

# COMUNE DI RIMINI

PROGETTO DI AMPLIAMENTO AZIENDA PRODUTTIVA  
PROCEDIMENTO UNICO AI SENSI DELL'ART.53 L.R. 24/2017

TAVOLA

# B.20

PROGETTO

via San Martino in  
Riparotta, 5/T - Rimini

Data: 09/05/2023

Rev.: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Relazione GEOLOGICA

**STUDIO GEOLOGICO A SUPPORTO DEL:  
PROGETTO DI AMPLIAMENTO AZIENDA PRODUTTIVA  
PROCEDIMENTO UNICO AI SENSI DELL'ART. 53 L.R. 24/2017**

**COMMITTENTI:**

Bernardi S.R.L.

**OGGETTO**

RELAZIONE GEOLOGICA

**UBICAZIONE:**

COMUNE DI RIMINI - PROVINCIA DI RIMINI

**DATI CATASTALI:**

.....

**data** APRILE 2023

**rif.** 1039\_23

Dott. Geologo A. Livi FIRMATA DIGITALMENTE

**DOTT. GEOLOGO A. LIVI**

**COMUNE DI RIMINI  
PROVINCIA DI RIMINI**

**STUDIO GEOLOGICO A SUPPORTO DEL:  
PROGETTO DI AMPLIAMENTO AZIENDA PRODUTTIVA  
PROCEDIMENTO UNICO AI SENSI DELL'ART. 53 L.R. 24/2017**

COMMITTENTI:  
Bernardi S.R.L.

**RELAZIONE GEOLOGICA**

**1. Introduzione:**

Su incarico dei Committenti, si presenta la presente relazione geologica sui terreni interessati all'ampliamento di azienda produttiva di cui all'oggetto.

Il presente lavoro viene redatto in conformità alla normativa vigente (NTC 2008 "Norme tecniche per le Costruzioni" – D.M.14.01.2008 e Circolare n. 617 del 2.02.2009, Gazzetta Ufficiale n. 47 del 26 febbraio 2009 – Suppl. Ordinario n. 27: "Istruzioni per l'applicazione delle NTC di cui al D.M. 14 gennaio 2008").

Il presente studio si propone di valutare e verificare :

- geologia e geomorfologia presente nel sito (da Carta Geologica Regionale) unità geologiche,
- storia geologica dell'area d'indagine,
- forme del terreno e processi geomorfologici,
- idrologia e idrogeologia,
- verifica dei vincoli sismici e geotecnici,
- aspetti geodinamici e sismici: categoria del sottosuolo da  $V_{s30} - a_{max}$ ,
- rilevamento della situazione geologico-tecnica dei terreni presenti,

- definizione delle unità litostratigrafiche,
- verifiche della stabilità del versante ove necessario,
- indicazioni della possibilità di liquefazione,
- eventuali prescrizioni,

La presente relazione geologica è stata effettuata mediante:

- **dati bibliografici**,
- **osservazione della cartografia disponibile**,
- **rilievo geologico e geomorfologico**,
- **campagna di sondaggi geognostici realizzati dalla ditta Intergeo s.r.l. - Servizi Geologici composta da n. 2 C.P.T. effettuati nelle immediate vicinanze, per un lavoro in area nella stessa proprietà**
- **n. 1 carotaggio per un lavoro in area nella stessa proprietà**
- **n. 1 prove sismiche -- H.V.S.R. per il controllo della velocità delle onde sismiche S nei primi 30 metri per un lavoro in area nella stessa proprietà**

Costituiscono parte integrante della presente relazione:

— Ubicazione area su Carta tecnica regionale	fig. 1	Tavola unica
— Corografia – inquadramento geologico regionale	fig. 2	Tavola unica
— Piano stralcio di bacino per l'assetto idrogeologico (p.a.i.) progetto di variante 2016 del territorio comunale di rimini	fig. 3	Tavola unica
— Tavola di piano tav. d 1/3 "rischi ambientali" del ptcp variante 2012 della provincia di rimini	fig. 4	Tavola unica
— Carta delle tutele vulnerabilità e sicurezza del territorio del psc tavola vin 3A	fig. 5	Tavola unica
— Carta di microzonazione sismica secondo livello di approfondimento fattori di amplificazione di pga tavola b.18a del psc	fig. 6	Tavola unica
— Carta microzonazione sismica secondo livello di approfondimento dell'intensità spettrale per 0,1 sec <math>t_0 < 0,5 \text{ sec}</math> tavola b.19a del psc	fig. 7	Tavola unica
— Carta microzonazione sismica secondo livello di approfondimento dell'intensità spettrale per 0,5 sec <math>t_0 < 1,0 \text{ sec}</math> tavola b.20a del psc	fig. 8	Tavola unica
— Piano stralcio di bacino mappa delle pericolosità - reticolo secondario di pianura dell'autorità interregionale di bacino per il comune di rimini	fig. 9	Tavola unica
— Ambito dell'intervento	fig. 10	Tavola unica
— Ubicazione prove geognostiche considerate	fig. 11	Tavola unica
— Sezione litostratigrafica su prove c.p.t. e carotaggio	fig. 12	Tavola unica
— Sondaggi eseguiti		Allegato 1
— Prove sismiche effettuate		Allegato 2

## 2. Ubicazione

La zona d'indagine è ubicata in Provincia di Rimini, Comune di Rimini, via San Martino in Riparota località Viserba Monte .

L'ubicazione dell'area espressa in coordinate geografiche risulta 1:

latitudine 43.958480° – longitudine 12.716368°

## 3. Indagini eseguite

Le caratteristiche dei macchinari usati per i sondaggi sono inserite nelle rappresentazioni dei sondaggi stessi, i sondaggi geognostici e le prove sismiche sono stati eseguiti dalle Ditte:

- *Intergeo s.r.l. ;servizi geologici*
- *Soil Investigation s.n.c.*

le indagini geognostiche e simiche considerate sono state eseguite per altro lavoro nella stessa proprietà

## 4. Inquadramento Geologico e Geomorfologico:

Per l'inquadramento geologico e geomorfologico si sono consultate le cartografie Carta Geologica d'Italia edita dal "Servizio Geologico d'Italia" denominata "Pesaro" foglio 109, in scala 1:100.000. e dalla cartografia del sito della regione Emilia Romagna per la cartografia specifica con l'applicazione dedicata.

Nell'area d'indagine si sono identificati le seguenti litofacies e formazioni

LITOFACIES CARATTERISTICA

### ▪ **Depositi alluvionali: piana intravalliva, conoide e piana alluvionale**

Trattasi di Ghiaie di riempimento di canale fluviale, - Ghiaie da molto grossolane a fini con matrice sabbiosa o, più raramente argillosa in strati da spessi a molto spessi, generalmente amalgamati. Intercalazioni di sabbia e argilla assenti o subordinate e sviluppate al tetto degli strati.

Strutture sedimentarie assenti o date a embriciatura dei ciottoli e gradazione positiva (nelle ghiaie più fini). Depositi di riempimento di canale fluviale.

Formano corpi a geometria nastriforme (canali singoli di piana alluvionale) o tabulare (canali lateralmente e verticalmente amalgamati di piana intravalliva e conoide) di spessore variabile da 3 a 15 metri.

Alternanze di sabbie e limi di argine, canale e rotta fluviale, - Alternanze di sabbie fini e finissime, spesso limose, in strati da sottili a spessi, e limi, limi sabbiosi e limi argillosi, in strati da molto sottili a medi. Gli strati sono organizzati in sequenze con gradazione positiva o negativo-positiva. Localmente sono presenti sabbie medio-grossolane alla base delle sequenze positive ed intercalazioni di argilla al tetto. Depositi di argine, canale e rotta fluviale, distinti solo in AES8a. Formano corpi rilevati a geometria nastriforme con spessore massimo di 3-4 metri.

---

<sup>1</sup> I presenti dati sono stati calcolati con G.P.S. Garmin modello Etrex H

Argille e limi di piana inondabile, - Argille e limi in strati medi e spessi con rare intercalazioni di limi sabbiosi e sabbie limose in strati da molto sottili a medi. Spesso le argille sono bioturbate e non sono visibili la stratificazione e le strutture sedimentarie.

#### **Depositi di piana inondabile, distinti solo in AES8a.**

Formano corpi a geometria irregolare nelle aree depresse interposte ai depositi di argine; hanno spessori di 1-3 metri.

Alternanze di sabbie, limi ed argille di tracimazione fluviale indifferenziata, - Alternanze di sabbie fini e finissime, limi ed argille in strati da molto sottili a spessi. Le alternanze sabbioso-limose sono in strati sottili e medi organizzati in sequenze con gradazione positiva o negativo-positiva, le argille sono in strati da medi, a molto spessi, spesso bioturbati e non sono visibili la stratificazione e le strutture sedimentarie.

Al tetto delle sequenze positive sono spesso presenti accumuli di sostanza organica o paleosuoli.

Depositi di tracimazione fluviale non differenziati a causa dei processi di erosione, bioturbazione e pedogenesi che hanno modificato le tessiture e le forme originarie e non hanno consentito di distinguere i depositi di argine da quelli di piana inondabile. Formano un grosso corpo composito a geometria cuneiforme a grande scala, spesso fino a 20 metri, che localmente include i depositi ghiaiosi di canale fluviale.

## **4.1. COPERTURE QUATERNARIE**

### ▪ **Sintema Emiliano-Romagnolo Superiore (AES)**

Comprende depositi alluvionali, deltizi, litorali e marini. Nel sottosuolo della pianura è costituito da una successione di cicli trasgressivo - regressivi formati da argille, limi, sabbie e ghiaie di ambiente alluvionale e, limitatamente al settore costiero, da sabbie litorali. In affioramento e nel sottosuolo prossimale alla catena il limite inferiore è erosivo e discordante sui depositi marini. Nel sottosuolo di pianura il limite è per discordanza angolare con AEI. Sintema parzialmente suddiviso in subsintemi (AES8, AES7 ed AES6) limitati, in affioramento, dalle principali scarpate di terrazzo fluviale e paleosuoli e, nel sottosuolo della pianura, da bruschi contatti fra depositi trasgressivi marino - marginali e palustri su depositi di conoide e di piana alluvionale. Spessore massimo circa 200 m (sottosuolo della pianura). (Pleistocene medio – Olocene).

**Nell'area in esame si rinviene il sub sistema AES8**

### ▪ **Subsintema di Ravenna (AES8) L'AREA SI TROVA IN QUESTA**

#### **LITOLOGIE/FACIES**

Sono costituiti da depositi fluviali intravallivi e di piana alluvionale, di piana di sabbia litorale e, nel settore a mare, di prodelta e transizione alla piattaforma. Nella valle del F. Marecchia i depositi fluviali sono organizzati in 3 ordini di terrazzo con inclinazione media di 5-6 per mille. Limite superiore coincidente con il piano topografico, dato da suoli variabili da non calcarei a calcarei. I suoli non calcarei e scarsamente calcarei hanno, al tetto, colore bruno scuro e bruno scuro giallastro (10YR, 2,5Y), spessore dell'orizzonte decarbonatato da 0,3 ad 1 m e contengono reperti archeologici di età dal Neolitico al Romano. I suoli calcarei appartengono all'unità AES8a. Limite inferiore coincidente, in affioramento, con una superficie di erosione fluviale o con il contatto delle tracimazioni fluviali sul suolo non calcareo al tetto di AES7.

Subsintema contenente un'unità di rango gerarchico inferiore (AES8a) che, dove presente, ne costituisce il tetto stratigrafico. Spessore massimo di 20-25 metri.

## 5. Geomorfologia dell'area

Come sopra indicato l'area d'interesse risulta costituita depositi alluvionali, in genere pianeggianti o leggermente inclinati.

L'ubicazione dell'area entra nella conoide fluviale del F. Marecchia.

La forma complessiva di questi conoidi è vagamente ellittica ed allungata. Il maggiore risulta quello del Fiume Marecchia che si sviluppa su di una superficie complessiva di circa 94 kmq di cui circa il 40% con sviluppo in mare.

In un intorno significativo dell'area in esame si possono ravvedere strutture di orlo di terrazzi fluviali, in parte antropici o antropizzati, enfatizzate da creazione di scarpate erosive sia attive che abbandonate, e situazioni di erosione in alveo e di sponda.

Trattandosi di aree di conoide fluviale, la molteplicità degli eventi idrogeologici ed antropici succedutesi nel tempo, hanno fatto sì che i normali depositi terrazzati di tipo alluvionale non risultano sempre chiari.

Si distinguono tuttavia nettamente due orli distinti di scarpata: uno in sinistra ed in destra idrografica tra terrazzi recenti e terrazzi del III° ordine, ed uno in destra idrografica tra terrazzi del III° ordine e del II° ordine.

La massima estensione compete ai terrazzi alluvionali del III° ordine estesi soprattutto in sinistra idrografica del Fiume Marecchia

Ad una visione diretta dell'area non si ravvedono problematiche di natura gravitativa dei terreni presenti .

## 6. Idrologia superficiale e idrogeologia sotterranea:

### 6.1. Cenni di idrologia

L'idrologia dell'area è rappresentata dal fiume principale Fiume Marecchia, che dopo la stretta di ponte Verucchio procede quasi in maniera quasi rettilinea con leggera curvatura verso la destra idrografica. Per gli ultimi km poi, prima di sfociare in mare, si incurva nettamente in destra idrografica compiendo due anse aventi raggio di curvatura variabile da 1 km ad oltre 2 km.

A riguardo degli eventi di esondazione relativi al Fiume Marecchia ed al Torrente Uso, si ricorda che in riferimento a quest'ultimo, l'evento dell'anno 650 a ridosso dell'abitato di Santarcangelo di Romagna ha probabilmente prodotto una divaricazione d'alveo con diramazione verso lo scolo Brancona.

Si segnalano inoltre eventi di rilevante importanza accaduti in tempi attuali, quali quello del 1951 poco a valle dell'abitato di San Vito e quello del 1976 nei pressi dell'abitato di Bellaria.

Anche nei pressi dell'abitato di San Martino in Riparotta si segnalano almeno tre eventi di rilevante importanza di cui il primo, quello dell'anno 650, ha probabilmente consentito la formazione di un paleoconoide medievale a mare.

I successi due eventi si collocano nel 1910 e nel 1917 con allagamento delle campagne circostanti.

## 6.2. Cenni di idrogeologia

Le principali caratteristiche geometriche delle falde acquifere contenute nel conoide del Fiume Marecchia ed i loro rapporti con le formazioni di transizione e quelle certamente marine possono essere ricondotte a tre domini:

- uno superiore di tipo continentale costituito da materiale alluvionale trasportato dal Fiume Marecchia;
- uno intermedio di transizione formato da ghiaie e sabbie in chiara successione regressiva ascrivibile al ciclo plio-pleistocenico
- uno più profondo, certamente marino, costituito da limi e argille del Pliocene superiore.

Il corpo idrogeologico del conoide del Fiume Marecchia in realtà è costituito da molteplici lenti e letti a varia granulometria che definiscono una distribuzione degli acquiferi in modo molto vario.

A volte le falde acquifere risultano potenzialmente statiche soprattutto per gli acquiferi superficiali, dove si interrompe la naturale continuità verso mare.

La conoide del Fiume Marecchia ha uno spessore dei materiali alluvionali che varia da circa 2 mt all'altezza dell'apice a Ponte Verucchio, a circa 230 mt nella zona di Santa Giustina.

La diffusione dei materiali permeabili costituiti da ghiaie e sabbie grossolane, consente una notevole permeabilità sia verticale che orizzontale con conseguente comunicazione tra i livelli più superficiali della falda acquifera e valorizzazione delle portate in emungimento.

La falda acquifera assume caratteri di spiccata freaticità per i primi per i primi 20-30 mt di profondità dal p.c. e artesianità a profondità maggiori a causa dei primi consistenti strati di materiali a granulometria fine avente una notevole impermeabilità e continuità.

Le quattro fondamentali falde acquifere congiuntamente alle due probabili molto profonde, sembrano sufficientemente protette da spessori di materiali fini impermeabili, ad esclusione di quella più superficiale a maggiore permeabilità verticale che risulta essere anche la maggiormente sfruttata e quindi anche la più esposta all'azione di agenti inquinanti di natura chimica e organica.

In particolare le quattro principali geometrie di falde acquifere rinvenute ad esclusione della falda superficiale, sono distinguibili nel modo seguente:

- più superficiale dai 30 ai 50 mt di profondità dal p.c.,
- una seconda dai 55 ai 65 mt di profondità dal p.c.,
- una terza da 70 a 90 mt di profondità dal p.c. con un lieve intervallo di discontinuità sugli 80 mt,
- una quarta tra i 100 ed i 110 mt di profondità dal p.c.

L'alimentazione di queste falde distribuite nell'area della conoide sembra avvenire quasi esclusivamente ad opera di acque fluenti di superficie a valle della stretta di Ponte Verucchio e subordinatamente ad opera di numerose sorgenti, a volte confluenti in corsi d'acqua laterali al corso principale del Fiume Marecchia, disposte secondo l'asse Villa Verucchio-Poggio Berni-Santarcangelo di Romagna e relative a falde acquifere inserite nella sabbie e limi del Pliocene superiore e nei conglomerati regressivi plio-pleistocenici.

### **6.3. Livello della falda nell'area di studio**

la quota del livello della falda è stata controllata dall'anno 2019 sino al momento odierno comprendente valori di l.s. con riferimento al p,c, da -5,5 metri a - 9,5 metri in ragione della piovosità media e dell'uso delle acque sotterranee.

## **7. Cartografie consultate**

Sono state consultate (e riportate gli stralci interessati) le cartografie sotto indicate oltre alla carta tecnica regionale (fig. 1) ed alla carta geologica (fig. 2) in tavola unica:

- 1 - PIANO STRALCIO DI BACINO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO (P.A.I.) PROGETTO DI VARIANTE 2016 DEL TERRITORIO COMUNALE DI RIMINI fig. 3
- 2 - TAVOLA DI PIANO TAV. D 1/3 "RISCHI AMBIENTALI" DEL PTCP VARIANTE 2012 DELLA PROVINCIA DI RIMINI fig. 4
- 3 - CARTA DELLE TUTELE VULNERABILITÀ E SICUREZZA DEL TERRITORIO DEL PSC TAVOLA VIN 3a del PSC fig. 5
- 4 - CARTA DI MICROZONAZIONE SISMICA SECONDO LIVELLO DI APPROFONDIMENTO FATTORI DI AMPLIFICAZIONI DI PGA TAVOLA B.18A del PSC fig. 6
- 5 - CARTA MICROZONAZIONE SISMICA SECONDO LIVELLO DI APPROFONDIMENTO DELL'INTENSITÀ SPETTRALE PER 0,1 SEC <TO<0,5 SEC TAVOLA B.19A del PSC fig. 7
- 6 - CARTA MICROZONAZIONE SISMICA SECONDO LIVELLO DI APPROFONDIMENTO DELL'INTENSITÀ SPETTRALE PER 0,5 SEC <TO<1,0 SEC TAVOLA B.20A del PSC fig. 8
- 7 - PIANO STRALCIO DI BACINO MAPPA DELLE PERICOLOSITA' - RETICOLO SECONDARIO DI PIANURA DELL'AUTORITÀ INTERREGIONALE DI BACINO PER IL COMUNE DI RIMINI del PSC fig. 9

### **7.1. Piano stralcio di bacino per l'assetto idrogeologico (P.A.I.)**

Vedasi figura 3 di tavola unica.

Vedasi che l'area non rientra nelle tematiche cartografiche oggetto della cartografia.

### **7.2. Stralcio tavola D 1/3 "Rischi ambientali" del PTCP Provincia di Rimini**

Vedasi figura 4 di tavola unica.

Vedasi che l'area non rientra nelle tematiche cartografiche oggetto della cartografia.

### **7.3. Carta delle tutele vulnerabilità e sicurezza del territorio del PSC tavola VIN 3A**

Vedasi figura 5 di tavola unica.

L'Area rientra nelle tematiche cartografiche dell'area in oggetto "area di ricarica indiretta della falda" (ARI).

In particolare è prescritto che a compensazione di nuove impermeabilizzazioni risulta necessario individuare aree da destinare a ripascimento della falda, localizzate nel medesimo ambito ARI.

Dalla tav. B.19 di progetto - si evince che la nuova superficie impermeabile è pari a mq. 3449,05, mentre la superficie a verde da vincolare a permeabilità permanente, individuata all'interno del lotto stesso, risulta compensata essendo pari a mq. 3455,45;

Circa maggiori precisazioni si rimanda alla tavola B.19 del progetto di ampliamento al momento in pubblicazione ed alla relazione tecnica allegata .

## **7.4. Cartografia della microzonazione sismica**

### **7.4.1. Premessa**

Le seguenti note sono tratte da "RELAZIONE DI MICROZONAZIONE SISMICA DI SECONDO LIVELLO DI APPROFONDIMENTO" elaborato B.REL.SIS a cura di C. Copioli e R. Carlini, D. Albarello, M. Filippini, L. Martelli .

L'analisi di secondo livello è richiesta e ritenuta sufficiente nelle aree prive di particolari complicazioni geologiche e morfologiche, nelle quali sono attesi solo effetti di amplificazione.

Per uno studio di secondo livello sono richieste indagini geotecniche e geofisiche di tipo standard e una stima dei fattori di amplificazione tramite tabelle e formule.

E' importante sottolineare che la scelta e l'utilizzo delle tabelle richiedono un'attenta valutazione dei risultati delle indagini stratigrafiche e geofisiche.

Obiettivo del secondo livello di approfondimento è individuare le aree a comportamento sismico equivalente, attribuendo alle stesse indici quantitativi che definiscono in base alle condizioni stratigrafiche e topografiche l'amplificazione sismica attesa del moto sismico con tempo di ritorno  $T_r = 475$  anni ed uno smorzamento = 5%).

La carta di microzonazione sismica assegna ad ognuna delle microzone individuate valori dei Fattori di Amplificazione (F.A.) calcolati mediante appositi abachi predisposti della Regione o dal Dipartimento di Protezione Civile Nazionale.

Determinante è l'elaborazione della Carta delle velocità delle onde di taglio - Vs" ottenuta mediante elaborazione dei dati di velocità delle onde i taglio Vs, provenienti dalle prove geofisiche effettuate sul territorio.

L'individuazione della Vs diventa elemento caratterizzante al fine dell'attribuzione di pericolosità di sito al territorio, che si esplica nel determinare valori del fattori di amplificazione (F.A.), diversificato a seconda degli ambiti territoriale considerati con riferimento all'allegato 2, punto A2.1 della Delibera di Assemblea Legislativa della Regione Emilia-Romagna n. 112 del 02/05/07.

I parametri utilizzati sono espressi sia in termini di rapporto di accelerazione massima orizzontale (PGA/PGA0) sia di rapporto di Intensità di Housner (SI/SI0) per prefissati intervalli di periodi, dove PGA0 e SI0 sono rispettivamente l'accelerazione massima orizzontale e l'Intensità di Housner al suolo di riferimento e PGA e SI sono le corrispondenti grandezze di accelerazione massima orizzontale e Intensità di Housner calcolate alla superficie dei siti esaminati.

Vengono restituite pertanto tre carte di microzonazione sismica di secondo livello:

- La carta dei Fattori di amplificazione della PGA (FA PGA).
- La carta dei fattori di amplificazione dell'intensità di Housner nell'intervallo di periodo  $T_0$  compreso tra 0,1 e 0,5 s (FA IS 0,1-0,5 s).
- La carta dei fattori di amplificazione dell'intensità di Housner nell'intervallo di periodo  $T_0$  compreso tra 0,5 e 1,0 s (FA IS 0,5-1,0 s).

### 7.5. **Carta della microzonazione sismica livello fattori di amplificazione della PGA – tav B. 18a**

Riferimento figura 5 della tavola unica .

L'area in oggetto rientra in classe di amplificazione elevata "E" con Fa circa 2.5 .

### 7.6. **Carta della microzonazione sismica livello secondo dell'intensità spettrale per $0,1\text{sec} < T_0 < 0,5\text{sec}$ tav B. 19a**

Riferimento figura 6 della tavola unica .

L'area in oggetto rientra in classe di amplificazione elevata "E" con Fa circa 2.6 .

### 7.7. **Carta della microzonazione sismica livello secondo dell'intensità spettrale per $0,1\text{sec} < T_0 < 0,5\text{sec}$ tav B. 20a**

vedasi figura 7 della tavola unica .

L'area in oggetto rientra in classe di amplificazione elevata "M" con Fa circa 1,9 .

### 7.8. **CARTA PIANO STRALCIO DI BACINO MAPPA DELLE PERICOLOSITA' - RETICOLO SECONDARIO DI PIANURA DELL'AUTORITÀ INTERREGIONALE DI BACINO**

Riferimento figura 7 della tavola 1

L'area in oggetto rientra classe delle alluvioni frequenti.

## 8. **Aspetti geodinamici e sismici: categoria del sottosuolo da $V_{s30}$ ; $a_{max}$**

### 8.1. **Ubicazione dell'area**

L'accelerazione massima sismica è stata calcolata in base alla posizione dell'area in oggetto, mediante le coordinate geografiche dell'opera.

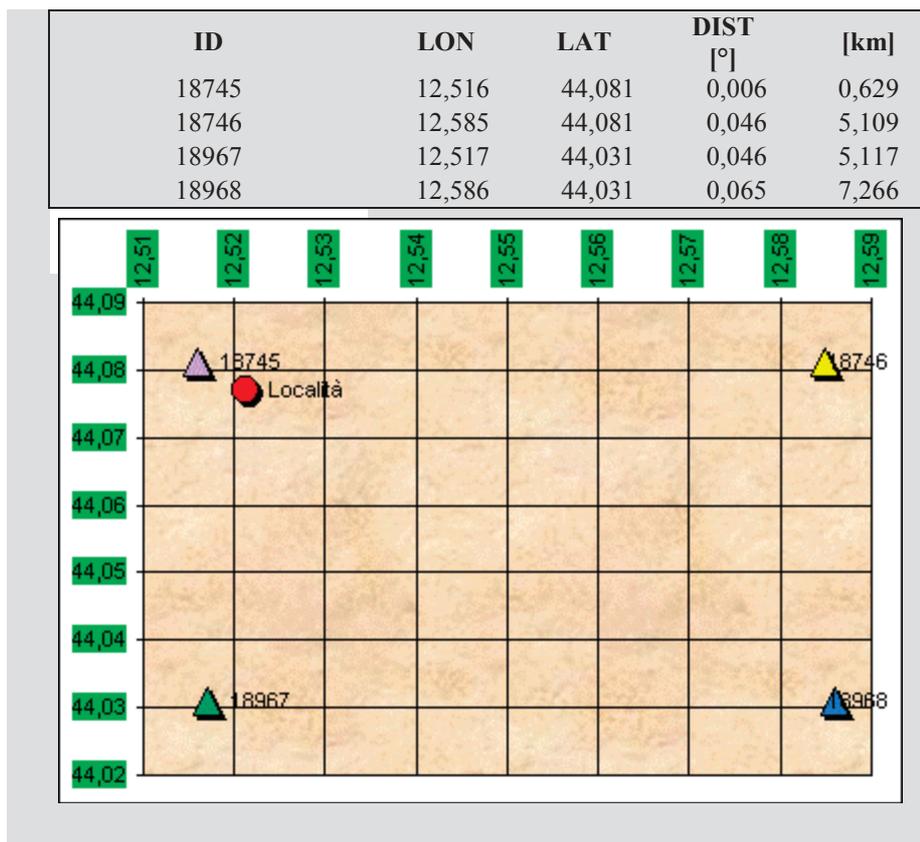
Come prevede la norma, si determina la maglia di riferimento, sulla base delle tabelle spettrali fornite dal Ministero.

Sulla base della maglia interessata, si determinano i valori di riferimento del punto come media pesata dei valori nei vertici della maglia moltiplicati per le distanze dal punto. L'ubicazione dell'area espressa in coordinate geografiche risulta<sup>2</sup>:

**latitudine: 44.076870      longitudine: 12.521362**

Coordinate geografiche della località in esame				
Input da Comuni d'Italia	LON	LAT	Tolleranza	
	[°]	[°]	[°]	[km]
Località	12,521	44,077	0,001	0,137
Coordinate geografiche dei 4 punti del reticolo				

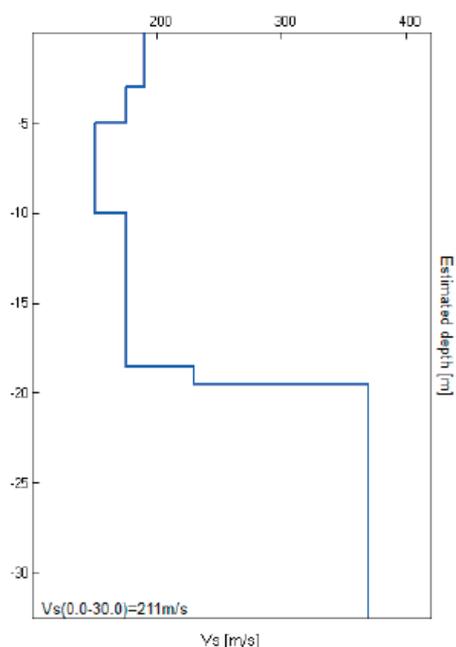
<sup>2</sup> I presenti dati sono stati calcolati con G.P.S. Garmin modello Etrex H



## 8.2. Indagine della velocità delle onde sismiche nei primi 30 metri di terreno

A Viserba (RN) - Via S. Martino in Riparotta 5T (per precedente lavoro ) è stata eseguita un'indagine sismica passiva a stazione singola al fine di stimare il profilo della velocità delle onde di taglio ( $V_s$ ) per fornire la categoria di suolo di fondazione secondo le Norme Tecniche per le Costruzioni (2008), ex DM 14/09/2005; A tal fine è stata effettuata n. 1 acquisizione di microtremori ambientali della durata di 20' sul terreno indagato.

Di seguito si riporta il valore risultante:



Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]
3.00	3.00	190
5.00	2.00	175
10.00	5.00	150
18.50	8.50	175
19.50	1.00	230
inf.	inf.	370

$Vs(0.0-30.0)=211m/s$

Dall'analisi dell'indagine si può affermare che il sito è caratterizzato da una velocità delle onde di taglio ( $Vs_{30}$ ) di 211 m/sec, calcolata dalla profondità di -0,00 mt. ÷ 30,00 mt., corrispondente ad un terreno di tipo C.

Variando la quota del calcolo si rientra nella stessa classificazione:

profondità di calcolo	$Vs_{30}$ m/sec.	Categoria di suolo
0,00-30,00mt.	211	C
1,00-31,00mt.	215	C
2,00-32,00mt.	219	C
3,00-33,00mt.	224	C
4,00-34,00mt.	229	C

Circa le metodologie, le caratteristiche tecniche della strumentazione usata, si rimanda all'allegato 2 della presente relazione in cui si riporta la metodologia usata ed i risultati verificati nello specifico.

### 8.3. Coefficiente di amplificazione stratigrafica

Per tenere conto, con approccio semplificato, degli effetti di amplificazione del moto sismico le NTC-08 introducono:

- un coefficiente  $S_s \geq 1$  moltiplicativo dell'accelerazione spettrale  $S_e(T)$
- un coefficiente  $C_c \geq 1$ , moltiplicativo del periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale

Il coefficiente di amplificazione stratigrafica  $S_s$  è funzione della categoria del sottosuolo (Tabelle 3.2.II e 3.2.III) e dell'accelerazione massima al sito  $a_g$ .

Tabella 3.2.V – Espressioni di  $S_s$  e di  $C_c$

Categoria sottosuolo	$S_s$	$C_c$
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_c^*)^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_c^*)^{-0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_c^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_c^*)^{-0,40}$

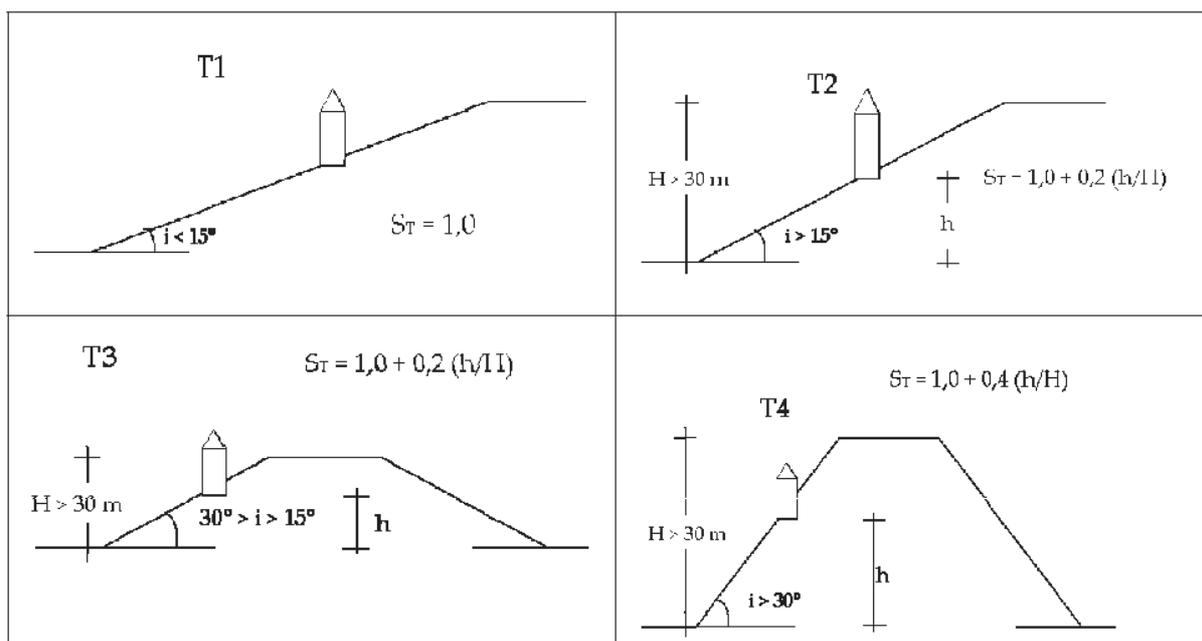
### 8.4. Coefficiente di amplificazione topografica

Per quanto riguarda gli effetti amplificativi dovuti alla morfologia possono essere stimati con l'approccio di configurazioni semplificate in 2D e dislivelli superiori a 30 metri.

Si restituisce di seguito la tabella 3.2. VI delle categorie topografiche, di seguito si riportano gli schemi grafici.

Tabella 3.2.VI – Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica  $S_T$

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	$S_T$
T1	-	1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,2
T4	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,4



Nel caso specifico si rientra nella categoria T1, “con inclinazione  $i < 15^\circ$  per area completamente pianeggiante.

### 8.5. Calcolo del fattore di amplificazione sismico $A_g$

Il valore  $A_g$  (accelerazione massima orizzontale), si ricava dalla seguente relazione:

$$A_g = S_s S_t a_g$$

dove  $a_g$  è l'accelerazione sismica orizzontale al bedrock che, in mancanza di valutazioni migliori, può essere scelto fra quelli proposti dal D.M. 14/09/2005:

$a_g = 0.05$  in zona 4;

$a_g = 0.15$  in zona 3;

$a_g = 0.25$  in zona 2;

$a_g = 0.35$  in zona 1;

o, nel caso si applichi il D.M. 14/01/2008, ricavato direttamente dall'allegato relativo alla pericolosità sismica del decreto come di seguito definito.

#### VITA DELLA STRUTTURA

Vita nominale	$V_N$	50	[anni]
Classe d'uso	$C_U$	II	
Vita di riferimento	$V_R$	50	[anni]

#### CARATTERISTICHE SISMICHE TERRENO

Topografia		T1
Coeff. topografico	$S_T$	1,0
Categoria suolo		C

	SL	P <sub>VR</sub>	T <sub>R</sub>	a <sub>g</sub>	F <sub>o</sub>	T <sub>C</sub> *	S	T <sub>b</sub>	T <sub>C</sub>	T <sub>D</sub>	F <sub>v</sub>
sle	Operatività	81%	30	<b>0,500</b>	<b>2,44</b>	<b>0,27</b>	1,50	0,15	0,44	1,80	0,74
sle	Danno	63%	50	<b>0,652</b>	<b>2,51</b>	<b>0,28</b>	1,50	0,15	0,45	1,86	0,86
slu	Salv. Vita	10%	475	<b>1,836</b>	<b>2,49</b>	<b>0,30</b>	1,43	0,16	0,47	2,33	1,44
slu	Collasso	5%	975	<b>2,380</b>	<b>2,53</b>	<b>0,31</b>	1,34	0,16	0,48	2,55	1,66

L'accelerazione massima attesa al sito può essere valutata con la relazione :

$$A_{max} = S \times A_g = S_s \times S_t \times A_g =$$

in questo caso  $S = S_s \times S_t = 1,43$

SLU VITA con tempi di ritorno pari a 475 anni

$$A_{max} = 1,836 \times 1,43 = 2,62548 \text{ m/s}^2 = 0,2679g$$

### 8.6. Calcolo del parametro Ag<sub>v</sub>

Per il parametro Ag<sub>v</sub> (accelerazione massima verticale) una stima può essere fatta applicando la relazione proposta da Tezcan et alii (1971):

$$A_{gv} = f \times A_{go};$$

con f = fattore di trasformazione variabile da 0,5 a 0,67 (f = 0,5 secondo i D.M. 14/09/2005 e 14/01/2008).

Si considera il parametro β, secondo il D.M. 14/09/2005, pari a 0,5.

## 9. Caratteri litostratigrafici e parametri geotecnici:

Litostratigrafia rilevata attraverso i sondaggi eseguiti:

<b>PRIMO STRATO</b>	da p.c. a – 0,6 metri	Strato con litologia argillosa alterata ed antropica (non rinvenuto nel carotaggio)
<b>SECONDO STRATO</b>	da circa – 0,6 metri a – 2,3÷2,4 metri	Argille limose compattate per essiccazione superficiale
<b>TERZO STRATO</b>	da – 2,3÷2,4 metri a – 4,8÷6,0 metri	Strato avente litologia composta da argille e argille limose mediamente compatte
<b>QUARTO STRATO</b>	da – 4,8÷6,0 metri a – 7,6÷10,2 metri	Argille limose scarsamente o nulla compatte
<b>QUINTO STRATO</b>	da - 7,6÷10,2 metri – 18,5 metri (nella prova 1) (rifiuto del penetrometro "olandese")	Strato avente litologia composta da argille e argille limose mediamente compatte
<b>SESTO STRATO</b>	Da – 18,5 metri in poi per le profondità indagate	Ghiaie a granulometria grossolana

La falda è stata reperita nel periodo di settembre '13 alla quota di -3,0 m del piano di campagna attuale.

### 9.1. Parametri medi geotecnici e geomeccanici di caratterizzazione dei terreni

L'elaborazione dei dati forniti dalle prove geognostiche, dell' Rpk verificato, attraverso correlazioni sperimentali accettate in letteratura permette di ricavare le caratteristiche geotecniche dei vari strati di terreno.

Si schematizza il terreno indagato in n. 6 strati e si fornisce per ogni strato le proprie caratteristiche geomeccaniche.

lo strato n. 1 non è stato considerato poiché ininfluente ai fini geotecnici.

#### SECONDO STRATO

$C' = 0,5$	$t/m^2$	coesione a lungo termine
$\varphi' = 20^\circ \div 21^\circ$		angolo d'attrito interno
$\gamma_n = 1,8 \div 1,9$	$t/m^3$	peso di volume naturale
$C_u = 11,0 \div 12,0$	$t/m^2$	coesione a breve termine

#### TERZO STRATO

$C' = 0,3 \div 0,4$	$t/m^2$	coesione a lungo termine
$\varphi' = 22^\circ \div 23^\circ$		angolo d'attrito interno
$\gamma_n = 1,9 \div 1,95$	$t/m^3$	peso di volume naturale
$C_u = 5,0 \div 5,5$	$t/m^2$	coesione a breve termine

#### QUARTO STRATO

$C' = 0,0$	$t/m^2$	coesione a lungo termine
$\varphi' = 19^\circ \div 21^\circ$		angolo d'attrito interno
$\gamma_n = 1,8 \div 1,95$	$t/m^3$	peso di volume naturale
$C_u = 2,0 \div 2,5$	$t/m^2$	coesione a breve termine

#### QUINTO STRATO

$C' = 0,5 \div 0,6$	$t/m^2$	coesione a lungo termine
$\varphi' = 19^\circ \div 21^\circ$		angolo d'attrito interno
$\gamma_n = 1,9 \div 2,0$	$t/m^3$	peso di volume naturale
$C_u = 6,5 \div 7,0$	$t/m^2$	coesione a breve termine

#### SESTO STRATO

$C' = 0,0$	$t/m^2$	coesione a lungo termine
$\varphi' = 35^\circ \div 40^\circ$		angolo d'attrito interno
$\gamma_n = 2,1 \div 2,2$	$t/m^3$	peso di volume naturale

## 10. Indicazione delle strutture fondali

In ragione della possibile ubicazione degli immobili si indica come idonee strutture di fondazione superficiali (plinti) impostati ad almeno -2,0/2,5 metri dal piano di campagna di idonea larghezza per scaricare la sovrappressione indotta dagli immobili di nuova esecuzione.

Qualora la sovrappressione imposta dai nuovi edifici dovesse essere significativamente importante si dovrà pensare ad interessare lo strato ghiaioso rinvenuto alla quota di circa -19 m nel carotaggio eseguito.

Dovranno essere eseguite apposite indagini geognostiche alla progettazione del nuovo edificio industriale.

## 11. Indicazione della liquefazione dei terreni

### 11.1. Premessa sui fenomeni di liquefazione

La liquefazione è il fenomeno per cui, le sollecitazioni indotte nel terreno, quali possono essere quelle derivanti da un evento sismico possono causare un aumento delle pressioni interstiziali fino a eguagliare la tensione totale dovuta al peso degli strati di terreno soprastanti.

Se tale aumento è tale da eguagliare la pressione litostatica totale ( $\sigma$ ), si ha l'annullamento della resistenza al taglio ( $\tau$ ), secondo la seguente relazione:

$$\tau = (\sigma - u) \operatorname{tg} \varphi$$

Viene così annullata la resistenza al taglio del terreno secondo il principio delle pressioni efficaci di Terzaghi, e si assiste così a un fenomeno di fluidificazione del suolo, ovvero detta LIQUEFAZIONE.

Da studi statistici si è verificato che il fuso granulometrico a rischio possiede un D 50 compreso tra 0,25 e 0,45 mm.

Sono esclusi i depositi presenti ad una profondità superiore a 15 m, in quanto il carico litostatico è talmente elevato da non poter essere raggiunto dalla pressione neutra.

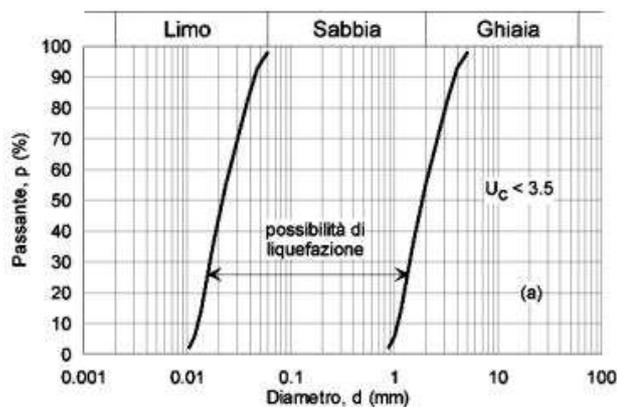
### 11.2. Normativa vigente in materia

Si riporta di seguito la normativa vigente sulla liquefazione D.M. 2018 nel punto 7.11.3.4.2 che recita testualmente :

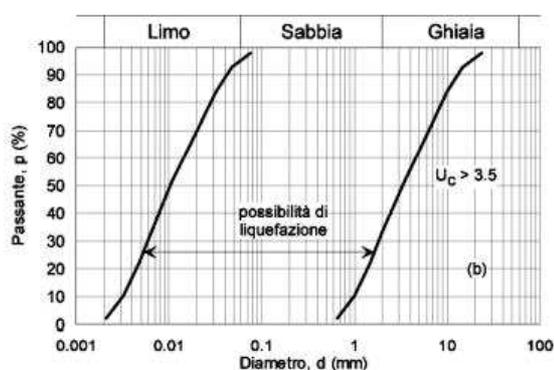
#### 7.11.3.4.2 Esclusione della verifica a liquefazione

La verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

1. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;
2. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
3. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata  $(N_1)_{60} > 30$  oppure  $q_{c1N} > 180$  dove  $(N_1)_{60}$  è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e  $q_{c1N}$  è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
4. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Fig. 7.11.1(a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità  $U_c < 3,5$  e in Fig. 7.11.1(b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità  $U_c > 3,5$ .



a)



b)

Fig. 7.11.1 – Fusi granulometrici di terreni suscettibili di liquefazione

Quindi il preambolo appare definito molto chiaramente

**la verifica alla liquefazione puo' essere omessa quando si manifesti una delle circostanze di cui sopra**

⋮

Nel nostro caso (in considerazione delle prove geognostiche eseguite) non vi è una componente sabbiosa della tipologia indicata dalla normativa tale da determinare il rischio della liquefazione.

Si osservi nelle unità geotecniche rinvenute :

- *dal p.c. a circa 18,0 metri si rinvencono litologie completamente argillose limose poco compatte*
- *da circa – 18,0 metri in poi si rinvencono litologie ghiaiose molto compatte*

Per cui, sulla base del punto 3 e 4 della normativa vigente, la verifica tramite IPL non verrà realizzata per l'assenza completa di sabbie.

In ragione delle percentuali granulometriche, e dei punti precedentemente svolti, **si esclude completamente la problematica della liquefazione** nei terreni in oggetto, in quanto non si presenta un fuso granulometrico caratteristico in cui si sviluppa questa problematica.

## 12. Conclusioni:

E' stata eseguita da questo Studio un'indagine geologica per la esecuzione di un piano particolareggiato in comune di Rimini in via San Martino in Riparota .

Nel presente lavoro sono state considerate le cartografie relative alle pericolosità geologiche e sismiche di un' azienda produttiva interessata da ampliamento ai sensi dell'art. 53 L.R. 24/2017.

L'area è ubicata catastalmente nel foglio 51 particelle 136 e 33 del Comune di Rimini.

Le cartografie consultate sono state riportate in tavola unica ed in capitolo 7 per le precisazioni necessarie.

L'area non presenta particolari problematiche geologiche o vincoli per una nuova edificazione, risulta in area di ricarica indiretta della falda, da P.S.C. del Comune di Rimini, per cui si vincola al ripascimento della falda almeno la stessa area che si prevede di impermeabilizzare.

In questo caso se ne prevede una area maggiore.

La verifica della litostratigrafia è stata effettuata con sondaggi di un lavoro precedente, nella stessa Proprietà in area immediatamente limitrofa. Il lavoro indicato è datato 2013 e firmato dallo Scrivente.

Per la precisione vedasi figura 9 per l'ubicazione delle prove e dei carotaggi, e la sezione considerata figura 10 in tavola unica.

Le indagini portano a definire una stratigrafia composta da sei strati a varie profondità e quote, si rimanda al capitolo 9 per una migliore indicazione, in cui sono riportati anche i parametri geotecnici e geomeccanici.

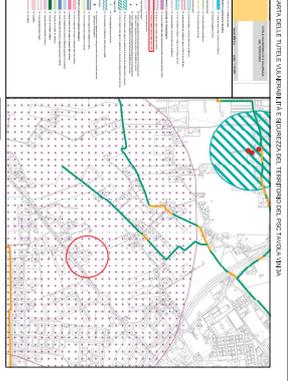
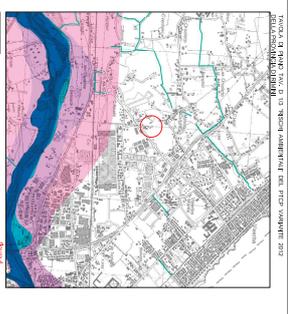
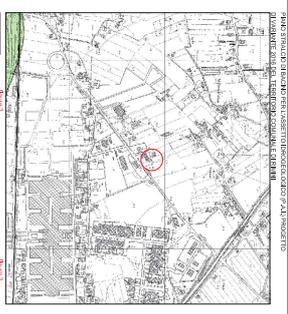
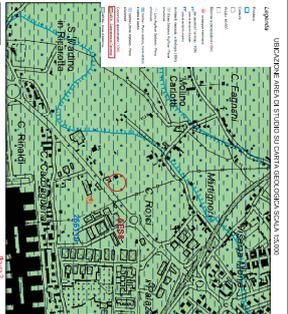
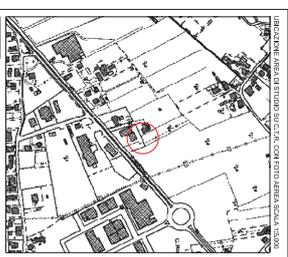
Sulle strutture di fondazione per edifici industriali a tipologia standard sarà possibile definire strutture fondali piuttosto superficiali, come plinti, di dimensioni adeguate allo scarico delle sovrappressioni indotte, almeno 2,5x2,5 metri ed incastro di 1,5 da p.c.

Nel caso di strutture piu' compatte e meno estese le strutture fondali devono interessare lo strato ghiaioso rinvenuto nel carotaggio.

Si rimane a disposizione per qualsiasi precisazione e chiarimento sia necessario e per la D.L. di carattere geologico siano necessari.

Cattolica aprile ' 23

Geologo Livi Antonello  
firmata digitalmente



**STUDIO GEOLOGICO A SUPPORTO DEL PROGETTO DI AMPLIAMENTO FABBRICA PRODUTTIVA PROCEMENTO UNICO A SERRA DEL LAR. S.L. S.R.L. 24047**

**COMITENTE:**  
Bionardi S.p.A. - Bionardi Stefano - Bionardi Christophe

**UBICAZIONE:**  
COMUNE DI RIVINI - PROVINCIA DI RIVINI

**DATI CATASTALI:**

**PIANTA UNICA**



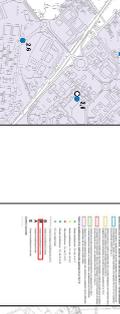
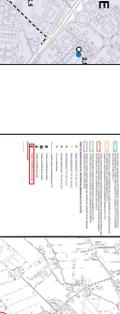
**STUDIO GEOLOGICO A SUPPORTO DEL PROGETTO DI AMPLIAMENTO FABBRICA PRODUTTIVA PROCEMENTO UNICO A SERRA DEL LAR. S.L. S.R.L. 24047**

**COMITENTE:**  
Bionardi S.p.A. - Bionardi Stefano - Bionardi Christophe

**UBICAZIONE:**  
COMUNE DI RIVINI - PROVINCIA DI RIVINI

**DATI CATASTALI:**

**PIANTA UNICA**



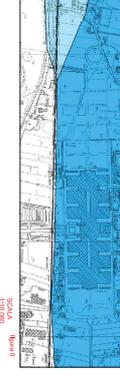
**STUDIO GEOLOGICO A SUPPORTO DEL PROGETTO DI AMPLIAMENTO FABBRICA PRODUTTIVA PROCEMENTO UNICO A SERRA DEL LAR. S.L. S.R.L. 24047**

**COMITENTE:**  
Bionardi S.p.A. - Bionardi Stefano - Bionardi Christophe

**UBICAZIONE:**  
COMUNE DI RIVINI - PROVINCIA DI RIVINI

**DATI CATASTALI:**

**PIANTA UNICA**



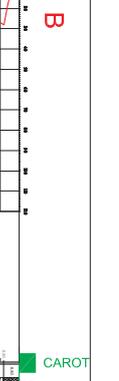
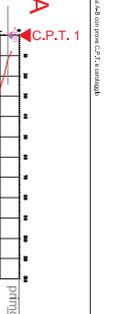
**STUDIO GEOLOGICO A SUPPORTO DEL PROGETTO DI AMPLIAMENTO FABBRICA PRODUTTIVA PROCEMENTO UNICO A SERRA DEL LAR. S.L. S.R.L. 24047**

**COMITENTE:**  
Bionardi S.p.A. - Bionardi Stefano - Bionardi Christophe

**UBICAZIONE:**  
COMUNE DI RIVINI - PROVINCIA DI RIVINI

**DATI CATASTALI:**

**PIANTA UNICA**



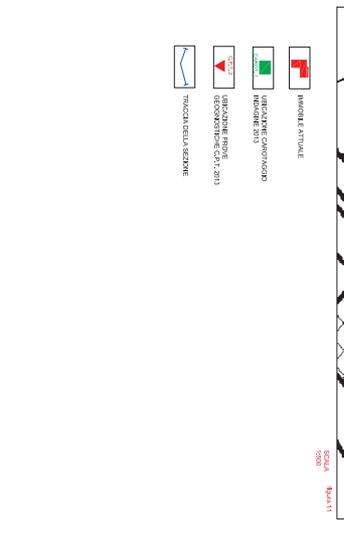
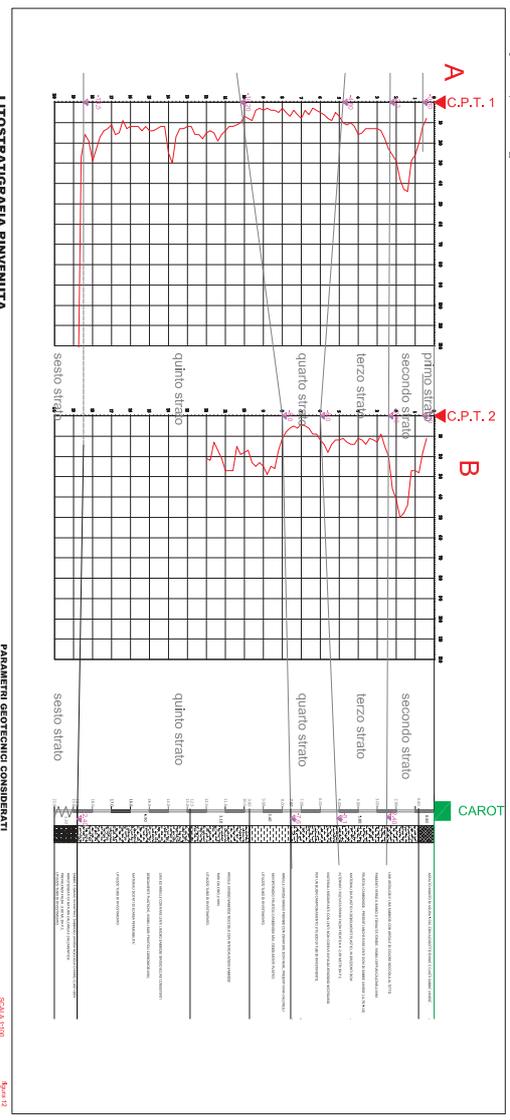
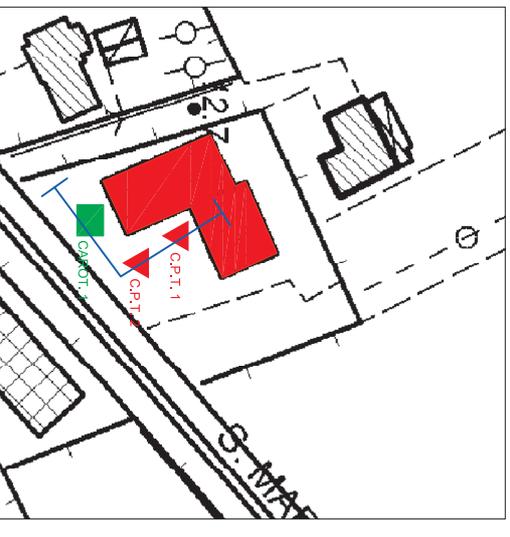
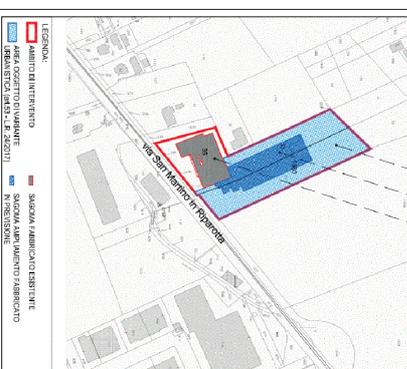
**STUDIO GEOLOGICO A SUPPORTO DEL PROGETTO DI AMPLIAMENTO FABBRICA PRODUTTIVA PROCEMENTO UNICO A SERRA DEL LAR. S.L. S.R.L. 24047**

**COMITENTE:**  
Bionardi S.p.A. - Bionardi Stefano - Bionardi Christophe

**UBICAZIONE:**  
COMUNE DI RIVINI - PROVINCIA DI RIVINI

**DATI CATASTALI:**

**PIANTA UNICA**



**PARAMETRI GEOTECNICI CONSIDERATI**

PRIMO STRATO	SECONDO STRATO	TERZO STRATO	QUARTO STRATO	QUINTO STRATO	SESTO STRATO
da p.c. a - 0,6 me- da circa - 0,6 metri a = 2,3-2,4 metri	primo strato secondo strato terzo strato quarto strato quinto strato sesto strato	da circa - 0,6 metri a = 2,3-2,4 metri da - 2,3-2,4 metri da - 4,8-6,0 metri a = 7,6-10,2 metri	da - 2,3-2,4 metri da - 4,8-6,0 metri a = 7,6-10,2 metri	da - 4,8-6,0 metri a = 7,6-10,2 metri	da - 18,5 metri in Chiale a granonometria grossolana Di per le profon- dita indagate
$C = 0,5$ $\phi = 20^{\circ}-21^{\circ}$ $\gamma = 1,8-1,9$ $Q = 110 - 130$	$C = 0,5$ $\phi = 20^{\circ}-21^{\circ}$ $\gamma = 1,8-1,9$ $Q = 110 - 130$	$C = 0,5$ $\phi = 20^{\circ}-21^{\circ}$ $\gamma = 1,8-1,9$ $Q = 110 - 130$	$C = 0,5$ $\phi = 20^{\circ}-21^{\circ}$ $\gamma = 1,8-1,9$ $Q = 110 - 130$	$C = 0,5$ $\phi = 20^{\circ}-21^{\circ}$ $\gamma = 1,8-1,9$ $Q = 110 - 130$	$C = 0,0$ $\phi = 35^{\circ}-40^{\circ}$ $\gamma = 2,1-2,2$
casella a lungo termine angolo diretto interno paso di volume standard casella a breve termine	casella a lungo termine angolo diretto interno paso di volume standard casella a breve termine	casella a lungo termine angolo diretto interno paso di volume standard casella a breve termine	casella a lungo termine angolo diretto interno paso di volume standard casella a breve termine	casella a lungo termine angolo diretto interno paso di volume standard casella a breve termine	casella a lungo termine angolo diretto interno paso di volume standard casella a breve termine

Scala: 1:500

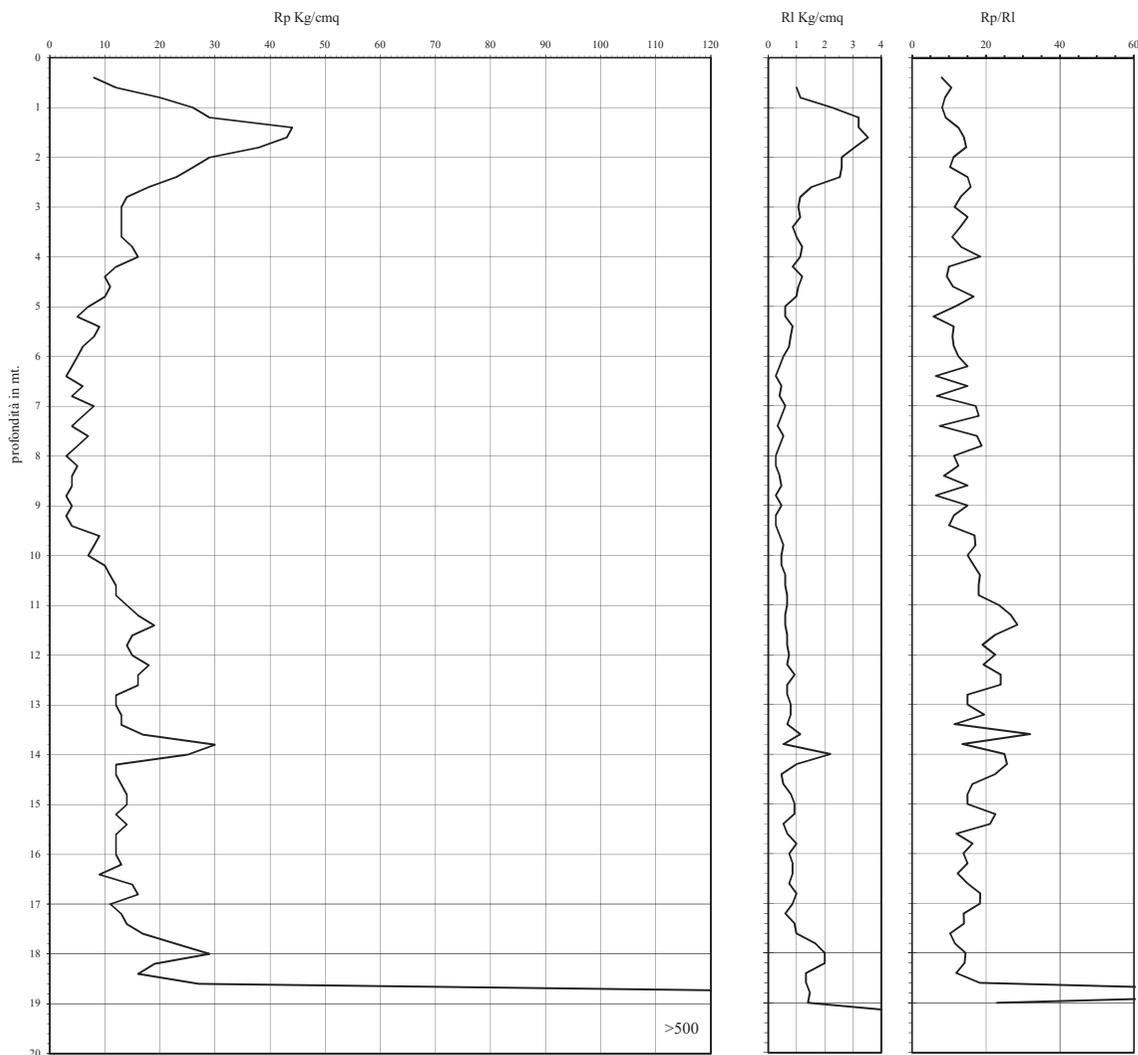
# ALLEGATO 1

Prove geognostiche realizzate

Prova Penetrometrica Statica

Prova n.: CPT 1  
 Cantiere: Viserba (RN) - Via S. Martino in Riparotta 5 T  
 Data: Agosto 2013

Quota inizio: piano campagna  
 Liv.falda: -3,00 mt.  
 Note:



Caratteristiche strumento: penetrometro statico semovente, 200kN spinta  
 Punta meccanica tipo Begemann - manicotto laterale superficie 150 cmq

Classificazione orientativa dei terreni (Schmertmann - 1978)

A	A	A	A	A	A	A	S	S	S	S	S	D
0	M	T	M	C	M	S	L	L	S	S	D	D
T						C	L	A				

		Rp	Ri	Rp/Ri	φ °	Dr	Cu Kg/cmq	Nspst
0,2	mt.							
0,4		8	8,00		/	/	0,4	/
0,6		12	1,00	10,59	/	/	0,6	n.l.
0,8		20	1,13	8,82	/	/	1	n.l.
1,2		26	2,27	8,13	/	/	1,3	n.l.
1,4		29	3,20	9,06	/	/	1,45	n.l.
1,4		44	3,20	12,45	/	/	2,2	n.l.
1,6		43	3,53	14,02	/	/	2,15	n.l.
1,8		38	3,07	14,62	/	/	1,9	n.l.
2,2		29	2,60	11,15	/	/	1,45	n.l.
2,2		26	2,60	10,26	/	/	1,3	n.l.
2,4		23	2,53	15,00	/	/	1,15	n.l.
2,6		18	1,53	15,88	/	/	0,9	n.l.
2,8		14	1,13	13,13	/	/	0,7	n.l.
3,2		13	1,07	11,47	/	/	0,65	n.l.
3,2		13	1,13	15,00	/	/	0,65	n.l.
3,4		13	0,87	13,00	/	/	0,65	n.l.
3,6		13	1,00	10,83	/	/	0,65	n.l.
3,8		15	1,20	13,24	/	/	0,75	n.l.
4		16	1,13	18,46	/	/	0,8	n.l.
4,2		12	0,87	10,90	/	/	0,6	n.l.
4,4		10	1,20	9,38	/	/	0,5	n.l.
4,6		11	1,07	11,00	/	/	0,55	n.l.
4,8		10	1,00	16,67	/	/	0,5	n.l.
5		7	0,60	11,67	/	/	0,35	n.l.
5,2		5	0,60	5,77	/	/	0,28	n.l.
5,4		9	0,87	11,25	/	/	0,4	n.l.
5,6		8	0,80	10,91	/	/	0,4	n.l.
5,8		6	0,73	11,25	/	/	0,3	n.l.
6		5	0,53	12,50	/	/	0,25	n.l.
6,2		4	0,40	15,00	/	/	0,2	n.l.
6,4		3	0,27	6,43	/	/	0,15	n.l.
6,6		6	0,47	13,00	/	/	0,3	n.l.
6,8		4	0,40	6,67	/	/	0,2	n.l.
7		8	0,60	17,14	/	/	0,4	n.l.
7,2		6	0,47	18,00	/	/	0,3	n.l.
7,4		4	0,33	7,50	/	/	0,2	n.l.
7,6		7	0,53	17,50	/	/	0,35	n.l.
7,8		5	0,40	18,75	/	/	0,25	n.l.
8		5	0,27	12,50	/	/	0,15	n.l.
8,2		5	0,27	12,50	/	/	0,15	n.l.
8,4		4	0,40	8,57	/	/	0,2	n.l.
8,6		4	0,47	15,00	/	/	0,2	n.l.
8,8		3	0,27	6,43	/	/	0,15	n.l.
9		4	0,47	15,00	/	/	0,2	n.l.
9,2		3	0,27	11,25	/	/	0,15	n.l.
9,4		4	0,27	10,00	/	/	0,2	n.l.
9,6		9	0,40	16,88	/	/	0,45	n.l.
9,8		8	0,53	17,14	/	/	0,4	n.l.
10		7	0,47	15,00	/	/	0,35	n.l.
10,2		10	0,47	16,67	/	/	0,5	n.l.
10,4		11	0,60	18,33	/	/	0,55	n.l.
10,6		12	0,60	18,00	/	/	0,6	n.l.
10,8		12	0,67	18,00	/	/	0,6	n.l.
11		14	0,67	23,33	/	/	0,7	n.l.
11,2		16	0,60	26,67	/	/	0,8	n.l.
11,4		19	0,60	28,50	/	/	0,95	n.l.
11,6		15	0,67	22,50	/	/	0,75	n.l.
11,8		14	0,67	19,09	/	/	0,7	n.l.
12		15	0,73	22,50	/	/	0,75	n.l.
12,2		18	0,67	19,29	/	/	0,9	n.l.
12,4		16	0,93	14,00	/	/	0,8	n.l.
12,6		16	0,67	24,00	/	/	0,8	n.l.
12,8		12	0,67	15,00	/	/	0,6	n.l.
13		12	0,80	13,00	/	/	0,6	n.l.
13,2		13	0,80	19,50	/	/	0,65	n.l.
13,4		13	0,67	11,47	/	/	0,65	n.l.
13,6		17	1,13	31,88	/	/	0,85	n.l.
13,8		30	0,53	13,64	/	/	1,5	n.l.
14		25	2,20	25,00	/	/	1,25	n.l.
14,2		12	1,00	25,71	/	/	0,6	n.l.
14,4		12	0,47	22,50	/	/	0,6	n.l.
14,6		13	0,53	16,25	/	/	0,65	n.l.
14,8		14	0,80	15,00	/	/	0,7	n.l.
15		14	0,93	15,00	/	/	0,6	n.l.
15,2		12	0,93	22,50	/	/	0,6	n.l.
15,4		14	0,53	21,00	/	/	0,7	n.l.
15,6		12	0,67	12,00	/	/	0,6	n.l.
15,8		12	1,00	16,36	/	/	0,6	n.l.
16		12	0,73	13,85	/	/	0,6	n.l.
16,2		13	0,87	13,00	/	/	0,65	n.l.
16,4		9	0,87	12,27	/	/	0,45	n.l.
16,6		15	0,73	15,00	/	/	0,75	n.l.
16,8		16	1,00	18,46	/	/	0,8	n.l.
17		11	0,87	18,33	/	/	0,55	n.l.
17,2		13	0,60	13,93	/	/	0,65	n.l.
17,4		14	0,93	14,00	/	/	0,7	n.l.
17,6		17	1,00	10,20	/	/	0,85	n.l.
17,8		23	1,67	11,50	/	/	1,15	n.l.
18		29	2,00	14,50	/	/	1,45	n.l.
18,2		19	2,00	14,25	/	/	0,95	n.l.
18,4		16	1,33	12,00	/	/	0,8	n.l.
18,6		27	1,33	18,41	/	/	1,35	n.l.
18,8		171	1,47	12,14	43	0,73	6,05	42,75
19		121	1,40	22,97				n.l.
19,2		242	5,27					2,77
19,4		300						n.l.

Legenda: Cu media Kg/cmq 0,74 Nspst media n. colpi 42,75

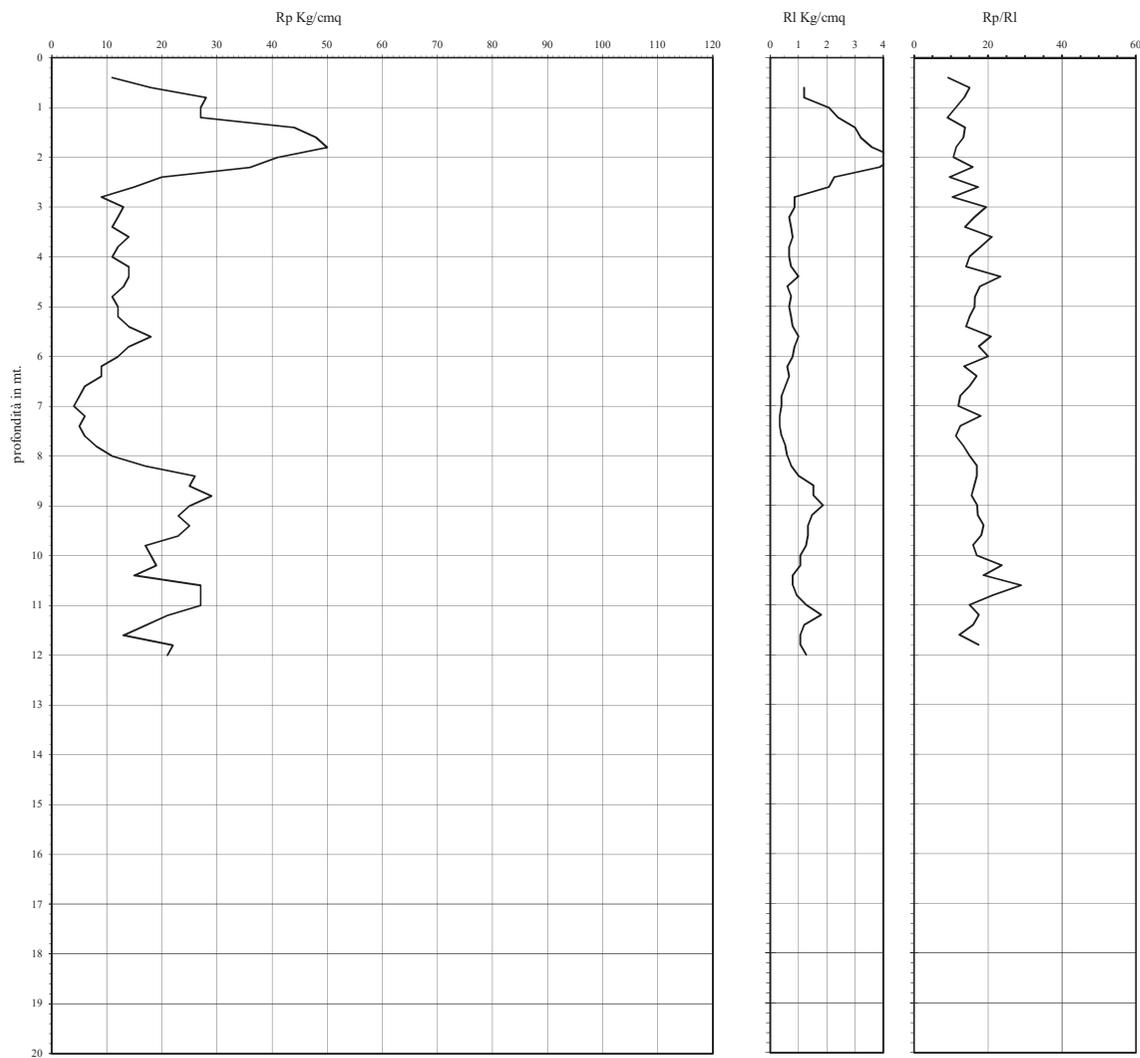
Angolo d'attrito interno, densità relativa e coesione  
 Verifica alla liquefazione  
 magnitudo di 6 g  
 accelerazione massima al suolo 0,25 g  
 (Seed et al. 1985)  
 coefficiente di sicurezza

- |                         |   |                        |
|-------------------------|---|------------------------|
| argilla                 | AO argilla organica e terreni misti; AMT argilla molto tenera;  |                        |
| sabbia limoso argillosa | AT argilla tenera; AM argilla media; AC argilla compatta  | n.l. non liquefacibile |
| sabbia                  | AMC argilla molto compatta; ASL argilla sabbiosa limosa;<br>SL sabbia e limo; SLA sabbia limoso argillosa<br>SS sabbia sciolta; S sabbia; SD sabbia densa |                        |

# Prova Penetrometrica Statica

Prova n.: CPT 2  
 Cantiere: Viserba (RN) - Via S. Martino in Riparotta 5 T  
 Data: Agosto 2013

Quota inizio: piano campagna  
 Liv.falda: -3,30 mt.  
 Note:



Classificazione orientativa dei terreni (Schmertmann - 1978)

A	A	A	A	A	A	A	S	S	S	S	S	S
0	M	T	M	C	M	S	L	L	S	D		
T				C	L	A						
0,2												
0,4												
0,6												
0,8												
1,2												
1,4												
1,6												
1,8												
2,2												
2,4												
2,6												
2,8												
3,2												
3,4												
3,6												
3,8												
4												
4,2												
4,4												
4,6												
4,8												
5												
5,2												
5,4												
5,6												
5,8												
6												
6,2												
6,4												
6,6												
6,8												
7												
7,2												
7,4												
7,6												
7,8												
8												
8,2												
8,4												
8,6												
8,8												
9												
9,2												
9,4												
9,6												
9,8												
10												
10,2												
10,4												
10,6												
10,8												
11												
11,2												
11,4												
11,6												
11,8												
12												
12,2												
12,4												
12,6												
12,8												
13												
13,2												
13,4												
13,6												
13,8												
14												
14,2												
14,4												
14,6												
14,8												
15												
15,2												
15,4												
15,6												
15,8												
16												
16,2												
16,4												
16,6												
16,8												
17												
17,2												
17,4												
17,6												
17,8												
18												
18,2												
18,4												
18,6												
18,8												
19												
19,2												
19,4												
19,6												
19,8												
20												

Legenda:

- |                         |  |                        |
|-------------------------|--|------------------------|
| argilla                 | AO argilla organica e terreni misti; AMT argilla molto tenera; |                        |
| sabbia limoso argillosa | AT argilla tenera; AM argilla media; AC argilla compatta       | n.l. non liquefacibile |
| sabbia                  | AMC argilla molto compatta; ASL argilla sabbiosa limosa;       |                        |
|                         | SL sabbia e limo; SLA sabbia limoso argillosa                  |                        |
|                         | SS sabbia sciolta; S sabbia; SD sabbia densa                   |                        |

Caratteristiche strumento: penetrometro statico semovente, 200kN spinta  
 Punta meccanica tipo Begemann - manicotto laterale superficie 150 cmq

Angolo d'attrito interno, densità relativa e coesione

Verifica alla liquefazione magnitudo di 6 g accelerazione massima al suolo 0,25 g (Seed et al. 1985)

φ °	Dr	Cu Kg/cm²	Nspt
/	/	0,55	/
/	/	1,4	/
/	/	1,35	/
/	/	2,2	/
/	/	2,2	/
/	/	2,2	/
/	/	2,05	/
/	/	1,8	/
/	/	1	/
/	/	0,75	/
/	/	0,45	/
/	/	0,65	/
/	/	0,6	/
/	/	0,55	/
/	/	0,7	/
/	/	0,6	/
/	/	0,55	/
/	/	0,6	/
/	/	0,7	/
/	/	0,6	/
/	/	0,45	/
/	/	0,45	/
/	/	0,3	/
/	/	0,25	/
/	/	0,2	/
/	/	0,3	/
/	/	0,25	/
/	/	0,3	/
/	/	0,4	/
/	/	0,35	/
/	/	1,3	/
/	/	1,25	/
/	/	1,45	/
/	/	1,25	/
/	/	1,15	/
/	/	1,25	/
/	/	0,9	/
/	/	0,95	/
/	/	0,75	/
/	/	1,35	/
/	/	1,35	/
/	/	1,35	/
/	/	1,05	/
/	/	0,85	/
/	/	0,65	/
/	/	1,1	/

Cu media Kg/cm² 0,92      Nspt media n. colpi 0

COMMITTENTE: BERNARDI s.r.l.  
 CANTIERE: VIA SAN MARTINO IN RIPAROTTA 5  
 LOCALITA': VISERBA MONTE RIMINI (RN)  
 DATA 16/17-04-2015

rif: BRN /04/15  
 QUOTA: p.c.

SOIL INVESTIGATION s.n.c.  
 DI MARCO ROSSI & C.  
 via Sartiano 1 47863 Novafeltria RN  
 email: soil2000@libero.it

**SONDAGGIO n° 1**

Attrezzatura: EK 200S Ellettari Sistema di perforazione: Rotazione secco  
 Carotieri: semplice diam. 101 mm; rivest. diam. 127 mm ML 3

PROF. DAL P.C.	SPESSORE STRATO	STRATIG.	CAMPIONE QUOTA P.C.	DESCRIZIONE			PERCENTUALE CAROTAGGIO 50	PENETROM. TASCABILE (Kg/cmq)	TORVANE (Kg/cmq)	FALDA
					REC	S.P.T.				
0.80	0.80			ASFALTO MANTO DI USURA 5 CM, CON ALDISOTTO GHIAIE E CLASTI SABBIE LIMOSE .	100%					
2.00				LIMI ARGILLOSI E LIMI SABBIOSI CON ARGILLE DI COLORE NOCCIOLA AL TETTO				1.5	0.5	
3.00				PASSANTI VERSO IL BASSO A TONALITA' GRIGIE. VISIBILI DIFFUSI CALCINELLI MM				1.5	0.5	
4.00	5.80			FRUSTOLI CARBONIOSI , PRESENTI ANCHE RARE LENTI DCM DI SABBIE LIMOSE (-4.70-5.10)	100%			2.0	0.7	-2.00
5.00				MATERIALI DA PLASTICI A DEBOLMENTE PLASTICI, IN ORIZZONTI DCM				1.8	0.6	
6.00				ALTERNATI. RILEVATA PRIMA FALDA FREATICA A -2.00 METRI DA P.C.				2.0	0.6	
7.00				MATERIALI RIGONFIANTI CON LENTI NON COESIVE IN FALDA RENDONO NECESSARIO				1.8	0.6	
8.00				PER UN BUON CAMPIONAMENTO UTILIZZO DI TUBI DI RIVESTIMENTO.				1.8	0.5	
8.00				ARGILLE LIMOSE GRIGIO PIOMBO CON ZONATURE DCM NERE, PRESENTI RARI CALCINELLI				1.5	0.5	
9.00	2.40			MM SPORADICI FRUSTOLI CARBONIOSI MM. DEBOLMENTE PLASTICI.	100%			1.4	0.5	
9.80				UTILIZZO TUBO DI RIVESTIMENTO				2.0	0.8	
10.00								1.5	0.6	
11.00				ARGILLE LIMOSO SABBIOSE NOCCIOLA CON INTERCALAZIONI SABBIOSE				2.0	0.6	
12.00	3.10			RARI CALCINELLI MM.	100%			1.8	0.6	
12.90				UTILIZZO TUBO DI RIVESTIMENTO				1.8	0.4	
13.00								2.0	0.5	
14.00				LIMI ED ARGILLE CON RARE LENTI LIMOSO SABBIOSE GRIGIO SCURE CONSISTENTI				2.0	0.5	
15.00				DEBOLMENTE PLASTICHE, VISIBILI RARI FRUSTOLI CARBONIOSI MM,				1.8	0.6	
16.00	5.90			MATERIALI DOTATI DI SCARSA PERMEABILITA'.	100%			2.0	0.8	
17.00				UTILIZZO TUBO DI RIVESTIMENTO				1.8	0.6	
18.00								2.0	0.8	
18.80								2.0	0.8	
19.00	3.20			SABBIE E GHIAIE IN MATRICE SABBIOSO LIMOSA NOCCIOLA CHIARO, CLASTI BEN ARROTONDATI DI NATURA CALCAREA E CALCARENITICA.	100%			1.6	0.6	
22.00				PREVALENZA FALDA -3.00 ML DA P.C.				2.0	0.8	
				UTILIZZO TUBO DI RIVESTIMENTO				1.6	0.6	

TUBO NORTON DIAM 40 mm ml 20

Chiusino \_\_\_\_\_

Cassette catalogatrici n° 5

Campione indisturbato shelly

Campione rimaneggiato

## ALLEGATO 2

# PROVA SISMICA REALIZZATA



**INTERGEO** s.r.l. - **Servizi Geologici**

Società a Socio Unico

Via Rancaglia, 37 47899 Serravalle - RSM

Codice Operatore Economico - SM21197

Tel. 333 2208376

www.intergeosm.com - mail: info@intergeosm.com

---

**Località:**

**Viserba (RN) - Via S. Martino in Riparotta 5 T**

**Oggetto:**

**Indagine sismica passiva a stazione singola HVSR**

**Data:**

**Agosto 2013**

## Premessa

Il giorno 30/08/2013 a Viserba (RN) - Via S. Martino in Riparotta 5 T è stata eseguita un'indagine sismica passiva a stazione singola al fine di stimare il profilo della velocità delle onde di taglio ( $V_s$ ) per fornire la categoria di suolo di fondazione, secondo le Norme Tecniche per le Costruzioni (2008), ex DM 14/09/2005;

## Strumentazione utilizzata e modalità esecutive

La misura di microtremore ambientale è stata effettuata per mezzo di un registratore sismico mostrato in figura 1.



Fig. 1

Il registratore è composto da una terna di velocimetri, i quali trasmettono il segnale ad un sistema di acquisizione digitale a basso rumore.

Lo strumento è stato posizionato correttamente (tramite bolla sferica e piedini regolabili) sul terreno; inizia l'acquisizione dei microtremori: i modi di vibrare del terreno vengono amplificati, convertiti in forma digitale, organizzati e salvati su una memoria digitale. Successivamente i dati vengono trasferiti nel PC dove, mediante il codice di calcolo Grilla appositamente sviluppato, vengono analizzati ed elaborati come mostrato in seguito.

## Procedura di analisi dati per stazione singola H/V

Dall'elaborazione della registrazione del rumore sismico ambientale, è stata ricavata la curva H/V (HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO) (Pag. 4).

Il grafico H/V TIME HISTORY (Pag. 4) mostra le “finestre temporali” analizzate per l'elaborazione della curva H/V e permette di individuare eventuali finestre di disturbo all'interno di una registrazione.

Il grafico DIRECTIONAL H/V (Pag. 4) rappresenta la proiezione del HVSR lungo le diverse direzioni, da 0° a 180° in senso orario, dove 0° rappresenta la direzione del Nord segnato sullo strumento (da 180° a 360° i risultati sono simmetrici). Questo permette di vedere se una componente orizzontale prevale sull'altra: cioè se la media HVSR riceve più il contributo da parte di un componente orizzontale.

In seguito, il grafico SINGLE COMPONENT SPECTRA (Pag. 5), mostra l'andamento delle singole componenti nelle tre direzioni (N-S\_E-O\_Verticale).

In base alle conoscenze stratigrafiche, utilizzando la curva H/V, è stato possibile realizzare su di essa un modello sintetico di Vs (EXPERIMENTAL VS. SYNTHETIC H/V) (Pag. 5) seguendo inoltre le linee guida Sesame, 2005 (Pag. 6).

Infine viene calcolata la velocità media delle onde di taglio nei primi 30 m di terreno ai sensi di legge (Norme Tecniche per le Costruzioni 2008, ex DM 14/09/2005) con la seguente formula:

$$V_{S30} = \frac{30}{\sum \frac{h_i}{V_{S_i}}}$$

dove  $h_i$  e  $V_{S_i}$  sono spessori e velocità dei singoli strati.

## VISERBA - VIA S MARTINO IN RIPAROTTA 5 T

Inizio registrazione: 30/08/13 10:49:29 Fine registrazione: 30/08/13 11:09:30

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS: 44.076870 – 12.521362

Durata registrazione: 0h20'00".

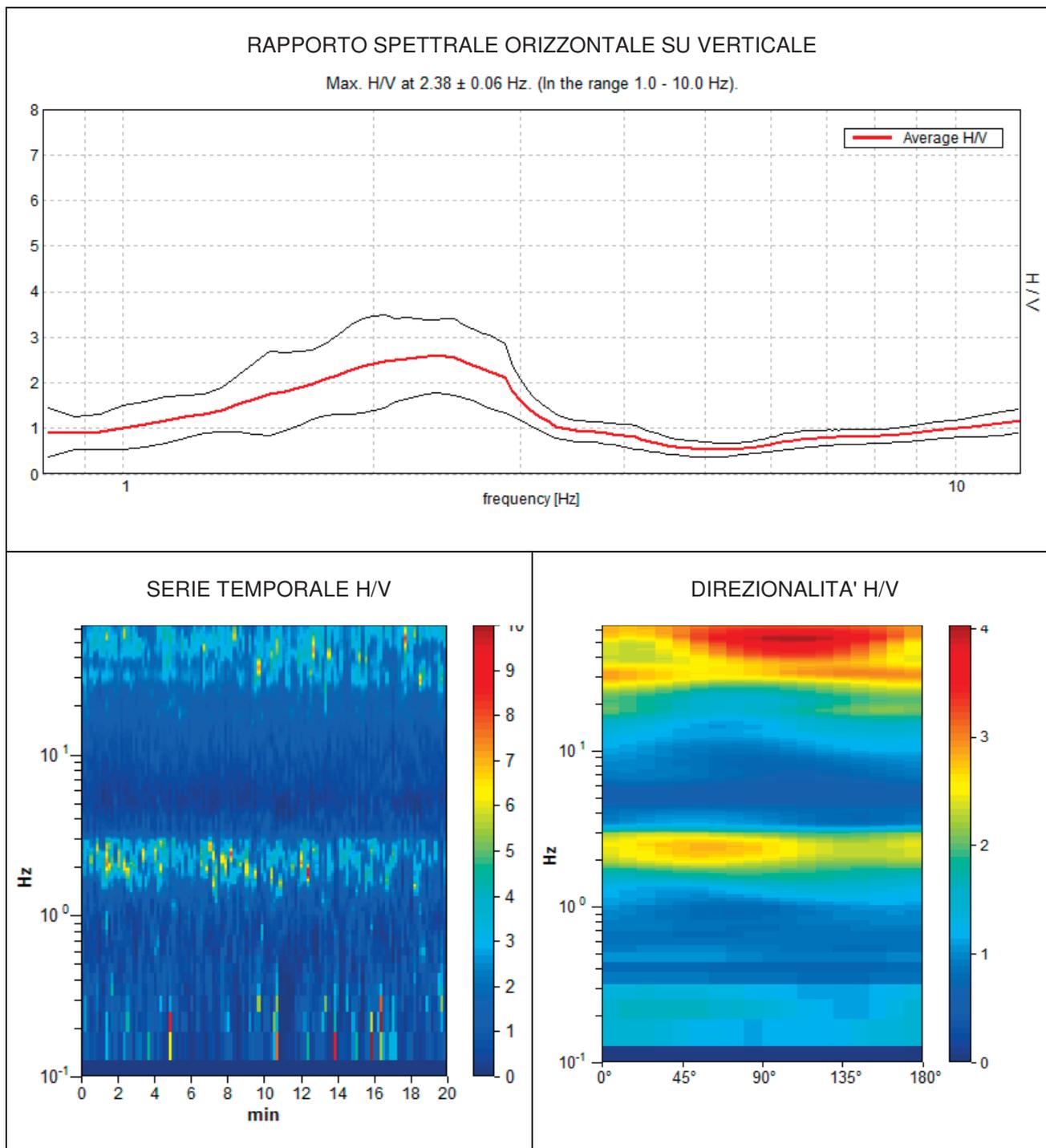
Analisi effettuata sull'intera traccia.

Freq. campionamento: 128 Hz

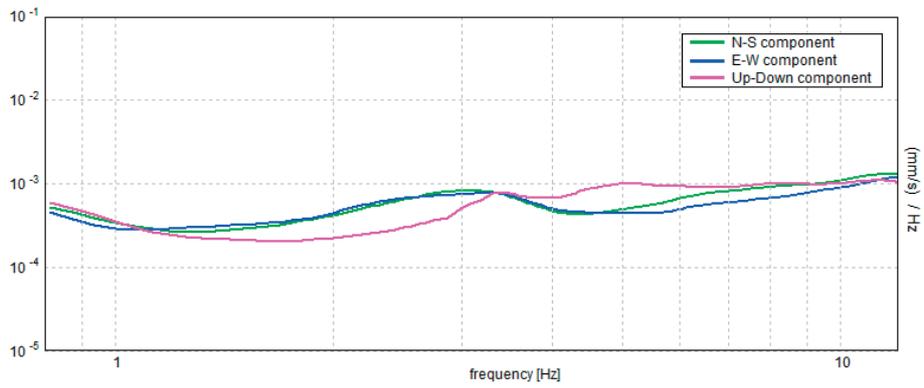
Lunghezza finestre: 10 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 15%

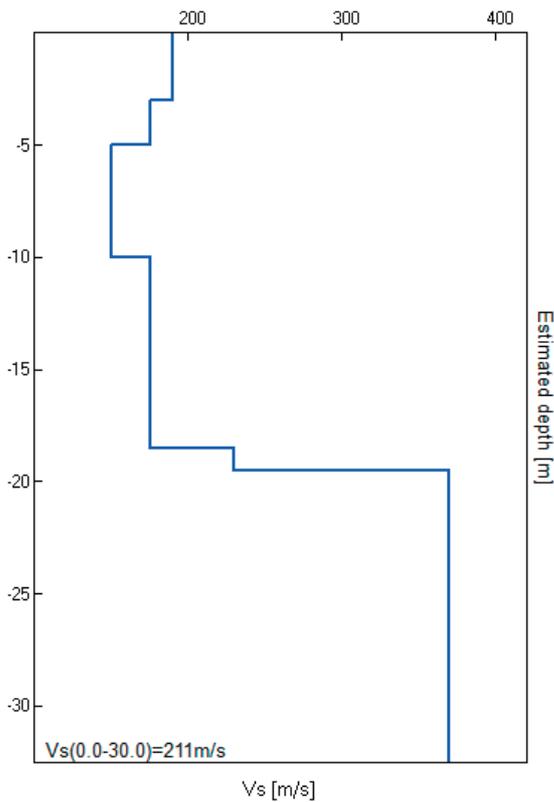
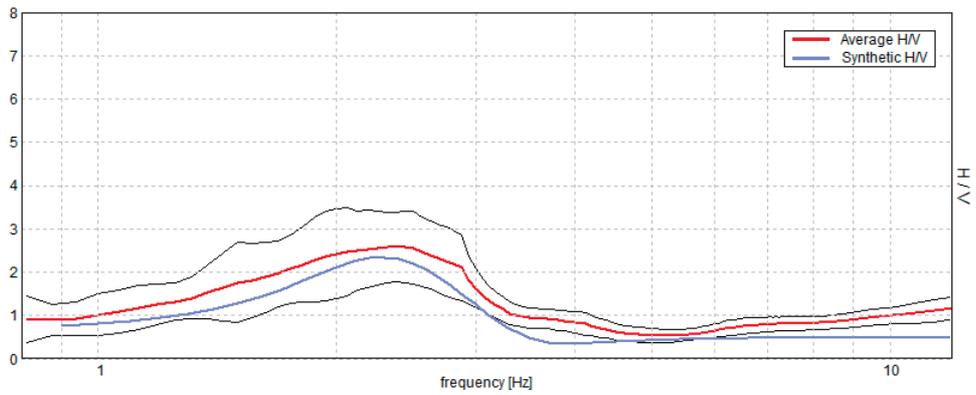


## SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



## H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO

Max. H/V at  $2.38 \pm 0.06$  Hz. (In the range 1.0 - 10.0 Hz).



Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	$V_s$ [m/s]
3.00	3.00	190
5.00	2.00	175
10.00	5.00	150
18.50	8.50	175
19.50	1.00	230
inf.	inf.	370

$V_s(0.0-30.0)=211\text{m/s}$

**Picco H/V a  $2.38 \pm 0.06$  Hz (nell'intervallo 1.0 - 10.0 Hz).**

**Criteri per una curva H/V affidabile**

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$2.38 > 1.00$	<b>OK</b>	
$n_c(f_0) > 200$	$1258.8 > 200$	<b>OK</b>	
$\sigma_A(f) < 2$ 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 $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 58	<b>OK</b>	

**Criteri per un picco H/V chiaro**

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

<b>Esiste <math>f^-</math> in <math>[f_0/4, f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^-) &lt; A_0 / 2</math></b>	1.188 Hz	<b>OK</b>	
<b>Esiste <math>f^+</math> in <math>[f_0, 4f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^+) &lt; A_0 / 2</math></b>	3.188 Hz	<b>OK</b>	
<b><math>A_0 &gt; 2</math></b>	$2.58 > 2$	<b>OK</b>	
<b><math>f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%</math></b>	$ 0.01276  < 0.05$	<b>OK</b>	
<b><math>\sigma_f &lt; \varepsilon(f_0)</math></b>	$0.0303 < 0.11875$	<b>OK</b>	
<b><math>\sigma_A(f_0) &lt; \theta(f_0)</math></b>	$0.399 < 1.58$	<b>OK</b>	

$L_w$	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

**According to the Sesame, 2005 guidelines.**

Con la determinazione delle onde di taglio  $V_s$  i terreni indagati vengono inseriti in una delle seguenti categorie di sottosuolo (N.T.C. 2008\_Tabella 3.2.II e Tabella 3.2.III):

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

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

Dall'analisi dell'indagine si può affermare che il sito è caratterizzato dalle seguenti velocità delle onde di taglio ( $V_{s30}$ ):

profondità di calcolo	$V_{s30}$ m/sec.	Categoria di suolo
0,00-30,00mt.	211	C
1,00-31,00mt.	215	C
2,00-32,00mt.	219	C
3,00-33,00mt.	224	C
4,00-34,00mt.	229	C