	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
10-20	0.0000	3.7200	9.4100	7.3600	3.4600	0.0818	0.0122	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
20-30	0.0000	0.0440	0.8170	1.6900	1.4200	0.5048	0.0849	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
30-40	0.0000	0.0000	0.0017	0.1280	0.3120	0.2760	0.0548	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
40-50	0.0000	0.0000	0.0000	0.0028	0.0575	0.1040	0.0241	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
50-60	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0074	0.0192	0.0055	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
60-70	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0012	0.0041	0.0019	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
70-80	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0026	0.0013	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
80-90	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0011	0.0008	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
90-100	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0003	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
100-110	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
110-120	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
120-130	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
130-140	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
140-150	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
150-160	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
160-170	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
170-180	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
180-190	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
190-200	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Valori Medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
4.87	8.37	0.877

Fig. n. 10_ Dai dati sopraesposti emerge che nel quadrante di studio il contributo principale alla pericolosità sismica di sito è dato da terremoti con Magnitudo (Mw) compresa tra 4,5 e 5,0, originatisi a profondità comprese tra 0 e 10 Km

La pericolosità sismica in un generico sito deve essere descritta in modo da renderla compatibile con le NTC e da dotarla di un sufficiente livello di dettaglio, sia in termini geografici che in termini temporali.

Le azioni di progetto si ricavano dalle accelerazioni a_g e dai parametri che permettono di definire gli spettri di risposta ai sensi delle NTC e delle relative forme spettrali. Le forme spettrali previste sono definite, su sito di riferimento rigido orizzontale, in funzione di tre parametri:

a_g accelerazione orizzontale massima del terreno;

F_0 valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

T_c^* periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Questi parametri sono definiti in corrispondenza dei punti di un reticolo di riferimento, i cui nodi non distano tra loro più di 10 Km, per diverse probabilità di superamento in 50 anni e per diversi periodi di ritorno (variabili tra 30 e 975 anni).

Per la definizione dei parametri sismici del sito si è fatto riferimento al software GEOSTRU:

Sito in esame.	Siti di riferimento					Parametri sismici
latitudine: 44,688066	Sito 1	ID: 15823	Lat: 44,6831	Lon: 9,9756	Distanza: 3185,324	Categoria sottosuolo: C
longitudine:10,015316	Sito 2	ID: 15824	Lat: 44,6851	Lon: 10,0458	Distanza: 2435,527	Categoria topografica: T1
Classe: 4	Sito 3	ID: 15602	Lat: 44,7351	Lon: 10,0431	Distanza: 5665,745	Periodo di riferimento: 100anni
Vita nominale:50	Sito 4	ID: 15601	Lat: 44,7330	Lon: 9,9728	Distanza: 6019,788	Coefficiente cu: 2
Operatività (SLO):	Danno (SLD):			Salvaguardia della vita (SLV):		Prevenzione dal collasso (SLC):
Probabilità di superamento: 81%	Probabilità di superamento: 63%			Probabilità di superamento: 10 %		Probabilità di superamento: 5%
Tr: 60[anni]	Tr: 101[anni]			Tr: 949[anni]		Tr: 1950 [anni]
ag: 0,071 g	ag: 0,088 g			ag: 0,197 g		ag: 0,241 g
Fo: 2,460	Fo: 2,460			Fo: 2,508		Fo: 2,539
Tc*: 0,256[s]	Tc*: 0,265[s]			Tc*: 0,290[s]		Tc*: 0,302[s]
SLO:		SLD:		SLV:		SLC:
Ss:	1,500	Ss:	1,500	Ss:	1,400	Ss: 1,330
Cc:	1,650	Cc:	1,630	Cc:	1,580	Cc: 1,560
St:	1,000	St:	1,000	St:	1,000	St: 1,000
Kh:	0,021	Kh:	0,026	Kh:	0,066	Kh: 0,090
Kv:	0,011	Kv:	0,013	Kv:	0,033	Kv: 0,045
Amax:	1,045	Amax:	1,299	Amax:	2,699	Amax: 3,146
Beta:	0,200	Beta:	0,200	Beta:	0,240	Beta: 0,280

Il D.M. del 2008, introduce il parametro S , poi ripreso dal D.M. 2018, che amplifica il valore dell'azione sismica di progetto, variabile sia sulla base della Categoria del suolo di fondazione che delle condizioni topografiche del sito, mediante la seguente relazione:

$$S = S_S * S_T$$

Dove:

S_S = coefficiente di amplificazione stratigrafica; S_T = coefficiente di amplificazione topografica

Il coefficiente S_S per la Categoria di suoli C viene determinato mediante l'espressione (Tab. 3.2.V):

$$1,00 \leq 1,70 - 0,60 * F_0 * a_g/g \leq 1,50$$

Mentre il coefficiente S_T per una categoria topografica T1 viene assunto pari a 1,0 (Tab. 3.2.VI)

Pertanto nel caso in esame **$S = S_S * S_T = 1,40 * 1,00 = 1,40$**

Tale parametro S fornisce il valore dell'amplificazione S dello scuotimento sismico, necessario per valutare l'accelerazione massima attesa in superficie attraverso la seguente relazione:

$$a_{max} = S * a_g$$

In caso di Salvaguardia della vita (SLV) con Probabilità di superamento del 10%

$$a_{max} = S * a_g = 1,40 * 0,197g = 0,2758g$$

8,3 Verifica della possibilità dell'occorrenza di fenomeni di liquefazione

I depositi e i terreni presenti hanno caratteristiche granulometriche e tessiturali tali da poter essere ritenuti non liquefacibili (assenza di significativi livelli sabbiosi), inoltre i sondaggi svolti non hanno intercettato falda, per cui il rischio di liquefazione è molto ridotto o assente.

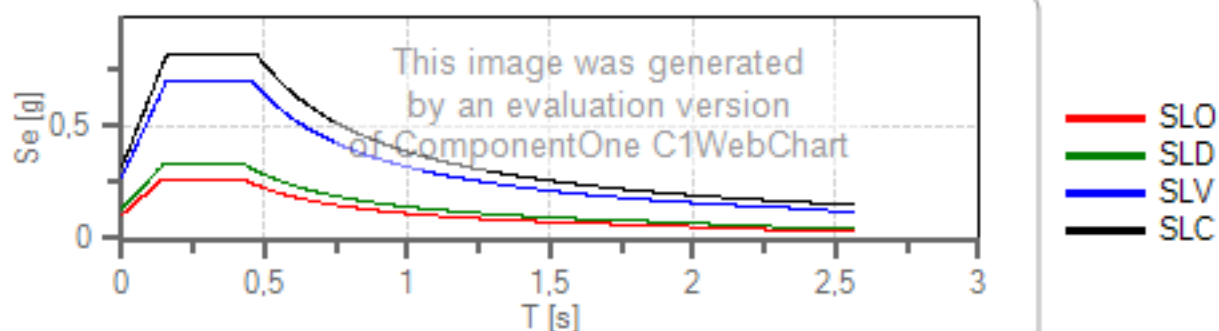
Spettri di risposta

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali e verticali

Coefficiente di smorzamento viscoso = 5 %

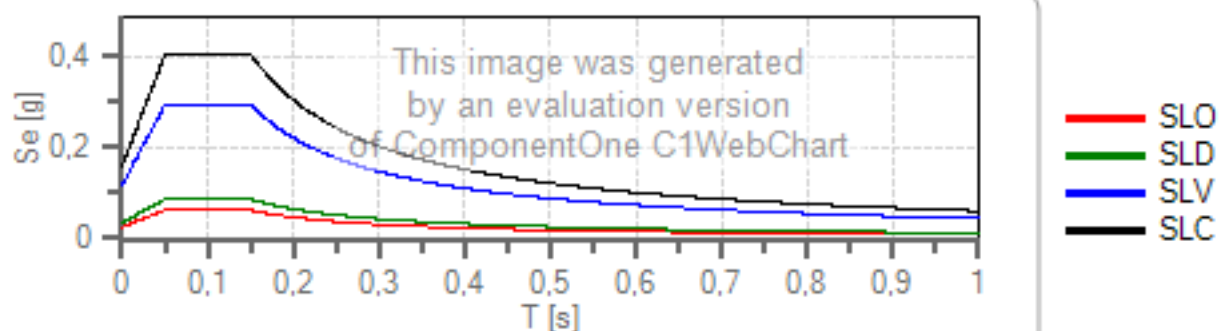
Fattore che altera lo spettro elastico = 1,000

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali



	cu	ag [g]	Fo	Tc* [s]	Ss	Cc	St	S		TB [s]	TC [s]	TD [s]
SLO	2	0,071	2,460	0,256	1,500	1,650	1,000	1,500	1,000	0,141	0,423	1,884
SLD	2	0,088	2,460	0,265	1,500	1,630	1,000	1,500	1,000	0,144	0,432	1,953
SLV	2	0,197	2,508	0,290	1,400	1,580	1,000	1,400	1,000	0,153	0,458	2,386
SLC	2	0,241	2,539	0,302	1,330	1,560	1,000	1,330	1,000	0,157	0,471	2,565

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali

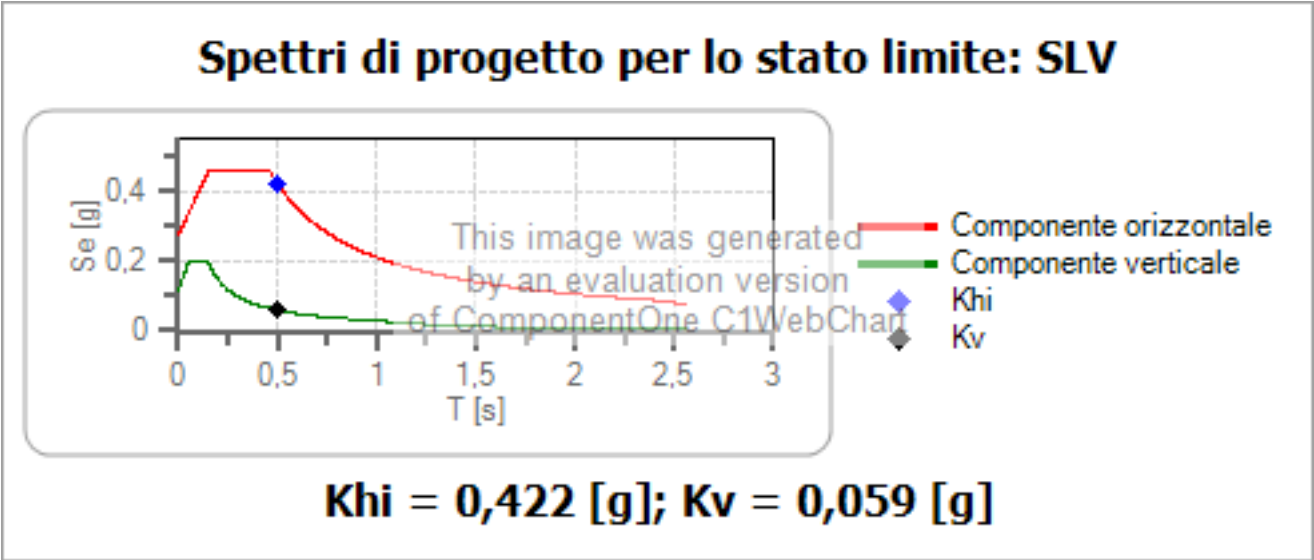


	cu	ag [g]	Fo	Tc* [s]	Ss	Cc	St	S		TB [s]	TC [s]	TD [s]
SLO	2	0,071	2,460	0,256	1,000	1,650	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000
SLD	2	0,088	2,460	0,265	1,000	1,630	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000
SLV	2	0,197	2,508	0,290	1,000	1,580	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000
SLC	2	0,241	2,539	0,302	1,000	1,560	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000

Spettro di progetto

Coefficiente di struttura q per lo spettro orizzontale = 1.5

per lo spettro orizzontale = 0,667
Coefficiente di struttura q per lo spettro verticale = 1.5
per lo spettro verticale = 0,667
Stato limite: SLV



	cu	ag [g]	Fo	Tc* [s]	Ss	Cc	St	S	q	TB [s]	TC [s]	TD [s]
SLV orizzontale	2	0,197	2,508	0,290	1,400	1,580	1,000	1,400	1,500	0,153	0,458	2,386
SLV verticale	2	0,197	2,508	0,290	1,400	1,580	1,000	1,000	1,500	0,050	0,150	1,000

Periodo: 0,5[sec]
Khi: 0,422 [g]
Kv: 0,059 [g]

9. STUDIO MSZ II LIVELLO COMUNE DI VARANO DE' MELEGARI

Viene proposto a titolo di ulteriore approfondimento della caratterizzazione sismica di sito lo Studio di MZS di II Livello di approfondimento del Comune di Varano dé Melegari, realizzato nel rispetto delle seguenti disposizioni normative:

- “Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica” approvati in data 13 novembre 2008 dalla Conferenza delle Regioni e Province Autonome (da qui in avanti “ICMS”).
- “Microzonazione sismica - Standard di rappresentazione e archiviazione informatica” - Versioni 4.2, Roma, dicembre 2020- Elaborato e approvato nell’ambito dei lavori della Commissione tecnica per la microzonazione sismica.
- Allegato A della deliberazione dell’Assemblea legislativa 2 maggio 2007, n° 12 (da qui in avanti “indirizzi regionali”): Approvazione atto d'indirizzo e coordinamento tecnico ai sensi dell'Art. 16 della L.R. n° 20 del 24/03/2000 (ora abrogata dalla L.R. n. 24/2017) per “Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia-Romagna per la pianificazione territoriale e urbanistica”, modificati dalle Delibere di Giunta Regionale n° 2193 del 21/12/2015 e n° 630 del 29/04/2019;
- Linee guida per la gestione del territorio in aree interessate da amplificazioni – Versione 2.0 (2022);

Legenda

Zone suscettibili di amplificazioni locali

2005	Zona 5 – Materiali prevalentemente ghiaiosi e sabbiosi con matrice argillosa di origine detritica e di conoide alluvionale (GC fd + GW ca)
2006	Zona 6 – Materiali ghiaiosi e sabbiosi con matrice limosa di origine fluviale (GM tf + GM fg)

Forme di superficie e sepolte

	Falda detritica
	Orlo di scarpata morfologica naturale o artificiale (>20 m)

Punti di misura di rumore ambientale

	4.5 Punto di misura ambientale con indicazione del valore F0
--	---

Traccia sezione geologica, Fig. n. 12

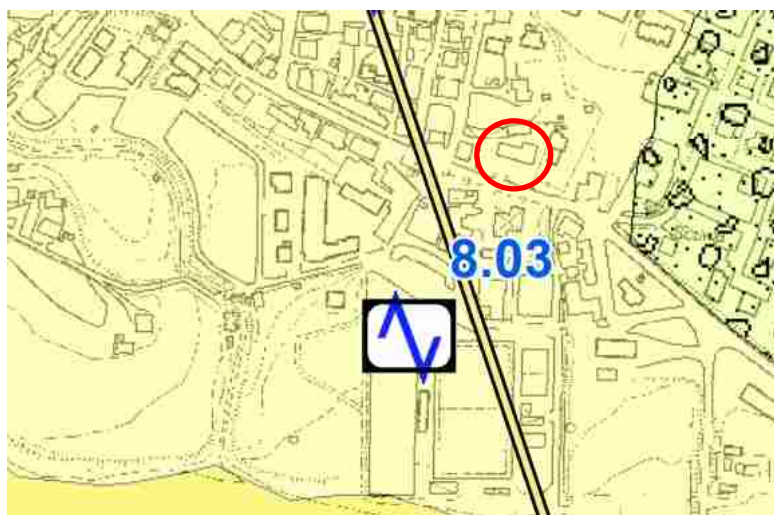
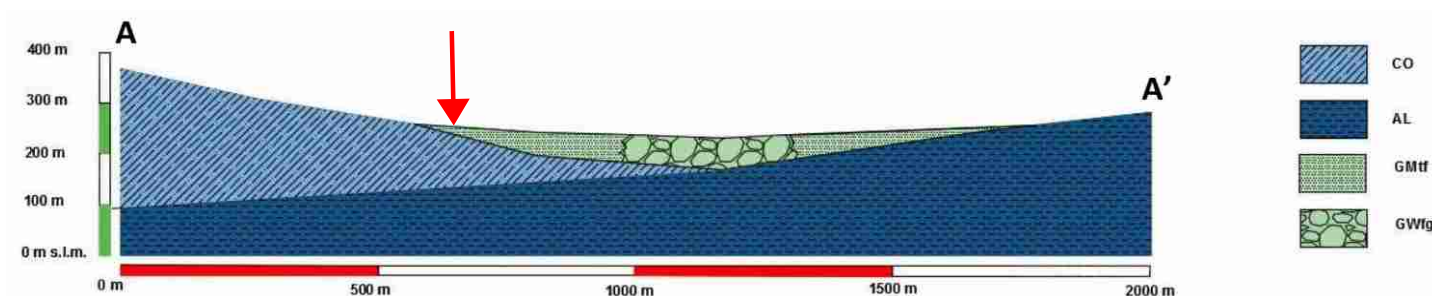


Fig. n. 11_ Stralcio elaborato grafico dello Studio di MZS del Comune di Varano dé Melegari: Carta delle MOPS (Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica), cerchiato in rosso il fabbricato in esame



Legenda

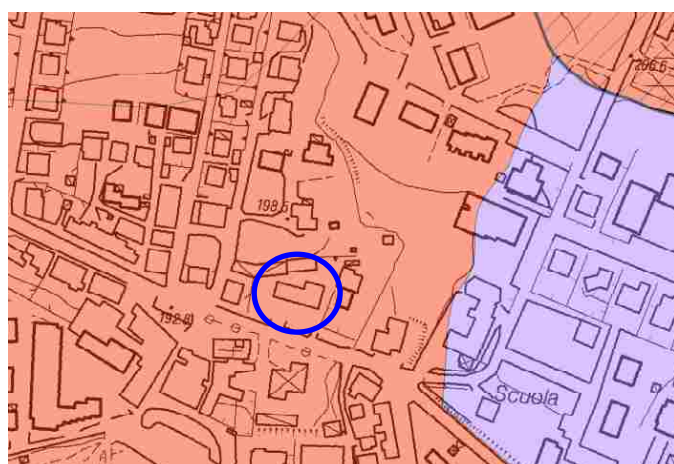
Terreni di copertura

GM	Ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo (tf = terrazzo fluviale; fg = fluvio-glaciale)
GW	Ghiaie pulite con granulometria assortita, miscela di ghiaia e sabbia (fg = fluvio-glaciale; ca = conoide alluvionale)

Substrato geologico

AL	Alternanza di litotipi
CO	Coesivo sovraconsolidato

Fig. n. 12_ Stralcio elaborato grafico dello Studio di MZS del Comune di Varano dé Melegari: Sezione geologico – tecnica interpretativa



Legenda

Zone suscettibili di amplificazioni locali – FA PGA

	FA = 1.9 – 2.0
	FA = 2.3 – 2.4

Fig. n. 13_ Stralcio elaborato grafico dello Studio di MZS del Comune di Varano dé Melegari: Carta dei Fattori di amplificazione FA PGA. Cerchiata l'area in esame



Legenda

Zone suscettibili di amplificazioni locali – FA 0.1–0.5s

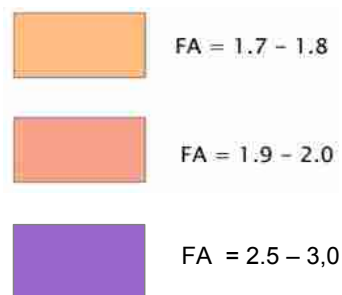
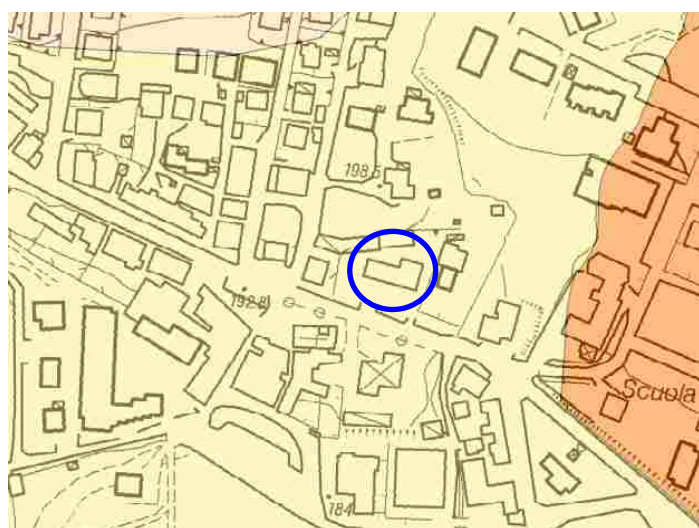


Fig. n. 13_ Stralcio elaborato grafico dello Studio di MZS del Comune di Varano dé Melegari: Carta dei fattori di amplificazione FA $_{0,1-0,5s}$. Cerchiata l'area in esame



Legenda

Zone suscettibili di amplificazioni locali – FA 0.5–1.0s

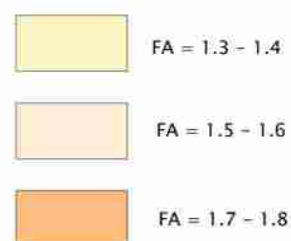


Fig. n. 13_ Stralcio elaborato grafico dello Studio di MZS del Comune di Varano dé Melegari: Carta dei fattori di amplificazione FA $_{0,5-1,0s}$ Cerchiata l'area in esame

Riassumendo **FA PGA = 1,9 – 2,0**

FA 0,1 – 0,5 s = 1,7 – 1,8

FA 0,5 – 1,0 s = 1,3 – 1,4

10. RSL – APPROCCIO RIGOROSO, RISPOSTA SISMICA LOCALE

L'esecuzione di una Risposta Sismica Locale consente di ottenere una valutazione dell'amplificazione locale più rigorosa dell'approccio semplificato e richiede alcuni approfondimenti.

I punti fondamentali che entrano in gioco nella stima dell'azione sismica, sulla base di specifiche analisi di RSL, possono essere così schematizzati:

- definizione dell'input sismico rappresentativo dell'azione sismica al tetto del bedrock sismico, da dove si presume che inizi l'amplificazione locale;
- determinazione di un adeguato modello geologico e parametrizzazione degli strati individuati;
- analisi;
- scelta e rappresentazione dei parametri di output.

L'analisi, con un approccio monodimensionale al problema, si basa su un robusto algoritmo che garantisce risultati ottimali ed in linea con gli altri software del settore.

Come richiesto da NTC 2008 e successivo aggiornamento del 2018, per la determinazione delle azioni sismiche di progetto, a partire dalla pericolosità sismica di base, si è utilizzato il software GEOSTRU, nella quale sono stati introdotti alcuni parametri di calcolo che dovranno comunque essere verificati dal progettista strutturale.

Nel caso in esame, su indicazione del progettista, si assume:

Classe d'uso: IV;

Coefficiente d'uso C_u : 2,0;

Vita nominale dell'opera V_n : ≥ 50 anni;

quindi, periodo di riferimento V_r : ≥ 100 anni

Il tempo di ritorno (T_R) viene determinato introducendo nell'espressione:

$$T_R = \frac{V_R}{\ln(1 - P_{V_R})}$$

il periodo di riferimento della costruzione V_R (definito sulla base delle caratteristiche dell'opera in progetto) e la probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{V_R} .

Il **Periodo di riferimento** della costruzione è dato da:

$$V_r = V_n \times C_u = 50 \times 2,0 = 100 \text{anni}$$

➤ Vita nominale dell'Opera (V_n):

La "Vita nominale" viene stimata in base al Tipo d'opera

nel caso in esame si è considerata $V_n \geq 50$ anni per “Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale” (come definito dalla Tab. 2.4.I del D.M. 17/01/2018 - Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni) .

➤ Coefficiente d'uso (C_u):

Il Coefficiente d'uso viene stimato in base alla Classe d'uso;

Con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso così definite:

Classe I: Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.

Classe II: Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

Classe III: Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.

Classe IV: Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al DM 5/11/2001, n. 6792, “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade”, e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

Nel caso in esame si è considerata $C_u=2,0$ per **Classe IV**

Tab. 2.4.II – Valori del coefficiente d'uso C_u

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE C_u	0,7	1,0	1,5	2,0

Per quanto riguarda le probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} , sono stati assunti i valori indicati nell' “Aggiornamento delle N.T.C. 2018” (Tab. 3.2.I del Paragrafo 3.2.1):

Tab. 3.2.I – Probabilità di superamento P_{V_E} in funzione dello stato limite considerato

Stati Limite	P_{V_E} : Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V_R	
Stati limite di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati limite ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

Le azioni di progetto si ricavano dalle accelerazioni a_g e dalle relative forme spettrali, in funzione dei tre parametri definiti in corrispondenza dei punti del reticolo di riferimento:

- a_g accelerazione orizzontale massima del terreno;
- F_0 valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- T_c^* periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Vengono quindi valutate le diverse probabilità di superamento in 50 anni per periodi di ritorno variabili tra 30 e 2475 anni.

Il sito in esame, non ricade nei nodi del reticolo di riferimento, pertanto i valori dei parametri a_g , F_0 , e T_c^* (Tabella 1) sono stati determinati come media pesata dei valori assunti nei quattro vertici della maglia elementare del reticolo di riferimento, utilizzando come pesi gli inversi delle distanze tra il punto in questione ed i quattro vertici.

Stati Limite		Probabilità di superamento	Tempo di ritorno T_R (anni)	a_g (g)	F_0	T_c^* (s)
Stati limite d'esercizio	SLO	81%	60	0,071	2,460	0,256
	SLD	63%	101	0,088	2,460	0,265
Stati limite ultimi	SLV	10%	949	0,197	2,508	0,290
	SLC	5%	1950	0,241	2,539	0,302

COEFFICIENTI SISMICI DETERMINATI				
	SLO:	SLD:	SLV:	SLC:
Amplificazione stratigrafica S_s	1,50	1,50	1,40	1,33
Coeff. funz. Categoria C_c	1,65	1,63	1,58	1,56
Amplificazione Topografica S_t	1,0	1,0	1,0	1,0
Componente Orizzontale K_h	0,021	0,026	0,066	0,090
Componente verticale K_v	0,010	0,012	0,033	0,050
Acceleraz. Max attesa in sito A_{max} :	1,045	1,299	2,699	3,146
Beta:	0,180	0,180	0,240	0,310

Tabella n. 1_ Valori dei parametri a_g , F_0 , T_c^* per i tempi di ritorno associati a ciascun stato limite e coefficienti sismici determinati per il sito in esame (Lat. e Long. In Coordinate WGS84 e ED50).

Dati di input per l'analisi di RSL: accelerogrammi

Gli accelerogrammi utilizzati per uno studio di RSL dovrebbero essere rappresentativi della sismicità del sito, prendendo in considerazione alcuni parametri fondamentali quali:

- Caratteristiche sismogenetiche della sorgente (meccanismo focale);
- Magnitudo;
- Distanza epicentrale;
- Sito di registrazione (categoria di sottosuolo sismico di appartenenza, preferibilmente cat. A);
- Massima accelerazione orizzontale attesa al sito.

In uno studio di RSL possono essere utilizzati accelerogrammi sintetici e/o accelerogrammi naturali; questi ultimi sono dotati di un più realistico contenuto in frequenze e numero di cicli, conservando le caratteristiche specifiche del sisma in termini di “Intensità I” nel sito di registrazione, “Magnitudo M” dell'evento, e “Distanza d” dal sito all'epicentro tramite la legge di attenuazione, pertanto vengono generalmente preferiti ai primi. L'operazione che consente di stabilire quali sono i “range” caratteristici dei parametri sismici che concorrono alla definizione della pericolosità sismica (con metodo probabilistico) di un determinato sito, prende il nome di “Disaggregazione”.

Dal sito dell'INGV (<http://esse1-gis.mi.ingv.it>), oltre alla “Mappa di pericolosità sismica” (**Fig. n. 9**), per il territorio del Comune di **Varano De' Melegari**, è possibile estrapolare il relativo grafico della “Disaggregazione” (**Fig. n. 10**).

Nel caso in esempio si può notare come la massima percentuale, pari al **31,8%** sia definita per terremoti di magnitudo compresa fra **4,5-5 M**, nel range di distanza tra **0-10 km**.

Gli accelerogrammi naturali possono essere selezionati da archivi nazionali e internazionali grazie:

- all'ausilio del software gratuito REXEL (Iervolino et al., 2009);
- ad applicativi web-gis (SEISM-HOME della Fondazione EUCENTRE di Pavia);

che consentono di reperire dei set di accelerogrammi spettro compatibili secondo quanto indicato nelle “Norme Tecniche delle Costruzioni - NTC2008 e aggiornamento NTC2018”.

Nel caso in esame, sono stati utilizzati n.7 accelerogrammi spettro compatibili estraendoli con l'ausilio del software gratuito REXEL (Iervolino et al., 2009).

In Tabella 2 si riportano alcune informazioni relative agli accelerogrammi utilizzati.

Gli accelerogrammi sono quindi stati inseriti nel software di elaborazione per il calcolo della “LSR 2D” - *Version 4.5.1 della STACEC*) già opportunamente scalati rispetto al valore di PGA al bedrock attesa in sito, considerando un sottosuolo rigido affiorante (Cat. A) e **TR 949 anni (Fig. n. 14)**; in **Fig. n. 15** si riportano gli spettri di input associati agli accelerogrammi selezionati.

ACCELEROGRAMMI DI INPUT

SCALATI $ag/g = 0,197$

Waveform ID	Earthquake ID	Station ID	Earthquake Name	Date	Mw	Fault Mechanism	Epicentral Distance [km]
281	71	PSC	VAL COMINO EARTHQUAKE	11/05/1984	5.5	Normal	9.0799
103	28	SRCO	FRIULI EARTHQUAKE 4TH SHOCK	15/09/1976	5.9	Thrust	16.4207
103	28	SRCO	FRIULI EARTHQUAKE 4TH SHOCK	15/09/1976	5.9	Thrust	16.4207
205	55	OPB	IRPINIA	01/12/1980	4.6	n/a	8.6748
90	25	SRCO	FRIULI EARTHQUAKE 3RD SHOCK	15/09/1976	5.9	Thrust	16.8908
276	71	ATQ	VAL COMINO EARTHQUAKE	11/05/1984	5.5	Normal	17.4122
806	178	FMG	L'Aquila Mainshock		6.3	Normal	19.3193
mean:					5.657143		14.8883429

Tabella n. 2_ Dataset informativo relativo ai 7 accelerogrammi utilizzati nello studio di risposta sismica locale.

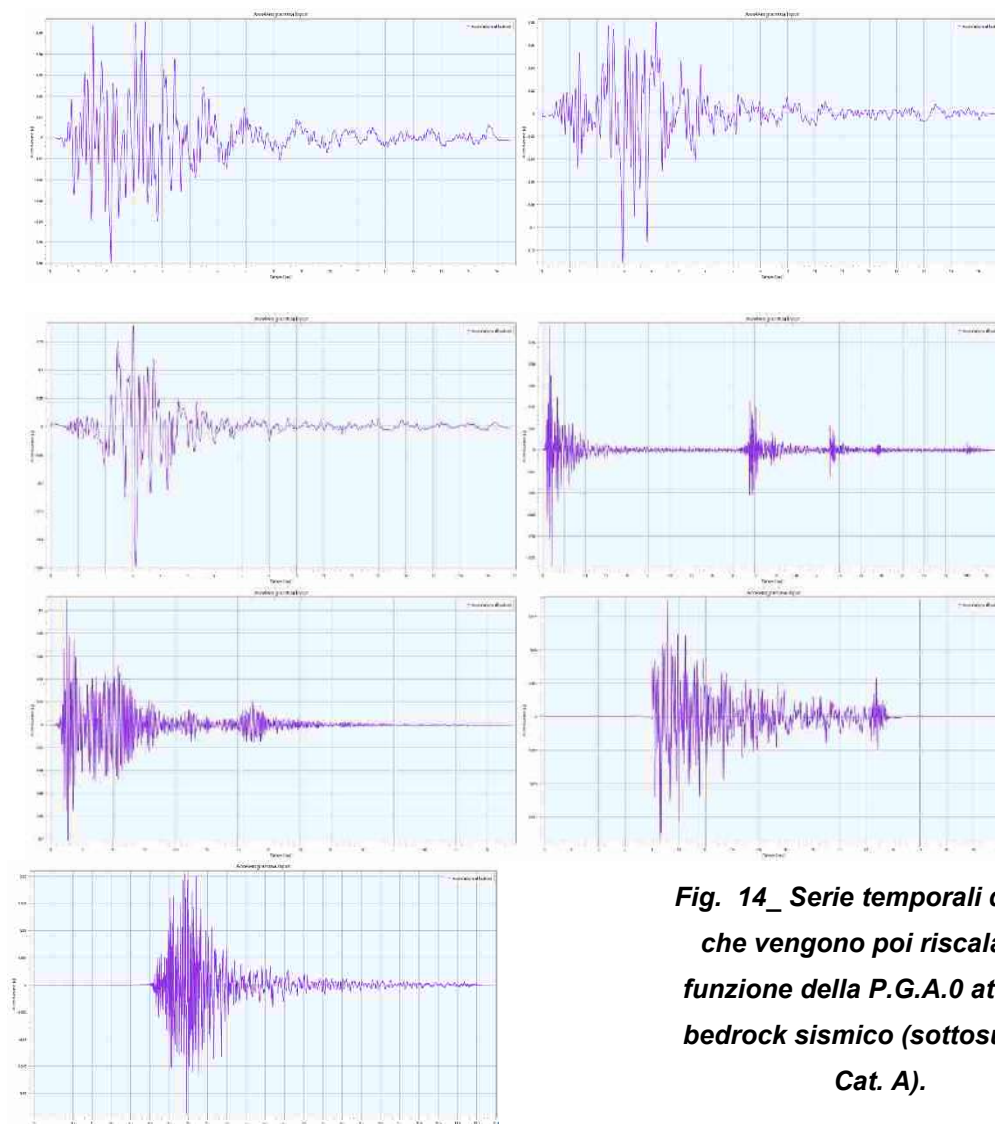


Fig. 14_ Serie temporali di input che vengono poi riscalate in funzione della P.G.A.0 attesa al bedrock sismico (sottosuolo di Cat. A).

SPETTRI DI INPUT

Combination no. 1 , $SF_{mean} = 4.2196$

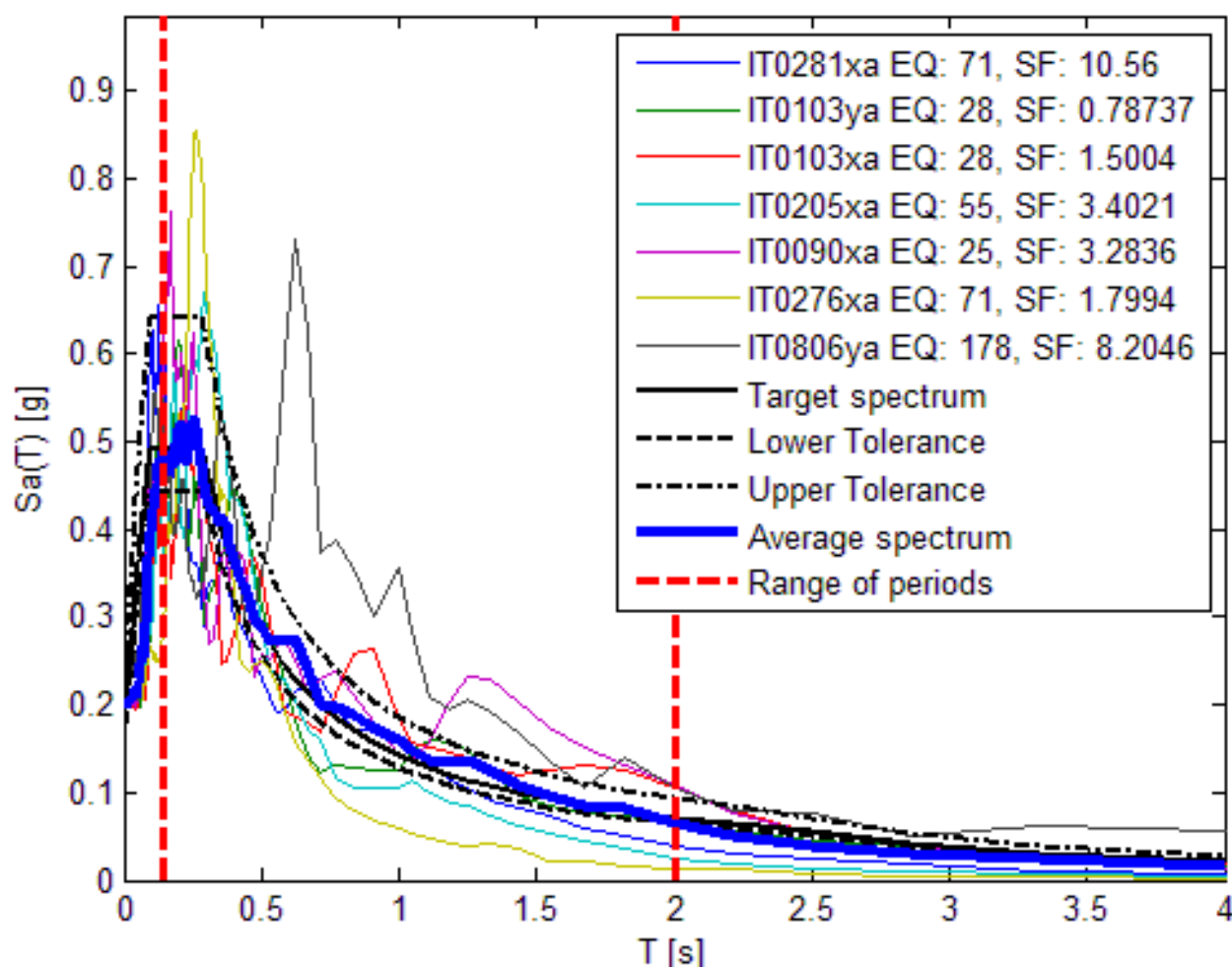


Fig. n. 15_Spettri di input che fanno riferimento alle serie temporali degli accelerogrammi presentate in Tabella 2, estrapolate con i software di riferimento o con gli applicativi webgis sopra indicati.

Dati di input per l'analisi di RSL: modello sismo-stratigrafico

Attraverso le prove geotecniche e sismiche eseguite in sito (vedi allegati) e all'analisi dei dati estrapolati dal database cartografico della Regione Emilia Romagna (<http://geo.regione.emilia-romagna.it/geocatalogo/index.htm>) relativi a pozzi e carotaggi realizzati nell' intorno dell'area d'interesse, si è ottenuto il modello sismo-stratigrafico semplificato riportato in **Fig. n. 16**.

Attraverso il software di calcolo "**LSR 2D - Versione: 4.5.1**", è stata quindi calcolata la risposta dinamica monodimensionale (1D), optando per una analisi equivalente lineare (EQL), basata su un modello di propagazione lineare delle onde in cui le proprietà dinamiche del terreno, quali "Modulo di taglio G" e "Rapporto di smorzamento D", vengono fatti variare in funzione del livello deformativo.

Pertanto, a ciascuno strato definito nel modello sismo-stratigrafico di **Fig. n. 16**, è stata associata una coppia di curve che definisce il comportamento non lineare del terreno in funzione di un aumento percentuale della deformazione di taglio:

- la curva di decadimento del Modulo di rigidezza al taglio G alle basse deformazioni espresso come rapporto G/G_0 (**Fig. n. 17a**);
- la curva di variazione dello smorzamento D (**Fig. n. 17b**).

Strato	Spessore [m]	ρ [Kg/m ³]	V_s [m/s]	N_i	Modello geotecnico	Colore
Strato (1)	1.00	1800.00	200.00	0.40	ALTA VALTARO - BORGOTARO_BED	
Strato (2)	2.00	1850.00	260.00	0.35	ALTA VALTARO - BORGOTARO_BEDC	
Strato (3)	3.00	1950.00	360.00	0.30	Ghiaie - ROLLINS et Alri	
Strato (4)	4.00	1970.00	400.00	0.25	Ghiaie - ROLLINS et Alri	
Strato (5)	4.00	2050.00	560.00	0.20	Average Rock	
Strato (6)	18.00	2100.00	720.00	0.17	Bedrock - Substrato Rigido	

Fig. n. 16_ Schermate di Input tratte dal software “LSR 2D”, dove viene definito il modello sismo-stratigrafico del sito di interesse: ad ogni singolo strato viene attribuito un valore rappresentativo delle V_s e del Peso di volume; inoltre ad ogni intervallo stratigrafico viene assegnata la relativa coppia di curve di decadimento del modulo di taglio G/G_0 e dello smorzamento $D(\%)$.

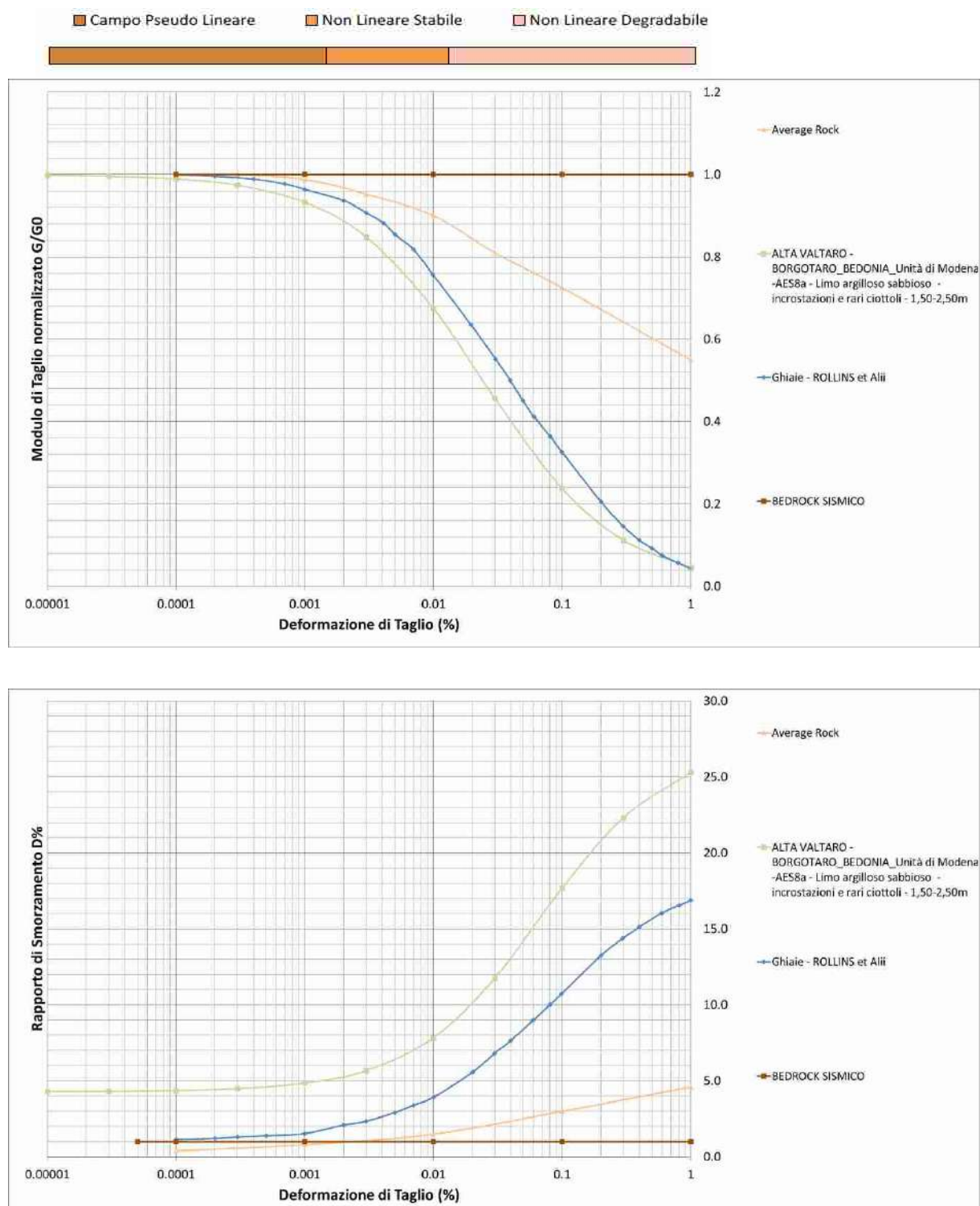


Fig. n. 17a e 17b_ Curve di decadimento espresse come rapporto G/G_0 (Fig. n. 17a) e curve dello smorzamento $D(\%)$ (Fig. n. 17b) entrambe in funzione dello sforzo di taglio applicato, associate ad ogni singolo strato che definisce il modello sismo-stratigrafico di input presentato in Fig.n. 16.

Grafici di output della RSL

A seguito della modellizzazione numerica e dei grafici di output ottenuti dalla simulazione in LSR 2D, possono essere ricavate diverse informazioni, che permettono di descrivere in maniera dettagliata il comportamento sismico della colonna stratigrafica soprastante il bedrock di riferimento.

I parametri di output vengono di seguito elencati:

- Arias Intensity Profile → Intensità di Arias;
- Damping Ratio → Rapporto di Smorzamento;
- Dissipated Energy Profile → Profilo di energia dissipata;
- Final Shear-Wave Velocity Profile → Velocità finale delle onde di taglio;
- Initial Shear-Wave Velocity Profile → Velocità iniziale delle onde di taglio;
- P.G.A → Peak Ground Acceleration Profile;
- P.G.D. → Peak Ground Displacement Profile;
- Maximum Error Profile → Massimo errore;
- Maximum Shear-Strain Profile → Massima deformazione di taglio;
- Maximum Shear-Stress Profile → Massimo modulo di taglio
- Peak Ground Velocity Profile → Massima Velocità per ogni profondità;
- Shear-Modulus Profile → Modulo di taglio;
- Stress Ratio Profile → Rapporto fra Massimo sforzo di taglio e Massimo sforzo efficace;
- Stress Reduction Coefficient (r_d) Profile → Coefficiente di riduzione dello sforzo di taglio r_d
- Vertical Total Stress Profile → Pressione vertical totale;
- Vertical Effective Stress Profile → Pressione verticale efficace;
- Time Series → le serie temporali in accelerazione, spostamento, velocità, deformazione di taglio e sforzo di taglio alle profondità desiderate;
- Acceleration Response Spectrum → Gli spettri di risposta in accelerazione;
- Fourier Amplitude Spectrum → Lo spettro di Fourier in ampiezza;
- Acceleration Transfer Function → La funzione di trasferimento dell'accelerazione □ Rapporto degli spettri di Fourier delle accelerazioni;
- Spectral Ratio → Il Rapporto Spettrale (rapporto fra spettri di risposta);
- Strain Transfer Function → La funzione di trasferimento delle deformazioni ovvero il Rapporto fra spettro di Fourier delle deformazioni e spettro di Fourier delle accelerazioni;

Verranno prese in considerazione soltanto alcune delle informazioni ricavate dallo studio di RSL, in particolare quelle che possono avere una ricaduta più sostanziale ai fini progettuali dell'opera.

1) P.G.A. Profile - Peak Ground Acceleration Profile

Definisce la massima accelerazione per ogni profondità, in unità di gravità.

Consente di valutare l'entità dell'amplificazione locale, intesa come rapporto fra il valore della P.G.A. in superficie e il valore della P.G.A.0 al bedrock (sottosuolo di categoria A) (**Fig. n. 18**).

Si rammenta che per il Comune di **Varano De' Melegari** si partiva da una a_{gmax} al suolo rigido pari a **0,198g**.

Gli esiti mostrano le variazioni fra le risposte del modello di sottosuolo in relazione ai diversi input sismici assegnati: il rapporto PGA/PGA0 più cautelativo al suolo (cioè il più elevato) è ricavato dall'input:

- **IT0090xa_1** **FA_{max} = 2,03**

mentre il valore F.A. medio definito su n.7 accelerogrammi è:

FA medio 1,70

INPUT SISMICO	PGA bedrock	Pga Superficie	F.A.
IT0090xa_1	0,197	0,401	2,03
IT0103xa_2	0,197	0,270	1,37
IT0103ya_3	0,197	0,390	1,97
IT0205xa_4	0,197	0,374	1,89
IT0276xa_5	0,197	0,273	1,38
IT0281xa_6	0,197	0,376	1,90
IT0806xa_7	0,197	0,298	1,51
Media	0,197	0,340	1,70

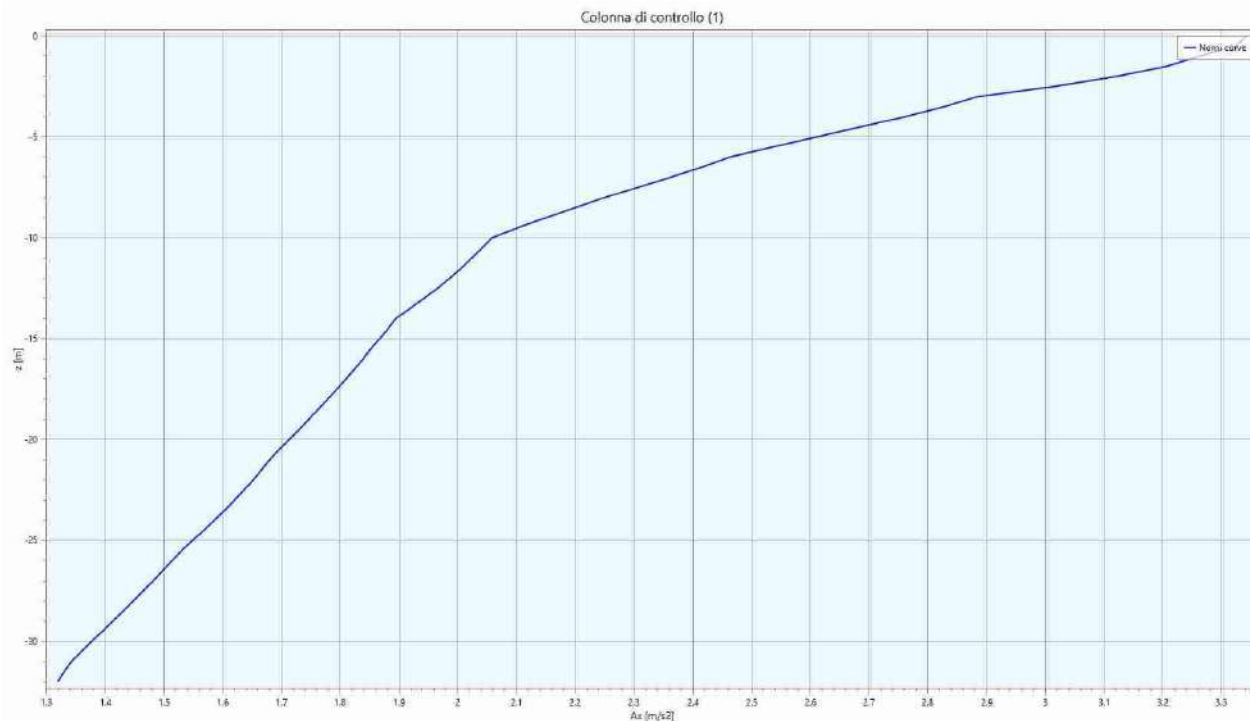


Fig. n. 18_ P.G.A. Profile: si può notare un incremento rilevante della PGA in corrispondenza degli orizzonti più superficiali (da circa 10m di profondità fino a p.c.).

2) Housner Intensity - Intensità di Housner

L'intensità di Housner (o intensità dello spettro di risposta) viene definita come segue:

$$SI = \int_{T_1}^{T_2} PSV(T_0, \xi) dT_0$$

dove PSV è lo spettro di risposta di pseudo-velocità, **T** e **ξ** sono rispettivamente **il periodo** e **lo smorzamento strutturale**.

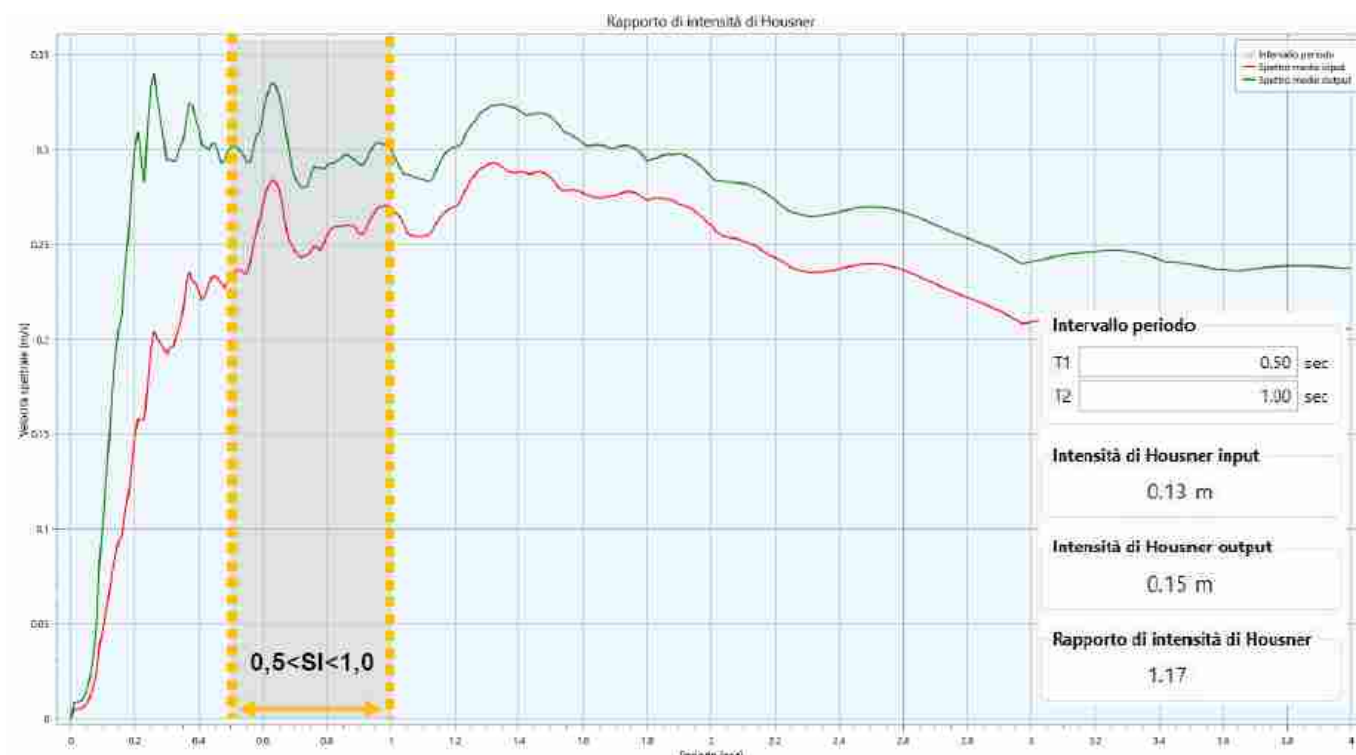
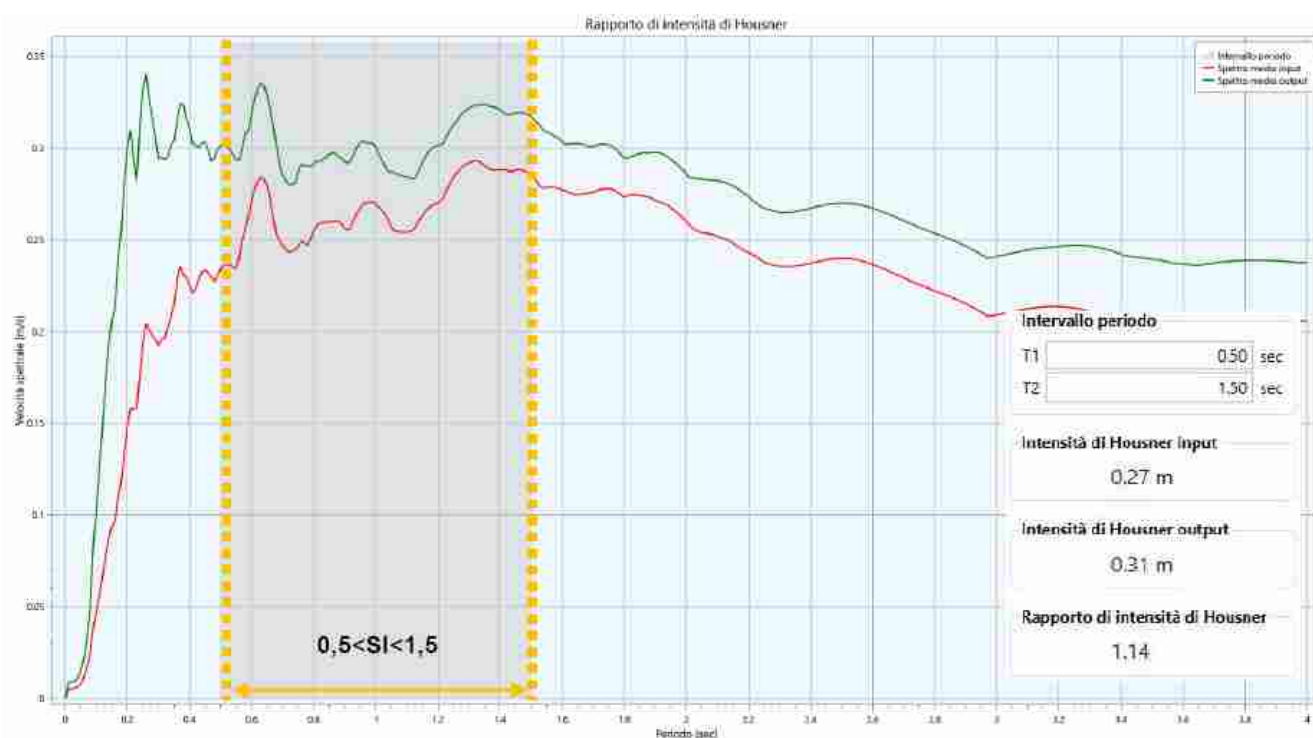
Questo parametro di severità del moto sismico è correlato al danno potenziale atteso per effetto del terremoto in esame, dal momento che la maggior parte delle strutture hanno un periodo fondamentale di vibrazione nell'intervallo compreso tra 0.1 e 2.5 secondi. Dimensionalmente l'intensità di Housner è uno spostamento (cm).

Di seguito il valore di "Intensità di Housner" viene presentato per i seguenti intervalli di riferimento:

- $0,1 < SI < 0,5$ (**Fig. n. 19**);
- $0,5 < SI < 1,0$ (**Fig. n. 20**);
- $0,5 < SI < 1,5$ (**Fig. n. 21**).



Fig. n. 19_ Intensità di Housner fra gli intervalli $0,1 < SI < 0,5$.

Fig. n. 20_ Intensità di Housner fra gli intervalli $0,5 < SI < 1,0$.Fig. n. 21_ Intensità di Housner fra gli intervalli $0,5 < SI < 1,5$.

3) Acceleration Response Spectrum - Spettri di risposta in accelerazione

Rappresenta l'elaborato fondamentale richiesto dagli strutturisti e in "LSR 2D" può essere calcolato sia in superficie che per una profondità di interesse.

Nel caso in esame (Fig. 8) è stato calcolato per gli SLV a piano campagna, con un coefficiente di smorzamento viscoso equivalente del 5%. Sulla base delle indagini geofisiche considerate, il sito presentava valori di V_{s30} pari a **343 m/s** e **319 m/s**, ed è stato classificato in **"Categoria C"**. Osservando in

dettaglio il grafico (**Fig. n. 22**) si può notare come il valore dello spettro medio si vada a collocare al di sopra di quello semplificato di “**Categoria C**”. Lo spettro medio è stato poi parametrizzato secondo la tipica forma spettrale semplificata, utilizzando come riferimento i valori della “*media*”.

Resta compito dello strutturista definire il valore del periodo proprio e dello smorzamento della struttura, andando a modificare lo “spettro di progetto” in funzione del “*Fattore di struttura q*”.

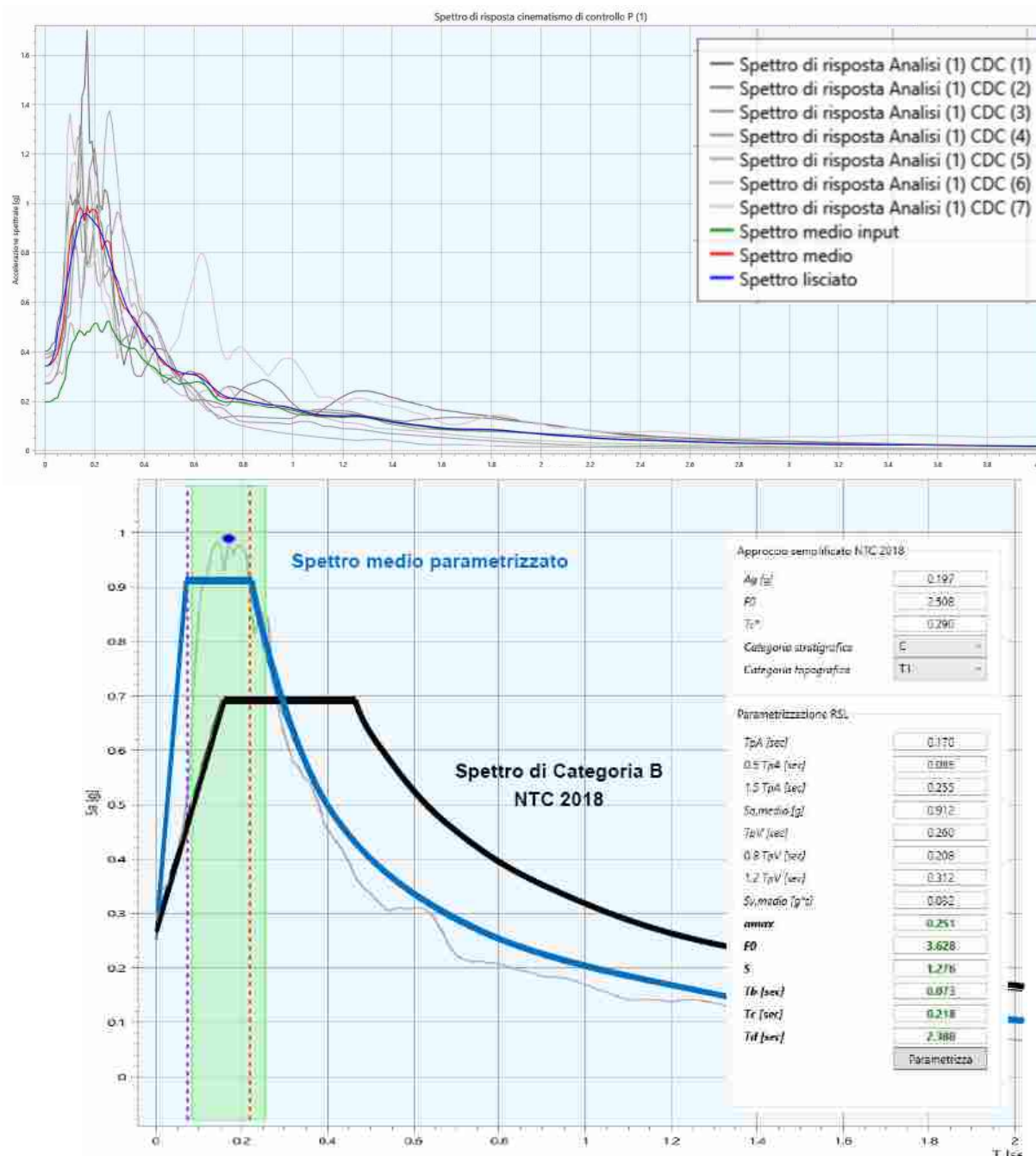


Fig. n. 22_ Spettri di output (in alto) e relativo spettro medio di risposta elastica in superficie, calcolato per gli SLV con smorzamento del 5%: si mette a confronto lo spettro medio parametrizzato secondo normativa (linea blu) con lo spettro ricavato dall' approccio semplificato secondo NTC2018, che fa riferimento alla “Categoria di sottosuolo sismico” (CATEGORIA C) determinata sulla base delle indagini geofisiche in sito utilizzate (linea nera).

In ultima analisi (**Tabella n. 3**) è quindi possibile mettere a confronto i **valori medi di F.A. calcolati nello studio di R.S.L. (Fig. n. 23)**, con:

- i valori di F.A. determinati nello studio di Microzonazione Sismica comunale di 2° o 3° livello;
- i valori di F.A. ricavati con l'approccio semplificato, seguendo quanto indicato nella **Delibera n. 476 del 12 Aprile 2021**, che rappresenta l'aggiornamento degli "Indirizzi regionali per studi di microzonazione sismica (MS) per la pianificazione urbanistica", atto d'indirizzo ai sensi dell'art. 16 della LR 20/2000 (Deliberazione dell'Assemblea Legislativa n. 112 del 2 maggio 2007).

In particolare, per il sito di interesse, gli abachi da utilizzare sono riportati di seguito.

I parametri di input considerati utilizzando i risultati della prova ReMi A6, più prossima e pertinente rispetto alla prova ReMi A14, sono:

- **VsH = 273 m/s**
- **H = 17,00 m**

APPENNINO

Le tabelle relative al settore appenninico sono il riferimento per la stima semplificata dell'amplificazione stratigrafica nelle aree collinari e montane dell'Emilia-Romagna.

Possono essere applicate anche nelle aree di pianura prossime al margine morfologico appenninico-padano dove le coperture detritiche continentali hanno spessore indicativamente non superiore a 50 m.

In caso di **coperture su substrato non rigido**, vale a dire caratterizzato da **Vs << 800 m/s** si devono usare le seguenti tabelle.

Si considerano trascurabili gli effetti legati all'amplificazione topografica, pertanto l'entità dell'amplificazione sismica è imputabile ai soli fattori stratigrafici.

Lo studio di Risposta Simica Locale - RSL ha messo in evidenza dei F.A. in buona parte comparabili agli abachi regionali presenti nella recente **Delibera n. 476 del 12 Aprile 2021** (che rappresenta l'aggiornamento degli "Indirizzi regionali per studi di microzonazione sismica (MS) per la pianificazione urbanistica").

Substrato marino caratterizzato da $V_s \ll 800$ m/s

V_{SH} (m/s) → H (m) ↓	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700
5	1,6	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,3	
10	2,3	1,8	1,5	1,4	1,4	1,4	1,4	1,3	1,3	
15	2,8	2,3	1,9	1,5	1,4	1,4	1,4	1,4	1,3	
20	3,2	2,9	2,3	1,8	1,5	1,5	1,4	1,4	1,3	
25	3,4	3,2	2,7	2,0	1,7	1,5	1,5	1,4	1,3	
30		3,3	2,9	2,3	1,9	1,6	1,5	1,4	1,4	
35		3,3	3,0	2,5	2,1	1,8	1,6	1,5	1,4	1,2
40		3,2	3,1	2,7	2,3	2,0	1,7	1,5	1,4	1,2
50		3,0	3,0	2,8	2,5	2,2	1,9	1,7	1,5	1,3

Fattore di Amplificazione SA2 ($0,4s \leq T \leq 0,8s$)

V_{SH} (m/s) → H (m) ↓	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700
5	1,4	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	
10	1,6	1,5	1,4	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	
15	1,9	1,7	1,5	1,4	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	
20	2,4	2,1	1,6	1,4	1,4	1,3	1,3	1,3	1,3	
25	3,4	2,5	1,9	1,5	1,4	1,4	1,3	1,3	1,3	
30		3,0	2,3	1,7	1,5	1,4	1,4	1,3	1,3	
35		3,3	2,7	1,9	1,6	1,5	1,4	1,3	1,3	1,1
40		3,6	3,1	2,2	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2
50		3,6	3,4	2,9	2,1	1,8	1,6	1,5	1,4	1,2

Fattore di Amplificazione SA3 ($0,7s \leq T \leq 1,1s$)

V_{SH} (m/s) → H (m) ↓	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700
5	2,3	2,0	1,6	1,5	1,4	1,3	1,3	1,2	1,2	
10	2,3	2,2	2,0	1,8	1,6	1,4	1,3	1,3	1,2	
15	2,2	2,2	2,1	2,0	1,8	1,6	1,4	1,3	1,2	
20	2,1	2,1	2,1	2,0	1,9	1,7	1,5	1,4	1,2	
25	2,1	2,1	2,1	2,0	1,9	1,8	1,6	1,4	1,3	
30		2,1	2,1	2,0	1,9	1,8	1,6	1,4	1,3	
35		2,1	2,1	2,0	1,9	1,8	1,6	1,5	1,4	1,2
40		2,0	2,0	2,0	1,9	1,8	1,6	1,5	1,4	1,2
50		1,9	1,9	1,9	1,9	1,8	1,6	1,5	1,4	1,2

Fattore di Amplificazione PGA

V_{SH} (m/s) → H (m) ↓	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700
5	2,2	1,8	1,5	1,4	1,3	1,3	1,3	1,3	1,2	
10	2,5	2,3	1,9	1,7	1,5	1,4	1,3	1,3	1,2	
15	2,5	2,5	2,2	1,9	1,7	1,5	1,4	1,3	1,2	
20	2,4	2,4	2,3	2,1	1,8	1,6	1,5	1,3	1,3	
25	2,4	2,4	2,3	2,2	2,0	1,7	1,6	1,4	1,3	
30		2,3	2,3	2,2	2,0	1,8	1,6	1,5	1,3	
35		2,2	2,2	2,2	2,1	1,9	1,7	1,5	1,4	1,2
40		2,1	2,1	2,1	2,1	1,9	1,7	1,5	1,4	1,2
50		2,0	2,0	2,0	2,0	1,9	1,7	1,5	1,4	1,2

Fattore di Amplificazione SA1 ($0,1s \leq T \leq 0,5s$)

V_{SH} (m/s) → H (m) ↓	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700
5	2,1	1,7	1,5	1,4	1,4	1,3	1,3	1,3	1,3	
10	2,6	2,3	1,9	1,6	1,5	1,4	1,3	1,3	1,3	
15	2,7	2,6	2,3	1,9	1,6	1,5	1,4	1,3	1,3	
20	2,6	2,6	2,4	2,1	1,8	1,6	1,5	1,4	1,3	
25	2,6	2,6	2,5	2,3	2,0	1,7	1,6	1,4	1,3	
30		2,4	2,4	2,3	2,1	1,8	1,6	1,5	1,3	
35		2,4	2,4	2,3	2,2	1,9	1,7	1,5	1,4	1,2
40		2,2	2,2	2,2	2,2	2,0	1,8	1,6	1,4	1,2
50		2,1	2,1	2,1	2,1	2,0	1,8	1,6	1,5	1,3

Fattore di Amplificazione **SI1** ($0,1s \leq T \leq 0,5s$)

V_{SH} (m/s) → H (m) ↓	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700
5	1,4	1,4	1,4	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	
10	1,8	1,6	1,4	1,4	1,3	1,4	1,3	1,3	1,3	
15	2,3	1,9	1,6	1,4	1,4	1,4	1,3	1,3	1,3	
20	2,9	2,6	1,9	1,6	1,4	1,4	1,4	1,3	1,3	
25	3,6	3,0	2,3	1,7	1,5	1,4	1,4	1,4	1,3	
30		3,3	2,7	1,9	1,7	1,5	1,4	1,4	1,3	
35		3,5	3,0	2,2	1,8	1,6	1,5	1,4	1,3	1,1
40		3,5	3,2	2,6	2,0	1,8	1,6	1,5	1,4	1,2
50		3,3	3,3	3,0	2,4	2,0	1,8	1,6	1,5	1,3

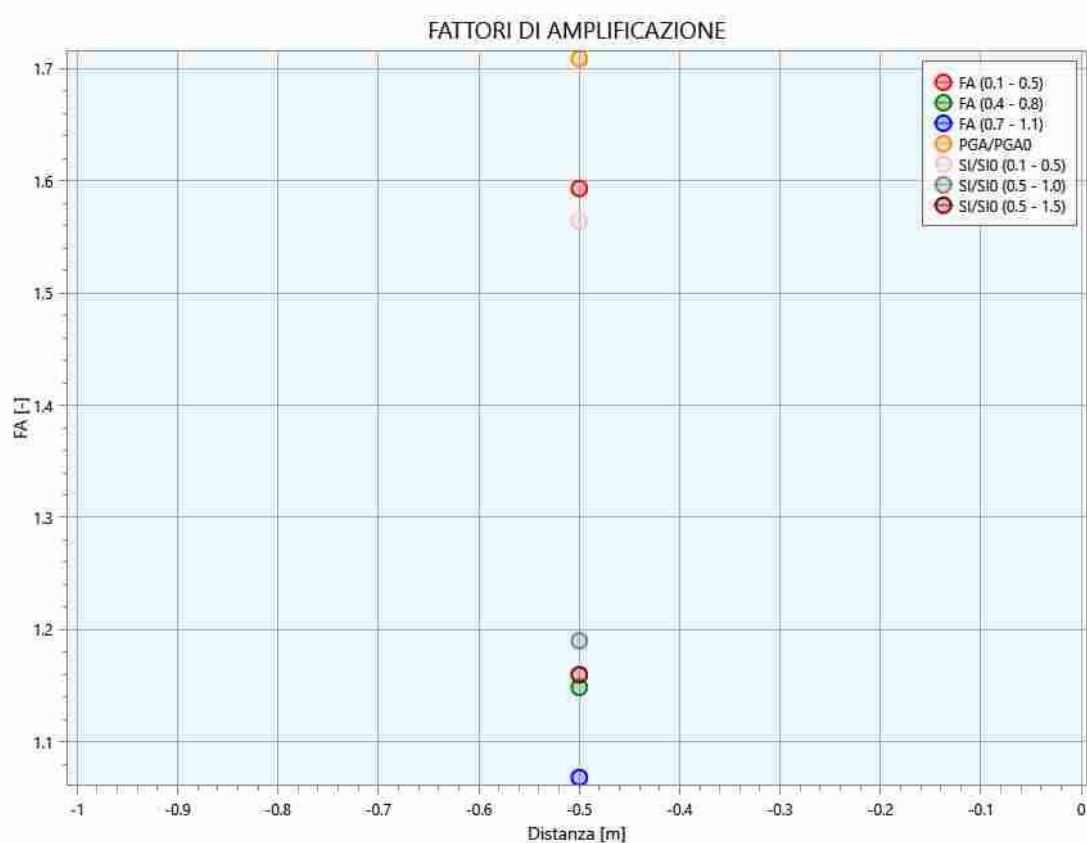
Fattore di Amplificazione **SI2** ($0,5s \leq T \leq 1,0s$)

Fig. n. 23_ Grafico di sintesi che rappresenta i valori dei FA per gli intervalli considerati.

CONFRONTO DEI FATTORI DI AMPLIFICAZIONE F.A. DA ANALISI SEMPLIFICATA, MICROZONAZIONE SISMICA DI 2° LIVELLO E DA RSL			
FATTORE DI AMPLIFICAZIONE CONSIDERATO	PROCEDURA SEMPLIFICATA DA ABACHI	MICROZONAZIONE SISMICA DI 3° LIVELLO	RISPOSTA SISMICA LOCALE R.S.L.
F.A. PGA	2,0 - 2,1	1,9-2,0	1,7
F.A. SA1 ($0.1s < T_0 < 0.5s$)	2,1 - 2,2	<i>Elaborato non presente</i>	1,59
F.A. SA2 ($0.4s < T_0 < 0.8s$)	1,8 - 1,9	<i>Elaborato non presente</i>	1,14
F.A. SA3 ($0.7s < T_0 < 1.1s$)	1,4 - 1,5	<i>Elaborato non presente</i>	1,06
F.A. SI1 ($0.1s < T_0 < 0.5s$)	2,2 - 2,3	1,7-1,8	1,55
F.A. SI2 ($0.5s < T_0 < 1.0s$)	1,5 - 1,6	1,3-1,4	1,17
F.A. SI3 ($0.5s < T_0 < 1.5s$)	-	<i>Elaborato non presente</i>	1,14

Tabella n. 3_ Confronto fra i valori del Fattore di Amplificazione F.A. ricavati tramite procedura semplificata - Allegato A2 del D.G.R n°476 del 12 aprile 2021, studio di Microzonazione Sismica – MZS di 2° livello e il presente studio di “Risposta Sismica Locale - RSL”.

In **Fig. n. 24** si presenta il grafico riassuntivo dello spettro medio di output in accelerazione, calcolato per il sito di interesse. Il grafico è stato estrapolato dal foglio di calcolo Excel utilizzato e viene fornito in allegato al presente elaborato, insieme ai file .txt relativi a ciascuno spettro rappresentato.

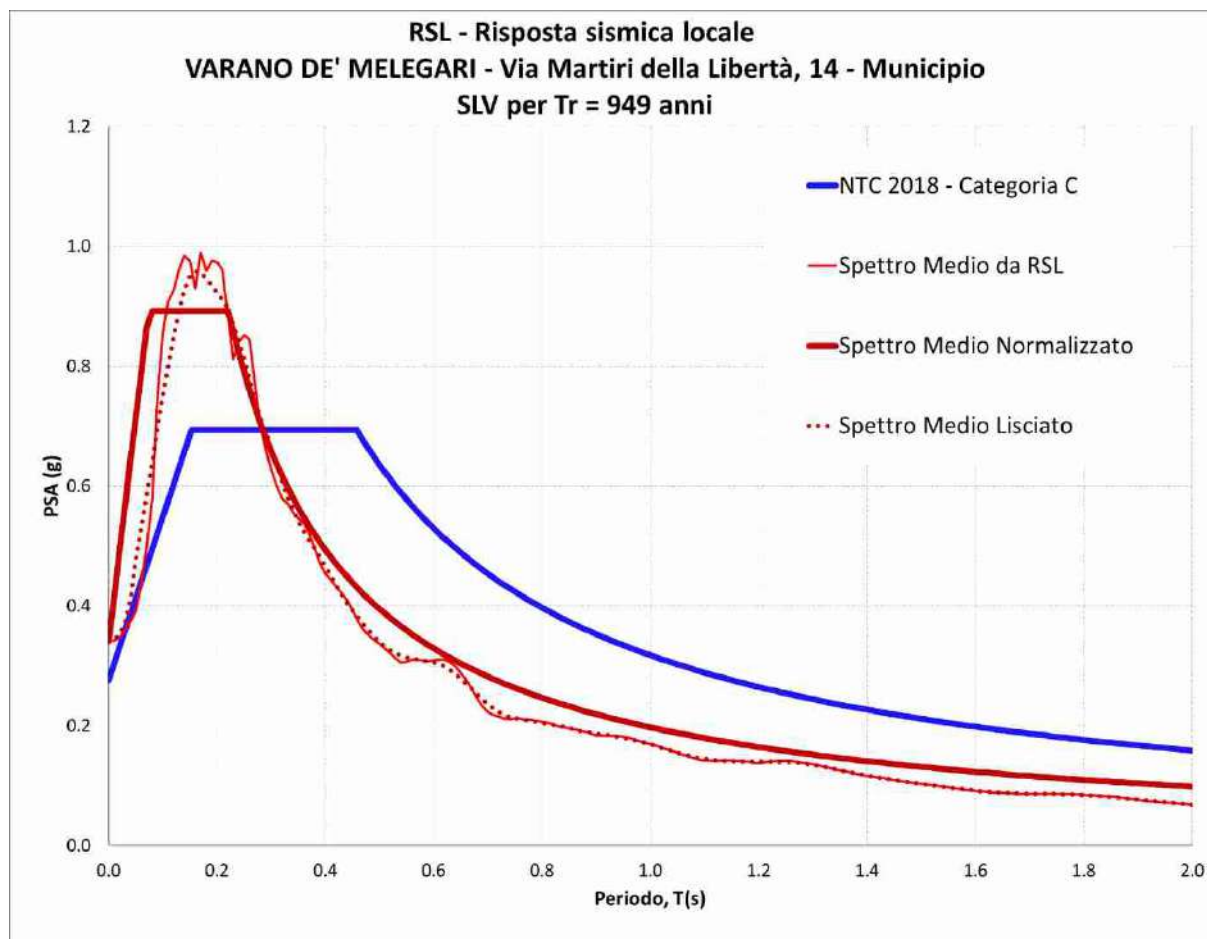


Fig. n. 24_ Grafico di sintesi che rappresenta lo spettro di output dello studio di RSL messo a confronto con lo spettro della categoria sismica di sottosuolo ricavato da procedura semplificata.

11. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

I terreni sottoposti ad indagine si sviluppano in territorio montano, all'interno del perimetro urbanizzato di Varano de' Melegari capoluogo, in Via Martiri della Libertà, 14, posizionandosi su di un terrazzo sospeso antico, posto in sponda sinistra idrografica del T. Ceno.

Il sito di interesse, sorgendo su terreni di genesi alluvionale, pianeggianti e stabili, non è interessato da fenomeni gravitativi, tuttavia le aree di interesse nella Carta del Dissesto allegata al P.T.C.P. provinciale (Elaborato C.2 – Sezione n. 199130, Tav. n. fuori testo), rientrano in “*Aree a pericolosità geomorfologica moderata*” (art. 22bis delle NTA del P.T.C.P.), all'interno delle quali, interventi di trasformazione ed insediamento, devono essere preceduti da una valutazione tecnica, denominata “*Verifica di Compatibilità*”, nella quale approfondire i vari aspetti geologici e l'impatto dei lavori sull'equilibrio geomorfologico dei luoghi, verificandone la compatibilità con lo stato del dissesto esistente e la sostenibilità, fornendo eventuali indicazioni e prescrizioni per mitigare tali impatti.

Il sito inoltre appare sicuro da un punto di vista idraulico, risultando esterno al limite della Fascia C, relativo a piene con tempi di ritorno pluricentinarie (**Fig. n. 3**).

L'idea dell'intervento non emerge da criticità riscontrate nel fabbricato, che anzi si presenta piuttosto integro e sano, ma dall'intento di migliorarne la sicurezza e la prestazione sismica nei confronti dello scuotimento prodotto dal sisma massimo atteso nella zona.

Da un punto di vista geomorfologico la realizzazione dell'opera non comporterà movimenti terra e modificazioni dell'attuale profilo del pendio, per cui possiamo concludere che l'impatto geomorfologico degli interventi sarà trascurabile e nullo, così come l'influenza sui fabbricati limitrofi.

La stratigrafia emersa, in accordo con la descrizione caratteristica del terrazzo, ha evidenziato superficialmente e sino alla profondità di 2,50 m da p.c. un livello limoso, debolmente argilloso di colore brunastro, con irregolare e saltuaria presenza di piccoli ciottoli con diametro massimo di 2,50 cm (**LIVELLO 1**). Inferiormente si intercetta un materasso tipicamente alluvionale, costituito da ghiaie eterogenee ed eterometriche in matrice limo – sabbiosa e ciottoli con diametro compreso tra 1,00 e 10,00 cm (**LIVELLO 2**), che si spinge sino a – 9,00 m da p.c. Alla base si incontra un basamento roccioso caratterizzato da arenarie grige ben cementate (**LIVELLO 3**).

I terreni di fondazione presentano discrete e soddisfacenti doti geomeccaniche già a profondità limitate.

In conclusione possiamo affermare che da un punto di vista geologico e geomorfologico, l'area appare stabile e sicura, priva di particolari criticità e problematiche.

Il presente elaborato realizzato a corredo di una valutazione della vulnerabilità dell'Edificio Municipale, mira in primo luogo a fornire una modellazione sismica del sito eseguita con tecnica approfondita e rigorosa denominata RSL (Risposta sismica locale).

Per arrivare a tale risultato si è partiti dall'utilizzo di prove meccaniche e geofisiche, trattate nello Studio e proposte nel dettaglio negli **Allegati A e B**, che hanno permesso di produrre il modello stratigrafico dei terreni presenti, essenzialmente prodotte nell'Ambito dello Studio di Microzonazione di III Livello di

approfondimento del Comune e raccolte nella Banca dati prodotta per la realizzazione del medesimo Studio, svolto dal Dott. Geol. Collareda Matteo e portato a termine nel Luglio del 2017

Tale caratterizzazione costituisce la base geologica per la modellazione sismica del sito.

Come ulteriore contributo e per approfondimento del lavoro svolto, oltre alla RSL, necessaria per un fabbricato, che non solo può prevedere affollamenti significativi, ma che in caso di calamità naturale, riveste un ruolo logistico e di riferimento per le varie componenti preposte alle funzioni di Protezione Civile, si è voluto considerare anche altri metodi meno approfonditi e precisi, normalmente utilizzati ed accettati, per determinare il comportamento sismico del sito, facendo riferimento al metodo semplificato indicato nel D.M. 17.01.2018 e a quello utilizzato con lo Studio di Microzonazione Sismica comunale di 2° e 3° di approfondimento, eseguito secondo i dettami della Regione Emilia Romagna e della Protezione Civile. Il confronto tra questi approcci è proposto in **Tab. n. 3**, mentre gli esiti della RSL mostrano le variazioni fra le risposte del modello di sottosuolo in relazione ai diversi input sismici assegnati: il rapporto PGA/PGA0 più cautelativo al suolo (cioè il più elevato) è ricavato dall'input:

- **IT0996xa_7** **FA_{max} = 2,03**

mentre il valore F.A. medio definito su n.7 accelerogrammi è:

$$\text{FA}_{\text{medio}} \mathbf{1,70}$$

Lo studio di Risposta Sismica Locale - RSL ha messo in evidenza dei F.A. in buona parte comparabili agli abachi regionali presenti nella recente **Delibera n. 476 del 12 Aprile 2021** (che rappresenta l'aggiornamento degli "Indirizzi regionali per studi di microzonazione sismica (MS) per la pianificazione urbanistica").

Il terreno di fondazione sulla base dell'approccio semplificato proposto ed indicato dalla normativa in materia di costruzioni e prevenzione sismica (NTC 2018) è appartenente alla **Categoria C** (*Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.*), mentre considerando la pendenza generale del pendio possiamo considerare una **Categoria Topografica T1**, in quanto l'incremento di pendenza si ha solo a monte del sito, mentre i terreni di interesse hanno pendenza moderata < 6°. In considerazione delle condizioni morfometriche non sono attesi fenomeni di amplificazione determinati dalla topografia.

Nell'areale non sono presenti faglie, cavità o altre strutture tettoniche significative.

Il D.M. del 2008, introduce il parametro S, poi ripreso dal D.M. 2018, che amplifica il valore dell'azione sismica di progetto, variabile sia sulla base della Categoria del suolo di fondazione che delle condizioni topografiche del sito, mediante la seguente relazione:

$$S = S_S * S_T$$

Dove:

S_S = *coefficiente di amplificazione stratigrafica*; S_T = *coefficiente di amplificazione topografica*

Il coefficiente S_S per la Categoria di suoli B viene determinato mediante l'espressione (Tab. 3.2.V):

$$1,00 \leq 1,40 - 0,40 * F_0 * a_g/g \leq 1,20$$

Mentre il coefficiente S_T per una categoria topografica T1 viene assunto pari a 1,2 (Tab. 3.2.VI)

Pertanto nel caso in esame **$S = S_S * S_T = 1,40 * 1,00 = 1,40$**

Tale parametro S fornisce il valore dell'amplificazione S dello scuotimento sismico, necessario per valutare l'accelerazione massima attesa in superficie attraverso la seguente relazione:

$$a_{max} = S * a_g$$

In caso di Salvaguardia della vita (SLV) con Probabilità di superamento del 10%

$$a_{max} = S * a_g = 1,40 * 0,197g = 0,2758g$$

Si lascia alla discrezione del progettista strutturale degli eventuali interventi individuati la scelta dei parametri e dei coefficienti sismici individuati, anche se ovviamente a favore di sicurezza di considerare quelli più gravosi ed impegnativi per la struttura, per migliorare sismicamente il fabbricato in modo più significativo

Borgo Val di Taro, Luglio 2022

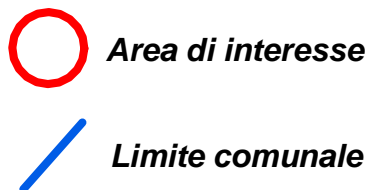


TAV. 1

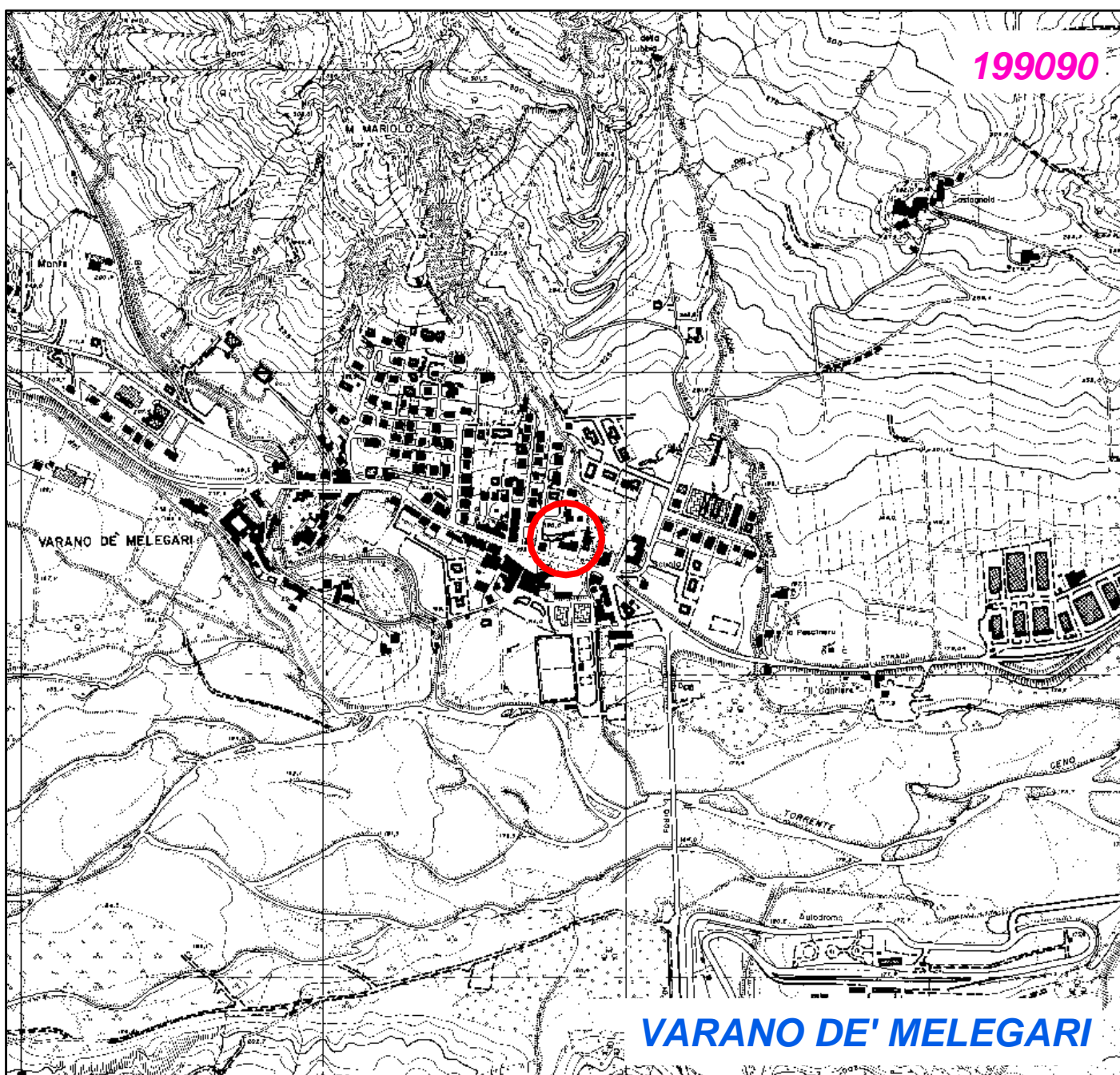
INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

Stralcio C.T.R. scala 1:10.000
Sezione n. 199090 "Varano dé Melegari"

Legenda:



200 100 0 200 Metri



TAV. 2 CARTA DEL DISSESTO

Stralcio Carta del Dissesto della Provincia di Parma - Anno 2015
scala 1:10.000, Sezione n. 199090 "Varano dé Melegari"

Legenda:

AREE A PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA
MOLTO ELEVATA. Art. 21 N.T.A.

 Frana attiva

 Aree Ee (PAI)

AREE A PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA
ELEVATA. Art. 22 N.T.A.

 Frana quiescente

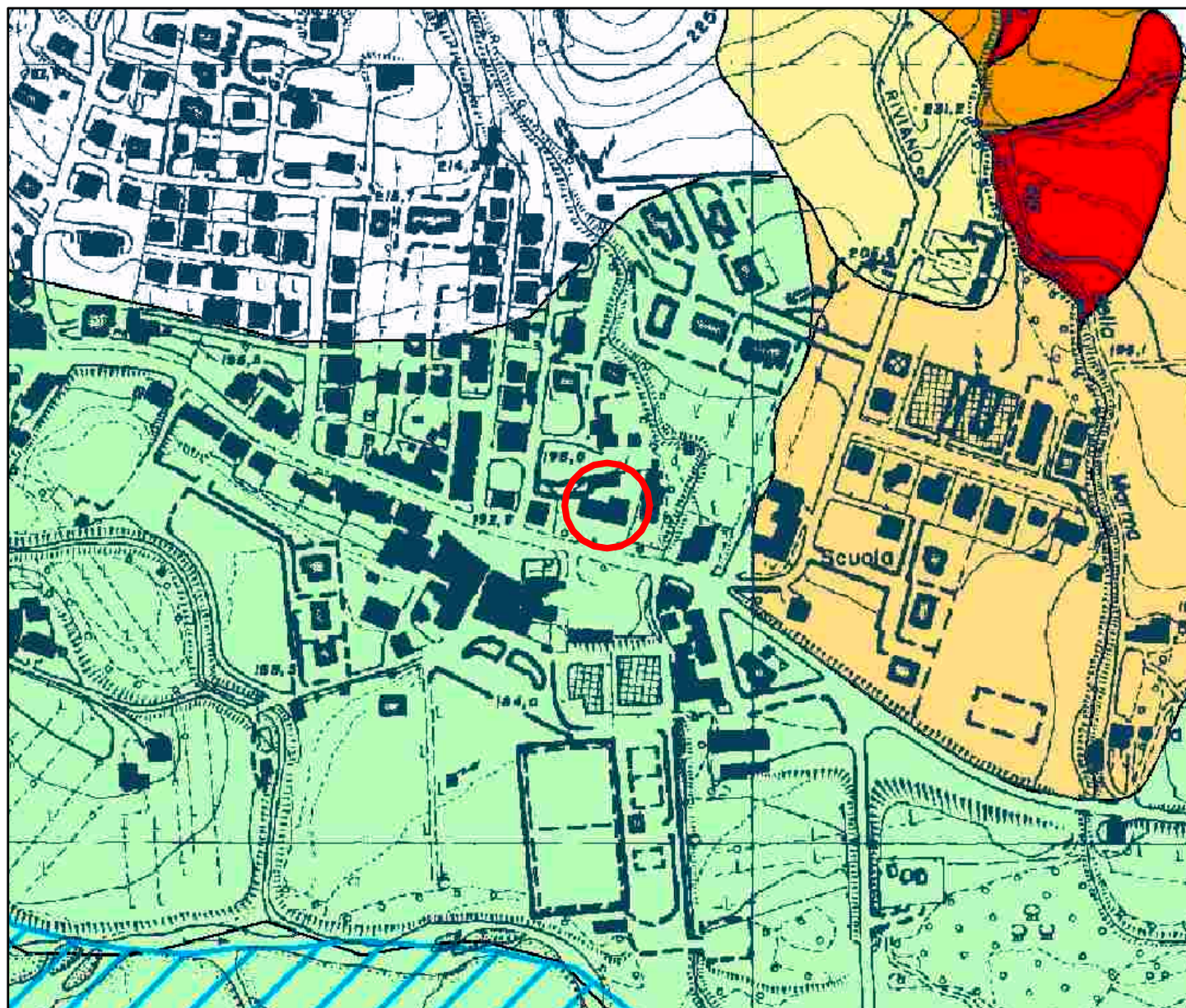
AREE A PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA
MODERATA. Art. 22 bis N.T.A.

 Frana relitta

 Depositi di versante

 Area di intervento

100 50 0 100 Metri







TAV. 3

CARTA GEOLOGICA



Stralcio Carta Geologica della Regione Emilia Romagna. Scala 1:10.000
Progetto CARG. Sezione n. 199090 "Varano dé Melegari"

Legenda:




Depositi quaternari continentali

-  a1b_ Deposito di frana attiva per scivolamento
-  a2g_ Deposito di frana quiescente di tipo complesso
-  a3_ Deposito di versante
-  b1_ Depositi alluvionali in evoluzione

Successione neogenica - quaternaria del margine appenninico - padana

-  AES8_ Subsintema di Ravenna
-  AES8a_ Unità di Modena

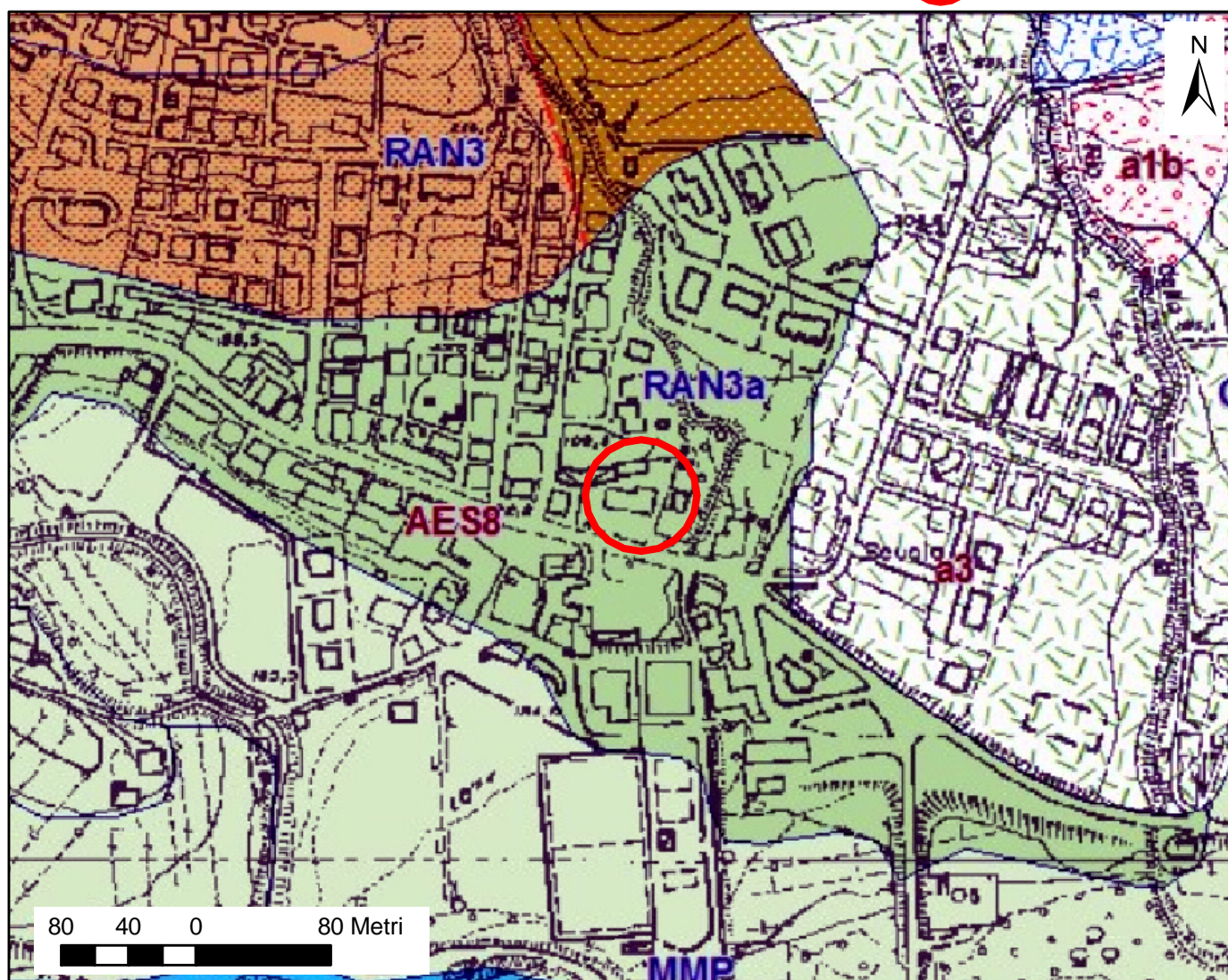
Successione Epiligure

-  ANT_ Marne di Antognola
a) affiorante; b) subaffiorante
-  RAN3_ Formazione di Ranzano
Membro di Varano dé Melegari
a) affiorante; b) subaffiorante
-  RAN3a_ Formazione di Ranzano
Membro di Varano dé Melegari
Litofacies caotica
a) affiorante; b) subaffiorante

Dati strutturali

 Faglia incerta

 Area di intervento



TAV. 4

CARTA DEL VINCOLO IDROGEOLOGICO

Stralcio C.T.R. scala 1:10.000

Sezione n. 199090 "Varano dé Melegari"

Legenda:



Area sottoposta
a Vincolo Idrogeologico



Area di interesse

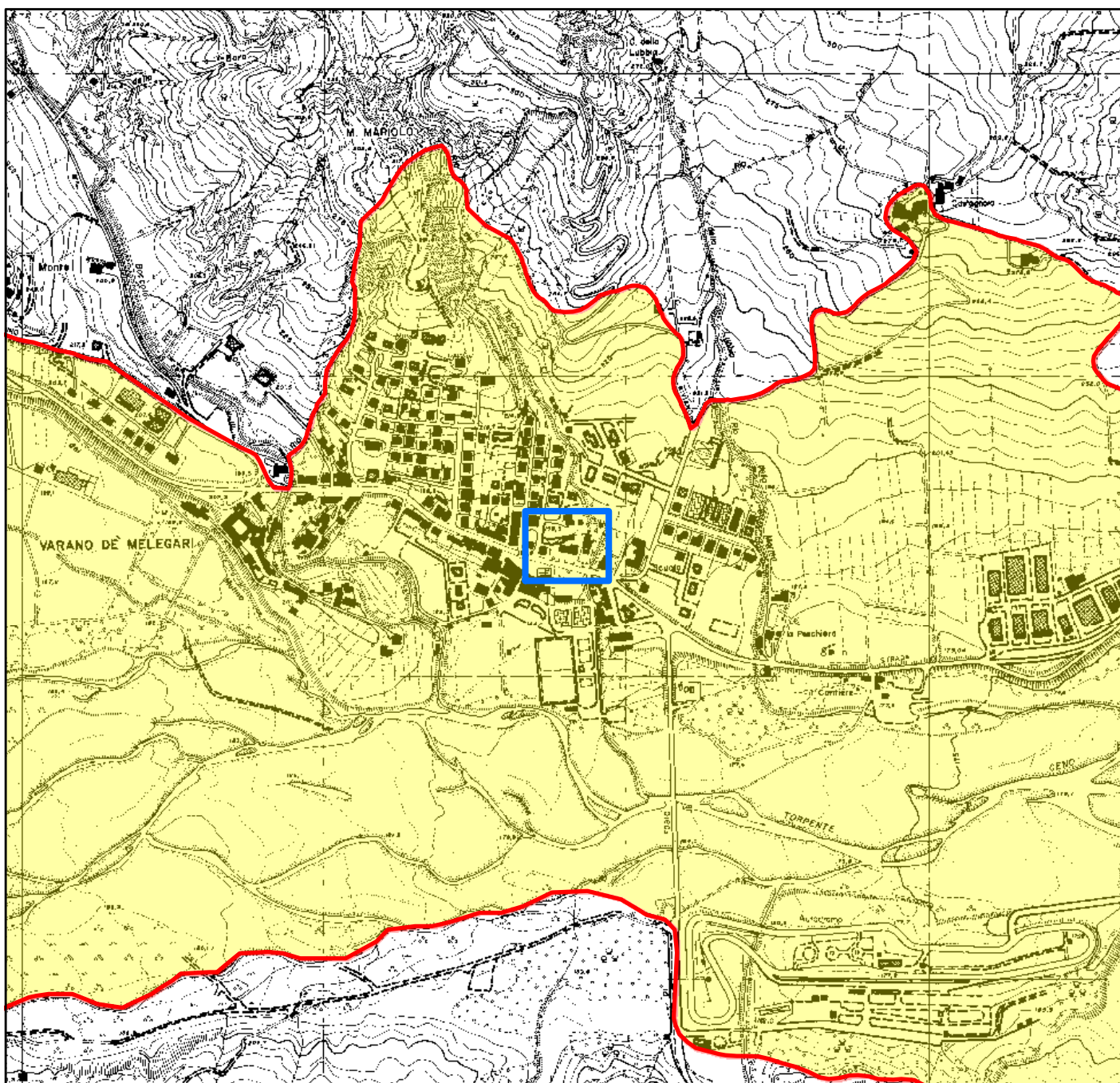


Area non sottoposta
a Vincolo Idrogeologico



Limiti Comunali

200 100 0 200 Metri



ALLEGATO A

Stratigrafia Sondaggio P1 a carotaggio continuo (DataBase prove geognostiche raccolte nell'ambito dello Studi di Microzonazione del Comune di Varano dé Melegari. Geol. Matteo Collareda – Luglio 2017)



Committente: Boni Costruzioni

Cantiere: Varano Melegari

Località: Varano Melegari

Data Inizio: 12/12/07

Data Fine: 13/12/07

SONDAGGIO

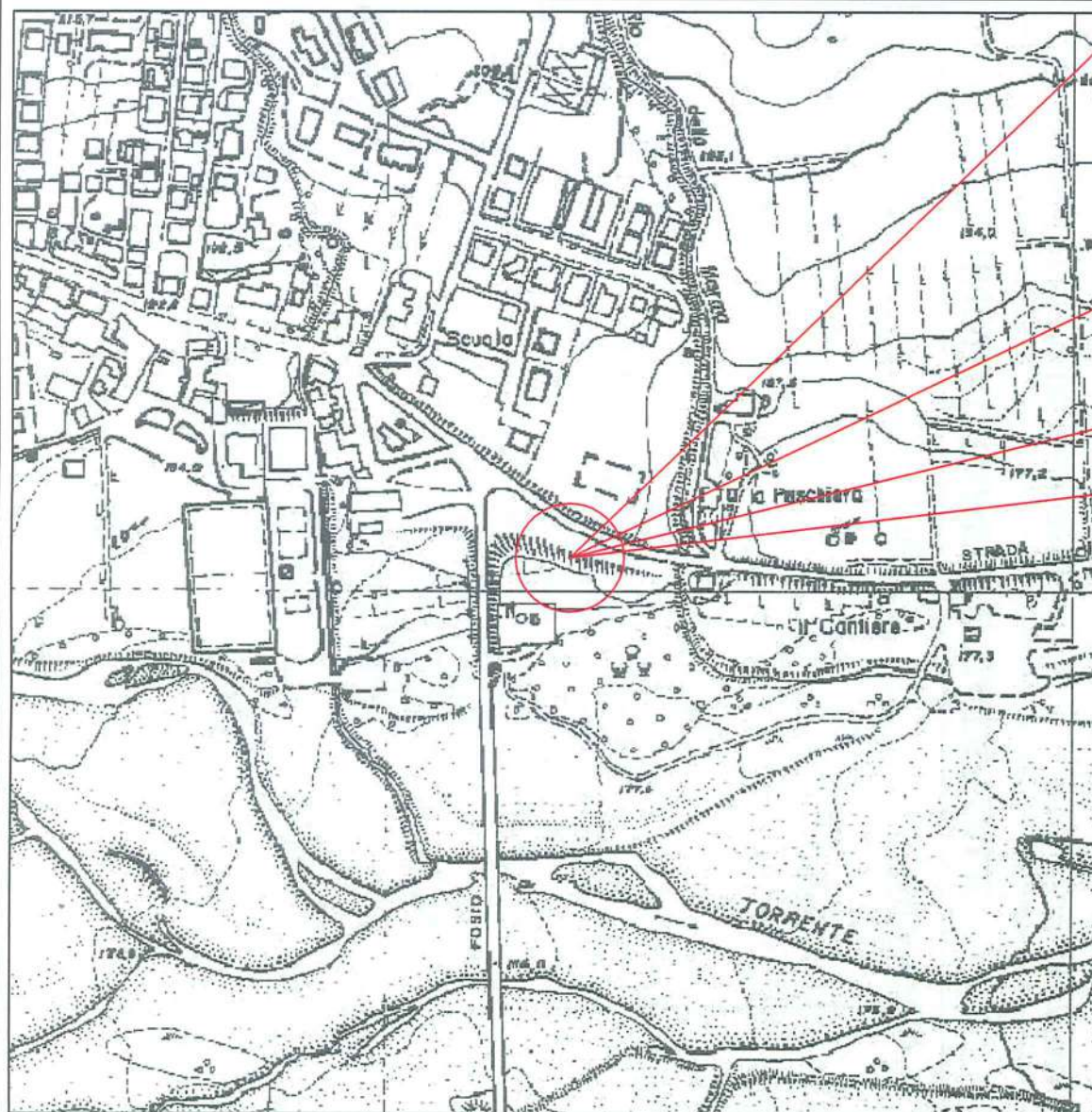
FOGLIO

S.1

Il geologo
Molinari V.

Scala 1:100	Stratigrafia	Profondità	Descrizione	Pocket				S.P.T.				N° colpi SPT	Falda
				1	2	3	4	10	20	30	40		
1		2.50	Limo debolmente argilloso brunastro con saltuaria presenza di piccoli ciottoli di Ø max 2.5 cm										
2													
3								2.70				21	16
4								3.15				26	3.80
5		9.00	Ghiaia eterogenea ed eterometrica in matrice limoso-sabbiosa; Ø ciottoli 1 - > 10cm.										
6													
7													
8								7.80				26	19
9								8.25				31	
10													
11													
12													
		12.00	Arenarie grigie ben cementate.										

N° cassette 3; N° SPT 2.



INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

COMUNE DI VARANO DE MELEGARI

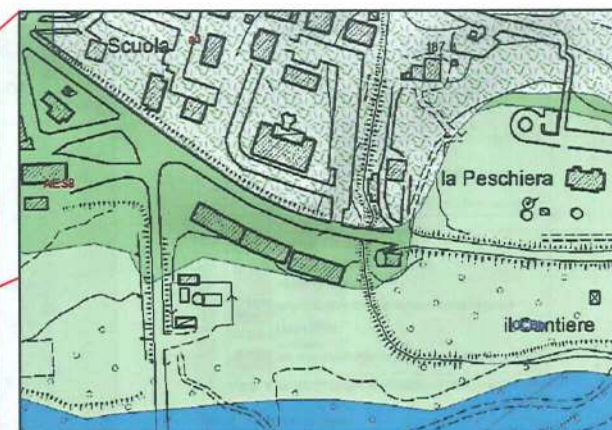
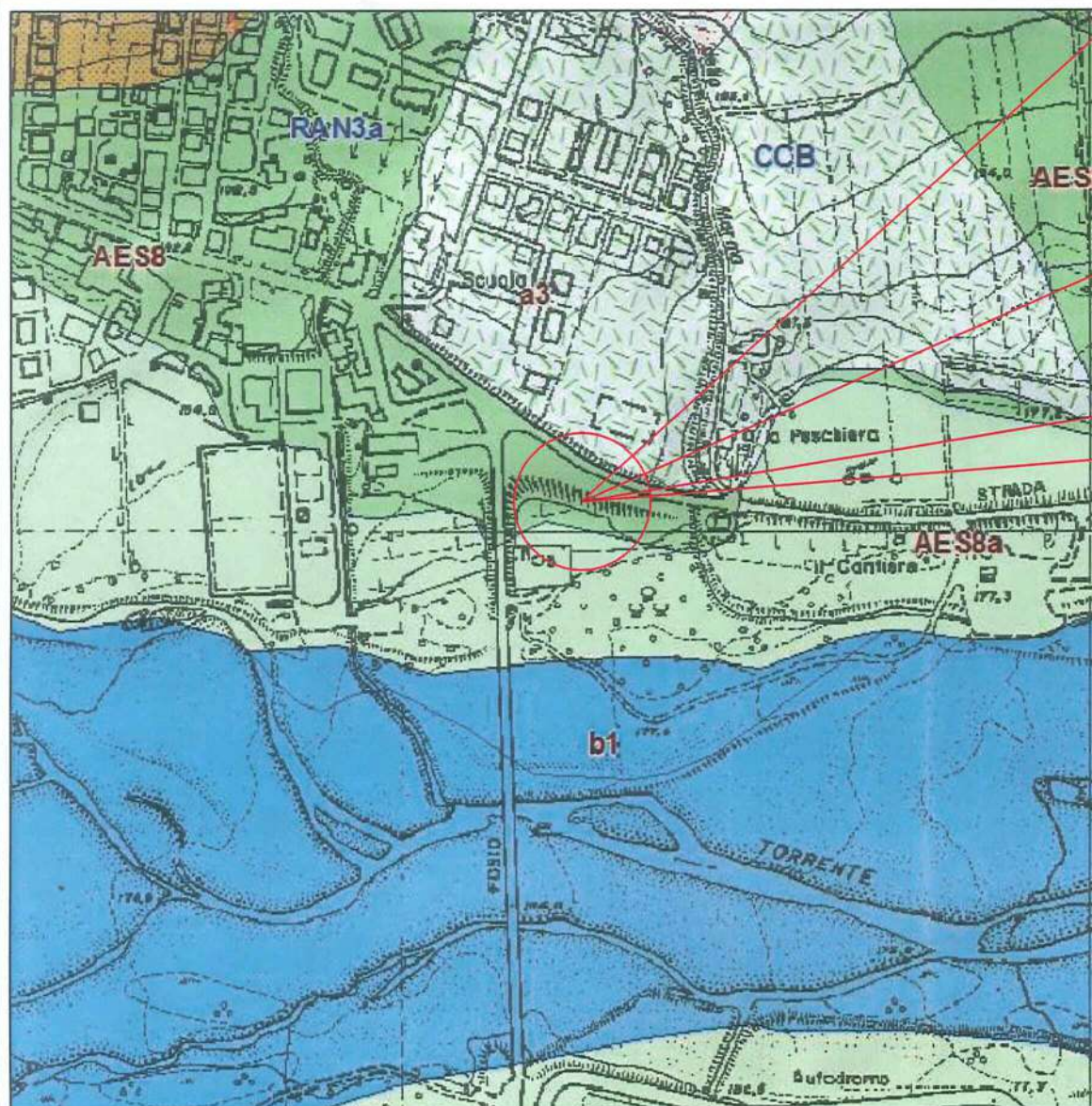
PROVINCIA DI PARMA

RELAZIONE GEOLOGICA TECNICA E SISMICA
RELATIVA ALLA COSTRUZIONE DI UNA
CABINA ELETTRICA PREFABBRICATA A
SERVIZIO DEL CENTRO COMMERCIALE DI
VARANO DE MELEGARI

COMMITTENTE: BONI COSTRUZIONI

Fig. 2

SCALA 1:5000



INQUADRAMENTO GEOLOGICO

COMUNE DI VARANO DE MELEGARI

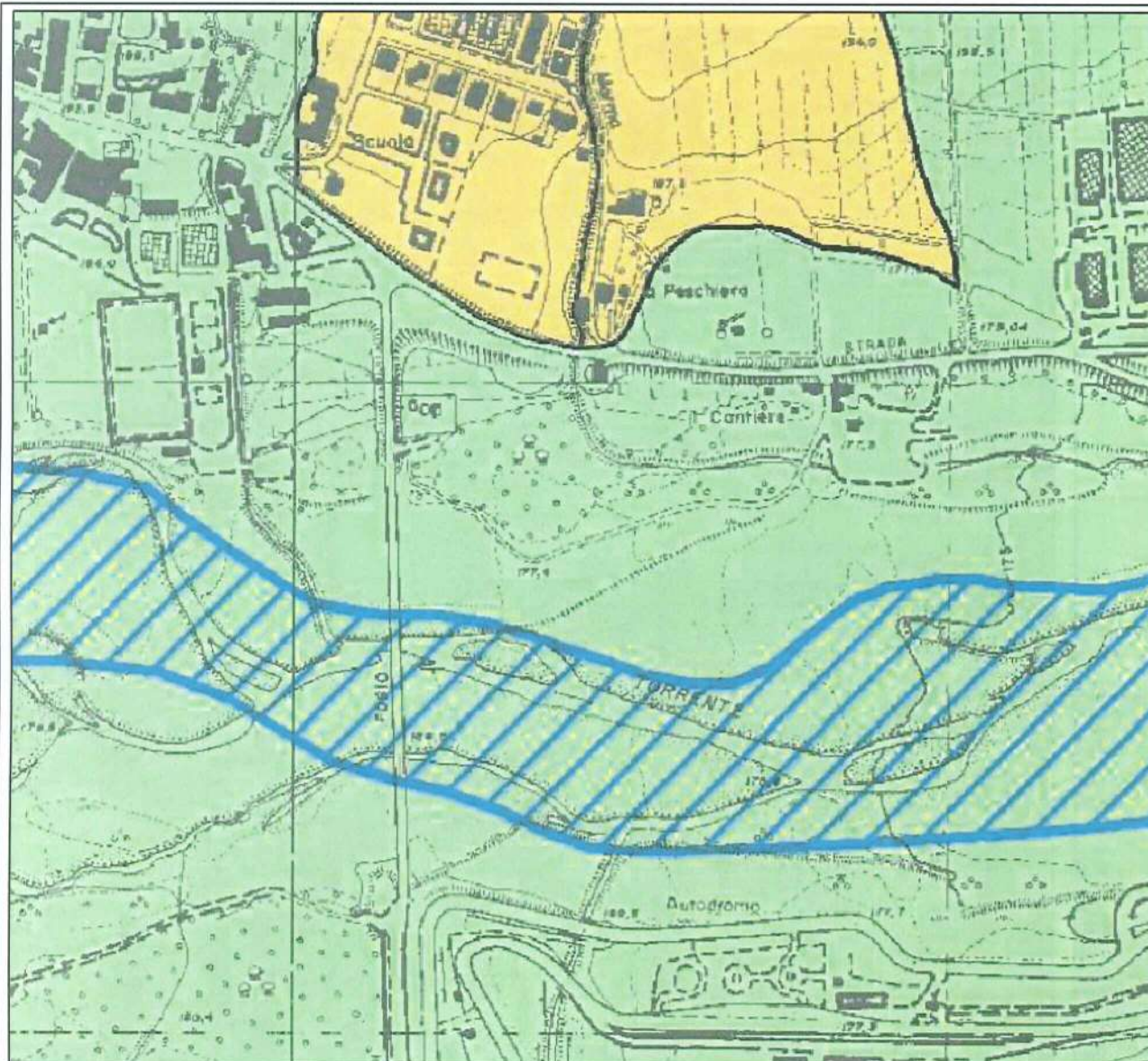
PROVINCIA DI PARMA

RELAZIONE GEOLOGICA TECNICA E SISMICA
RELATIVA ALLA COSTRUZIONE DI UNA
CABINA ELETTRICA PREFABBRICATA A
SERVIZIO DEL CENTRO COMMERCIALE DI
VARANO DE MELEGARI

COMMITTENTE: BONI COSTRUZIONI

Fig. 3

SCALA 1:5000



P.T.C.P. CARTA DEL DISSESTO

SEZIONE N° 199090

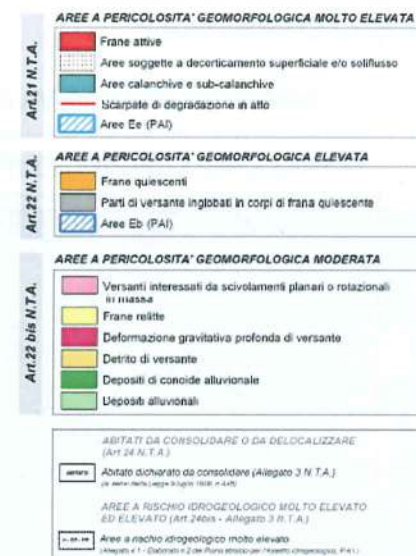
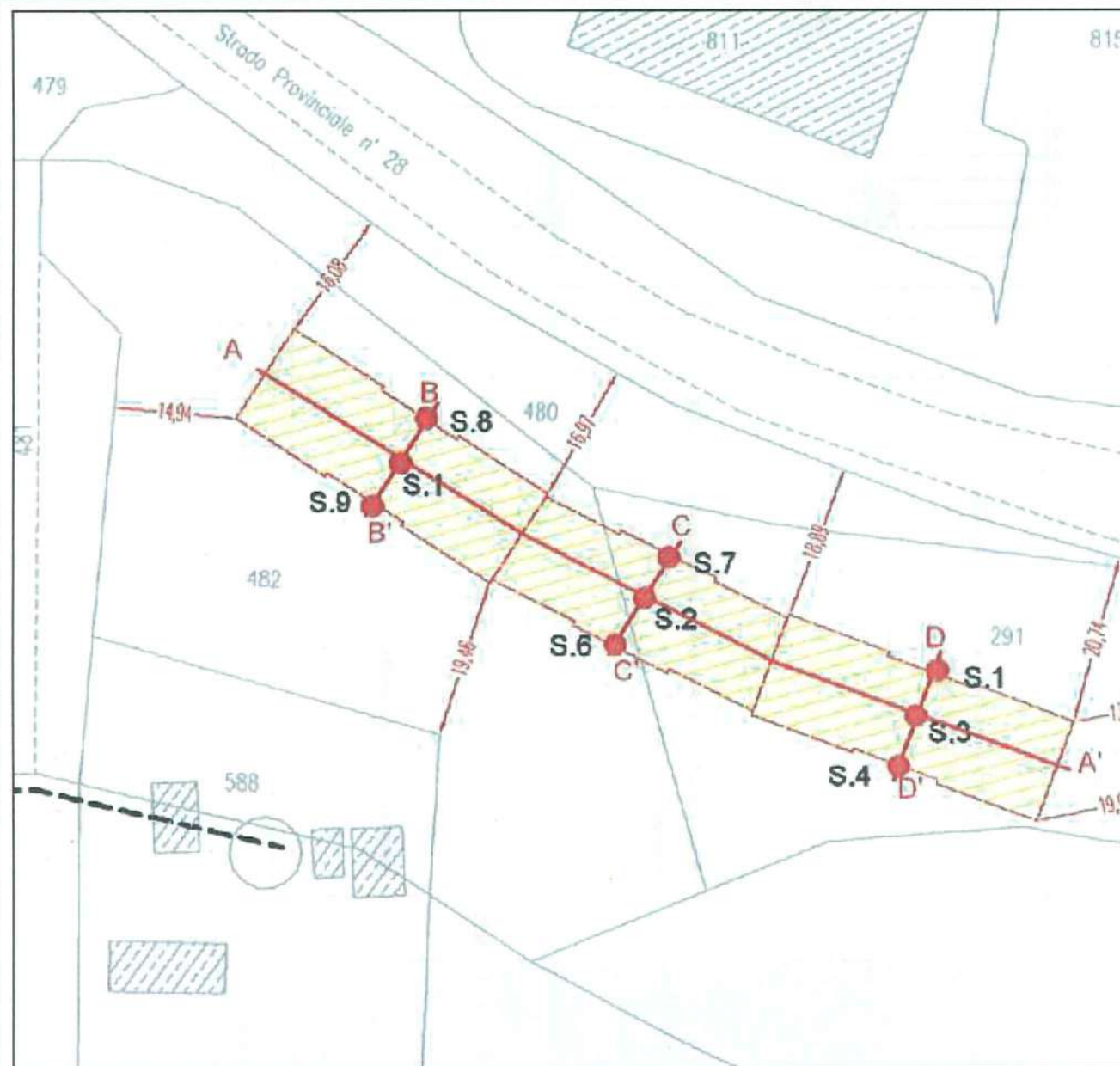


Fig. 4

SCALA 1:5000



UBICAZIONE SONDAGGI 2007

RELAZIONE GEOLOGICA TECNICA E SISMICA
RELATIVA ALLA COSTRUZIONE DI UNA
CABINA ELETTRICA PREFABBRICATA A
SERVIZIO DEL CENTRO COMMERCIALE DI
VARANO DE MELEGARI

COMMITTENTE: BONI COSTRUZIONI

Fig. 5

ALLEGATO B

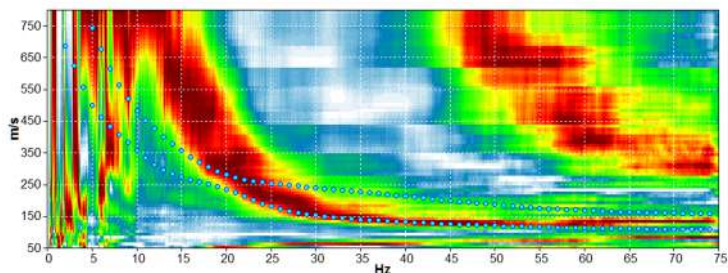
*Indagini geofisiche con prospezione sismica di superficie ReMi e
misurazione del rumore sismico di fondo HVSR*

e calcolo delle VS30 – D.M.17.01.2018

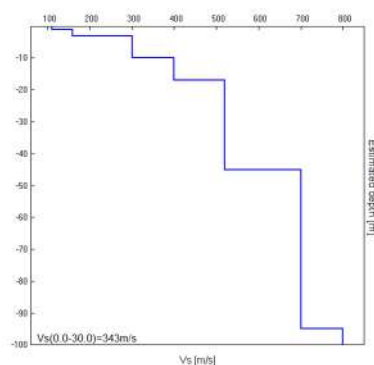
*realizzate nell'ambito dello "Studio di Microzonazione sismica di II Livello
del Comune di Varano dé Melegari. Geol. Matteo Collareda – Luglio
2017"*

MISURA IN ARRAY DI TIPO RE.MI.

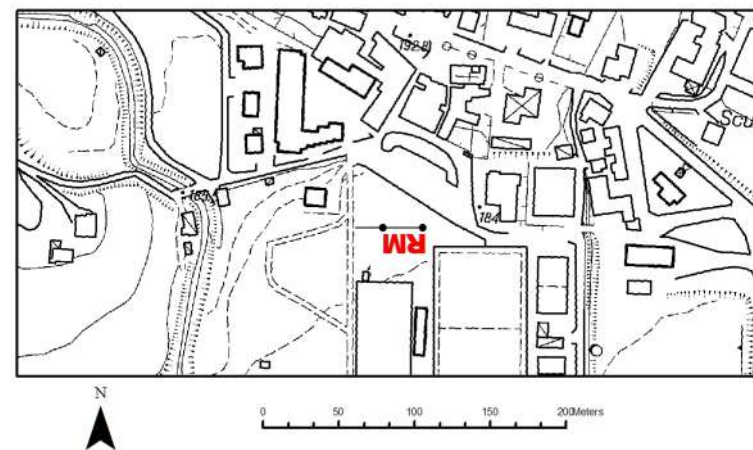
Progressivo	A6
Latitudine WGS84 – 33N (inizio stesa)	4960166°
Longitudine WGS84 – 33N (inizio stesa)	104839°
Latitudine WGS84 – 33N (fine stesa)	4960166°
Longitudine WGS84 – 33N (fine stesa)	104794°
Quota p.c. s.l.m.	180 m
Anno di misura	2016



Modelled rayleigh wave phase velocity



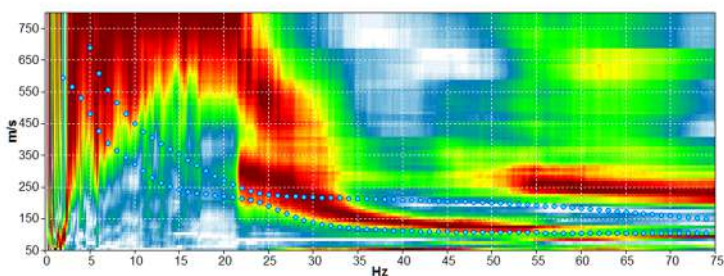
Profilo Vs



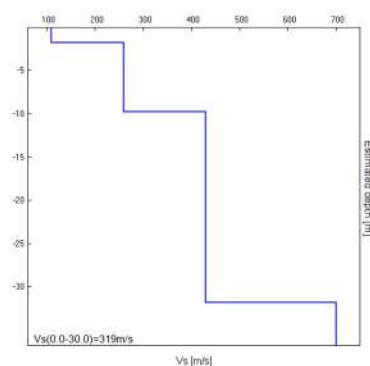
Ubicazione

MISURA IN ARRAY DI TIPO RE.MI.

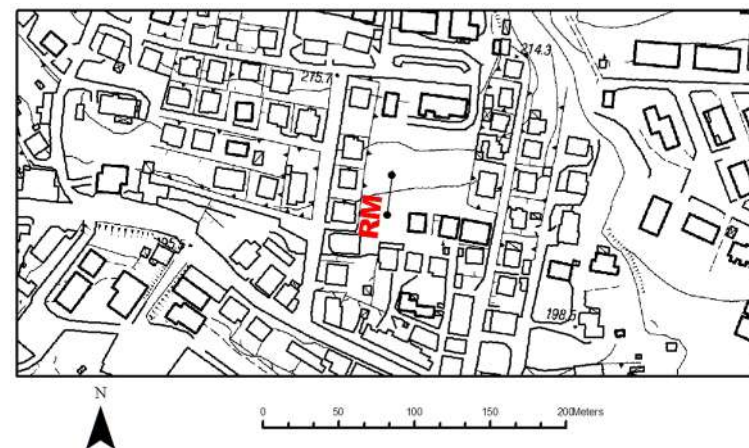
Progressivo	A14
Latitudine WGS84 – 33N (inizio stesa)	4960423°
Longitudine WGS84 – 33N (inizio stesa)	104779°
Latitudine WGS84 – 33N (fine stesa)	4960452°
Longitudine WGS84 – 33N (fine stesa)	104783°
Quota p.c. s.l.m.	200 m
Anno di misura	2016



Modelled rayleigh wave phase velocity



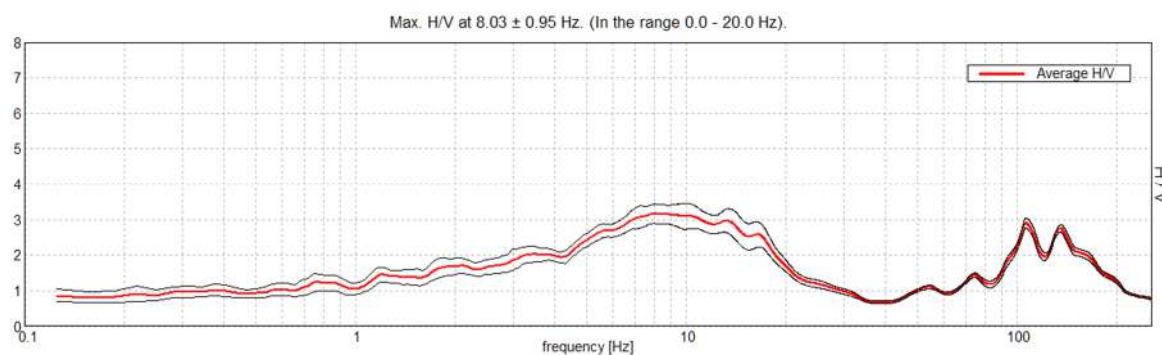
Profilo Vs



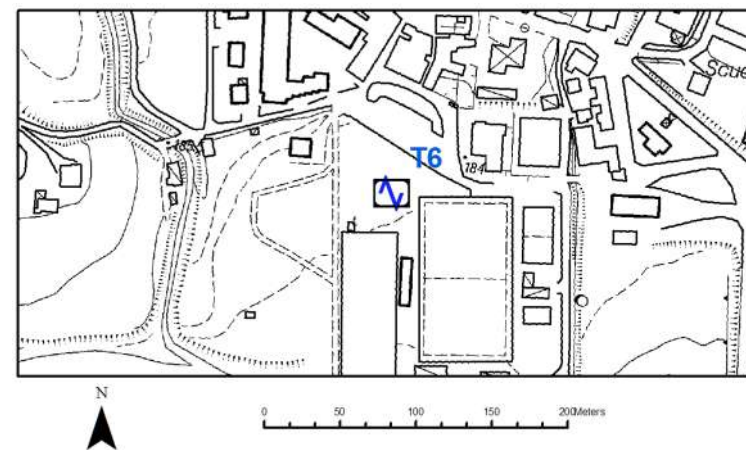
Ubicazione

MISURA SISMICA H.V.S.R.

Progressivo	T6
Latitudine WGS84 - 33N	4960156°
Longitudine WGS84 - 33N	104827°
Quota p.c. s.l.m.	180 m
Frequenza di risonanza caratteristica tra 0,1 e 20,0 Hz	8.03 Hz
Condizione di amplificazione tra 0,1 e 20,0 Hz	si
Anno di misura	2016
Presenza di artefatti	no



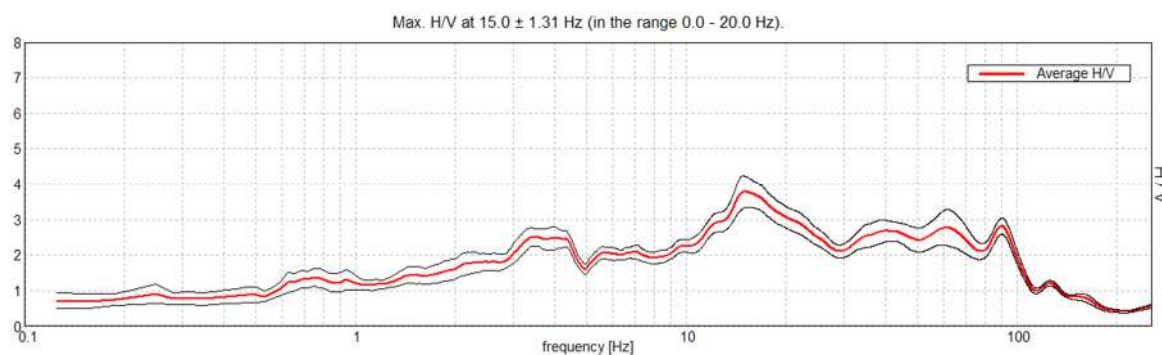
Andamento della curva H/V



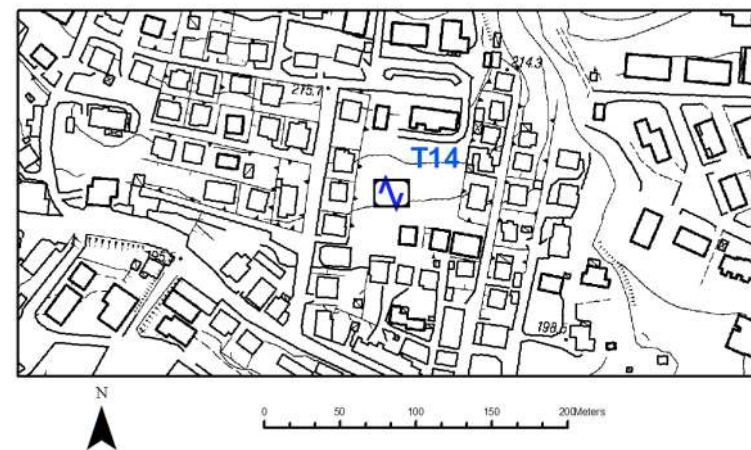
Ubicazione

MISURA SISMICA H.V.S.R.

Progressivo	T14
Latitudine WGS84 - 33N	4960446°
Longitudine WGS84 - 33N	104788°
Quota p.c. s.l.m.	215 m
Frequenza di risonanza caratteristica tra 0,1 e 20,0 Hz	15,0 Hz
Condizione di amplificazione tra 0,1 e 20,0 Hz	si
Anno di misura	2016
Presenza di artefatti	no



Andamento della curva H/V



Ubicazione