

Comune di Fontevivo

Provincia di Parma

**Pianificazione Urbanistica Attuativa (PUA)  
Ambito T1 – Stazione di Castelguelfo  
Comune di Fontevivo (PR)**

**RELAZIONE GEOLOGICO-SISMICA**

Il Committente:

**Alaborato:  
ALL-05**

Il Geologo:

**Dott. Geol. Alessandro Ferrari**

*Alessandro Ferrari*



**ALESSANDRO  
FERRARI**  
Geologia e Geofisica

Iscritto all'Ordine dei Geologi dell'Emilia Romagna n° 1323

Sede legale : Viale Partigiani d'Italia, 18 - 43123 Parma

Partita IVA: 02606040349

Tel. 349 3510561

ferrari.geologia@gmail.com

www.ferrarigeologia.it

**STUDIO GEOLOGICO-SISMICO**

**OTTOBRE  
2021**

## INDICE

1	Premesse	2
1.1	Documentazione bibliografica consultata	2
1.2	Normativa di riferimento	3
2	Intervento in progetto	5
2.1	Ubicazione dell'area di studio	5
2.2	Descrizione dell'intervento	7
3	Inquadramento geologico, geomorfologico e idrogeologico	8
3.1	Geologia	8
3.1.1	<i>Stratigrafia dei depositi quaternari</i>	9
3.2	Geomorfologia	12
3.3	Idrogeologia	12
3.3.1	<i>Struttura degli acquiferi</i>	12
3.3.1	<i>Architettura del bacino idrogeologico nell'area di studio</i>	14
3.3.2	<i>Dinamica delle acque sotterranee</i>	14
4	Indagini geognostiche e sismiche	17
4.1	Indagini geognostiche e sismiche pregresse	17
4.2	Indagini sismiche di nuova realizzazione	20
4.2.1	<i>Rilievo sismico mediante tomografo (HVSr)</i>	20
5	Caratteri litostratigrafici	25
6	Sismicità	27
6.1	Caratteristiche sismotettoniche	27
6.2	Storia sismica	30
6.3	Pericolosità sismica	32
6.4	Categoria di sottosuolo	35
6.5	Valutazione dell'amplificazione sismica (D.G.R. 476_2021 e D.G.R. 564_2021)	36
6.5.1	<i>Stima dei fattori di amplificazione</i>	36
6.6	Rischio di liquefazione	39
7	Modello geotecnico	40
8	Osservazioni e conclusioni	41

## 1 PREMESSE

La presente relazione descrive i risultati dello studio geologico-sismico, effettuato a supporto del Piano Urbanistico Attuativo (PUA) relativo all'ambito produttivo T1 "Stazione di Castelguelfo", in Comune di Fontevivo (PR).

Essa, specifica le caratteristiche del suolo e del sottosuolo ai fini della tutela degli acquiferi, nonché la verifica della compatibilità delle previsioni di PUA con le condizioni di pericolosità locale degli aspetti fisici del territorio.

Considerato che, nel caso in esame, le caratteristiche generali di insediabilità dell'area sono state già appurate in sede di redazione degli strumenti urbanistici generali, il presente elaborato ha lo scopo di dettagliare e definire le prescrizioni ed i criteri ai quali ottemperare all'atto dell'attuazione degli interventi previsti dal piano urbanistico.

Il presente studio è stato articolato in una serie di valutazioni tematiche, relative agli aspetti geologici, morfologici, idrogeologici, geotecnici e sismici del territorio in esame, effettuate sulla base della documentazione biblio-cartografica esistente e di rilievi di campagna.

Le attività sopraelencate sono state svolte basandosi su dati contenuti in studi pregressi (quale lo studio di microzonazione sismica del comune di Fontevivo) e nel database geologico regionale.

Inoltre, per meglio definire le caratteristiche sismiche di sito, sono state eseguite due indagini sismiche di tipo HVSR, che hanno consentito di determinare le frequenze di risonanza caratteristiche dei terreni in esame nonché la velocità delle onde S ottenendo così il valore di  $V_{seq}$ .

Il presente lavoro, quindi, ha come fine una preliminare caratterizzazione geologico-geotecnica e sismica dell'area oggetto di PUA che andrà approfondita in fase esecutiva.

La presente relazione geologico-tecnica e sismica è corredata dagli allegati di seguito elencati:

N. Elaborato	Titolo
All. 1	Indagini sismiche di nuova realizzazione
All. 2	Indagini geognostiche e sismiche pregresse

### 1.1 DOCUMENTAZIONE BIBLIOGRAFICA CONSULTATA

Quale base conoscitiva per redigere il presente documento è stata consultata la seguente documentazione bibliografica:

- "Banca Dati Geognostica della Regione Emilia-Romagna" – Cartografia Geologica della Regione Emilia-Romagna – Servizio Geologico Sismico e dei Suoli (<http://ambiente.regione.emilia-romagna.it/geologia/cartografia/webgis-banchedati/webgis>);
- "Carta Geologica d'Italia", scala 1: 50.000 – Foglio 181 "Parma Nord" e relative "Note

Illustrative”;

- studio di “Microzonazione sismica” (I, II e III livello di approfondimento) – Comune di Fontevivo (PR), redatto da ENGEO S.r.l. (luglio 2017);
- Piano Strutturale Comunale del comune di Fontevivo approvato con delibera di C.C. n. 56 del 20/12/2012;
- Regolamento Urbanistico Edilizio del comune di Fontevivo approvato con delibera C.C. n.42 del 23/12/2011 e successive varianti.

## 1.2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- Decreto ministeriale 17-01-2018 – Norme Tecniche per le Costruzioni;
- Decreto ministeriale 14-01-2008 – Testo unitario – Norme Tecniche per le Costruzioni (allegati A e B) (tuttora richiamati nelle NTC 2018);
- Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici – Pericolosità sismica e Criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale. Allegato al voto n° 36 del 27/07/2007;
- Eurocodice 8 (1998) – Indicazioni progettuali per la resistenza fisica delle strutture. Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici (stesura finale 2003);
- Eurocodice 7.1 (1997) – Progettazione geotecnica –Parte I: Regole Generali – UNI;
- Eurocodice 7.2 (2002) – Progettazione geotecnica –Parte I: Progettazione assistita da prove di laboratorio – UNI;
- Eurocodice 7.3 (2002) – Progettazione geotecnica –Parte II: Progettazione assistita da prove in sito – UNI;
- O.P.C.M. n° 3274 (2003) - "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica";
- L.R. n. 19 del 30/10/2008 “Norme per la riduzione del rischio sismico”.
- Deliberazione della Giunta Regionale n.1164 del 23 luglio 2018 “Aggiornamento della classificazione sismica di prima applicazione dei Comuni dell'Emilia-Romagna”;
- Circolare 21 gennaio 2019, n.7 C.S.LL.PP. - Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle “Norme Tecniche per le Costruzioni” di cui al Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018;
- Deliberazione della Giunta Regionale dell'Emilia-Romagna n.630 del 29 aprile 2019 “Atto di coordinamento tecnico sugli studi di microzonazione sismica per la pianificazione territoriale e urbanistica (artt. 22 e 49, L.R. n.24/2017)”.
- Deliberazione della Giunta Regionale dell'Emilia-Romagna n. 476 del 12/04/2021,

*Aggiornamento dell'"Atto di coordinamento tecnico sugli studi di microzonazione sismica per la pianificazione territoriale e urbanistica (artt. 22 e 49, L.R. n. 24/2017)" di cui alla deliberazione della Giunta regionale 29 aprile 2019, n. 630.*

- *Deliberazione della Giunta Regionale dell'Emilia-Romagna n. 564 del 26/04/2021 Integrazione della propria deliberazione n. 476 del 12 aprile 2021 mediante approvazione dell'allegato a, "atto di coordinamento tecnico sugli studi di microzonazione sismica per la pianificazione territoriale e urbanistica (artt. 22 e 49, l.r. n. 24/2017)".*

## 2 INTERVENTO IN PROGETTO

### 2.1 UBICAZIONE DELL'AREA DI STUDIO

L'ambito è ubicato ad est dell'abitato di Fontevivo in località Case Cantarana.

Il comparto ha estensione di 46.863 m<sup>2</sup> ed attualmente è a vocazione agricola seppure circondato da edifici ad uso produttivo e magazzini, confina a sud con la Via Emilia e a nord con strada Torchio.

Nella sottostante Fig. 1 viene indicata l'ubicazione dell'area su fotografia aerea.

L'ubicazione su base CTR è invece riportata in Fig. 2.



**Fig. 1– Fotografie aeree con indicata l'area d'intervento (evidenziata in rosso)**





## 2.2 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

La maggior parte del comparto T1, ad eccezione della porzione nord ovest, diverrà un polo logistico costituito da due magazzini, parcheggi e aree di sosta.

In Fig. 3 viene riportata la planimetria di progetto, per ulteriori dettagli si rimanda agli elaborati di progetto.



**Fig. 3 – Sezioni con indicato in giallo il fabbricato da demolire e in rosso quello in progetto**



### **3 INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO**

#### **3.1 GEOLOGIA**

L'abitato di Fontevivo ricade nella media pianura parmense, la quale costituisce il settore meridionale della Pianura Padana, formata dai depositi del fiume Po e dei suoi affluenti.

La Pianura dell'Emilia-Romagna ha cominciato a formarsi nel Pleistocene medio, circa 500.000 anni fa, quando, a seguito dei sollevamenti in atto, il mare si è spostato dal margine appenninico, via via sempre più verso est, sino alla sua attuale posizione.

Il sottosuolo è contraddistinto da un forte accumulo di sedimenti alluvionali quaternari che appoggiano, con discontinuità a discordanza semplice, sul substrato di sedimenti marini del Pliocene superiore e del Pleistocene inferiore.

L'assetto di tale corpo sedimentario è il risultato dell'evoluzione deposizionale dei corsi d'acqua, legata sia alle variazioni climatiche pleistoceniche sia ai recenti movimenti tettonici della zona di margine, vale a dire di quella fascia interposta tra la Pianura s.l. in abbassamento e l'Appennino in sollevamento.

È possibile riconoscere nella Pianura dell'Emilia-Romagna alcuni ambienti deposizionali: le conoidi alluvionali sono tipiche della zona pedeappenninica, ad esse fa seguito la piana alluvionale, che passa verso costa alla piana deltizia del fiume Po ed alla piana costiera.

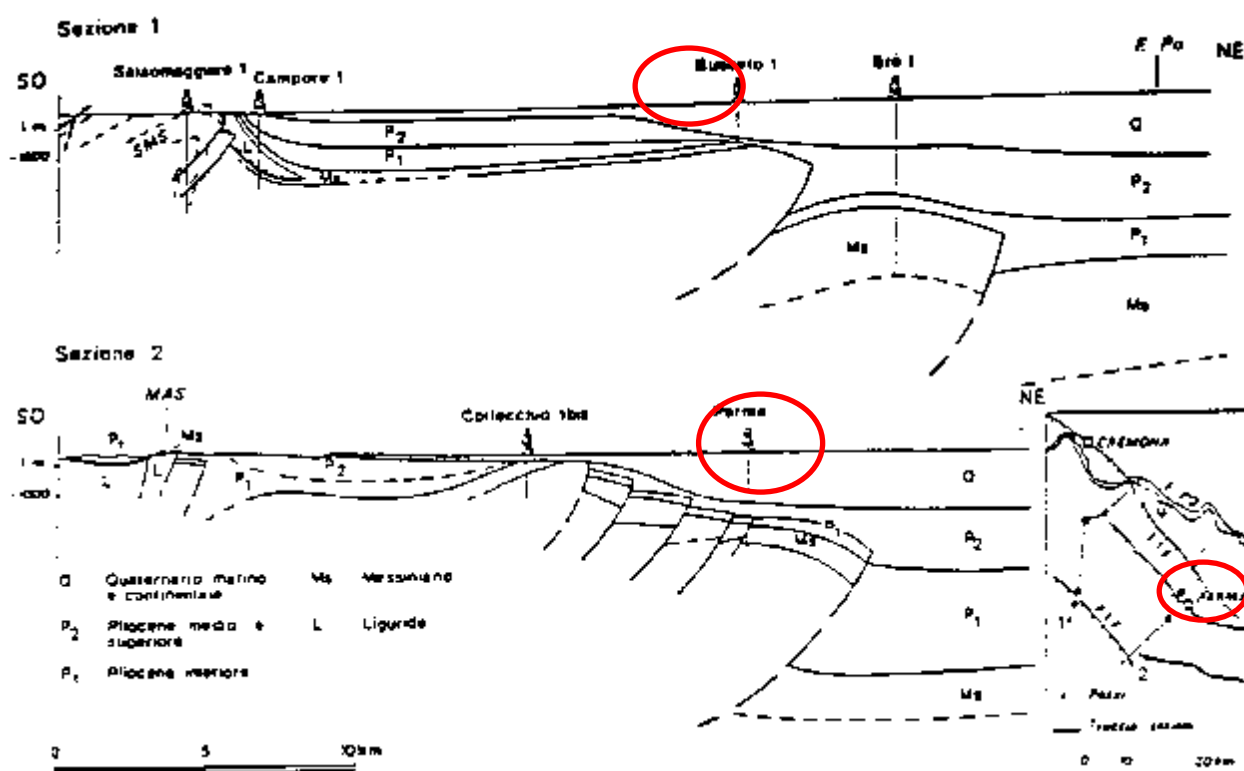
I sedimenti di questi ambienti deposizionali sono costituiti prevalentemente da: ghiaie nelle conoidi alluvionali; sabbie, limi e argille nella piana alluvionale; sabbie nella piana deltizia e costiera.

Nel sottosuolo i depositi della pianura costituiscono un cuneo che si allarga velocemente procedendo dal margine appenninico verso nord; lo spessore massimo di questi depositi arriva a oltre 600 metri.

L'assetto geostrutturale delle formazioni pre-quaternarie è caratterizzato da una successione plicativa ad anticlinali e sinclinali spesso fagliate e sovrascorse, con assi a vergenze appenniniche (si veda Fig. 4).

In tale schema la pianura parmense è compresa nell'arco delle pieghe emiliane caratterizzate da due distinti fasce di *thrust*: il primo, più meridionale, detto fronte di accavallamento appenninico (P.T.F.), definisce il limite della catena appenninica affiorante; il secondo, detto fronte di accavallamento esterno (E.T.F), definisce il limite dell'appennino sepolto, rappresentato, nell'area in questione, dalle strutture anticlinali di Busseto e di Brè, che proseguono verso SE nelle strutture di Collecchio e Parma.

Queste strutture risultano tagliate trasversalmente dalle linee tettoniche del Taro e dello Stirone che determinano un inarcamento (in pianta) della linea dei *thrust*.



**Fig. 4 - Sezioni geologiche dal Fronte di accavallamento pedeappenninico (PTF) al Fronte di accavallamento esterno (ETF) (da Bernini e Papani, 1987)**

L'andamento strutturale dell'Appennino sepolto può essere interpretato come effetto di una compressione e di un raccorciamento crostale che, secondo i moderni schemi geodinamici, risulta legato ad un doppio fenomeno di subduzione e/o ispessimento della crosta. In tale quadro d'insieme si giustifica lo sviluppo della rete idrografica maggiore che risulta conforme ai principali assi di sinclinali sepolte.

### 3.1.1 Stratigrafia dei depositi quaternari

I depositi, nel territorio comunale di Fontevivo, sono contraddistinti da una potente successione terrigena del quaternario.

A scala padana la successione quaternaria ha un forte carattere regressivo con sabbie e peliti torbiditiche alla base, seguite da un prisma sedimentario fluvio-deltizio, progradante, ricoperto al tetto da depositi continentali.

In conformità con quanto assunto dal Servizio Geologico e cartografico della Regione Emilia-Romagna, le unità stratigrafiche definite ed utilizzate nel presente studio rientrano nella classe delle Sequenze Deposizionali sensu Mitchum et Al. (1977).

Dal punto di vista gerarchico si distinguono due Sequenze Principali (Supersintemi secondo la terminologia delle U.B.S.U.) denominate come segue:

- Supersintema del Quaternario Marino, costituito da terreni paralici e marini depositi tra il Pliocene superiore e il Pleistocene inferiore.
- Supersintema Emiliano-Romagnolo, costituito da depositi di ambiente continentale depositi a partire da 800.000 anni BP.

Nel complesso i depositi superficiali, nel territorio in esame, sono relativi all'Alloformazione Emiliano-Romagnola Superiore a sua volta suddivisa in sottunità denominate Subsintemi.

Essa è caratterizzata da due direzioni di progradazione: la prima, assiale, est-vergente, originata dal fiume Po; la seconda, trasversale, nord-est-vergente, originata dai sistemi di alimentazione appenninica.

Sulla base delle direzioni di progradazione possono essere individuate le seguenti classi di sistemi deposizionali:

- pianura pedemontana ad alimentazione appenninica;
- pianura alluvionale ad alimentazione appenninica;
- pianura alluvionale di alimentazione assiale (paleo Po).

L'area in esame ricade all'interno del sistema deposizionale di pianura pedemontana ad alimentazione appenninica caratterizzato dalla conoide alluvionale del Fiume Taro, si estende dal margine morfologico dell'Appennino fino oltre il tracciato autostradale A1.

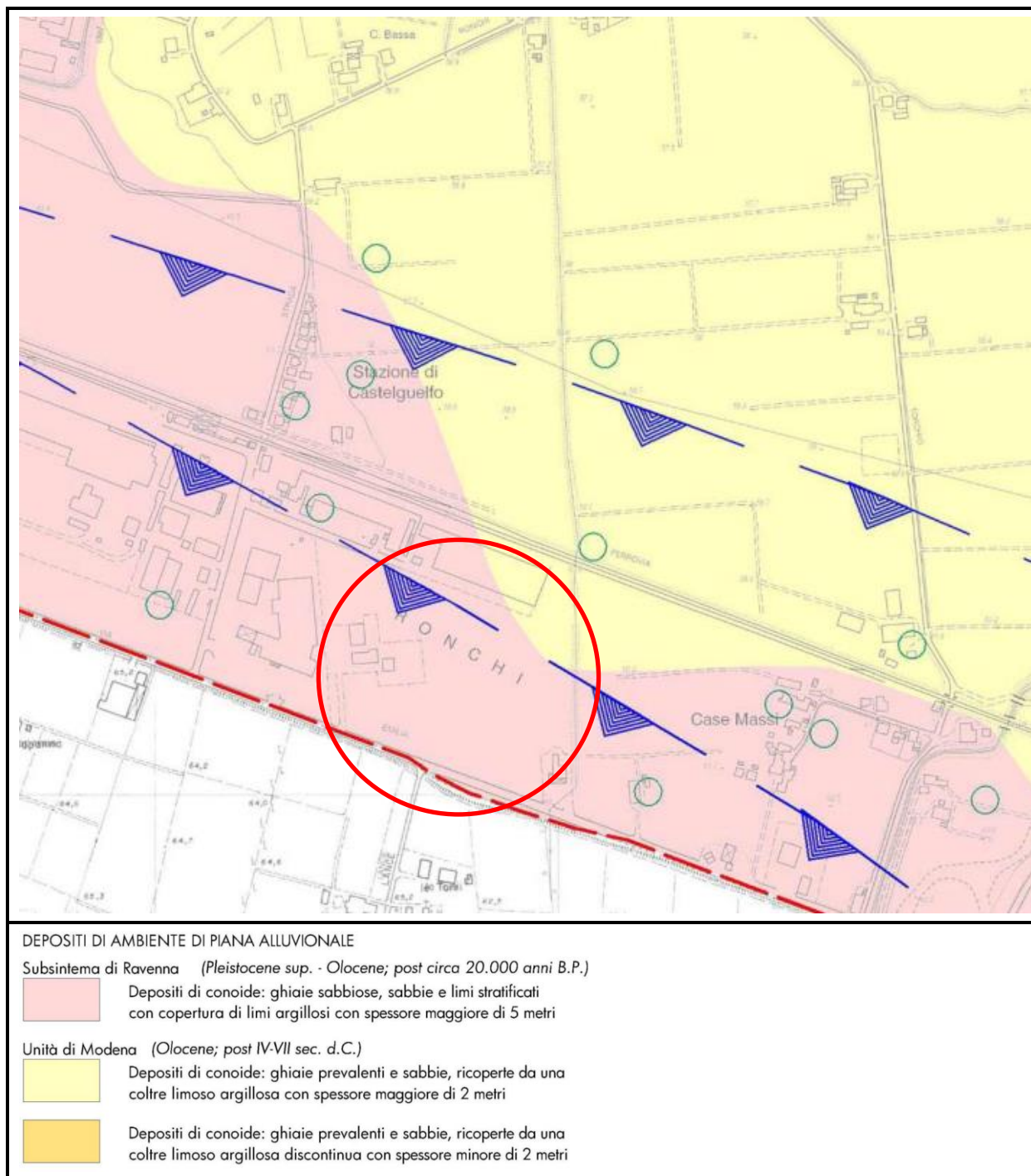
Il sistema deposizionale della pianura pedemontana è caratterizzato da depositi prevalentemente ghiaiosi nelle aree attigue e contigue dei corsi d'acqua principali e da limi e/o argille prevalenti o, comunque, più abbondanti nelle aree perfluviali d'interconoide.

Il rapporto tra materiali grossolani e fini, elevato nella zona di alta pianura, decresce linearmente procedendo verso valle e verso le zone più interne delle aree perfluviali (zone d'interconoide), fino a valori medi, generalmente superiori all'unità.

I sedimenti sono organizzati in grandi sistemi di conoide alluvionale, dove le litologie grossolane (ghiaie e sabbie) costituiscono estesi corpi tabulari, interdigitati da cunei di materiali essenzialmente fini (limi e argille). In altri termini la "Pianura pedemontana" è il frutto della coalescenza dei sistemi di conoide alluvionale e delle zone d'interconoide.

Come indicato nello stralcio della Carta Geolitologica a corredo del PSC del comune di Fontevivo (Tavola n. SG.1) riportato in Fig. 5, nel settore d'interesse del presente studio, affiora la sotto unità dell'Alloformazione Emiliano-Romagnola Superiore, definita in letteratura geologica come Subsintema

di Ravenna: trattasi di depositi di conoide alluvionale costituiti da ghiaie sabbiose, sabbie e limi stratificati con copertura di limi argillosi aventi spessore maggiore di 5 m, ricoperte da una coltre limoso-argillosa che nel settore d'interesse presenta spessori maggiori di 2 m. Tuttavia nell'angolo nord est dell'area è cartografata l'Unità di Modena (facente parte del Subsistema di Ravenna) in cui i depositi ghiaiosi sono ricoperti da una coltre fine con spessore maggiore di 2 metri.



**Fig. 5 - Stralcio da Carta Geolitologica del PSC del comune di Fontevivo.**



## 3.2 GEOMORFOLOGIA

Gli eventi morfogenetici, responsabili dell'attuale assetto del territorio del Comune di Fontevivo, sono riconducibili essenzialmente alla dinamica fluviale del periodo pleistocenico ed olocenico, alla quale, nel periodo storico, si è sovrapposta l'attività antropica mirata alla stabilizzazione e alla modellazione delle superfici del suolo compatibilmente alle esigenze economiche, produttive ed insediative.

Le interazioni tra i vari fattori morfogenetici hanno dato luogo ad un paesaggio relativamente omogeneo, contraddistinto da superfici pressoché piane debolmente degradanti verso nord/nord-est con gradiente topografico molto basso, nell'ordine dello 0,3%. Nello specifico, l'area di studio presenta una quota del piano campagna di circa 62 m s.l.m..

Le aree di pertinenza di corsi d'acqua (fiume Taro e torrente Recchio) sono rimaste le uniche in cui si osserva una evoluzione morfologica dipendente da fattori naturali.

Al contrario, la pianura circostante esprime il congelamento di una situazione originatasi antecedentemente alla limitazione degli alvei fluviali entro percorsi prefissati, in cui le opere di bonifica agraria, infrastrutturazione ed insediamento hanno conferito alla superficie topografica un assetto costante ed uniforme livellando tutte le asperità del terreno.

Elementi morfologici altrettanto importanti sono quelli dovuti ad attività antropica quali gli argini, i rilevati stradali, autostradali, le aree urbanizzate e quelle soggette a degrado ambientale in quanto sede di attività estrattive.

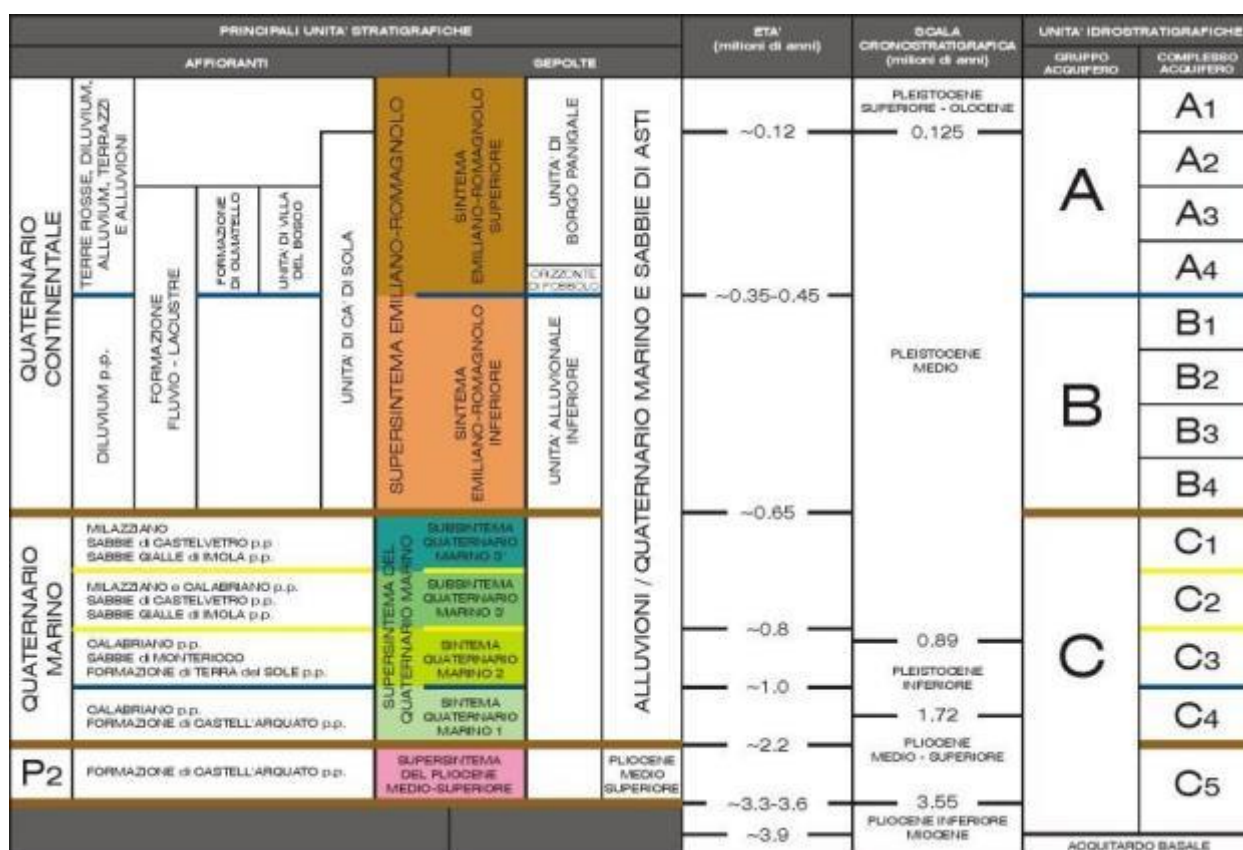
## 3.3 IDROGEOLOGIA

### 3.3.1 Struttura degli acquiferi

Le caratteristiche degli acquiferi del territorio in esame vanno inquadrare nel modello evolutivo tridimensionale, sia idrogeologico che stratigrafico, dell'intera Pianura Padana emiliano-romagnola.

Secondo i più accreditati studi (cfr. Regione Emilia-Romagna, Eni-Agip, 1998) si distinguono, sia in superficie che nel sottosuolo 3 Unità Idrostratigrafiche di rango superiore, denominate Gruppi Acquiferi (v. Fig. 6). Esse affiorano sul margine meridionale del Bacino Idrogeologico della Pianura per poi immergersi verso nord al di sotto dei sedimenti depositati dal fiume Po e dai suoi affluenti negli ultimi 20.000 anni, contenenti acquiferi di scarsa estensione e potenzialità (Acquifero Superficiale).

Ciascun Gruppo Acquifero risulta idraulicamente separato, almeno per gran parte della sua estensione, da quelli sovrastanti e sottostanti, grazie a livelli argillosi di spessore plurimetrico sviluppati a scala regionale.



**Fig. 6 – Schema idrostratigrafico della Pianura Emiliano-Romagnola (da Regione Emilia-Romagna, Eni-Agip, 1998)**

Al suo interno ogni Gruppo è composto da serbatoi acquiferi sovrapposti e giustapposti, parzialmente o totalmente isolati tra loro, suddivisi, in senso orizzontale, in Complessi Acquiferi, da barriere di permeabilità costituite da corpi geologici decametrici, a prevalente granulometria fine.

Secondo l'attuale quadro delle conoscenze, i serbatoi acquiferi della Pianura Padana Parmense si sono formati, a partire da circa 1 milione di anni fa, dapprima all'interno di un sistema deposizionale di delta-conoide attribuibile ad un Paleo-Fiume Taro (Gruppo Acquifero C3), e poi, nel Pleistocene Medio e Superiore, all'interno delle Piane e delle Conoidi Alluvionali dei fiumi Po, Taro, Parma, Enza, Baganza e Stirone, elencati in ordine di importanza per dimensione dei serbatoi (Gruppi Acquiferi B e A).

La ricostruzione geometrica dei corpi acquiferi ha consentito di distinguere nella Pianura Parmense tre aree di ricarica diretta:

- un'area pedecollinare, relativamente ristretta, di ricarica dell'intero serbatoio acquifero ed in particolare del Gruppo Acquifero C;
- un'area intermedia, corrispondente all'incirca all'alta pianura dove avviene la ricarica degli acquiferi superficiali e dell'acquifero cosiddetto "principale" (Gruppi di Acquiferi A-B), attualmente sfruttato ad uso idropotabile;

- un'area più settentrionale di possibile alimentazione dei soli acquiferi più superficiali (Unità geologica Vignola e lenti acquifere sospese).

La zona in esame ricade nell'area intermedia: il Gruppo Acquifero A è sub affiorante, seppure protetto da una coltre di sedimenti più fini (argilloso-limosi) con spessore di qualche metro.

Il Gruppo Acquifero A è ulteriormente suddivisibile in 5 Complessi Acquiferi, riferibili ad altrettante Unità Idrostratigrafiche-Sequenziali: il Complesso Acquifero A<sub>0</sub>, il Complesso Acquifero A<sub>1</sub>, il Complesso Acquifero A<sub>2</sub>, il Complesso Acquifero A<sub>3</sub> e il Complesso Acquifero A<sub>4</sub>. I corpi geologici che, nel Gruppo Acquifero A, fungono da acquiferi sono costituiti da sedimenti ghiaiosi e sabbiosi d'origine alluvionale. Essi, come indicato precedentemente, costituiscono delle Unità Idrostratigrafiche-Sequenziali di rango inferiore idraulicamente separate, almeno per buona parte della loro estensione, da quelli sovrastanti e sottostanti, grazie alle cosiddette Barriere di Permeabilità Regionali.

### 3.3.1 Architettura del bacino idrogeologico nell'area di studio

L'assetto idrogeologico locale riferito al territorio comunale di Fontevivo è stato tratto dal "Quadro conoscitivo" a corredo del Piano Strutturale Comunale del Comune di Fontevivo (2000). I Gruppi Acquiferi A, B e C risultano in comunicazione diretta nella porzione centro-occidentale del territorio comunale. Tale condizione stratigrafica è da mettere in relazione con la presenza dell'anticlinale di "Fontevivo – Stradella". Infatti, il culmine assiale della struttura è stato sottoposto in passato ad un'intensa attività di smantellamento, da parte degli agenti erosivi, che hanno interessato i depositi continentali. Per tale motivo, i sedimenti impermeabili (limi e argille), che dovrebbero separare i vari acquiferi, laddove non sono stati completamente erosi, vanno a formare corpi geologici lentiformi e discontinui in senso orizzontale, che non costituiscono una barriera di permeabilità, ma permettono la migrazione verso il basso dei fluidi da un acquifero all'altro.

Nel resto del territorio comunale, in corrispondenza dei fianchi dell'anticlinale, si osserva l'ispessimento della coltre alluvionale quaternaria, con conseguente presenza di orizzonti impermeabili continui tra i gruppi acquiferi B e C. Pertanto, il Gruppo Acquifero C risulta idraulicamente separato da quelli soprastanti, mentre A e B si mantengono in comunicazione diretta; è in tale assetto che si va ad inserire il settore in esame.

### 3.3.2 Dinamica delle acque sotterranee

Le caratteristiche idrodinamiche del territorio in esame sono state rappresentate in Fig. 7: in tale elaborato, innanzitutto, è stato raffigurato l'assetto della prima falda, mediante rappresentazione di curve isopieze ad ugual livello statico, riprese dall'elaborato Tavola SG.4 - "Carta Idrogeologica" del Quadro Conoscitivo del P.S.C. del Comune di Fontevivo e riferite ad una campagna di misurazione effettuata nel maggio 2007. In tale elaborato, infatti, è stato raffigurato l'assetto della prima falda (acquifero A<sub>0</sub>), mediante rappresentazione di curve isopieze ad uguale livello statico.

Nel settore rappresentato in Fig. 7 la direzione del flusso idrico sotterraneo, sempre ortogonale

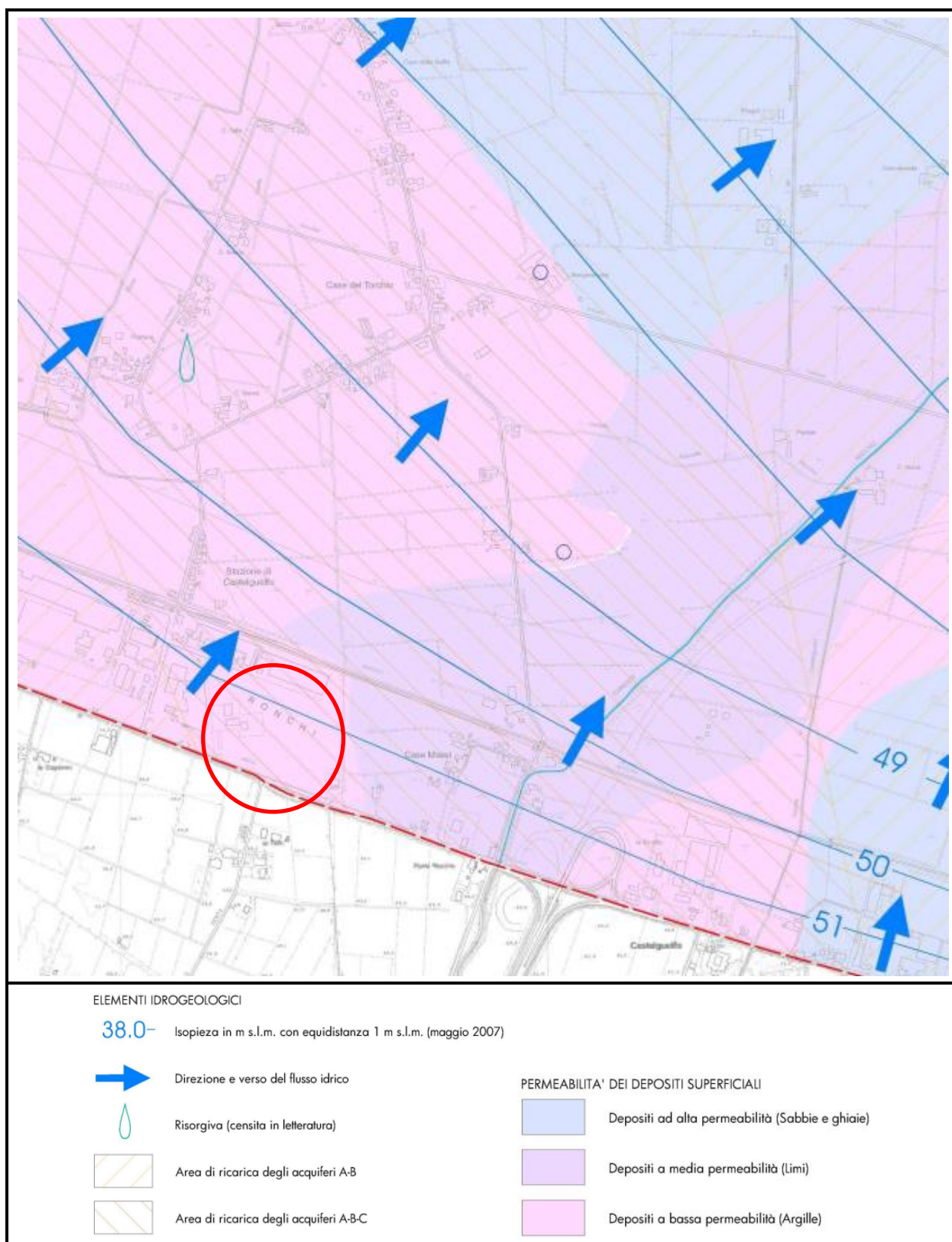
all'andamento delle isopieze, presenta direzione verso Nord-NordEst. Il gradiente idraulico si mantiene su valori medi dell'ordine del 2‰.

Dalla carta si evince che il livello della falda nel settore d'interesse ha quota di circa 51 m s.l.m., essendo il piano campagna ad una quota di circa 62 m s.l.m. la soggiacenza risulta di circa 11 m; è pertanto improbabile che vi possa essere una qualche interazione tra fondazioni delle strutture in progetto e falda (fanno eccezione di eventuali fondazioni profonde).

L'area è inoltre indicata come zona di ricarica degli acquiferi superficiali e dell'acquifero cosiddetto "principale" (Gruppi di Acquiferi A-B), attualmente sfruttato ad uso idropotabile nonché dell'acquifero profondo C.

Dati storici hanno evidenziato che le falde (sia quella superficiale che quelle più profonde) presentano un regime piezometrico di tipo unimodale, caratterizzato, normalmente, da un massimo primaverile e un minimo autunnale. Tale regime risulta poco correlabile sia con quelli idrometrici, dei corsi d'acqua che attraversano il territorio comunale, che con quello pluviometrico. Ne consegue che l'alimentazione delle unità idrogeologiche captate è da ricondurre principalmente agli apporti idrici forniti dai corpi acquiferi sotterranei dell'Alta Pianura.





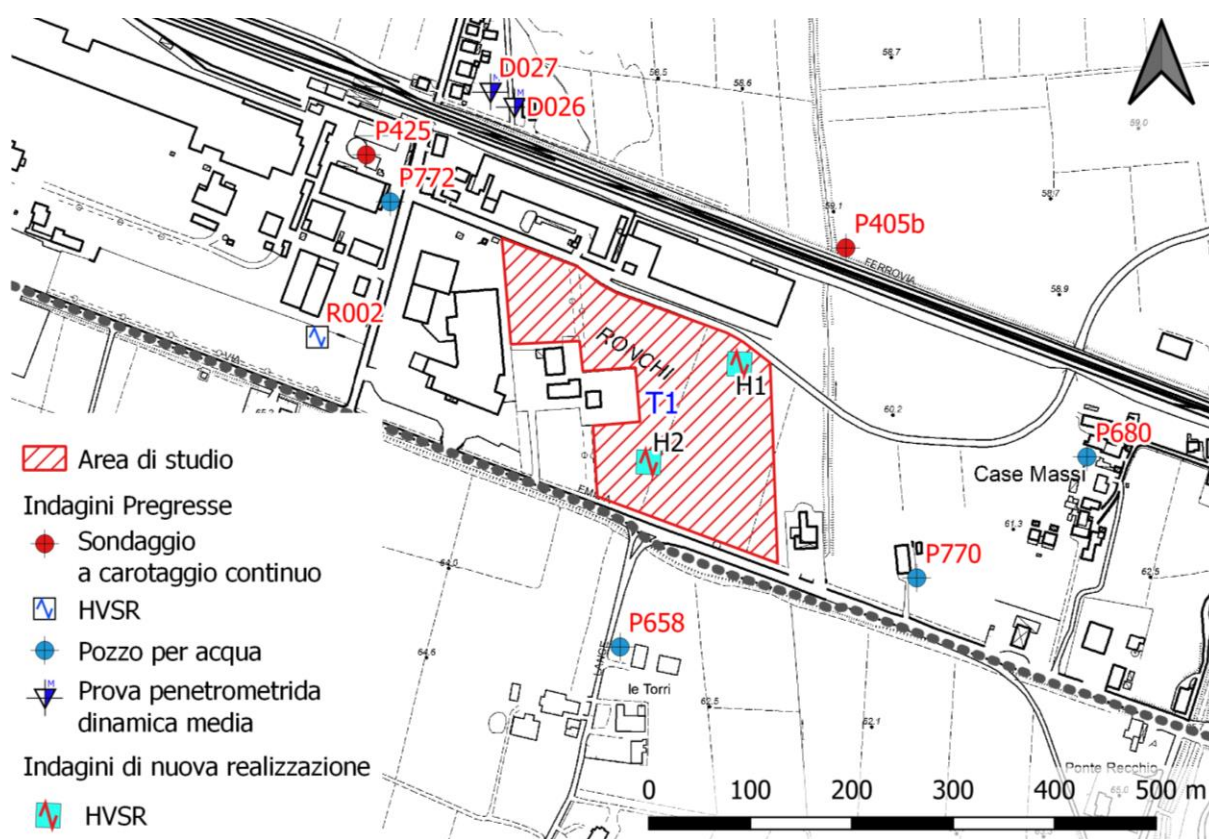
**Fig. 7 – Stralcio da PSC del comune di Fontevivo: Tavola SG4 "Carta Idrogeologica" del Sistema Ambientale del P.S.C. In rosso viene indicata l'area di studio.**

## 4 INDAGINI GEOGNOSTICHE E SISMICHE

Come indicato nelle premesse, per verificare le caratteristiche litostratigrafiche, geotecniche e sismiche dei terreni interessati dall'area oggetto di studio si è fatto riferimento a dati contenuti in studi pregressi (quale lo studio di microzonazione sismica del comune di Fontevivo) e nel database geologico regionale.

Inoltre, per meglio definire le caratteristiche sismiche di sito, sono state eseguite due indagini sismiche di tipo HVSR, che hanno consentito di determinare le frequenze di risonanza caratteristiche dei terreni in esame nonché la velocità delle onde S ottenendo così il valore di  $V_{seq}$ .

L'ubicazione delle indagini realizzate è raffigurata nella sottostante Fig. 8.



I relativi risultati sono riportati in All. 1 i report delle indagini sismiche HVSR, mentre si rimanda all'All. 2 per le prove pregresse.

### 4.1 INDAGINI GEOGNOSTICHE E SISMICHE PREGRESSE

Come indicato nelle premesse, per determinare le caratteristiche litostratigrafiche e geotecniche dei terreni che saranno interessati dall'intervento edificatorio sono stati utilizzati i dati relativi a prove

pregresse ed in particolare:

- n° 2 prove penetrometriche dinamiche medie (da archivio geologico della regione Emilia-Romagna);
- n° 1 prova HVSR, di cui una interna all'area di studio (Da studio di microzonazione sismica comunale);
- n° 4 stratigrafie derivanti da perforazione di pozzi per acqua (da archivio geologico della regione Emilia-Romagna);
- n° 2 stratigrafie da sondaggi a carotaggio continuo (da archivio geologico della regione Emilia-Romagna).

L'ubicazione delle indagini disponibili è stata riportata nell'immagine di Fig. 8.

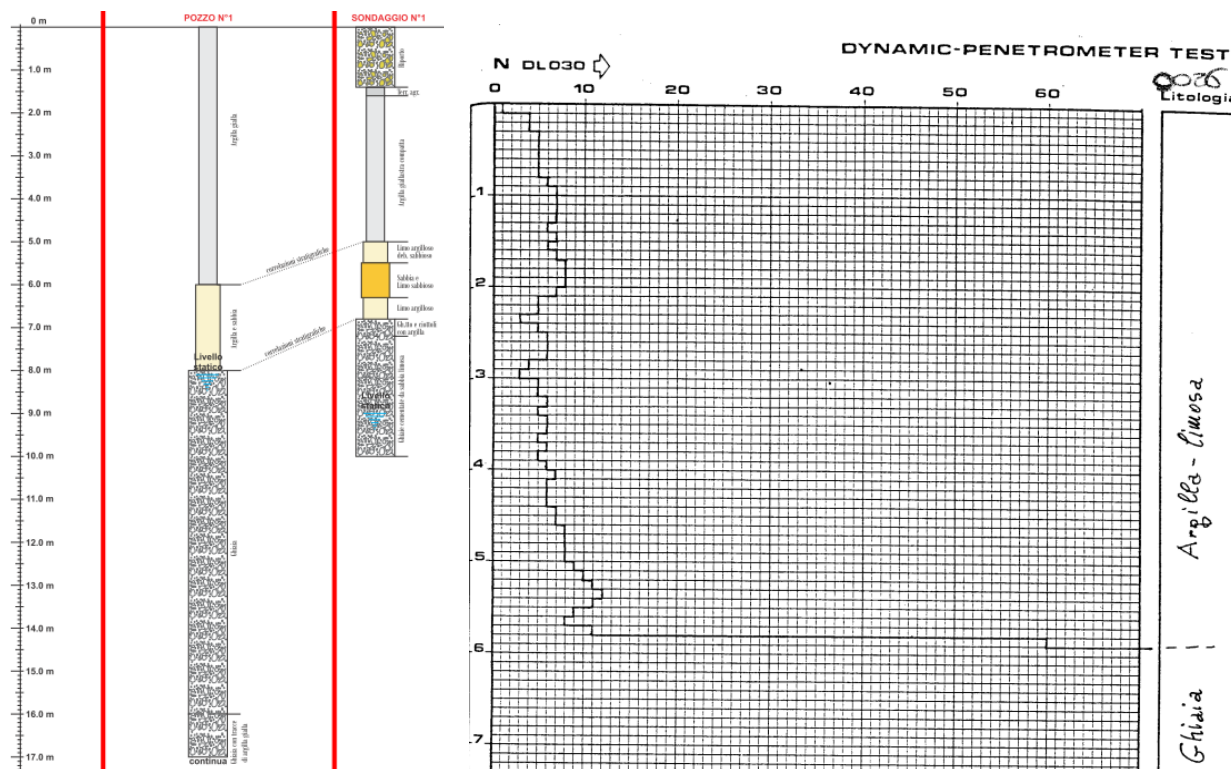
I report delle indagini pregresse sono riportati nell'All.2.

Vista la discreta correlabilità dei risultati delle diverse prove e le caratteristiche deposizionali del sito, si ritiene che le prove disponibili siano sufficienti per caratterizzare i terreni di fondazione nella presente fase progettuale.

Si tenga presente che nelle future fasi di progettazione si renderà necessario effettuare approfondimenti relativi a ciascun lotto allo scopo di dettagliare le conoscenze geologiche, idrogeologiche, geotecniche e sismiche locali. Tali approfondimenti saranno possibili grazie alla realizzazione di nuove e mirate indagini geognostico-geotecniche e sismiche, la cui tipologia e numero (nonché profondità massima di esplorazione) saranno funzione della dimensione delle opere previste.

In Fig. 9 si riportano alcuni stralci dei report d'indagine per le differenti tipologie di prova utilizzate.





Profondità	Caratteristiche litologiche e stratigrafiche	Osservazioni (4)
0.20	GHIAIA DI RIPIERTO	
	ARGILLA GIALLA PLASTICA	
3.00	GHIAIA CON PICCOLE LENTI DI ARGILLA	
13.50	GHIAIA CON ARGILLA	
17.00	ARGILLA CON QUALCHE COTTOLO	
21.00	GHIAIA CON ARGILLA GIALLASTRA	
25.00	GHIAIA *	

STRATIGRAFIA DEL TERRENO
Natura dei terreni e indicazione delle falde acquifere attraversate (fenestrate)
-da mt. 0.-- a mt. 6.-- argilla
-da mt. 6.-- a mt. 12.-- ghiaia asciutta
-da mt. 12.-- a mt. 40.-- ghiaia con acqua (finestrata)
-da mt. 40.-- a mt. 44.-- ghiaia e conglomerato

Fig. 9 – Stralci da report d'indagine



## 4.2 INDAGINI SISMICHE DI NUOVA REALIZZAZIONE

Nell'ambito delle indagini di tipo geofisico sono state realizzate due misure di rumore sismico mediante tromografo digitale secondo la tecnica HVSR.

### 4.2.1 Rilievo sismico mediante tromografo (HVSR)

Ai fini della caratterizzazione sismica dei terreni di fondazione e in ottemperanza alle indicazioni contenute nel testo unitario "Norme Tecniche per le Costruzioni" (D.M. 17 gennaio 2018) sono state condotte in sito due rilievi sismici eseguiti mediante tromografo digitale (HVSR).

I risultati dei rilievi sismici mediante tromografo sono riportati in All.1.

La caratterizzazione dei terreni è stata effettuata tramite la tecnica sismica passiva (tecnica dei rapporti spettrali) o HVSR (*Horizontal to Vertical Spectral Ratio*).

La prova è stata condotta mediante l'utilizzo di un sismometro a stazione singola (tromografo digitale) (si veda Foto 1) in grado di registrare i microtremori lungo le due direzioni orizzontali (X, Y) e lungo quella verticale (Z), di un ampio intervallo di frequenze (0.1 – 64 Hz) e per una durata sufficientemente lunga (15 minuti). Il moto indotto nel terreno è stato misurato dallo strumento in termini di velocità attraverso tre velocimetri, uno per ogni direzione di misura (X, Y e Z).



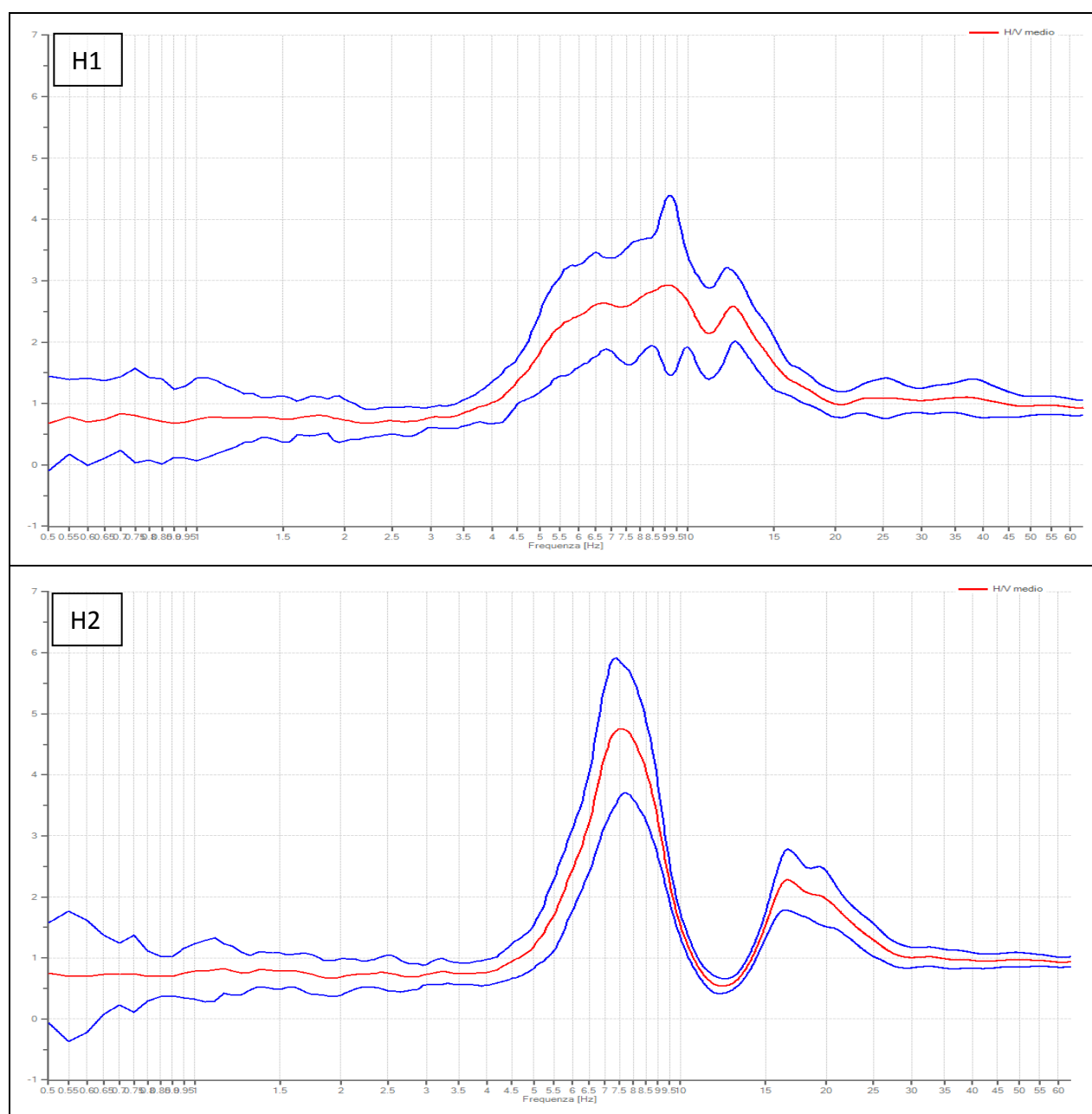
H1



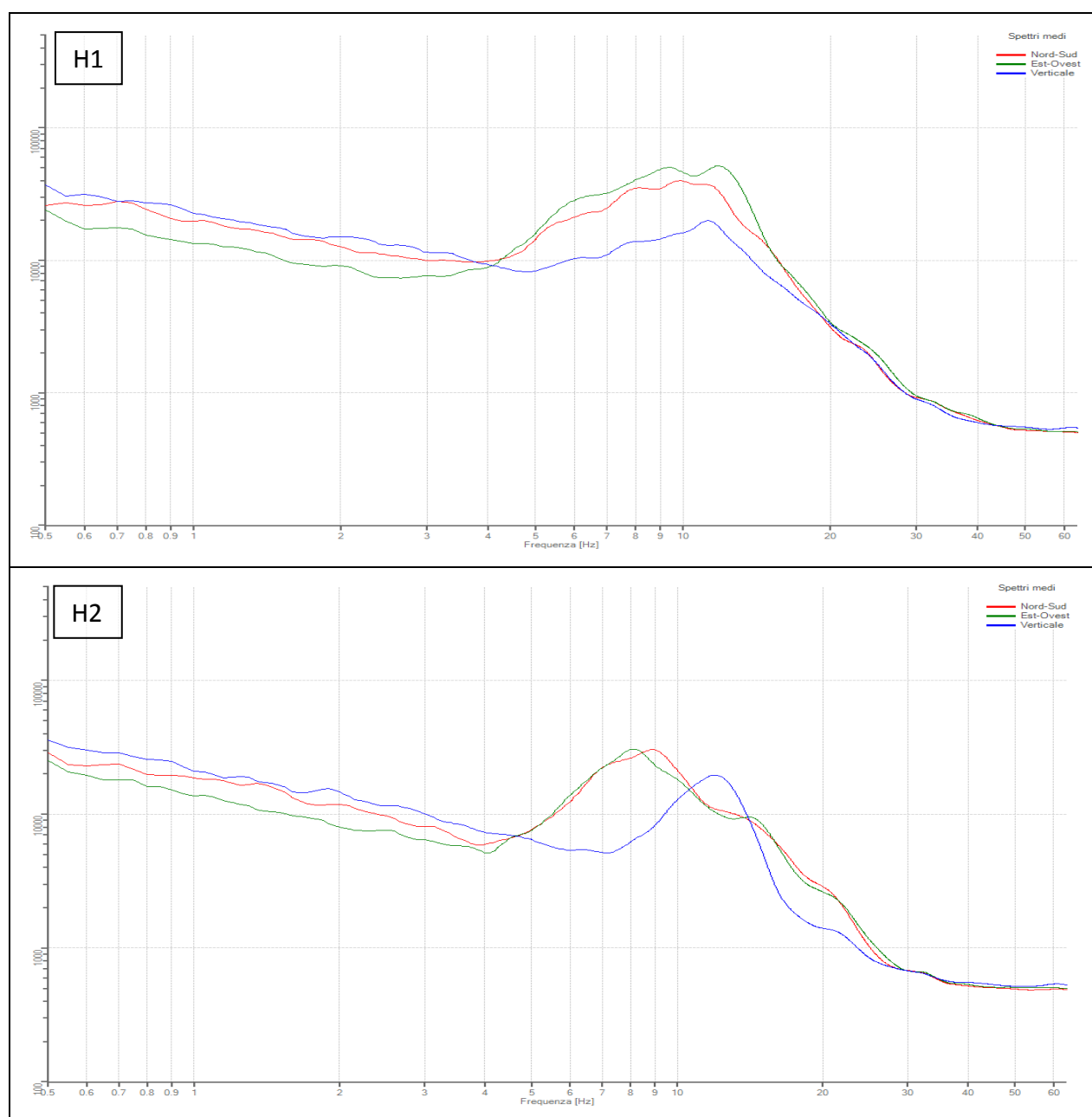
H2

**Foto 1 - Indagini tromografica eseguita sul punto HVSR1 e HVSR2**

Le misure registrate sono state poi elaborate e restituite graficamente in forma di spettri H/V (rapporto H/V in funzione della frequenza, Fig. 10) e spettri delle singole componenti (componente verticale del moto in funzione della frequenza per ognuna delle tre direzioni, Fig. 11).



**Fig. 10 – Elaborazione delle misure registrate dal tromografo: rapporto spettrale orizzontale su verticale**



**Fig. 11 - Grafico con spettri delle singole componenti**

Dalla prova tromografica è possibile ottenere due informazioni: la frequenza di risonanza caratteristica del sito (Nakamura Y., 1989) e la velocità media delle onde di taglio  $V_s$  (Castellaro S e Mulargia F., 2009).

Le due indagini hanno dato risposte differenti a causa delle diverse profondità delle ghiaie e probabilmente per differenze nello stato di addensamento delle coperture argillose.

La prova H1 mostra un picco principale alla frequenza di 9.10 Hz vi sono anche frequenze secondarie a 6.6 Hz e a circa 12.5 Hz.



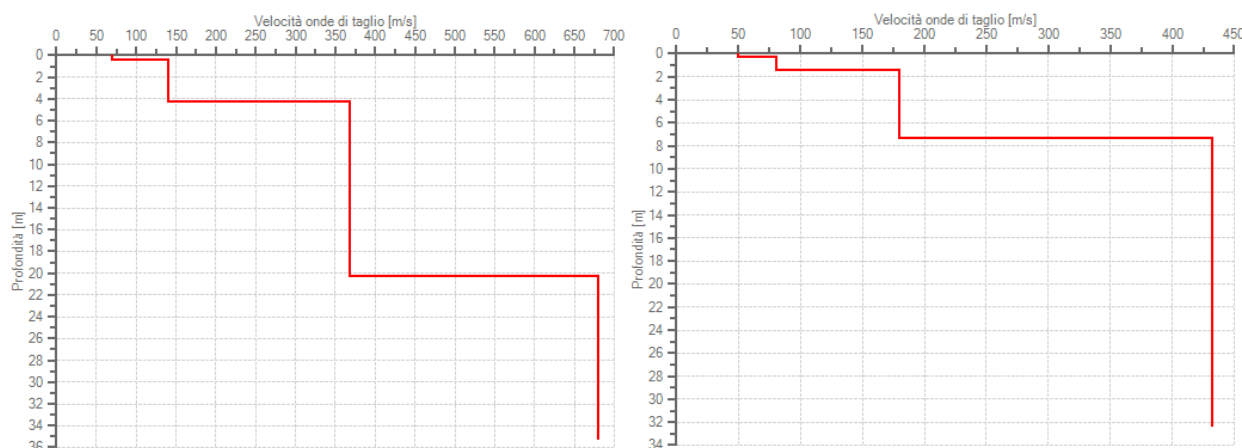
Nella prova H2 si vede un netto picco a 7.55 Hz e uno di entità minore a circa 16 Hz.

Per determinare la velocità delle onde di taglio  $V_s$  è stata utilizzata l'inversione vincolata dello spettro H/V ricavato attraverso il rilievo tomografico. La relazione seguente lega la frequenza di risonanza del terreno ( $f$ ) alla velocità delle onde S ( $V_s$ ) e alla profondità della base dello strato ( $H$ ):

$$f(H_z) = \frac{V_s}{4H}$$

Nota la profondità di un singolo livello stratigrafico, ottenuta dalla consultazione dei dati geognostici utilizzati, è possibile procedere all'inversione dello spettro H/V, modellando la curva sintetica in modo da ottenere la sovrapposizione con quella misurata, per poi ricavare la  $V_s$  media per ogni singolo strato.

Sulla base di tali elaborazioni è stato ottenuto i due modelli sismostratigrafici (variazione della  $V_s$  con la profondità) riportati in (Fig. 12).



**Fig. 12 – Grafico della  $V_s$  in funzione della profondità**

Come meglio illustrato nel capitolo 7.2 nel sito in esame non è stata riscontrata la presenza di un *bedrock* sismico (strato caratterizzato da valori di  $V_s$  superiori a 800 m/s) nei primi 30 metri di sottosuolo, pertanto la velocità equivalente delle onde sismiche di taglio  $V_{s,eq}$  coincide con il parametro  $V_{s30}$  che è definita come:

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

Dall'elaborazione dell'indagine eseguita è risultato un valore di  **$V_{s30}$  pari a 328.5 m/s nella prova HVS1 e 284.6 m/s nella prova HVS2.**

La differenza di velocità tra le due indagini è dovuta in primo luogo alla differenza nello spessore dei terreni lenti superficiali, inoltre nella prova H2 non è stato possibile identificare il passaggio a materiali più veloci rinvenuto invece nella prova H1 a circa 20 m di profondità.

## 5 CARATTERI LITOSTRATIMETRICI

Dalle indagini geognostiche e geofisiche utilizzate è stato possibile desumere l'assetto litostratimetrico rappresentativo dell'area in esame.

L'area risulta interessata dalla presenza di depositi prevalentemente ghiaiosi o ghiaiosi sabbiosi ricoperti da una coltre fine per lo più limoso argillosa con locali starti sabbioso limosi.

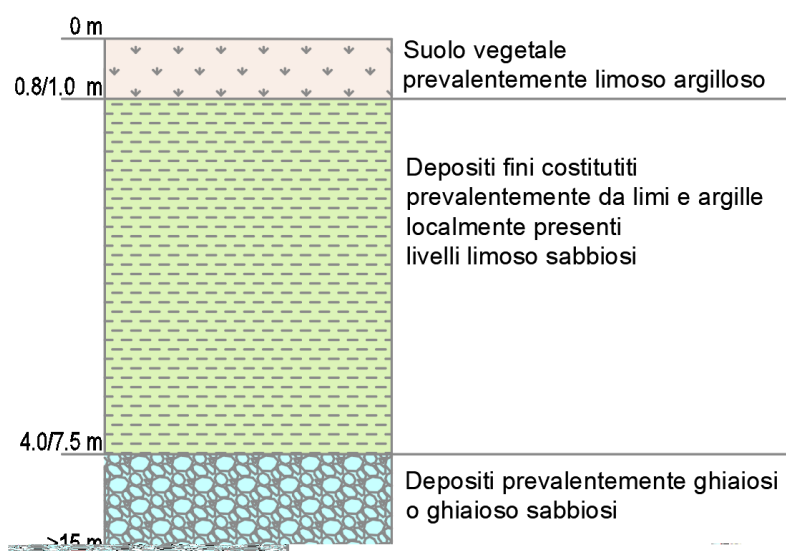
La profondità delle ghiaie è stata dedotta dalle indagini geognostiche e geofisiche utilizzate, nella sottostante Fig. 13 si riporta una mappa con l'ubicazione delle indagini con indicata la profondità del tetto delle ghiaie.

Come si nota nella zona si ritrovano valori piuttosto eterogenei che oscillano tra 3 e 7.5 m da cui è plausibile definire che all'interno dell'area di studio le ghiaie si rinvenivano a profondità di circa 4.0 / 7.5 m da piano campagna.



**Fig. 13– Indagini con indicata la profondità del tetto delle ghiaie**

Di seguito (vedi Fig. 14) si riposta uno schema riepilogativo dell'assetto litostratimetrico dell'area, oltre a quanto detto sopra, è da considerarsi una fascia di suolo vegetale con spessore di circa 0.8/1 m.



**Fig. 14– Assetto litostratigrafico**

## **6 SISMICITÀ**

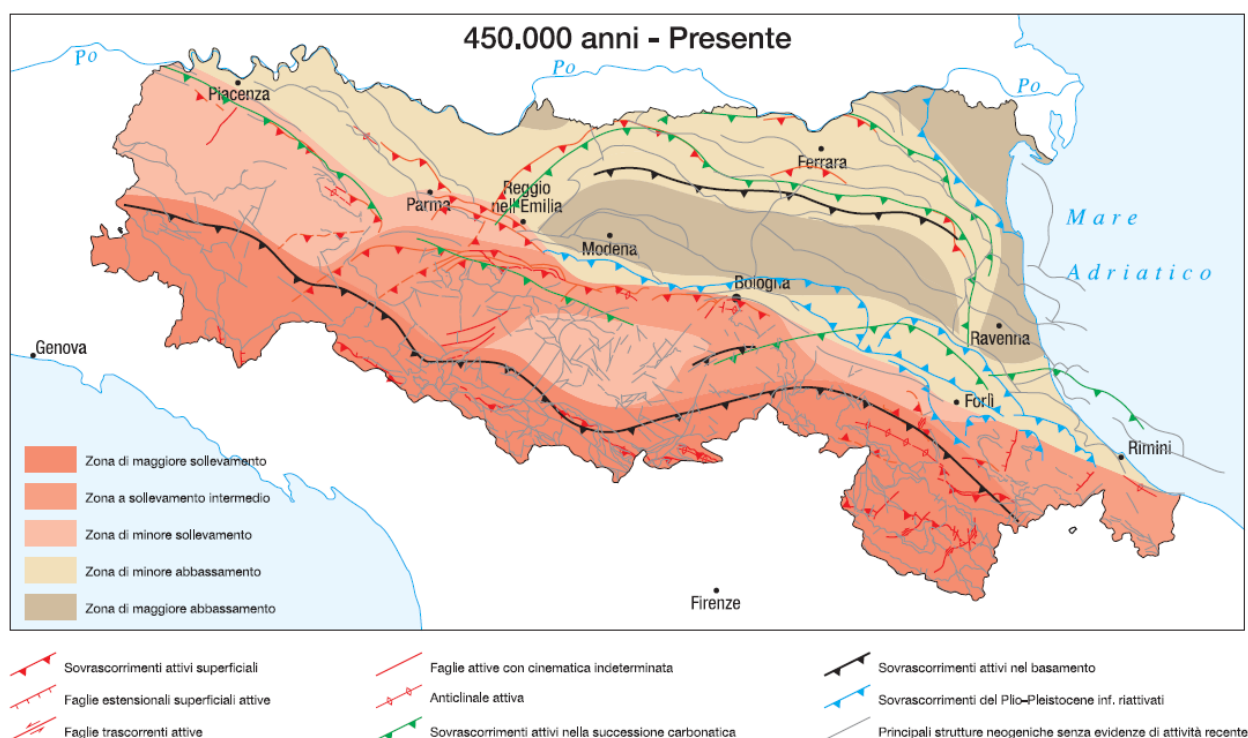
### **6.1 CARATTERISTICHE SISMOTETTONICHE**

Un passo fondamentale nella valutazione del rischio sismico di un'area è l'identificazione delle faglie attive. Sebbene esistano, infatti, strutture a scorrimento lento asismico (fault creep o tectonic creep), molte delle faglie attive sono considerate sorgenti sismiche in quanto lo scorrimento istantaneo dei due lati delle stesse, che avviene allorché lo stress supera la resistenza delle rocce, genera il rilascio di onde elastiche che si propagano in tutte le direzioni. A tali faglie sismogenetiche è associato il maggior rischio.

Per la definizione di faglia attiva si fa normalmente riferimento alla possibilità che una faglia possa attivarsi in un intervallo di tempo futuro che interessa la nostra società. D'altra parte, le faglie che hanno la maggiore probabilità di muoversi in un futuro prossimo sono da ricercarsi tra quelle che si sono mosse nelle fasi più recenti della storia geologica. Così una delle definizioni più comunemente accettata è quella della U.S Nuclear Regulatory Commission (1982), che definisce attive le faglie che presentano un'attivazione negli ultimi 35.000 anni o almeno due negli ultimi 500.000 anni.

La Carta sismotettonica della Regione Emilia-Romagna alla scala 1:250.000, oltre alla definizione della pericolosità sismica locale e all'individuazione di strutture potenzialmente sismogenetiche, offre anche un quadro delle relazioni fra attività tettonica attuale e i rischi naturali. In detto lavoro, infatti, l'analisi comparata della sismicità e delle strutture attive, evidenti per la loro espressione sia morfologica che geologica, unitamente ad una riconsiderazione dei dati disponibili sui movimenti verticali del suolo (sollevamento dei terrazzi alluvionali, subsidenza, evoluzione del reticolo idrografico) e alla ricostruzione delle isobate delle 2 principali e più recenti superfici di discontinuità del sottosuolo (rispettivamente 450.000 anni, base del SERS, e 10.000 anni, base dell'Olocene), ha permesso di ottenere un quadro neotettonico e sismotettonico ben definito del territorio indagato.

Esaminando la Fig. 15, che può essere considerata lo schema di sintesi sull'attività neotettonica in Emilia-Romagna, emerge che le zone a maggiore sollevamento, con tassi  $>1$  mm/anno, sono individuabili nella parte alta della catena, corrispondente al settore a monte del principale raddoppio crostale a conferma dell'attività di questa struttura.



**Fig. 15 – Schema di sintesi sull'attività neotettonica in Emilia-Romagna**

L'area a sollevamento intermedio, con tassi mediamente  $\geq 1$  mm/anno, corrisponde al settore immediatamente retrostante la struttura superficiale del margine che da Bologna si estende verso NW fino alla valle del Taro. Le aree a minore sollevamento ( $< 1$  mm/anno) si collocano immediatamente a valle della struttura crostale. Anche in pianura le zone di minore abbassamento, con tassi  $< 1$  mm/anno, corrispondono alle aree maggiormente interessate dalle strutture attive. Le strutture di questo settore sono sepolte e non mostrano, generalmente, evidenze in superficie.

In particolare, nella zona di Fontevivo, il sistema attivo delle Pieghe Emiliane corrisponde al limite tra la zona in minore sollevamento della catena con la zona di minore abbassamento della pianura.

La sismicità legata alle strutture superficiali, con ipocentri mediamente ad una profondità inferiore a 15 km, risulta molto diffusa in catena e più localizzata in pianura, soprattutto in corrispondenza della dorsale ferrarese.

I meccanismi focali calcolati risultano compressivi e trascorrenti indicando direzioni di compressione sia NE-SW che NW-SE. I meccanismi focali distensivi sono nettamente secondari. Risulta quindi che la cinematica delle principali strutture attive superficiali è di tipo transpressivo.

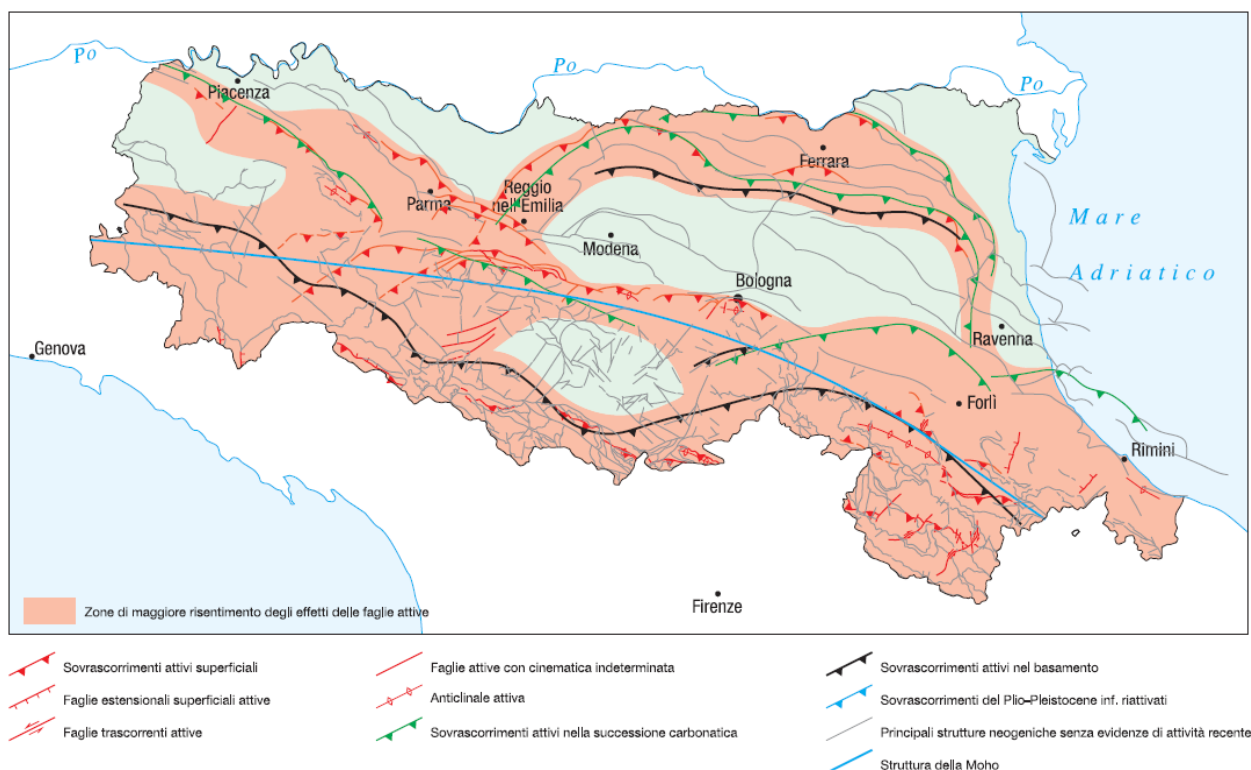
La sismicità crostale, con ipocentri mediamente compresi tra 15 e 35 km, mostra una distribuzione simile a quella più superficiale ma con una densità inferiore. Anche in questo caso i meccanismi focali risultano compressivi e trascorrenti con direzioni di compressione sia NW-SE che NE-SW ed i meccanismi distensivi sono rari e ben localizzati.



La sismicità più profonda, con ipocentri oltre i 35 km, fino ad oltre 50 km, è sempre diffusa nel settore di catena e in corrispondenza del margine appenninico-padano, e decisamente minore in pianura. I meccanismi focali calcolati sono in accordo con quanto riscontrato nei livelli strutturali superiori.

Risulta così un modello geodinamico attivo in cui le strutture superficiali della copertura, quelle crostali nonché quelle del mantello, sebbene tra loro distinte, sono tutte coerenti e inquadrabili in un sistema transpressivo che rispetto alle zone esterne dell'avampaese padano, relativamente stabili, assume il significato di un sistema di ordine inferiore all'interno di una zona di trascorrenza destra.

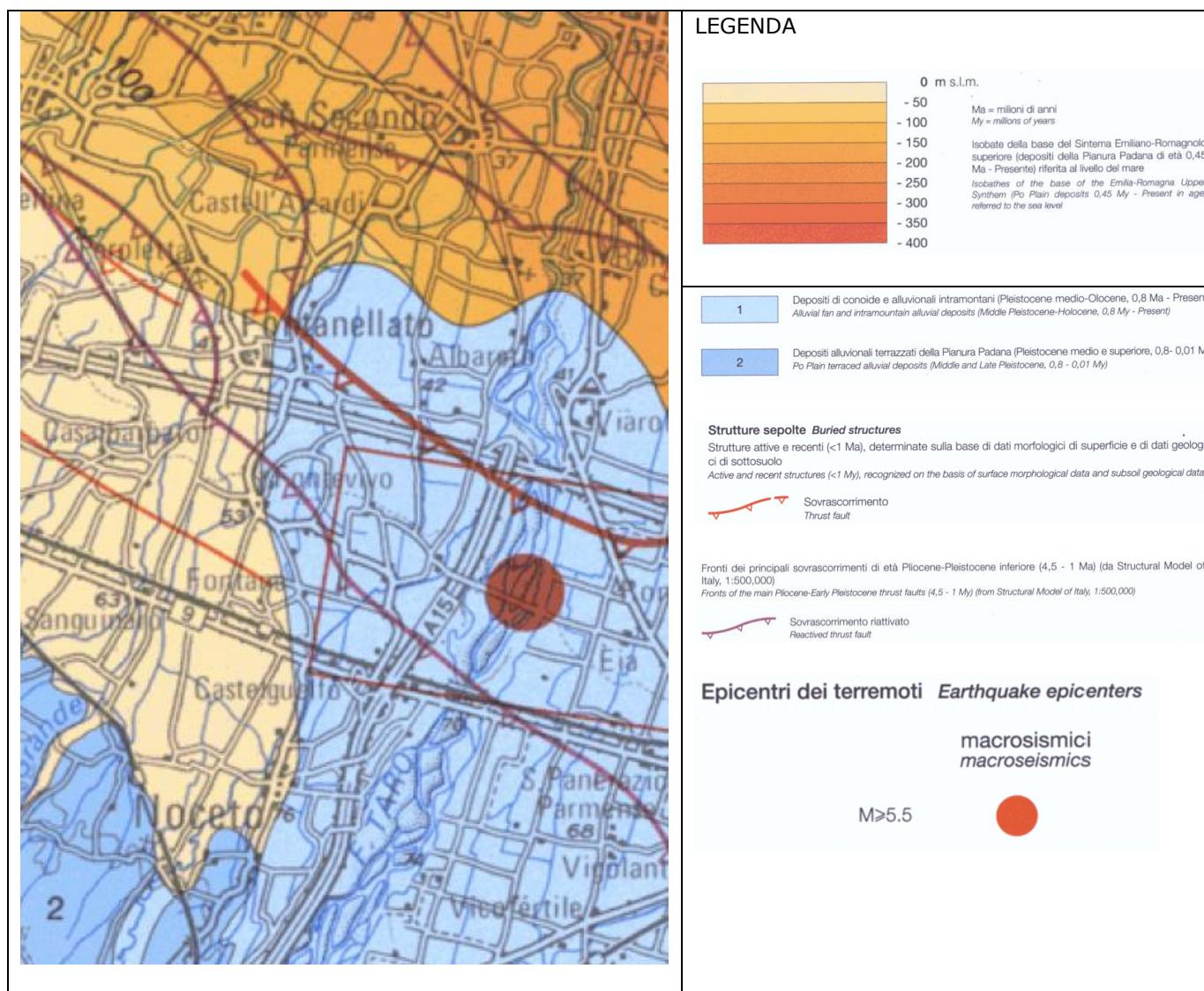
In Fig. 16 è riportata la distribuzione delle strutture attive rispettivamente della copertura, della crosta e del mantello con una zonazione delle aree che maggiormente risentono della loro attività. Per questa zonazione si è tenuto conto anche degli effetti superficiali quali le aree di maggiore sollevamento in catena e di minore abbassamento in pianura, come pure della distribuzione delle aree a maggiore frequenza di fenomeni franosi.



**Fig. 16 – Zonazione delle aree che maggiormente risentono delle faglie attive**

Si osserva che il Comune di Fontevivo è situato in zona di maggior risentimento degli effetti delle faglie attive.

Lo stralcio della Carta sismotettonica della Regione Emilia-Romagna riferito al Comune di Fontevivo è riportato in Fig. 17.



**Fig. 17 – Stralcio della Carta sismotettonica della Regione riferito al Comune di Fontevivo e territori limitrofi**

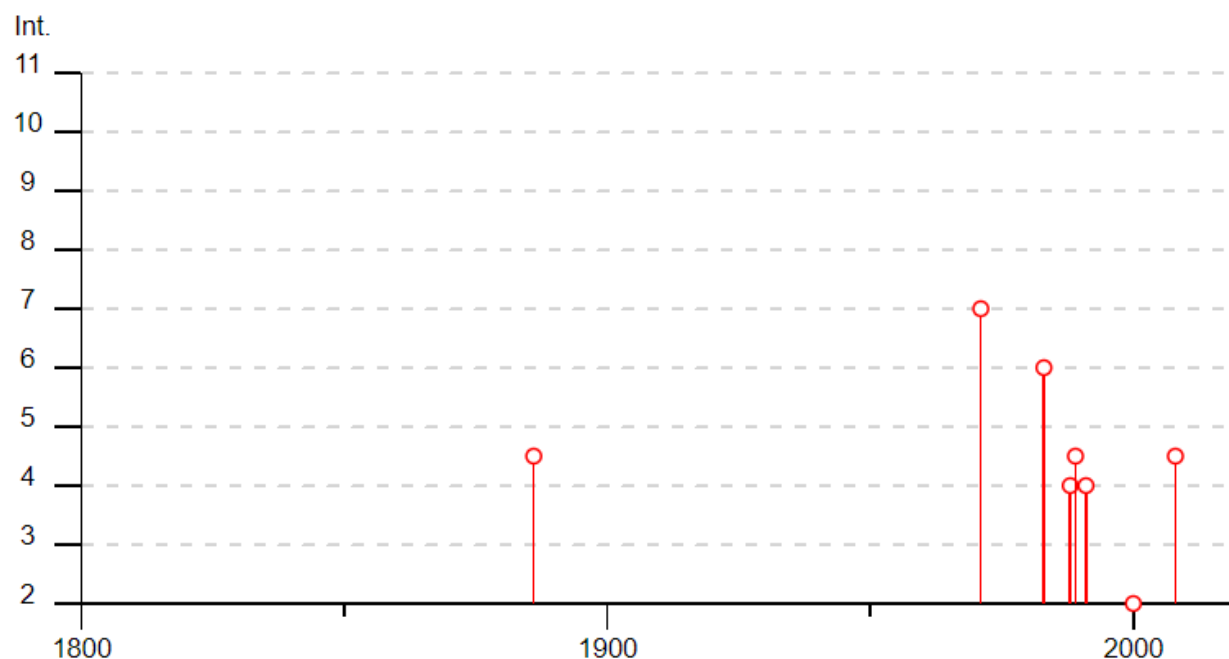
## 6.2 STORIA SISMICA

La storia sismica del comune di Fontevivo è stata desunta da Parma è stata desunta da "DBMI15 v3.0, database macrosismico italiano"<sup>1</sup>, database realizzato dal Gruppo Nazionale per la Difesa dei Terremoti che contiene i dati macrosismici provenienti da studi dello stesso GNDT e di altri enti.

Essa è riassunta graficamente nel diagramma di Fig. 18, mentre in Tab. 1 sono elencati gli eventi di

<sup>1</sup> 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 Macroscopic Database. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia. doi:<http://doi.org/10.6092/INGV.IT-DBMI15>

maggior intensità al sito ( $I_s > VI$  grado della scala MCS).



**Fig. 18 - Grafico rappresentante la storia sismica del comune di Fontevivo**

Effetti	In occasione del terremoto del									
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
4-5	1886	10	15	02	20		Collecchio	44	6	4.70
NF	1967	04	03	16	36	1	Reggiano	45	5	4.44
7	1971	07	15	01	33	2	Parmense	228	8	5.51
6	1983	11	09	16	29	5	Parmense	850	6-7	5.04
NF	1986	12	06	17	07	1	Ferrarese	604	6	4.43
4	1988	03	15	12	03	1	Reggiano	160	6	4.57
4-5	1989	09	13	21	54	0	Prealpi Vicentine	779	6-7	4.85
NF	1989	10	03	09	41	3	Appennino parmense	91	4	4.04
4	1991	10	31	09	31	1	Emilia occidentale	134	5	4.33
NF	1995	10	10	06	54	2	Lunigiana	341	7	4.82
NF	1996	12	16	09	09	5	Pianura emiliana	115	5-6	4.06
2	2000	06	18	07	42	0	Pianura emiliana	304	5-6	4.40
4-5	2008	12	23	15	24	2	Parmense	291	6-7	5.36

**Tab. 1 - Eventi sismici i cui effetti si sono risentiti nel territorio di Fontevivo**

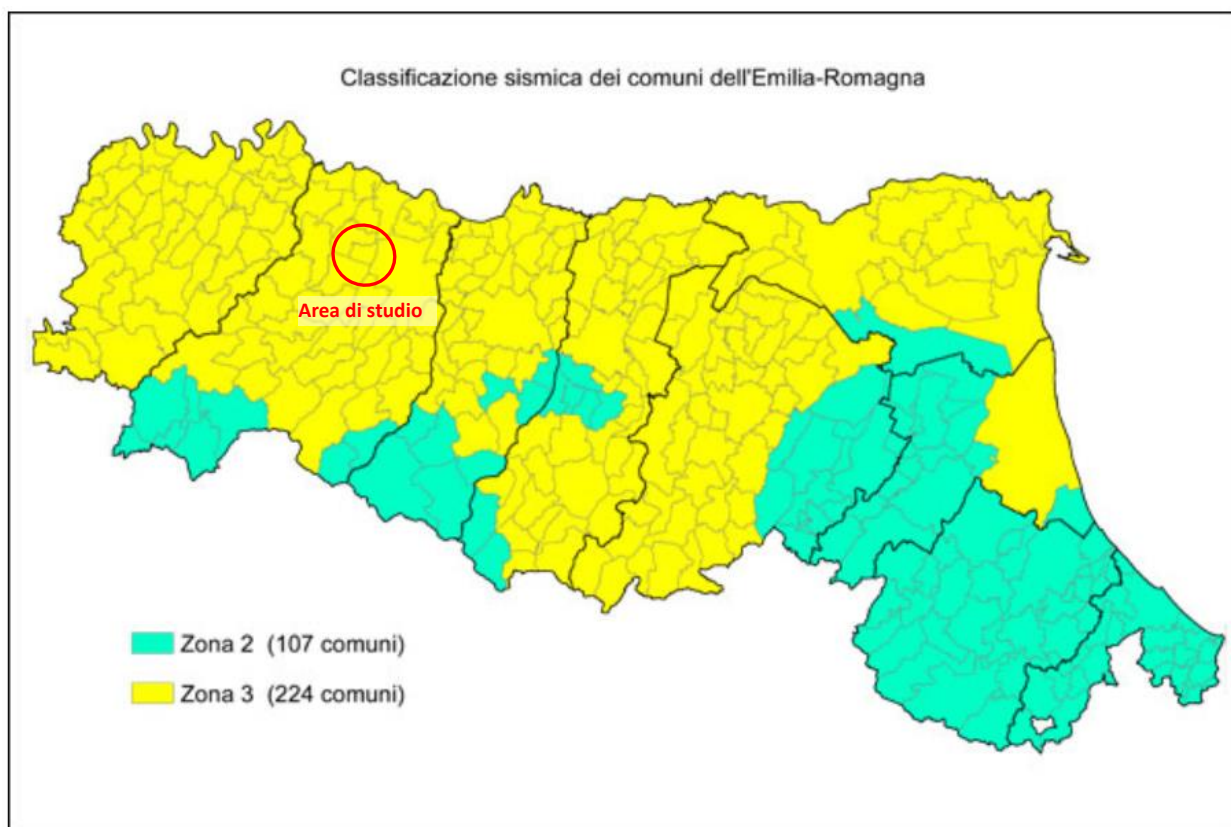
Dalla lettura di Tab. 1 si evidenzia che non si è mai manifestato un sisma con epicentro all'interno del comune di Fontevivo; sono state però registrate alcune scosse sismiche sul territorio, delle quali il

massimo evento censito si è verificato il 15 luglio 1971 con un'intensità dell'VIII grado della scala MCS. L'epicentro è indicato in provincia di Parma. Il terremoto è stato caratterizzato da una magnitudo calcolata sulle onde di superficie ( $M_s$ ) pari a 5.51.

### 6.3 PERICOLOSITÀ SISMICA

L'Ordinanza n. 3274 del 20 marzo 2003, suddivide il territorio italiano in 4 zone sismiche con diversi livelli di accelerazione sismica di progetto. La delibera della giunta regionale 23 luglio 2018 n.1164 aggiorna la classificazione sismica di prima applicazione dei comuni dell'Emilia-Romagna, riclassificando il territorio. Secondo tale delibera, come indicato in Fig. 19, il Comune di Fontevivo, nella sopra citata classificazione è stato identificato in zona 3 (a sismicità medio-bassa), cui corrispondono valori di accelerazione di picco orizzontale del suolo ( $a_g$ ), con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, compresi tra  $0,05 \cdot g$  e  $0,15 \cdot g$  (dove  $g$  è l'accelerazione di gravità).

La Delibera 1677/2005 del 24/10/2005 della Giunta Regionale dell'Emilia-Romagna stabilisce la corrispondenza tra i livelli di sismicità stabiliti dall'Ordinanza (Zona 1, 2, 3 e 4) e quelli previsti dalla precedente normativa ( $S=12$ ,  $S=9$ ,  $S=6$ ); in particolare la Zona 3 corrisponde ad un grado di sismicità  $S=6$ .



**Fig. 19 - Classificazione sismica dei Comuni della Regione Emilia-Romagna**

Tale classificazione ha tuttavia esclusivo valore amministrativo; infatti, alle Norme Tecniche per le



costruzioni del D.M. 14-01-2008, è allegato un documento sulla pericolosità sismica (Allegato A), tuttora applicati secondo le norme tecniche 2018, in cui l'azione sismica sulle costruzioni è valutata a partire dalla pericolosità sismica di base, più semplicemente chiamata *pericolosità sismica* che costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche.

La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa  $a_g$  in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale.

Le azioni di progetto si ricavano, ai sensi delle N.T.C., dalle accelerazioni  $a_g$  e dalle relative forme spettrali, in funzione dei 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 d'inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Questi tre parametri sono definiti in corrispondenza dei punti di un reticolo (reticolo di riferimento; cfr. Fig. 20), i cui nodi non distano fra 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 determinare il tempo di ritorno ( $T_R$ ) si utilizza l'espressione:

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

dove  $V_R$  è il periodo di riferimento della costruzione, mentre  $P_{V_R}$  è la probabilità di superamento nel periodo di riferimento.

Per il calcolo di  $V_R$  vanno definite le caratteristiche dell'opera in progetto; a riguardo, nel presente studio sono state assunte le seguenti caratteristiche, che dovranno essere verificate dal progettista strutturale in fase esecutiva:

- tipo di opera: "Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari" la cui vita nominale è  $V_n \geq 50$  anni (come definito dalla Tab. 2.4.I delle N.T.C. 01/2018);
- classe d'uso: Classe II: "Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali" (come definito dal paragrafo 2.4.II delle N.T.C. 01/2018); Con conseguente coefficiente d'uso  **$C_u = 1.0$** .

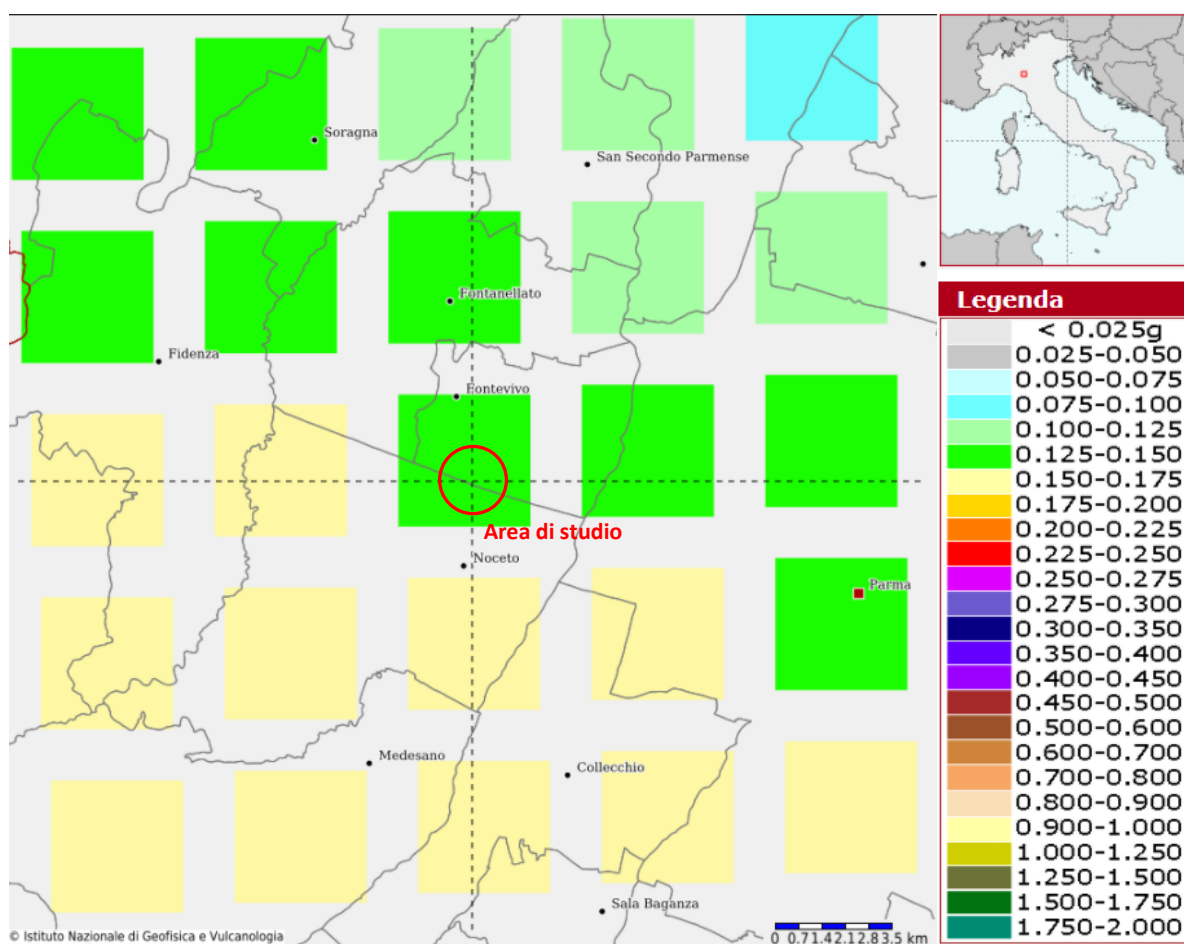
Da questi due parametri si ottiene il periodo di riferimento della costruzione che è dato da:  
 $V_R = V_n \cdot C_u = 50 \cdot 1 = 50$  anni.

Quanto alle probabilità di superamento nel periodo di riferimento  $P_{V_R}$ , sono stati assunti i valori indicati



nelle N.T.C. 01/2018 (vedi Tab. 3.2.I del Paragrafo 3.2.1): in particolare, probabilità pari al 10%, per lo stato limite ultimo di Salvaguardia della Vita (**SLV**) e pari al 63%, per lo stato limite di esercizio di Danno (**SLD**).

Dato che il sito in esame (WGS84: Lat: 44.833444 Lon: 10.180715) non ricade nei nodi del reticolo di riferimento (cfr. Fig. 20), i valori dei parametri  $a_g$ ,  $F_0$ ,  $T_c^*$  possono essere ricavati come media pesata dei valori assunti nei quattro vertici della maglia elementare del reticolo di riferimento contenente il punto in esame, utilizzando come pesi gli inversi delle distanze tra il punto in questione ed i quattro vertici.



**Fig. 20- Mappatura dell'accelerazione orizzontale massima del terreno ( $a_g$ ) con tempi di ritorno di 475 anni**

Alla luce dei dati descritti sopra i valori dei tre parametri necessari per la determinazione delle azioni sismiche sono riportati nella tabella seguente.

Stato Limite	Tempo di ritorno $T_R$ (anni)	$a_g$ (g)	$F_0$	$T_c^*$ (s)
<b>SLO</b>	30	0.046	2.463	0.235
<b>SLD</b>	50	0.058	2.478	0.254
<b>SLV</b>	475	0.148	2.451	0.278
<b>SLC</b>	975	0.189	2.462	0.285

**Tab. 2 – Valori dei parametri  $a_g$ ,  $F_0$ ,  $T_c^*$  per i tempi di ritorno associati a ciascun stato limite**

#### 6.4 CATEGORIA DI SOTTOSUOLO

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, il D.M. 17-01-2018 definisce 5 categorie, riportate in Tab. 3, in cui suddividere i terreni d'imposta in base ai valori di velocità delle onde sismiche trasversali fino al substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da  $V_s$  non inferiore a 800 m/s; Per depositi con profondità  $H$  del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio  $V_{s,eq}$  è definita dal parametro  $V_{s,30}$ , ottenuto ponendo  $H=30$  m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

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

**Tab. 3 - Categorie sismiche dei terreni**

La velocità equivalente delle onde sismiche di taglio nei primi 30 m sotto il piano di posa della fondazione ( $V_{s,eq}$ ) è definita come:

$$V_{s,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{s,i}}}$$

dove  $h_i$  e  $V_i$  sono lo spessore e la velocità delle onde dello strato  $i$ -esimo entro i 30 m dalla fondazione,  $N$  il numero di strati e  $H$  la profondità del substrato.

Dall'elaborazione delle indagini sismiche HVSR eseguite in sito, descritte nel capitolo 4.2, i terreni indagati presentano  $V_s$  crescenti con la profondità e non sono stati registrati valori di  $V_s$  maggiori di

800 m/s entro i 30 metri di profondità, pertanto la velocità equivalente delle onde sismiche di taglio  $V_{seq}$  è definita dal parametro  $V_{s30}$  che è risultato compreso tra 180 e 360 (si veda sottostante Tab. 4), ciò pone l'area in **categoria sismica C**.

Indagine	$V_{s30}$ (m/s)	Categoria sismica
HVSR1	328.5	C
HVSR2	384.6	C

**Tab. 4 – Valore di  $V_{s30}$  ottenuto dalle indagini sismiche effettuate**

## 6.5 VALUTAZIONE DELL'AMPLIFICAZIONE SISMICA (D.G.R. 476\_2021 E D.G.R. 564\_2021)

Il comune di Fontevivo è dotato di uno studio di risposta sismica locale di I, II e III livello di approfondimento (quest'ultimo eseguito solo su alcune aree) redatto da Engeo S.r.l. a luglio 2017, nel quale sono stati definiti, per le aree urbanizzate e urbanizzabili, i fattori di amplificazione sismica.

Nell'area oggetto di studio è stata eseguita un'analisi di II livello basata sulle tabelle previste dalla deliberazione di Giunta regionale n. 573 del 28/04/2016.

A oggi la D.G.R. 573 del 2016 è stata ripetutamente aggiornata e sono state introdotte nuove tabelle differenti sia per numero che per tipologia.

Di seguito si propone la valutazione di amplificazione sismica sulla base delle ultime normative vigenti (D.G.R. 476\_2021 e D.G.R. 564\_2021).

### 6.5.1 Stima dei fattori di amplificazione

L'amplificazione sismica da assetto stratigrafico locale è stata valutata sulla base della sismo-stratigrafia monodimensionale mostrata nelle precedenti pagine di questo lavoro (vedere § 5).

Il criterio impiegato per definirla è quello presente nell'allegato A2 della D.G.R. 476/2021 (Secondo livello di approfondimento – Analisi Semplificata).

La suddetta amplificazione si esprime attraverso la stima dei fattori di amplificazione sismica (FA).

Questi FA rappresentano il rapporto tra lo scuotimento sismico, espresso attraverso i parametri PGA (accelerazione di picco orizzontale), SA e SI (intensità spettrali), valutato per la condizione geolitologica specifica e il corrispondente scuotimento relativo alla categoria di suolo A (categoria come definita nella tabella 3.2.II delle NTC2018 – D.M. 17/01/2018). Ovvero:

$PGA/PGA_0$ ;  $PGA_0$  è l'accelerazione massima orizzontale a periodo  $T = 0$  al suolo di riferimento,  $PGA$  è l'accelerazione massima orizzontale a periodo  $T = 0$  alla superficie del sito.

$SA/SA_0$ ;  $SA_0$  è l'integrale dello spettro di risposta in accelerazione al suolo di riferimento,  $SA$  è l'integrale dello spettro di risposta in accelerazione alla superficie del sito.

$SI/SI_0$ ;  $SI_0$  è l'integrale dello spettro di risposta in velocità (Intensità di Housner) al suolo di riferimento,  $SI$  è l'integrale dello spettro di risposta in velocità alla superficie del sito.

Questi FA si riferiscono ad un tempo di ritorno  $TR=475$  anni e ad uno smorzamento  $\zeta = 5\%$ .

$SA$  è matematicamente definita nel seguente modo:

$$SA = \int_{T_1}^{T_2} A(T, \zeta) dT$$

Dove  $A$  è lo spettro di risposta in accelerazione,  $T$  è il periodo proprio e  $\zeta$  è lo smorzamento. Considerando quattro intervalli di periodo proprio  $T$  si ottengono quattro valori di intensità spettrale:

	<b>T<sub>1</sub></b>	<b>T<sub>2</sub></b>
<b>SA1</b>	0,1 s	0,5 s
<b>SA2</b>	0,4 s	0,8 s
<b>SA3</b>	0,7 s	1,1 s
<b>SA4</b>	0,5 s	1,5 s

$SI$  è matematicamente definita nel seguente modo:

$$SI = \int_{T_1}^{T_2} V(T, \zeta) dT$$

Dove  $V$  è lo spettro di risposta in velocità,  $T$  è il periodo proprio e  $\zeta$  è lo smorzamento. Considerando tre intervalli di periodo proprio  $T$  si ottengono tre valori di intensità spettrale:

	<b>T<sub>1</sub></b>	<b>T<sub>2</sub></b>
<b>SI1</b>	0,1 s	0,5 s
<b>SI2</b>	0,5 s	1,0 s
<b>SI3</b>	0,5 s	1,5 s

Si tenga presente che i fattori di amplificazione  $SA4$  e  $SI3$  sono richiesti in aree di pianura e di costa.

I FA per l'area di studio sono stati definiti grazie alle tabelle presenti nell'allegato A2 (A2.1.2 – Pianura Padana e Costa Adriatica), nello specifico quelle riguardanti la zona *MARGINE* definito come: "settore di transizione tra la zona collinare (Appennino) e la pianura caratterizzato da terreni prevalentemente fini (argille, limi, sabbie) sovrastanti orizzonti grossolani (ghiaie, ghiaie sabbiose, sabbie ghiaiose); il substrato geologico è generalmente costituito da sabbie marine o transizionali pleistoceniche (Sabbie Gialle) o dalla successione pelitica plio-pleistocenica (Argille Azzurre); il tetto del substrato geologico è a profondità indicativamente compresa tra 50 e 100 m".

Nello specifico si sono usate le tabelle proprio di *MARGINE* di tipo A così definito: "caratterizzato da

terreni fini o grossolani poco consolidati, di spessore non superiore a 30 m, sovrastanti orizzonti prevalentemente grossolani a comportamento più rigido (indicativamente con valore di  $V_s$  media almeno doppio rispetto a quello dei sedimenti sovrastanti);  $H$  è riferito allo spessore di sedimenti fini o grossolani poco consolidati sovrastanti i sedimenti continentali più rigidi".

Per definire i FA dalle suddette tabelle è necessario conoscere lo spessore dei depositi fini che coprono le ghiaie (definito nel capitolo 5) e il valore di  $V_{sH}$  dei terreni in esame (ottenuto da indagine HVSR e riportato nel capitolo 4.2.1).

Di seguito si riportano le tabelle di MARGINE di tipo A utilizzate (vedi Fig. 21)

$V_{sH}$ (m/s) → $H$ (m) ↓	150	200	250	300	350	400
5	2,3	2,1	1,8	1,5		
10	2,3	2,2	2,0	1,8		
15	2,1	2,1	2,0	1,8		
20	2,1	2,1	2,0	1,9		
25	2,0	2,0	2,0	1,9		
30	1,9	1,9	1,9	1,9		

Fattore di Amplificazione **PGA**

$V_{sH}$ (m/s) → $H$ (m) ↓	150	200	250	300	350	400
5	1,9	1,7	1,7	1,6		
10	2,7	2,2	1,9	1,8		
15	3,3	2,9	2,3	2,0		
20	3,4	3,1	2,6	2,2		
25	3,3	3,2	2,8	2,4		
30	3,1	3,1	2,8	2,5		

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

$V_{sH}$ (m/s) → $H$ (m) ↓	150	200	250	300	350	400
5	2,2	1,9	1,7	1,6		
10	2,6	2,4	2,0	1,8		
15	2,6	2,5	2,2	1,9		
20	2,5	2,5	2,3	2,0		
25	2,3	2,3	2,2	2,1		
30	2,1	2,1	2,1	2,0		

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

$V_{sH}$ (m/s) → $H$ (m) ↓	150	200	250	300	350	400
5	2,3	2,0	1,7	1,5		
10	2,5	2,3	2,0	1,8		
15	2,4	2,4	2,1	1,9		
20	2,3	2,3	2,1	2,0		
25	2,2	2,2	2,1	2,0		
30	2,0	2,0	2,0	1,9		

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

$V_{sH}$ (m/s) → $H$ (m) ↓	150	200	250	300	350	400
5	1,6	1,6	1,6	1,6		
10	2,0	1,8	1,7	1,7		
15	2,9	2,3	2,0	1,9		
20	3,4	2,8	2,3	2,0		
25	3,9	3,4	2,7	2,3		
30	3,8	3,6	3,0	2,5		

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

$V_{sH}$ (m/s) → $H$ (m) ↓	150	200	250	300	350	400
5	1,8	1,7	1,6	1,6		
10	2,3	2,0	1,8	1,7		
15	3,2	2,6	2,1	2,0		
20	3,5	3,1	2,5	2,1		
25	3,7	3,4	2,8	2,4		
30	3,6	3,5	3,0	2,6		

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

**Fig. 21- Tabelle dell'allegato A2 (DGR 476/2021) relative a MARGINE di tipo A (A2.1.2)**

Considerando uno spessore dei depositi fini sovrastanti i depositi ghiaiosi mediamente di 5 m e un valore medio di tali materiali pari 150 m/s (come misurato con indagini HVSR), per il sito in esame si ottengono i seguenti Fattori di Amplificazione (vedi Tab. 5 sottostante):

FA	Valore
PGA	2,3
SA1	2,3
SA2	1,9
SA3	1,6
SI1	2,2
SI2	1,8

**Tab. 5 – Valori di FA ottenuti**



## 6.6 RISCHIO DI LIQUEFAZIONE

Così come già indicato nel capitolo 5, non risulta dalle indagini utilizzate la presenza di strati sabbiosi con spessore superiore al metro sottofalda, pertanto, il rischio di liquefazione nell'area di studio è improbabile.

Tuttavia, non può essere escluso, a priori, che siano presenti caratteri predisponenti alla liquefazione e alla densificazione, sebbene ciò sia da ritenersi alquanto improbabile e non si abbia memoria storica del verificarsi di tali fenomeni.

Qualora dalle indagini che andranno realizzate nelle fasi progettuali successive emerga la presenza di depositi sabbiosi sottofalda andrà predisposta apposita verifica a liquefazione.

## **7 MODELLO GEOTECNICO**

La modellazione geotecnica di dettaglio dei terreni di fondazione è rimandata alla fase esecutiva delle singole opere, durante la quale andranno eseguite specifiche indagini geognostiche.

Sulla base della documentazione raccolta e dei risultati delle indagini utilizzate nel presente studio è comunque possibile fare alcune considerazioni di carattere geotecnico partendo dalla caratterizzazione litostratimetrica proposta nel capitolo 5.

In primo luogo, va chiarito che attualmente l'area è ad uso agricolo, va pertanto considerato uno spessore di circa 0.8/1.0 m di terreno vegetale, qualsiasi edificio andrà fondato al di sotto di tale livello per sua natura poco consistente e alterato da apparati radicali, da cicli gelo/disgelo nonché dalla lavorazione della terra da parte dell'uomo.

Oltre al suolo vegetale i primi materiali che si rinvencono sono depositi prevalentemente fini, a carattere coesivo, costituiti principalmente da limo argilloso e/o da argilla limosa.

Quest'ultimi, come terreni d'impasto, presentano problematiche geotecniche connesse con la presenza di un'elevata frazione a tessitura argillosa, cui conseguono possibili cedimenti differenziali legati alle variazioni del contenuto d'acqua, inoltre il grado di consistenza può variare notevolmente da settore a settore.

Al di sotto delle coperture fini, a profondità variabili comprese tra 4.0 / 7.5 m da piano campagna sono presenti depositi prevalentemente ghiaiosi.

Trattasi di materiali a carattere granulare con buone caratteristiche geotecniche, tuttavia, la profondità a cui si rinvencono le ghiaie può variare da punto a punto anche repentinamente.

In fase di progettazione dei singoli interventi edilizi andranno effettuati ulteriori studi geologico-tecnici che, in adempimento alla normativa vigente, dovranno prevedere l'approfondimento delle conoscenze del sottosuolo, da esaminarsi a scala di maggior dettaglio, e le verifiche geotecniche delle opere previste.

## **8 OSSERVAZIONI E CONCLUSIONI**

Gli studi effettuati e le indagini svolte consentono di formulare le seguenti considerazioni conclusive:

1. L'area oggetto di PUA, definita Ambito R3 "Stazione di Castelguelfo", non presenta problematiche di carattere geomorfologico, né sono state rilevate nell'intorno forme di particolare pregio.
2. Dal punto di vista idrogeologico nella zona, dalla carta idrogeologica a corredo del Quadro conoscitivo del PSC del comune di Fontevivo, risulta una soggiacenza della falda di circa 11 m da piano campagna (Misurata a Maggio 2007).
3. Le caratteristiche litostratigrafiche sono state ricavate da dati stratigrafici d'archivio e se ne riportano gli aspetti fondamentali nel capitolo 5.
4. Secondo la classificazione sismica di cui all'O.P.C.M. n° 3274 del 20.03.2003 il Comune di Parma, è stato identificato in zona 3 (a sismicità medio-bassa).
5. Le prove tromografiche hanno determinato valori di  $V_{S30}$  compresi tra 180 m/s e 360 m/s, cui consegue che i terreni d'imposta dell'area in esame appartengono alla categoria C: *"Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{S30}$  compresi tra 180 m/s e 360 m/s"*.
6. Nel capitolo 6.5 è stata eseguita una stima dei fattori di amplificazione sulla base delle tabelle contenute nelle ultime normative in ambito rischio sismico (D.G.R. 476\_2021 e D.G.R. 564\_2021).
7. Sulla base di quanto emerso dai dati stratigrafici consultato l'area non presenta condizioni predisponenti alla liquefazione, tuttavia, qualora dalle indagini che andranno realizzate nelle fasi progettuali successive emerga la presenza di depositi sabbiosi sottofalda andrà predisposta apposita verifica a liquefazione.
8. La modellazione geotecnica di dettaglio dei terreni di fondazione è rimandata alla fase esecutiva delle singole opere, durante la quale andranno eseguite specifiche indagini geognostiche. Sulla base della documentazione raccolta e dei risultati delle indagini utilizzate nel presente studio è stato comunque possibile fare alcune considerazioni di carattere geotecnico riportate nel capitolo 7.
9. In fase di progettazione dei singoli interventi edilizi andranno effettuati ulteriori studi geologico-tecnici che, in adempimento alla normativa vigente, dovranno prevedere l'approfondimento delle conoscenze del sottosuolo, da esaminarsi a scala di maggior dettaglio, e le verifiche geotecniche delle opere previste.

In definitiva, si tenga presente che questo studio è stato effettuato per fornire una modellazione

geologica, geotecnica e sismica dell'area in oggetto che costituisca un riferimento generale per le successive fasi di progettazione.

In base a quanto emerso da esso, si ritengono le previsioni del PUA compatibili con le condizioni geolitologiche, geotecniche e sismiche riscontrate.

Parma, ottobre 2021

Dott. Geol. Alessandro Ferrari

*Alessandro Ferrari*


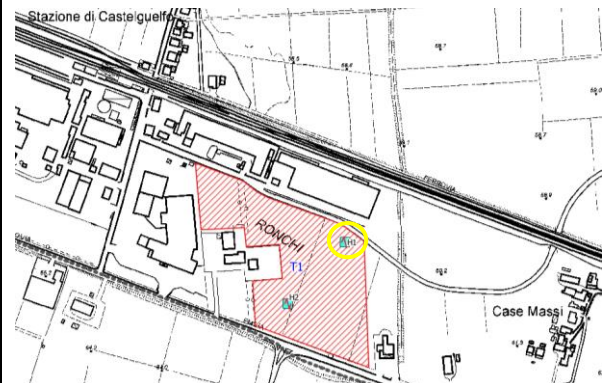


**ALLEGATO 1**  
**INDAGINI SISMICHE**  
**DI NUOVA REALIZZAZIONE**



## INDAGINE HVSR

### Scheda rilevamento:

<b>Comune:</b> Fontevivo (PR)	<b>Località:</b> area T1, Loc. Stazione di Castelguelfo	
<b>Cantiere</b> PUA area T1	<b>Data</b> 23/10/2021	<b>Ora</b> 10.30
<b>Codice lavoro:</b> 21_032_SCAF	<b>Committente:</b> Arch. Scaffardi	
<b>Prova n°</b> H1	<b>Codice file</b> SCG_A.SAF	<b>Durata (min)</b> 15
<b>Strumento</b> ECHO 3 TROMO Ambrogeo	<b>Freq.camp.</b> 155 Hz	<b>Freq. sensore</b> 2.0 Hz
<b>Operatore:</b> Dott. Geol. Ferrari Alessandro		
<b>Foto</b>	<b>Ubicazione</b>	
		

### CONDIZIONI ATMOSFERICHE

<b>Vento</b>	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole (<5m/s)	<input type="checkbox"/> medio (5>v>30 m/s)	<input type="checkbox"/> forte (>30 m/s)
<b>Pioggia</b>	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole	<input type="checkbox"/> media	<input type="checkbox"/> forte

### TERRENO DI PROVA

<b>Suolo</b>	<input checked="" type="checkbox"/> argilloso-limoso soffice	<input type="checkbox"/> argilloso-limoso duro	<input checked="" type="checkbox"/> con erba	<input type="checkbox"/> senza erba
	<input type="checkbox"/> ghiaia	<input type="checkbox"/> sabbia	<input type="checkbox"/> roccia	
	<input type="checkbox"/> suolo asciutto	<input checked="" type="checkbox"/> suolo umido	<input type="checkbox"/> suolo saturo	
<b>Pavimentazione artificiale</b>	<input type="checkbox"/> rilevato in ghiaia	<input type="checkbox"/> cemento/cls	<input type="checkbox"/> asfalto	<input type="checkbox"/> ceramica
	<input type="checkbox"/> altro:			
<b>Accoppiamento sensore</b>	<input checked="" type="checkbox"/> piedini infissi	<input type="checkbox"/> piedini da pavimento	<input type="checkbox"/> accoppiamento artificiale	<input type="checkbox"/> sabbia <input type="checkbox"/> altro

### STRUTTURE CIRCOSTANTI

<b>Edifici</b>	<input checked="" type="checkbox"/> assenti	<input type="checkbox"/> sparsi	<input type="checkbox"/> fitti	<input type="checkbox"/> molto fitti
<b>Fabbriche</b>	<input checked="" type="checkbox"/> assenti	<input type="checkbox"/> sparse	<input type="checkbox"/> fitte	<input type="checkbox"/> molto fitte
<b>Ponti</b>	<input checked="" type="checkbox"/> assenti		<input type="checkbox"/> presenti	
<b>Strutt.sotterr.</b>	<input checked="" type="checkbox"/> assenti	<input type="checkbox"/> presenti: descrizione		
<b>Piante</b>	<input checked="" type="checkbox"/> assenti	<input type="checkbox"/> sparse	<input type="checkbox"/> fitte	<input type="checkbox"/> molto fitte

### SORGENTI RUMORE

<b>Disturbo discontinuo</b>		assente	raro	moderato	forte	molto forte	Distanza (m)
	auto			✓			200
	camion	✓		✓			
	passanti	✓					
	Treno	✓		✓			50
<b>Dist. cont.</b>	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> presente:					

**Note:**

### **Tracce in input**

#### Dati riepilogativi:

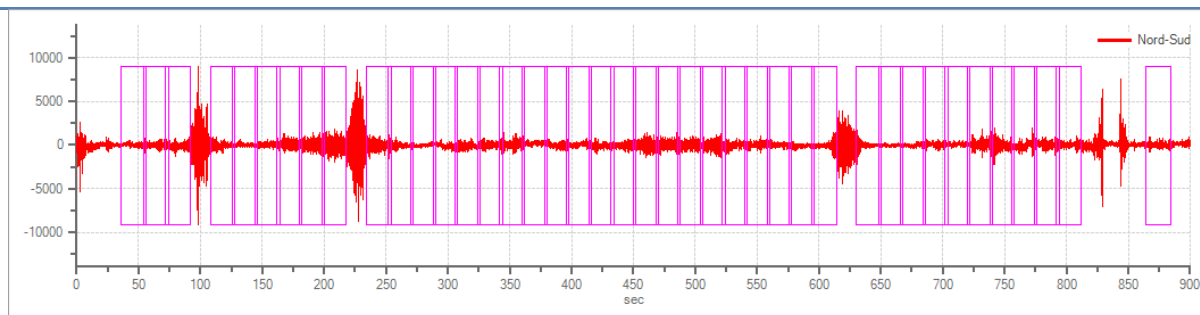
Numero tracce: 3  
Frequenza di campionamento: 155.00Hz  
Durata registrazione: 900 s  
Numero campioni: 139500  
Direzioni tracce: Nord-Sud; Est-Ovest; Verticale.

### **Finestre selezionate**

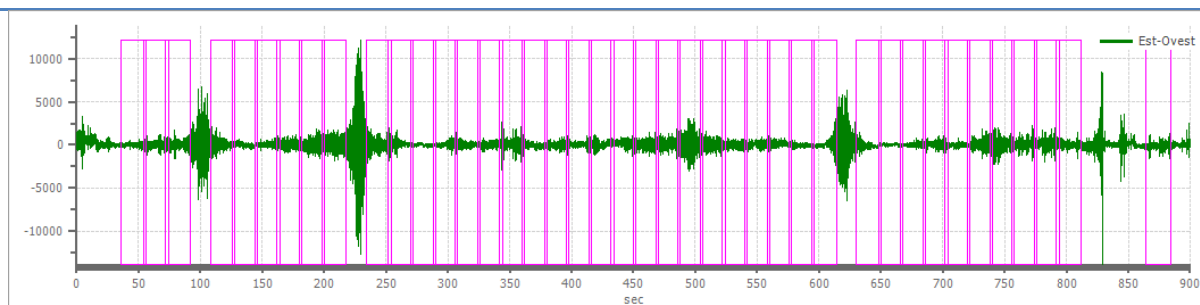
#### Dati riepilogativi:

Numero totale finestre selezionate: 41  
Numero finestre incluse nel calcolo: 38  
Dimensione temporale finestre: 20.000 s  
Tipo di lisciamento: Triangolare proporzionale  
Percentuale di lisciamento: 10.00 %

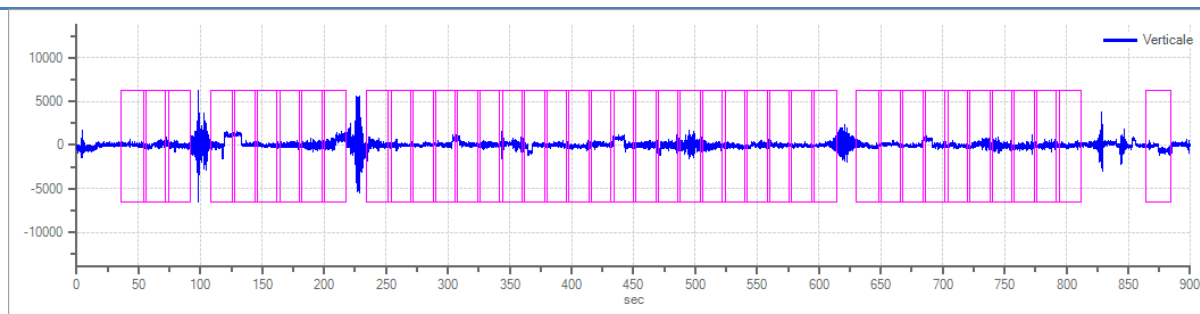
Traccia e finestre selezionate in direzione Nord-Sud



Traccia e finestre selezionate in direzione Est-Ovest

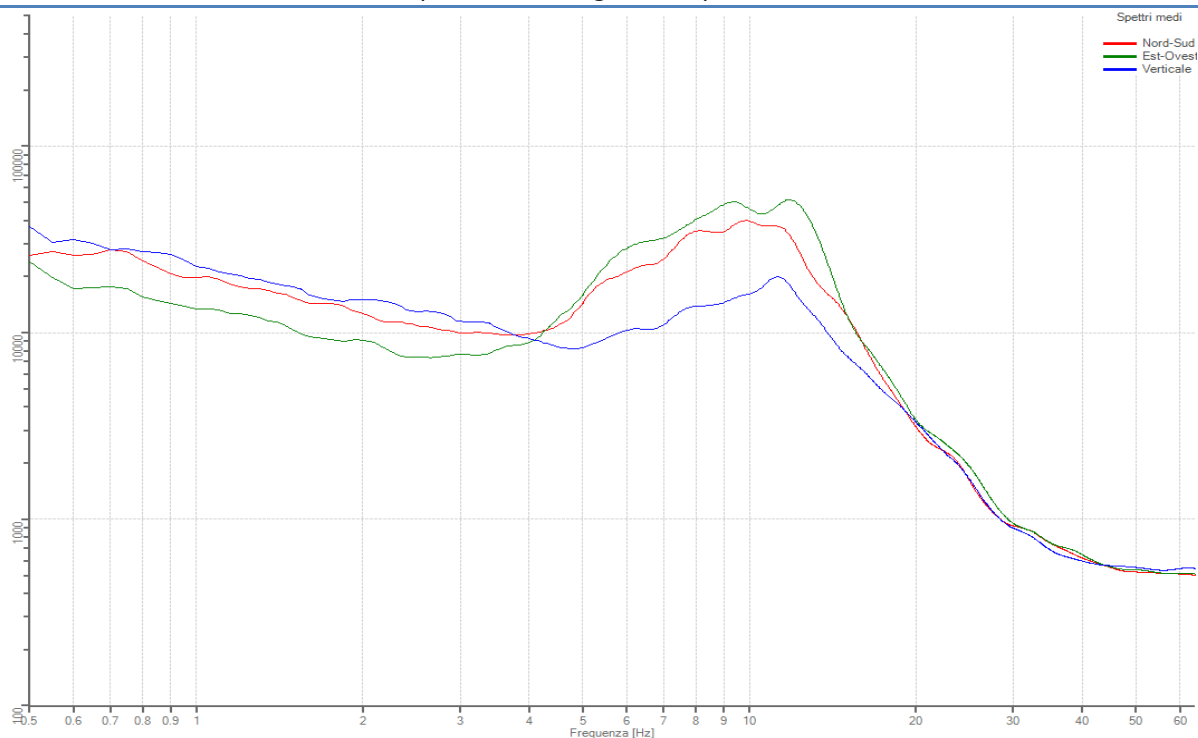


Traccia e finestre selezionate in direzione Verticale

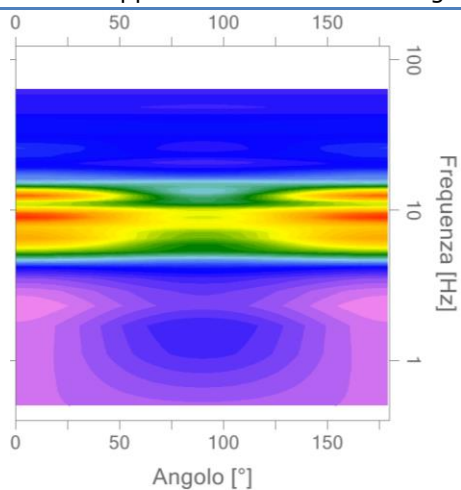


## Spettri

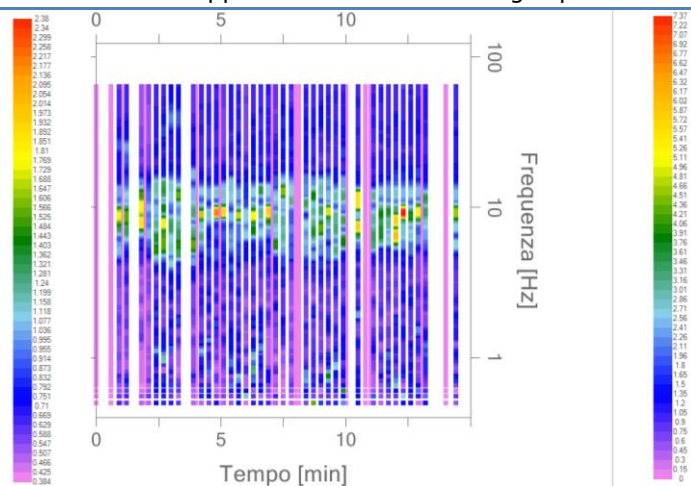
Spettri delle singole componenti



Mappa della stazionarietà degli spettri



Mappa della direzionalità degli spettri



## Rapporto spettrale H/V

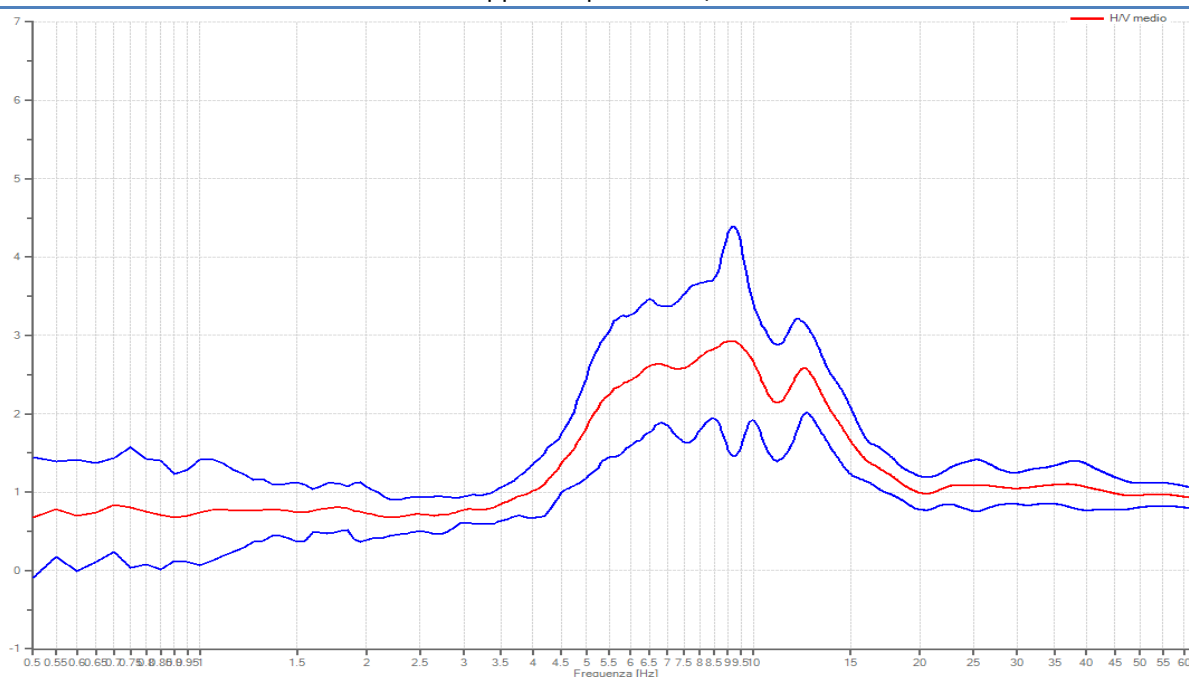
### Dati riepilogativi:

Frequenza massima: 64.00 Hz  
 Frequenza minima: 0.50 Hz  
 Passo frequenze: 0.05 Hz  
 Tipo lisciamento: Triangolare proporzionale  
 Percentuale di lisciamento: 10.00 %  
 Tipo di somma direzionale: Media quadratica

### Risultati:

Frequenza del picco del rapporto H/V: **9.10 Hz ± 0.49 Hz**

Grafico rapporto spettrale H/V naturale



Verifica secondo le linee guida SESAME, 2005

**Picco H/V a 9.10 Hz ± 0.49 Hz (nell'intervallo 0.50 - 64.0 Hz).**

Criteri per una curva H/V affidabile [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]			$L_w$ $n_w$ $n_c = L_w n_w f_0$ $f$ $f_0$ $\sigma_f$ $\varepsilon(f_0)$ $A_0$ $A_{H/V}(f)$ $f^-$ $f^+$ $\sigma_A(f)$  $\sigma_{\log H/V}(f)$ $\theta(f_0)$	lunghezza della finestra numero di finestre usate nell'analisi numero di cicli significativi frequenza attuale frequenza del picco H/V deviazione standard della frequenza del picco H/V valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$ ampiezza della curva H/V alla frequenza $f_0$ ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$ frequenza tra $f_0/4$ e $f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$ frequenza tra $f_0$ e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$ deviazione standard di $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$ valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$	
$f_0 > 10 / L_w$	OK				
$n_c(f_0) > 200$	OK				
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	OK				
Criteri per un picco H/V chiaro [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]					
Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	OK				
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	OK				
$A_0 > 2$	OK				
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	OK				
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	OK				
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	OK				
Valori di soglia per $\sigma_f$ e $\sigma_A(f_0)$					
Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	0.25 $f_0$	0.2 $f_0$	0.15 $f_0$	0.10 $f_0$	0.05 $f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

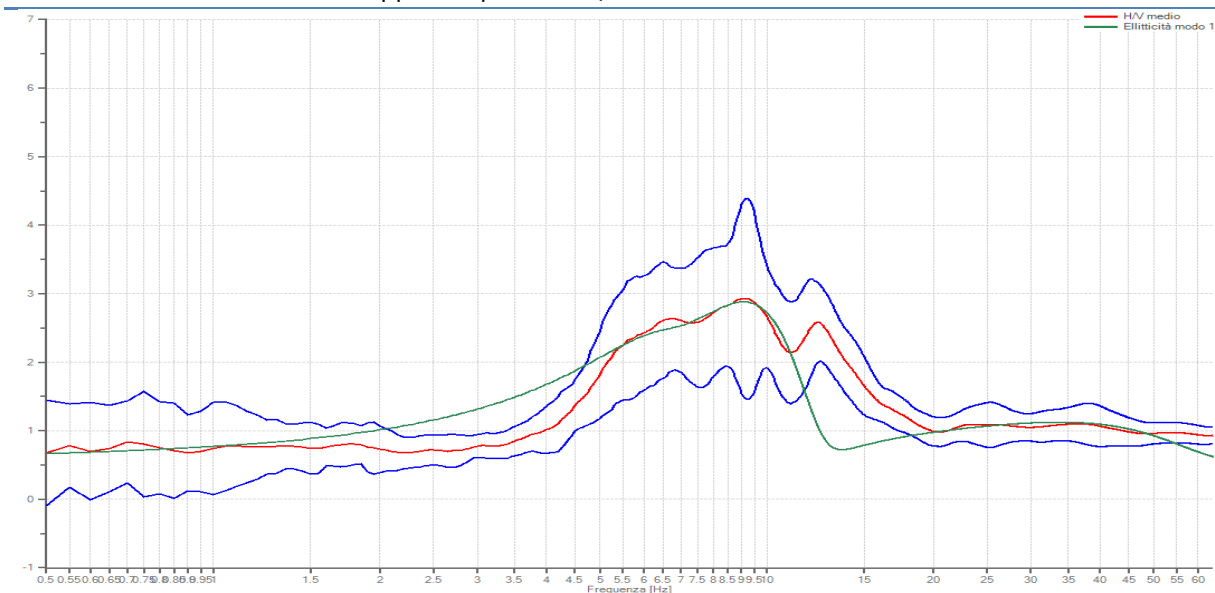
**Inversione:**

**Dati riepilogativi:**

Numero strati: 4

Frequenza del picco dell'ellitticità: 9.05 Hz

Grafico rapporto spettrale H/V naturale e modello sintetico

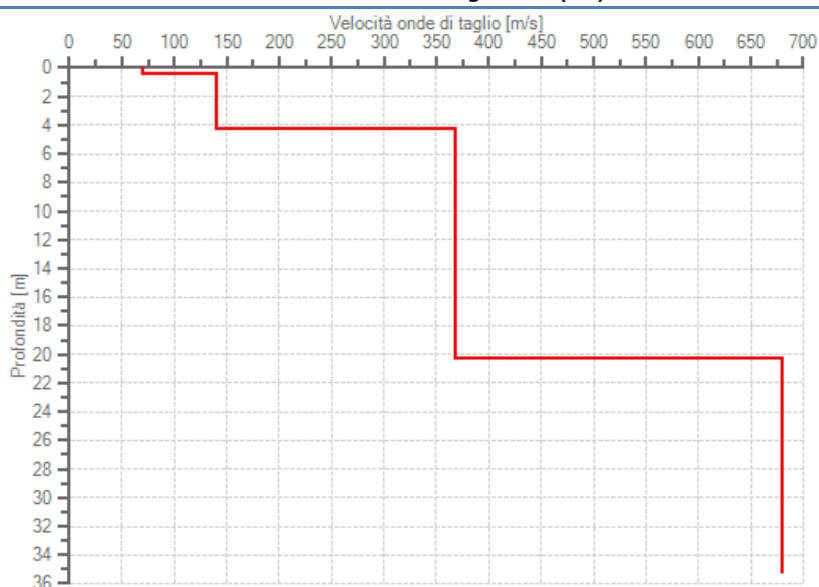


**Modello sismostratigrafico:**

Strato	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso per Unità di Vol. [kN/m³]	Coeff. di Poisson	Velocità onde di taglio [m/s]
1	0.0	0.4	18.0	0.30	70
2	0.4	3.9	18.5	0.30	140
3	4.3	16.0	20.0	0.40	368
4	20.3	15.0	20.0	0.45	680

**Valore  $V_{s30}$ : 328.5 m/s**

0 Profilo sismo-stratigrafico ( $V_s$ )





## INDAGINE HVSR

### Scheda rilevamento:

<b>Comune:</b> Fontevivo (PR)		<b>Località:</b> area T1, Loc. Stazione di Castelguelfo	
<b>Cantiere</b> PUA area T1		<b>Data</b> 23/10/2021	<b>Ora</b> 10.45
<b>Codice lavoro:</b> 21_032_SCAF		<b>Committente:</b> Arch. Scaffardi	
<b>Prova n°</b> H2		<b>Codice file</b> SCG_B.SAF	<b>Durata (min)</b> 15
<b>Strumento</b> ECHO 3 TROMO Ambrogeo		<b>Freq.camp.</b> 155 Hz	<b>Freq. sensore</b> 2.0 Hz
<b>Operatore:</b> Dott. Geol. Ferrari Alessandro			
<b>Foto</b>		<b>Ubicazione</b>	
			

### CONDIZIONI ATMOSFERICHE

<b>Vento</b>	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole (<5m/s)	<input type="checkbox"/> medio (5>v>30 m/s)	<input type="checkbox"/> forte (>30 m/s)
<b>Pioggia</b>	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole	<input type="checkbox"/> media	<input type="checkbox"/> forte

### TERRENO DI PROVA

<b>Suolo</b>	<input checked="" type="checkbox"/> argilloso-limoso soffice	<input type="checkbox"/> argilloso-limoso duro	<input checked="" type="checkbox"/> con erba	<input type="checkbox"/> senza erba
	<input type="checkbox"/> ghiaia	<input type="checkbox"/> sabbia	<input type="checkbox"/> roccia	
	<input type="checkbox"/> suolo asciutto	<input checked="" type="checkbox"/> suolo umido	<input type="checkbox"/> suolo saturo	
<b>Pavimentazione artificiale</b>	<input type="checkbox"/> rilevato in ghiaia	<input type="checkbox"/> cemento/cls	<input type="checkbox"/> asfalto	<input type="checkbox"/> ceramica
	<input type="checkbox"/> altro:			
<b>Accoppiamento sensore</b>	<input checked="" type="checkbox"/> piedini infissi	<input type="checkbox"/> piedini da pavimento	<input type="checkbox"/> accoppiamento artificiale	<input type="checkbox"/> sabbia <input type="checkbox"/> altro

### STRUTTURE CIRCOSTANTI

<b>Edifici</b>	<input checked="" type="checkbox"/> assenti	<input type="checkbox"/> sparsi	<input type="checkbox"/> fitti	<input type="checkbox"/> molto fitti
<b>Fabbriche</b>	<input checked="" type="checkbox"/> assenti	<input type="checkbox"/> sparse	<input type="checkbox"/> fitte	<input type="checkbox"/> molto fitte
<b>Ponti</b>	<input checked="" type="checkbox"/> assenti		<input type="checkbox"/> presenti	
<b>Strutt.sotterr.</b>	<input checked="" type="checkbox"/> assenti	<input type="checkbox"/> presenti: descrizione		
<b>Piante</b>	<input checked="" type="checkbox"/> assenti	<input type="checkbox"/> sparse	<input type="checkbox"/> fitte	<input type="checkbox"/> molto fitte

### SORGENTI RUMORE

<b>Disturbo discontinuo</b>		assente	raro	moderato	forte	molto forte	Distanza (m)
	auto			✓			60
	camion			✓			60
	passanti	✓					
	Treno	✓		✓			300
<b>Dist. cont.</b>	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> presente:					

**Note:**

### **Tracce in input**

#### Dati riepilogativi:

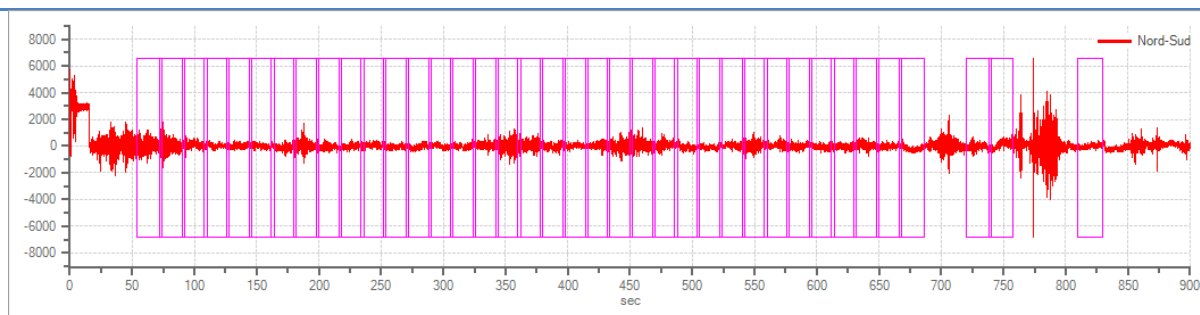
Numero tracce: 3  
Frequenza di campionamento: 155.00Hz  
Durata registrazione: 900 s  
Numero campioni: 139500  
Direzioni tracce: Nord-Sud; Est-Ovest; Verticale.

### **Finestre selezionate**

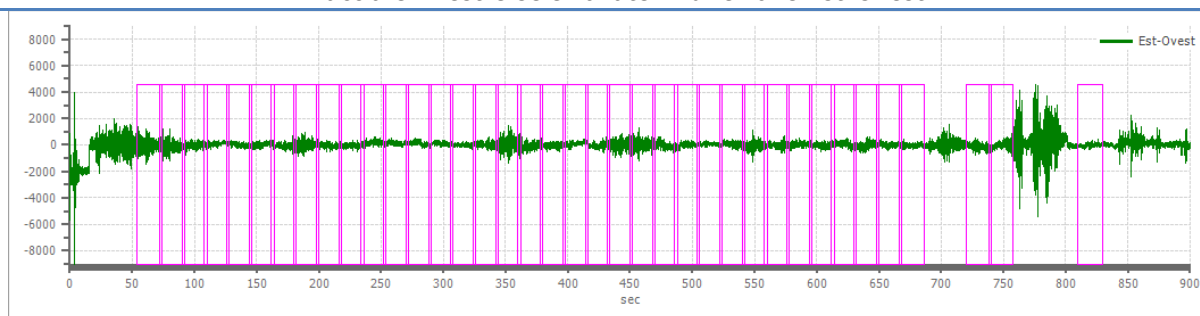
#### Dati riepilogativi:

Numero totale finestre selezionate: 38  
Numero finestre incluse nel calcolo: 38  
Dimensione temporale finestre: 20.000 s  
Tipo di lisciamento: Triangolare proporzionale  
Percentuale di lisciamento: 10.00 %

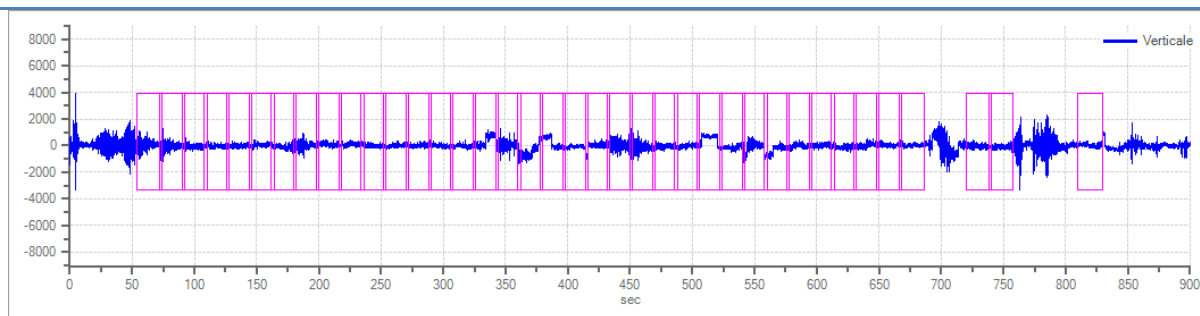
Traccia e finestre selezionate in direzione Nord-Sud



Traccia e finestre selezionate in direzione Est-Ovest

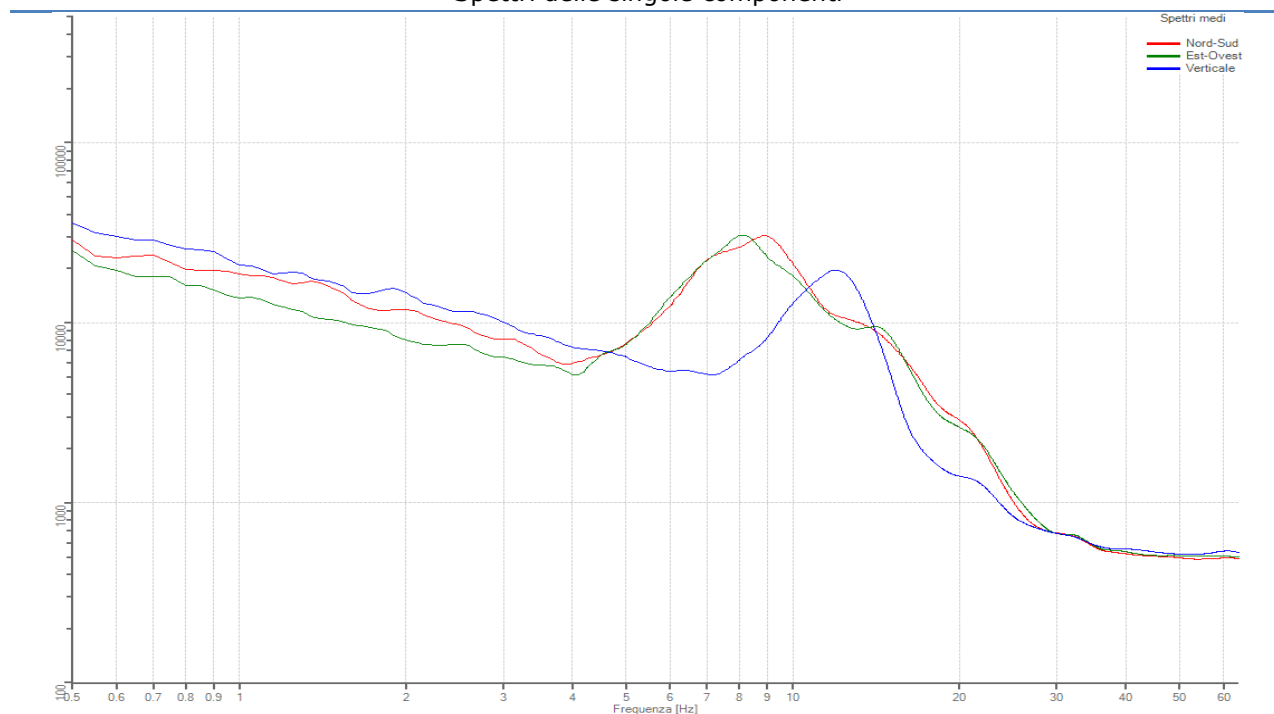


Traccia e finestre selezionate in direzione Verticale

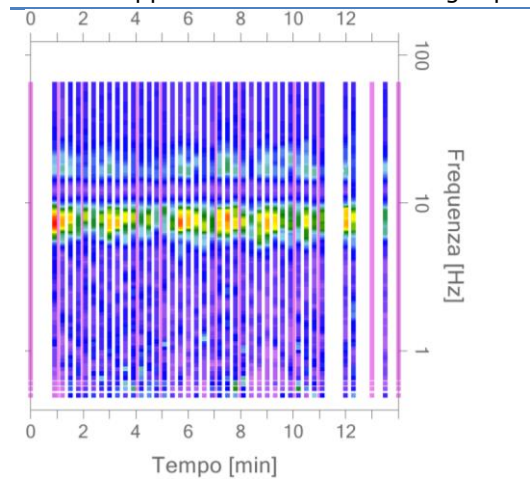


## Spettri

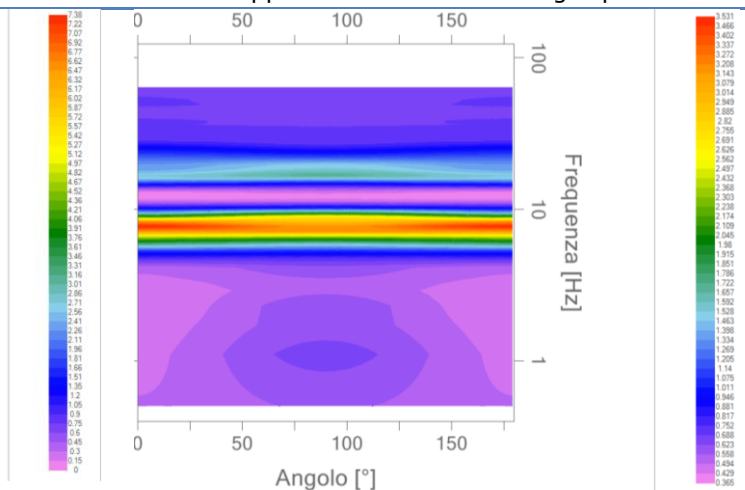
Spettri delle singole componenti



Mappa della stazionarietà degli spettri



Mappa della direzionalità degli spettri



## Rapporto spettrale H/V

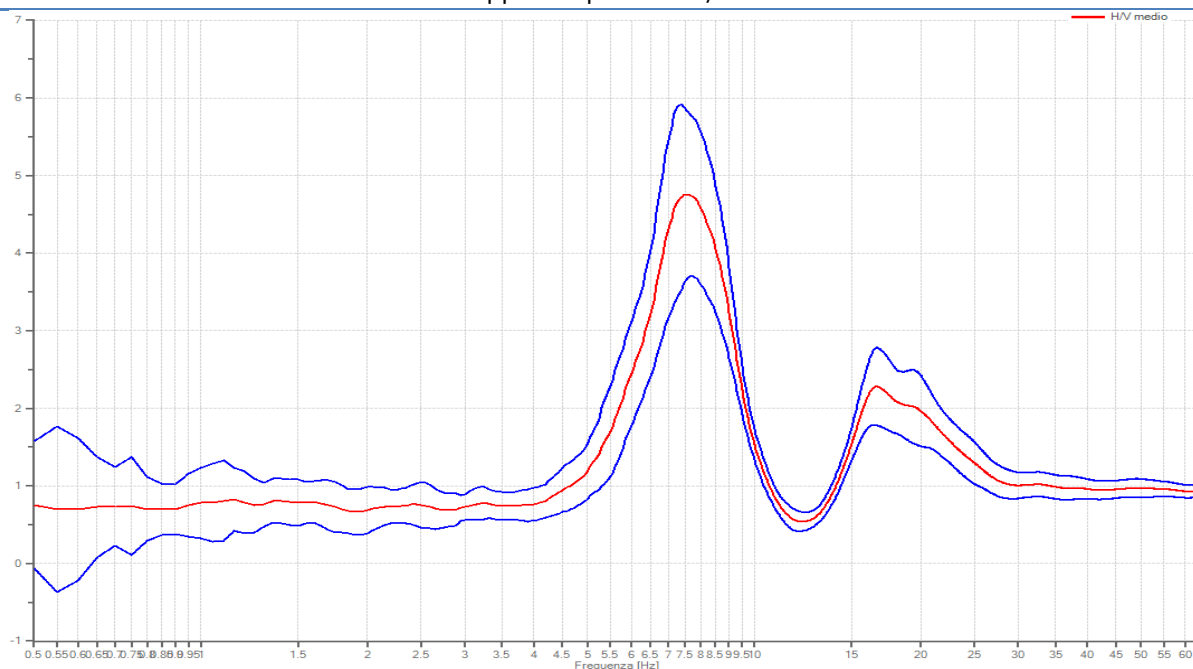
### Dati riepilogativi:

Frequenza massima: 64.00 Hz  
 Frequenza minima: 0.50 Hz  
 Passo frequenze: 0.05 Hz  
 Tipo lisciamento: Triangolare proporzionale  
 Percentuale di lisciamento: 10.00 %  
 Tipo di somma direzionale: Media quadratica

### Risultati:

Frequenza del picco del rapporto H/V: **7.55 Hz  $\pm$  0.23 Hz**

Grafico rapporto spettrale H/V naturale



Verifica secondo le linee guida SESAME, 2005

**Picco H/V a 7.55 Hz  $\pm$  0.23 Hz (nell'intervallo 0.50 - 64.0 Hz).**

Criteri per una curva H/V affidabile [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]			$L_w$ $n_w$ $n_c = L_w n_w f_0$ $f$ $f_0$ $\sigma_f$ $\varepsilon(f_0)$ $A_0$ $A_{H/V}(f)$ $f^-$ $f^+$ $\sigma_A(f)$  $\sigma_{\log H/V}(f)$ $\theta(f_0)$	lunghezza della finestra numero di finestre usate nell'analisi numero di cicli significativi frequenza attuale frequenza del picco H/V deviazione standard della frequenza del picco H/V valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$ ampiezza della curva H/V alla frequenza $f_0$ ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$ frequenza tra $f_0/4$ e $f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$ frequenza tra $f_0$ e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$ deviazione standard di $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$ valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$
$f_0 > 10 / L_w$	OK			
$n_c(f_0) > 200$	OK			
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$	OK			
$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$				
Criteri per un picco H/V chiaro [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]				
Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	OK			
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	OK			
$A_0 > 2$	OK			
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	OK			
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	OK			
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	OK			

Valori di soglia per $\sigma_f$ e $\sigma_A(f_0)$					
Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	0.25 $f_0$	0.2 $f_0$	0.15 $f_0$	0.10 $f_0$	0.05 $f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

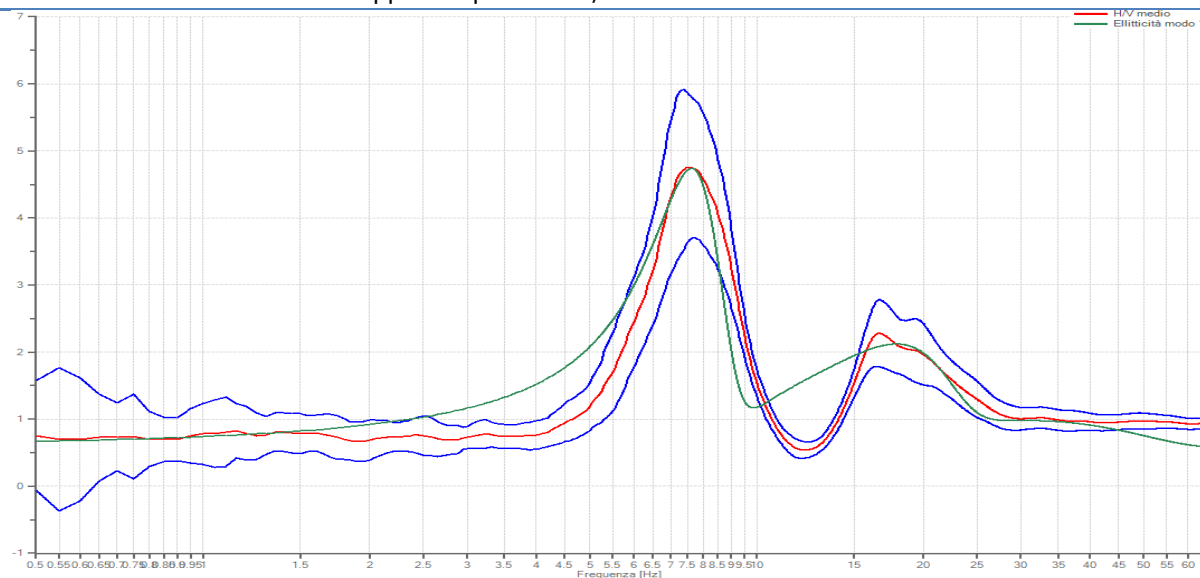
**Inversione:**

**Dati riepilogativi:**

Numero strati: 4

Frequenza del picco dell'ellitticità: 7.65 Hz

Grafico rapporto spettrale H/V naturale e modello sintetico

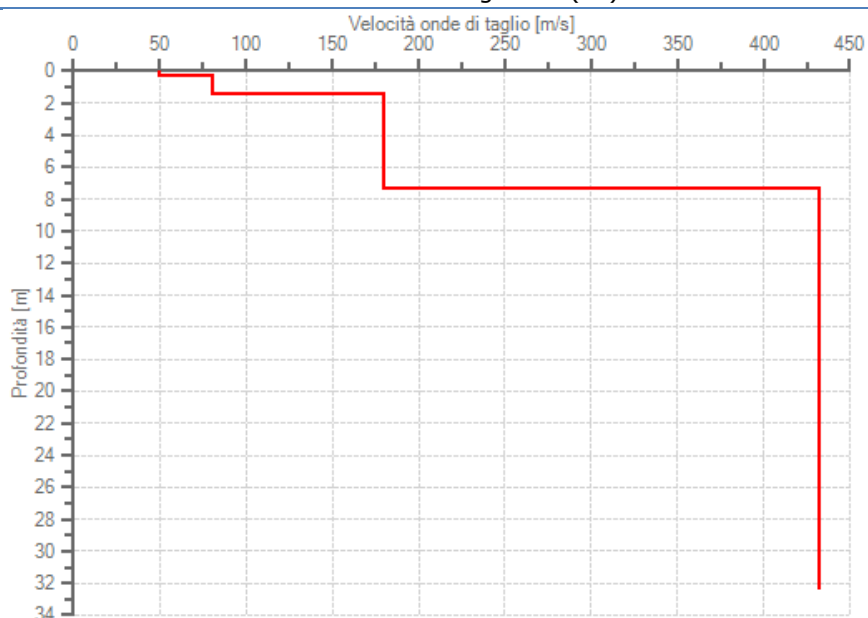


**Modello sismostratigrafico:**

Strato	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso per Unità di Vol. [kN/m³]	Coeff. di Poisson	Velocità onde di taglio [m/s]
1	0.0	0.3	18.0	0.30	50
2	0.3	1.1	18.0	0.32	80
3	1.4	6.0	18.5	0.35	180
4	7.4	25.0	20.0	0.40	432

**Valore  $V_{s30}$ : 284.6 m/s**

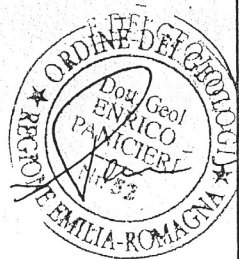
Profilo sismo-stratigrafico ( $V_s$ )





**ALLEGATO 2**  
**INDAGINE GEOGNOSTICHE**  
**E SISMICHE PREGRESSE**

VARIANZ. STRAT.	METRI	PROF. PARZ.	CAMP.	PROF. CAMP.	COLONNA STRATIG.	DESCRIZIONE TERRENO	METRI	% CAROTAGGIO 70 80 90 100	S.P.T. N	V.T. Kg/cm²	P.P. Kg/cm²
	1.40					Riporto eterogeneo	1				
	1.60					Terreno agrario argilloso.	2				
						Argilla giallastra con carbonato di calcio diffuso e concrezioni calcaree . Compatta .	3		3.5	1.9	
							4		3.4	1.6	
							5		3.4	1.8	
							6		3.0	1.0	
							7		2.0	0.7	
							8		1.6	0.6	
							9		3.6	1.4	
							10		3.0	1.7	
							11		4.0	2.5	
							12		4.9	2.4	
							13		3.7	2.2	
							14		2.1	1.0	
							15		1.4	0.6	
							16		1.5	0.7	
							17		1.4	0.7	
							18				
							19				
							20				



**LEGENDA**

1-2-3... CAMPIONE INDISTURBATO  
R CAMPIONE RIMANEGGIATO  
S CAMPIONE RIMANEGGIATO DA SPT  
SPT STANDARD PENETRATION TEST A metri 8.10  
VT VANE TEST  
PP POKET PENETROMETER

LIVELLO STATICO FALDA = ml 9.0  
PROFOND. RIVESTIMENTI = ml  
CASSE CAMPIONI N° 3  
PIEZOMETRI SEMPLICI = ml  
PIEZOMETRI CASAGRANDE = ml  
INCLINOMETRI = ml

Litostratimetria sondaggio a carotaggio continuo ricavata da  
Relazione geologico-tecnica a firma congiunta Dr. Geol. Enrico  
e Paolo Paniciere dello Studio Associato Paniciere di Felino

**TAV. 9**

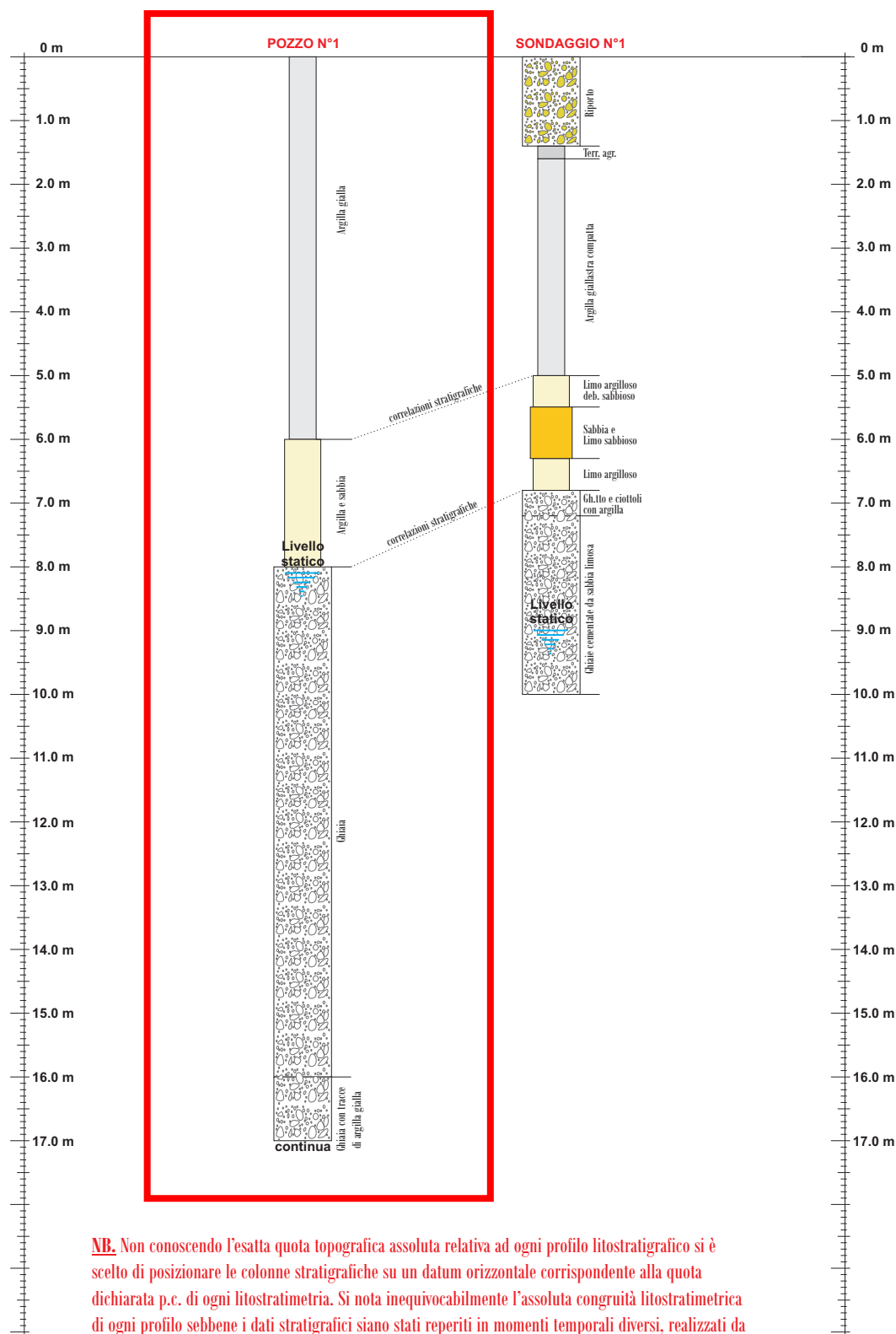
**Studio Geotech di Fornaciari dr. Andrea**

Via dei Muratori n° 15, 43123 Botteghino-Parma P.IVA 02076560347

C.F. FRNDR70A21G337K Tel/Fax 0521/641912 Cell. 349/5263591 andrea.fornaciari@libero.it

STRATIGRAFIA DEL POZZO 1 REALIZZATO DA DR. ING.  
MARCO BRIZZOLARA & C. SNC NEL. PROPR. RODOLFI  
MANSUETO SRL ORA RODOLFI MANSUETO SPA  
RICAVATA DA RELAZIONE GEOLOGICA )

SONDAGGIO A CAROTAGGIO CONTINUO REALIZZATO DA  
SO.RLGE. PERFORAZIONI NEL 22/02/99 A CORREDO  
DELLA PERIZIA GEOLOGICA RELATIVA ALLA  
COSTRUZIONE DEL DEPURATORE DI RODOLFI  
MANSUETO SPA A CASTELGUELFO DI FONTEVIVO (PB)



**NB.** Non conoscendo l'esatta quota topografica assoluta relativa ad ogni profilo litostratigrafico si è scelto di posizionare le colonne stratigrafiche su un datum orizzontale corrispondente alla quota dichiarata p.c. di ogni litostratimetria. Si nota inequivocabilmente l'assoluta congruità litostratimetrica di ogni profilo sebbene i dati stratigrafici siano stati reperiti in momenti temporali diversi, realizzati da vari perforatori e con metodologie di indagine differenti.

Correlazioni litostratimetriche utilizzando sondaggio ricavato da Relazione geologico-tecnica a firma congiunta  
Dr. Geol. Enrico e Paolo Panicieri

TAV. 10

**Studio Geotech** di Fornaciari dr. Andrea

Via dei Muratori n° 15, 43123 Botteghino-Parma P.IVA 02076560347

C.F. FRNDR70A21G337K Tel/Fax 0521/641912 Cell. 349/5263591 andrea.fornaciari@libero.it

# STRATIGRAFIA

Eseguita da ..... il ..... Scala 1:200...

Profondità	Caratteristiche litologiche e stratigrafiche	Osservazioni (4)
0.70	GHIAIA DI RIPOSO	
	ARGILLA GIALLA PLASTICA	
3.00	GHIAIA CON PICCOLE LENTI DI ARGILLA	
13.50	GHIAIA CON ARGILLA	
17.00	ARGILLA CON QUALCHE CIOTTOLO	
21.00	GHIAIA CON ARGILLA GIALLASTRA	
25.00	GHIAIA *	
31.00 31.70	ARGILLA GIALLA	
	GHIAIA SCIOLTA	
36.00	GHIAIA COMPATTA	
41.50		

Regione Emilia-Romagna

→ Scheda da ritornare al Genio Civile

Pratica N°

IV BP 01

1115

COMPENSORIO

COMUNE-Istat


(44)

P680

-Ditta CAMORALI GUIDO E LIDIA

residente a Fontenovo in Via Emilia, 69

-Pozzo ad uso Potabile Domestico in Comune di Fontenovo

Frazione Castelguelfo Località Mapp. N° 86-87-115-25

-Data di ultimazione della perforazione: 6-5-89

-Ditta perforatrice: Carloni Ariberto

## CARATTERISTICHE DEL POZZO

\*avanpozzo (si o no) SI

\*diametro interno tubi mm. 105

\*profondità mt. 37

## EQUIPAGGIAMENTO

\*tipo della pompa

Sommersa

\*potenza  $\frac{CV}{KW}$  1.5

\*prevalenza mt. 72

\*portata lt/sec. 4,3

-Livello statico mt. 12.50

-Portata pozzo: lt/sec. 3

-Superficie irrigata:

ha. are ca.

-Consumo giornaliero (24 ore):

metri cubi n° 9

La Ditta sottoscritta afferma, sotto la propria responsabilità, che la presente dichiarazione è completa e veritiera.

Data 8-5-89

Firma Carloni Ariberto  
Camorali Guido

## STRATIGRAFIA DEL TERRENO

Indicare la natura dei terreni e le  
FALDE ACQUIFERE attraversatiFalde  
cattate

-da mt. 0.000 a mt. 0.60

Apertura

-da mt. 0.60 a mt. 4.30

Argilla

-da mt. 4.30 a mt. 8

Argilla con sassi e sabbia

-da mt. 8 a mt. 22

Sassi impastati con argilla

-da mt. 22 a mt. 25

Argilla

-da mt. 25 a mt. 31

Ghiaie impastate con argilla

-da mt. 31 a mt. 37

Ghiaie pulite con sabbia (acqua)

-da mt. a mt.



## Localizzazione del pozzo

Long.

Lat.

Ha.

Quota piano campagna: m.s.l.m.

ANNOTAZIONI:

REGIONE EMILIA ROMAGNA

SERVIZIO PROVINCIALE DUECA DEL SUOLO  
RISORSE IDRICHE E FOSFATICI - PARMA

\* 9 OTT. 1989 \*

PROT. N° 6811

III IV C BP Fasc. 01/1115

N.B. : Qualora la Ditta sia in possesso di referti di analisi dell'acqua del pozzo, rilasciati da Laboratori o Gabinetti, è invitata ad allegarne copia.



(76)

181 RP 658

**POZZO AD USO DOMESTICO**

scheda di denuncia

COMPENSORIO 

0	4
---	---

 COMUNE 

0	2	5
---	---	---

 NUMERO PROGRESSIVO 

4	0	4
---	---	---

-Ditta titolare del pozzo: Ditta CECI ENRICHETTO E PAOLINOresidente a NOCETO (Parma) in Via Centolance-Pozzo in Frazione: Castelguelfo, Località \_\_\_\_\_, Mapp. N° 1 / Fg. 10-Data perforazione: 19 77; -Ditta perforatrice: "O.Per.I.A." s.a.s - PARMA● Parte riservata alla Ditta-Caratteristiche del pozzo:avanpozzo (si o no): noØ dei tubi: mm. 150profondità mt. 44Usi cui è destinata l'acqua

- familiare ☒
- abbeveraggio bestiame ☒
- inaffiamento orto ☒
- inaffiamento giardino ☒

-Portata: lt./sec. 1-Consumo giornaliero: mc. 2  
qf.

La Ditta sottoscritta afferma, sotto la propria responsabilità, che la presente dichiarazione è completa e veritiera:

data: 25.4.77firma: Ceci EnrichettoParte riservata all'Ufficio Tecnico Com.leLocalizzazione del pozzo

Longit.			Latit.			Ha.			
Quota piano campagna: m.s.l.m.									

STRATIGRAFIA DEL TERRENONatura dei terreni e indicazione delle falde acquifere attraversate (fenestrature)

- da mt. 0.-- a mt. 6.--  
argilla
- da mt. 6.-- a mt. 12.--  
ghiaia asciutta
- da mt. 12.-- a mt. 40.--  
ghiaia con acqua (finestrata)
- da mt. 40.-- a mt. 44.--  
ghiaia e conglomerato
- da mt. \_\_\_\_\_ a mt. \_\_\_\_\_
- da mt. \_\_\_\_\_ a mt. \_\_\_\_\_

Livello statico : mt. \_\_\_\_\_

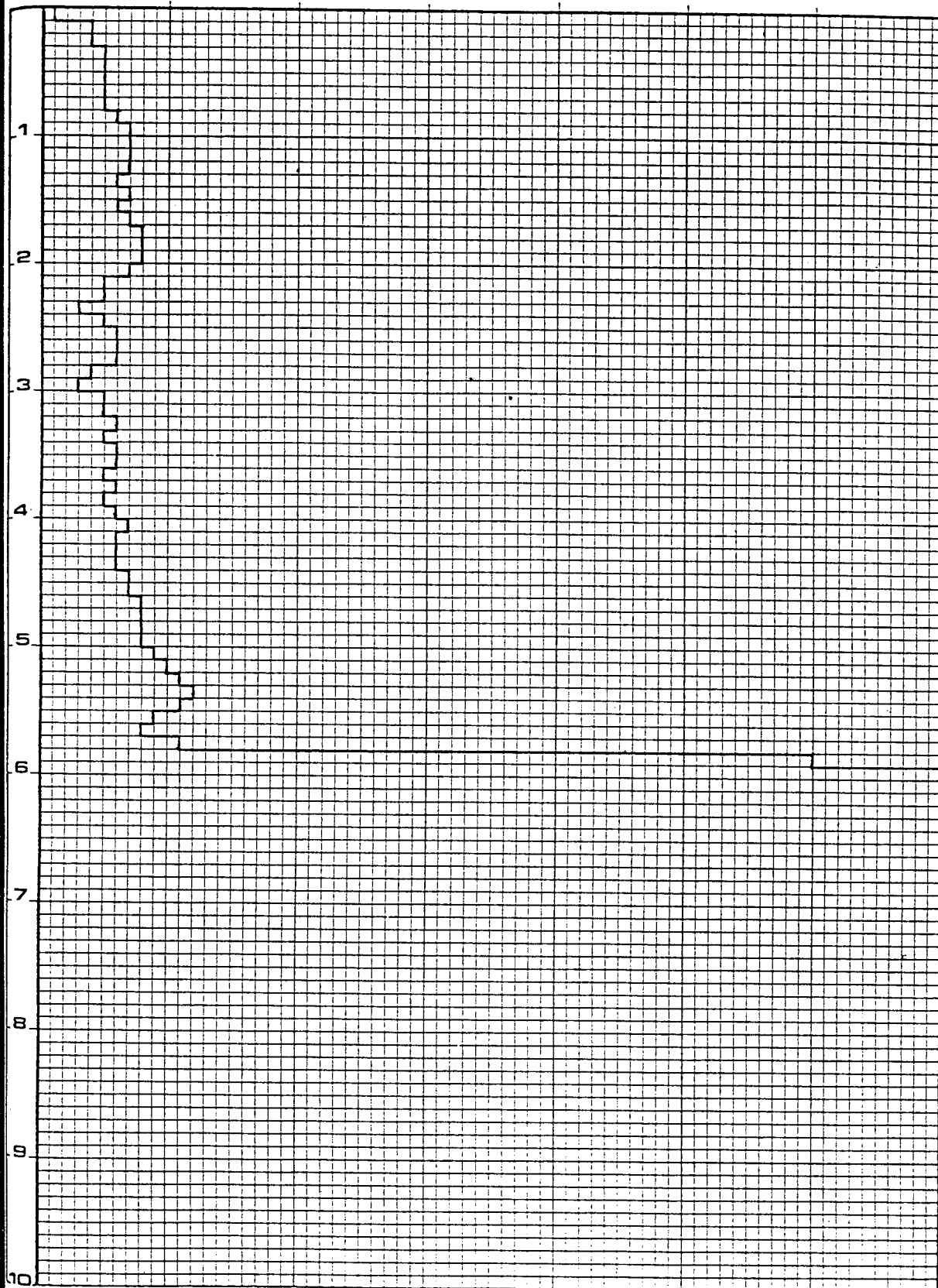
Il Tecnico Comunale

# DYNAMIC-PENETROMETER TEST

N DL030

0 10 20 30 40 50 60

0026  
Litologia H<sub>2</sub>O



Argilla-limosa

Ghiaia

LOCALITA' Stazione di Castelguelfo area n° 2

PROVA n° 1 DATA 15/05/87

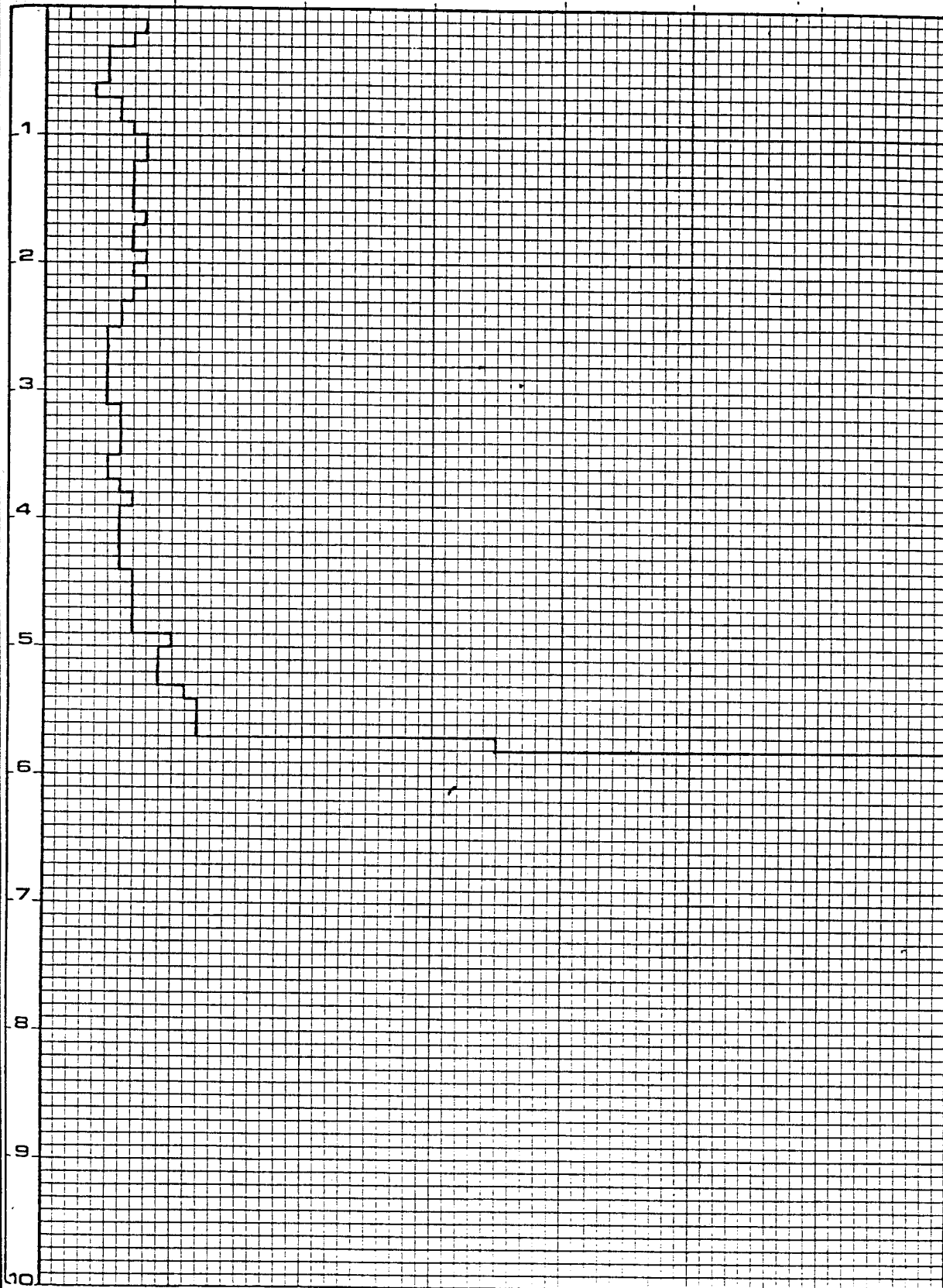
# DYNAMIC-PENETROMETER TEST

N DLO30 →

D024

0 10 20 30 40 50 60

Litologia H<sub>2</sub>O



Argilla - limosa

Ghiaia

LOCALITA' Stazione di Castelguelfo

area n° 2

PROVA n° 2

DATA

15/05/87

PROGETTO:	Studio di Microzonazione Sismica del territorio comunale di Fontevivo
LOCALITA':	Fontevivo (PR)

### PROVA TROMOGRAFICA T9

Comune Fontevivo	Località Stazione di Castelguelfo	
Cantiere	Data 09/05/2013	Ora 16.39
Codice lavoro FONT.05.1302 – Microzonazione Fontevivo		
Codice Prova 034016P189	Codice file FON9	Durata (min) 20'
Strumento ECHO 3 TROMO Ambrogeo	Freq.camp. 141 Hz	Freq. sensore 2.0 Hz
Operatore Dr. Geol. Alessandro Ferrari		

### CONDIZIONI ATMOSFERICHE

Vento	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole (<5m/s)	<input type="checkbox"/> medio (5<v>30 m/s)	<input type="checkbox"/> forte (>30 m/s)
Pioggia	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole	<input type="checkbox"/> media	<input type="checkbox"/> forte

### TERRENO DI PROVA

Suolo	<input checked="" type="checkbox"/> argilloso-limoso soffice	<input type="checkbox"/> argilloso-limoso duro	<input checked="" type="checkbox"/> con erba	<input type="checkbox"/> senza erba
	<input type="checkbox"/> ghiaia	<input type="checkbox"/> sabbia	<input type="checkbox"/> roccia	
	<input type="checkbox"/> suolo asciutto	<input checked="" type="checkbox"/> suolo umido	<input type="checkbox"/> suolo saturo	
Pavimentazione artificiale	<input type="checkbox"/> rilevato in ghiaia	<input type="checkbox"/> cemento/clc	<input type="checkbox"/> asfalto	<input type="checkbox"/> ceramica
	<input type="checkbox"/> altro:			
Accoppiamento sensore	<input checked="" type="checkbox"/> piedini infissi	<input type="checkbox"/> piedini da pavimento	<input type="checkbox"/> accoppiamento artificiale	<input type="checkbox"/> sabbia <input type="checkbox"/> altro


### STRUTTURE CIRCOSTANTI

Abitazioni	<input checked="" type="checkbox"/> assenti	<input type="checkbox"/> sparse	<input type="checkbox"/> fitte	<input type="checkbox"/> molto fitte
Fabbriche	<input type="checkbox"/> assenti	<input type="checkbox"/> sparse	<input checked="" type="checkbox"/> fitte	<input type="checkbox"/> molto fitte
Ponti	<input checked="" type="checkbox"/> assenti		<input type="checkbox"/> presenti	
Strutt.sotterr.	<input checked="" type="checkbox"/> assenti		<input type="checkbox"/> presenti: descrizione	
Piante	<input checked="" type="checkbox"/> assenti	<input type="checkbox"/> sparse	<input type="checkbox"/> fitte	<input type="checkbox"/> molto fitte

### SORGENTI RUMORE

Disturbo discontinuo		assente	raro	moderato	forte	molto forte	Distanza (m)
	auto					x	20
	camion				x		20
	passanti	x					
	altro						
Dist. cont.	<input type="checkbox"/> assente		<input checked="" type="checkbox"/> presente: Camion acceso				

### OSSERVAZIONI

 <b>EN GEO S.r.l.</b> ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Report indagine tromografica	Maggio 2013	0	1 di 6

PROGETTO:	Studio di Microzonazione Sismica del territorio comunale di Fontevivo
LOCALITA':	Fontevivo (PR)

## Tracce in input

### Dati riepilogativi:

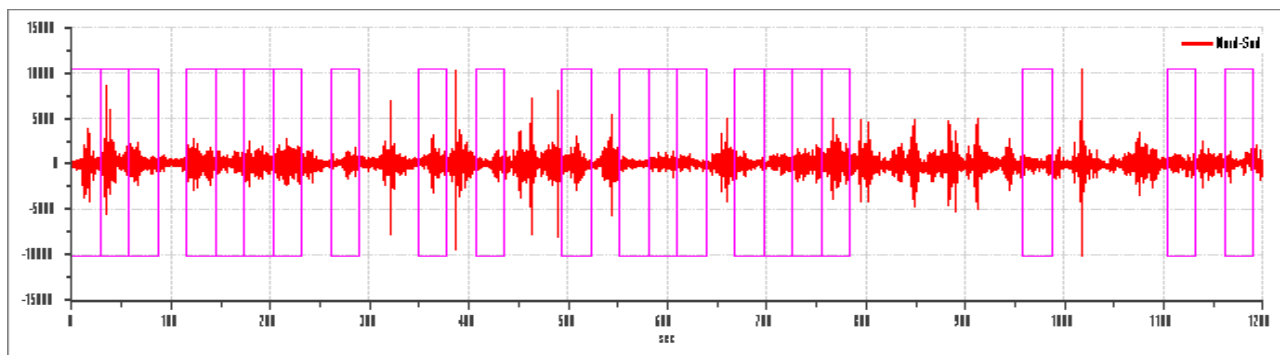
Numero tracce: 3  
 Durata registrazione: 1200 s  
 Numero campioni: 169200  
 Direzioni tracce: Nord-Sud; Est-Ovest; Verticale.  
 Latitudine: 44.8342N  
 Longitudine: 10.1765E

## Finestre selezionate

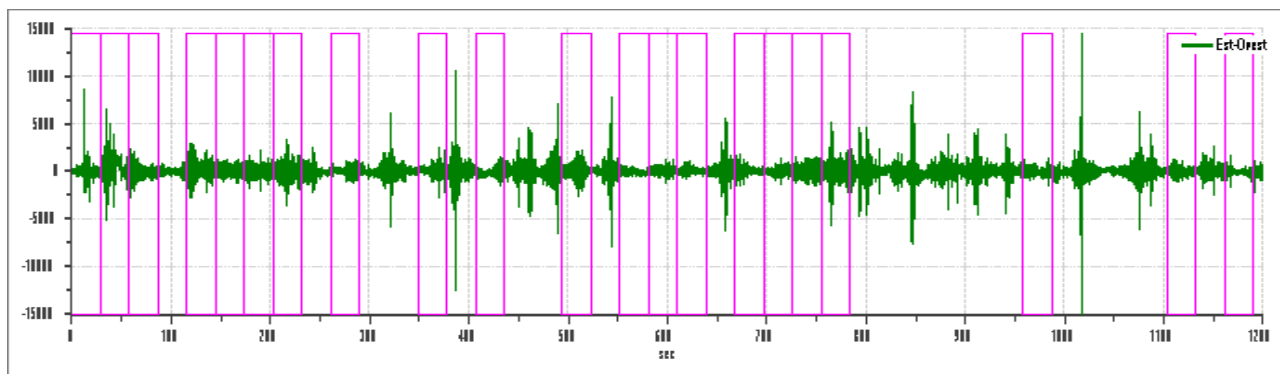
### Dati riepilogativi:

Numero totale finestre selezionate: 21  
 Numero finestre incluse nel calcolo: 14  
 Dimensione temporale finestre: 29.05 s  
 Tipo di lisciamento: Konno & Ohmachi  
 Percentuale di lisciamento: 10.00 %  
 Coefficiente di banda: 40.00

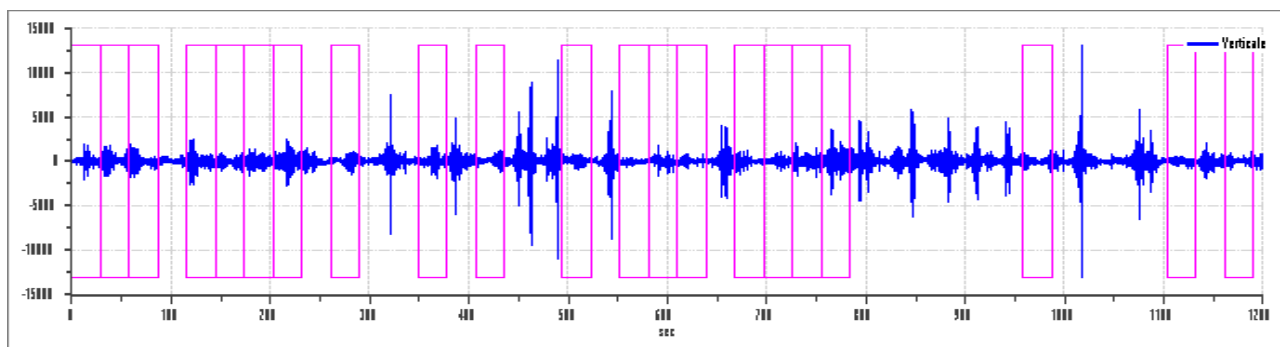
### Grafici tracce con finestre selezionate:




Traccia e finestre selezionate in direzione Nord-Sud



Traccia e finestre selezionate in direzione Est-Ovest



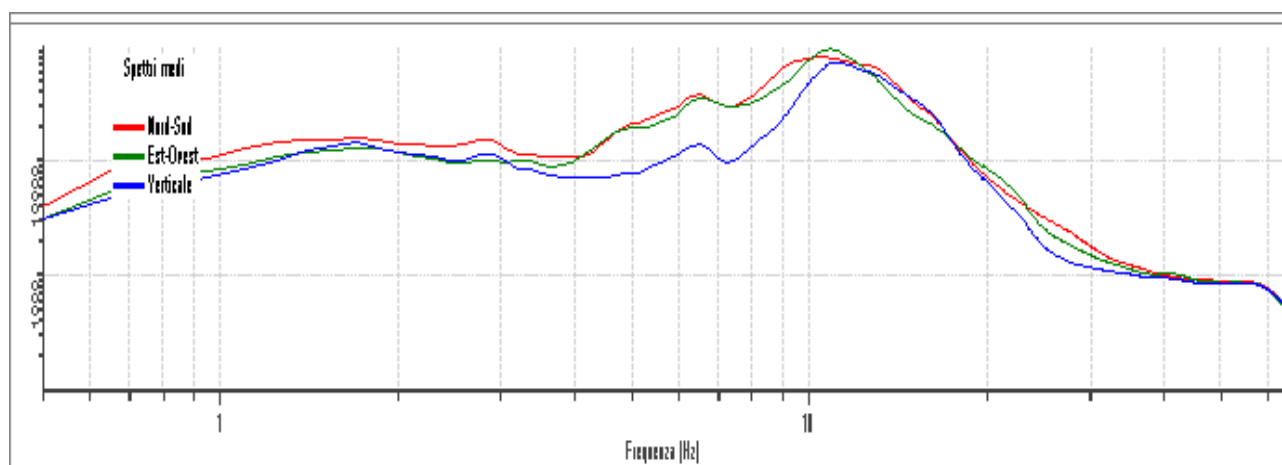
Traccia e finestre selezionate in direzione Verticale

 <b>EN GEO</b> S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Report indagine tromografica	Maggio 2013	0	2 di 6



PROGETTO:	Studio di Microzonazione Sismica del territorio comunale di Fontevivo
LOCALITA':	Fontevivo (PR)

## SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



### Rapporto spettrale H/V

#### Dati riepilogativi:

Frequenza massima: 64.00 Hz  
 Frequenza minima: 0.50 Hz  
 Passo frequenze: 0.15 Hz  
 Tipo lisciamento:: Konno & Ohmachi  
 Percentuale di lisciamento: 10.00 %  
 Tipo di somma direzionale: Media aritmetica

#### Risultati:

Frequenza del picco del rapporto H/V:  $7.25 \text{ Hz} \pm 0.23 \text{ Hz}$

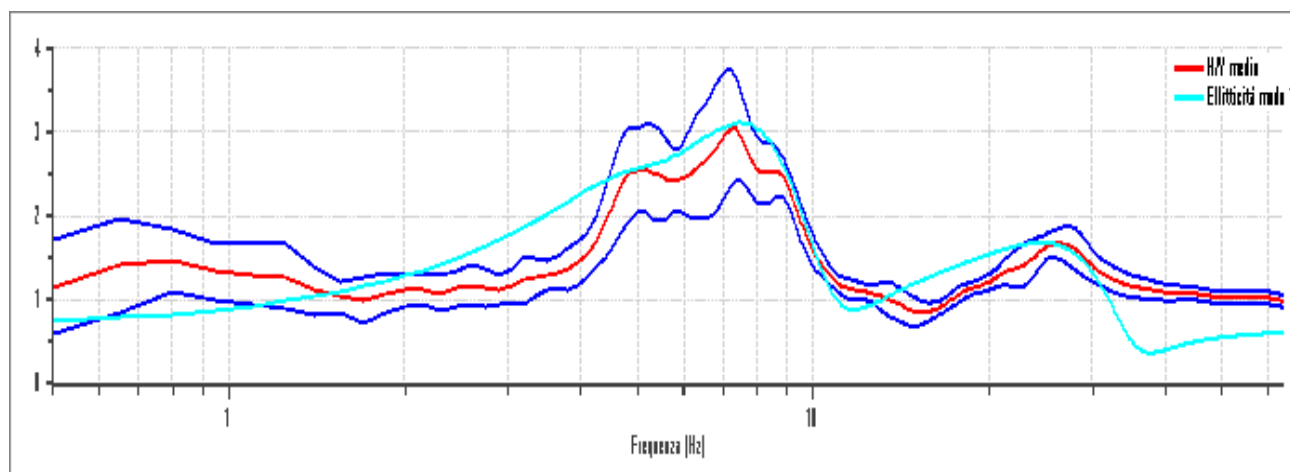
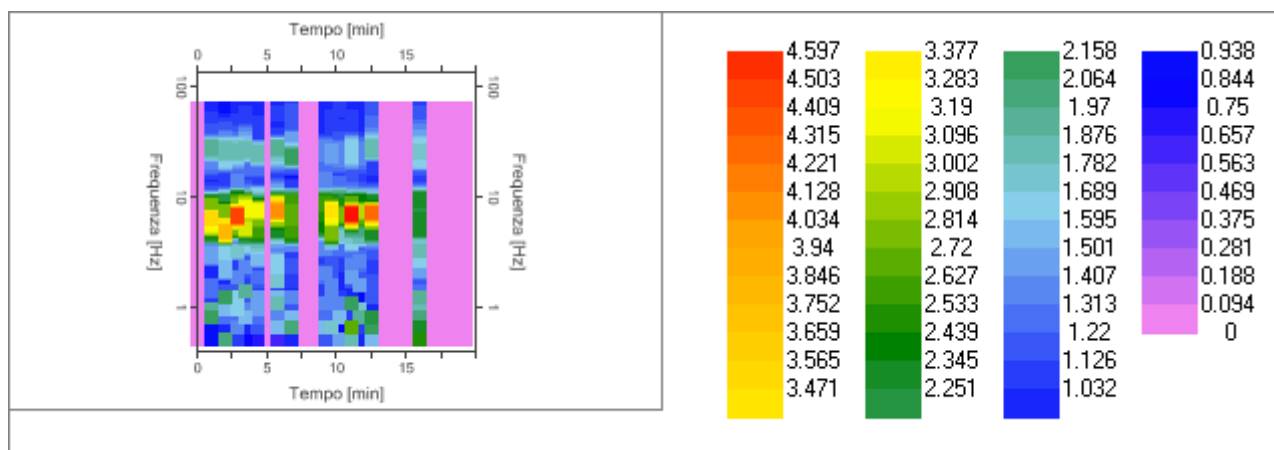
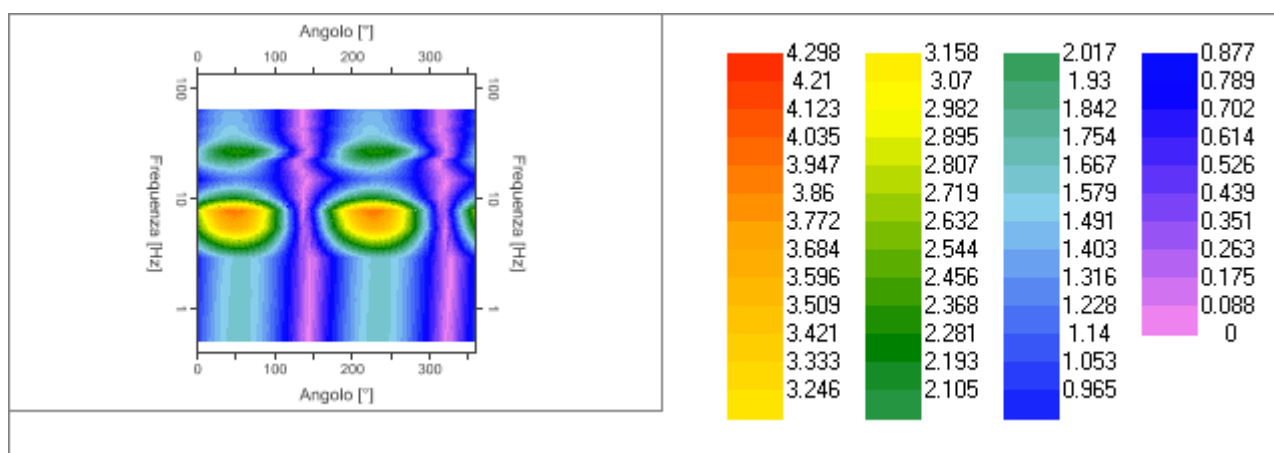


Grafico rapporto spettrale H/V naturale con curva H/V sintetica

PROGETTO:	Studio di Microzonazione Sismica del territorio comunale di Fontevivo
LOCALITA':	Fontevivo (PR)



*Mappa della stazionarietà degli spettri*



*DIREZIONALITA' H/V*

## Modello stratigrafico

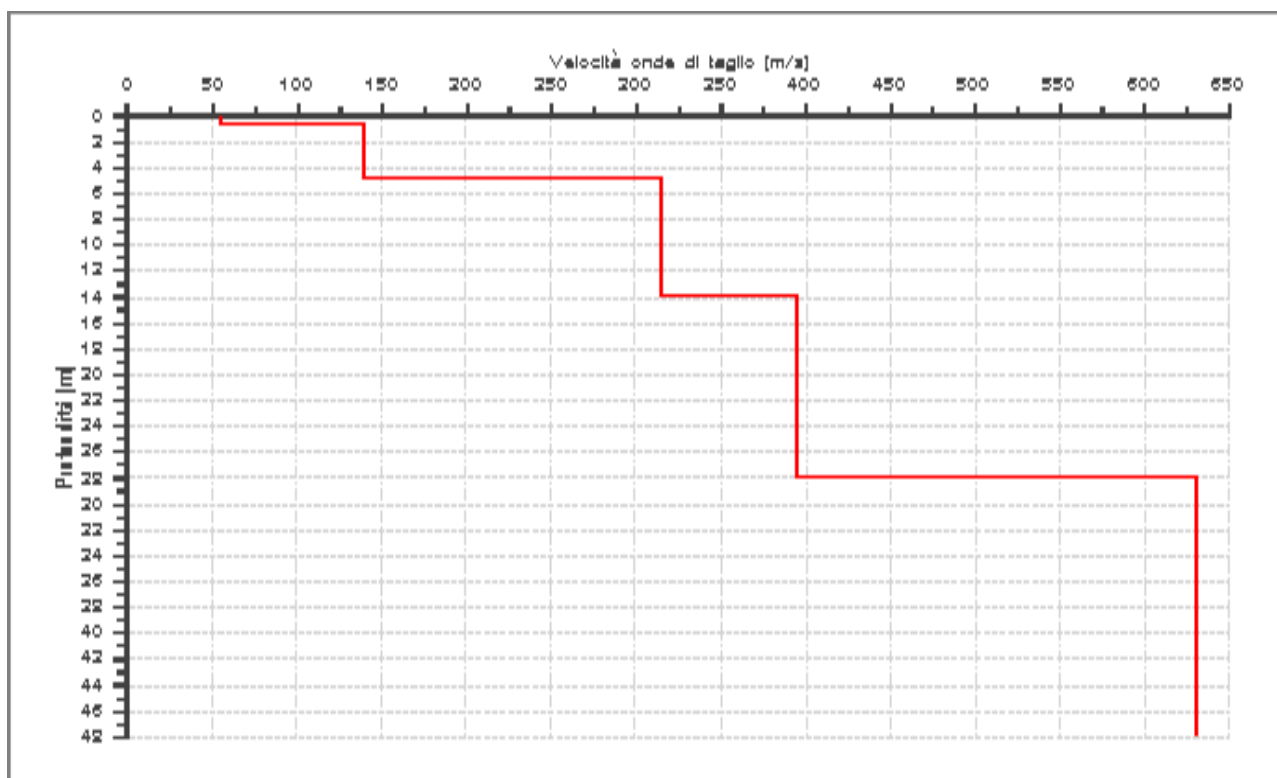
### Dati riepilogativi:

Numero strati: 5  
 Frequenza del picco dell'ellitticità: 7.55 Hz  
 Valore di disadattamento: -1.00  
 Valore Vs30: 275.3 m/s

### Dati della stratigrafia:

Strato	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso per Unità di Vol. [kN/m <sup>3</sup> ]	Coeff. di Poisson	Velocità onde di taglio [m/s]
1	0	0.6	18	0.35	55
2	0.6	4.3	18	0.35	140
3	4.9	9	19	0.35	315
4	13.9	14	20	0.4	395
5	27.9	20	20	0.4	630

PROGETTO:	Studio di Microzonazione Sismica del territorio comunale di Fontevivo
LOCALITA':	Fontevivo (PR)



PROGETTO:	Studio di Microzonazione Sismica del territorio comunale di Fontevivo
LOCALITA':	Fontevivo (PR)

## Verifica secondo le linee guida SESAME, 2005

Picco H/V a  $7.25 \pm 0.23$  Hz (nell'intervallo 0.50 - 64.0 Hz).

<b>Criteri per una curva H/V affidabile</b> [ Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti ]		
$f_0 > 10 / L_w$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	OK	
<b>Criteri per un picco H/V chiaro</b> [ Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti ]		
Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	OK	
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	OK	
$A_0 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}} [A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	OK	

$L_w$	lunghezza della finestra
$n_w$	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
$f$	frequenza attuale
$f_0$	frequenza del picco H/V
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
$A_0$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f_0$
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$
$f^-$	frequenza tra $f_0/4$ e $f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
$f^+$	frequenza tra $f_0$ e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Valori di soglia per $\sigma_f$ e $\sigma_A(f_0)$					
Intervallo di freq. [ Hz ]	< 0.2	0.2 - 0.5	0.5 - 1.0	1.0 - 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [ Hz ]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20