

REGIONE MARCHE  
PROVINCIA DI PESARO-URBINO



COMUNE  
Di FANO

PROPRIETA'

**KENNEDY SRL**

**RIDUZIONE DELLA FASCIA DI RISPETTO CIMITERIALE AI SENSI  
DELL'ART. 338 DEL R.D. N° 1265/1934 PER LA REALIZZAZIONE  
DI UN PIANO DI RECUPERO DELL'AREA "EX MARMIFERA"  
IN VIALE J.F. KENNEDY PREVIA INDIVIDUAZIONE DI UNA ZONA  
DI RECUPERO AI SENSI DELL'ART. 27 DELLA LEGGE N° 457/1978**

# RELAZIONE GEOLOGICA

D.M. 14/01/2008 - CIRC. LL.PP. 617/09

Elaborato

UNICO - RELAZIONE



**GEOCON**

STUDIO ASSOCIATO PER  
LA GEOLOGIA E LA SICUREZZA

Geol. Angelo Renzoni  
Geol. Michele Giaschera  
Geol. Walter Borghi

Via Gozzi 10/A 61032 FANO (PU)  
Tel. Fax 0721 861494 862875  
e-mail geocon@fastwebnet.it  
P.IVA 02229960410

Commessa **1440/16**

Data **NOVEMBRE 2016**

Doc. **01/Rel./All.**



# KENNEDY SRL

**RIDUZIONE DELLA FASCIA DI RISPETTO CIMITERIALE AI SENSI  
DEL'ART. 338 DEL R.D. N° 1265/1934 PER LA REALIZZAZIONE  
DI UN PIANO DI RECUPERO DELL'AREA "EX MARMIFERA"  
IN VIALE J.F. KENNEDY PREVIA INDIVIDUAZIONE DI UNA ZONA  
DI RECUPERO AI SENSI DELL'ART. 27 DELLA LEGGE n° 457/1978**

## RELAZIONE GEOLOGICA

AI SENSI DELL'ART. 89 DEL D.P.R. 380/01, DEL D.M. 14/01/2008 E DELLA CIRC. LL.PP. 617/09

### SOMMARIO

1	SCOPO E MODALITA' DELL'INDAGINE	Pag. 2
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	Pag. 3
3	GEOLOGIA, GEOMORFOLOGIA E IDROGEOLOGIA	Pag. 4
4	INDAGINI GEOLOGICHE DI CAMPO	Pag. 7
5	MODELLAZIONE E CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA DEL SOTTOSUOLO	Pag. 12
6	PERICOLOSITA' GEOLOGICA	Pag. 14
	a – Pericolosità Idrogeologica	Pag. 14
	b – Pericolosità sismica a azioni sismiche	Pag. 14
	c – Liquefazione	Pag. 17
7	CONSIDERAZIONI FINALI	Pag. 18

### ALLEGATI

ALLEGATO 1	CARTA PLANOALTIMETRICA
ALLEGATO 2	STRALCIO CARTA DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO (PAI)
ALLEGATO 3	CARTA GEOLOGICA
ALLEGATO 3 bis	CARTA DELLA VULNERABILITA' DELLA FALDA
ALLEGATO 4	PLANIMETRIA CON UBICAZIONE DELLE INDAGINI GEOLOGICHE E TRACCIA SCHEMI LITOSTRATIGRAFICI INTERPRETATIVI
ALLEGATO 5	STRATIGRAFIE E FOTO DEI SONDAGGI GEOGNOSTICI
ALLEGATO 6	SCHEMI LITOSTRATIGRAFICI INTERPRETATIVI AA e BB
ALLEGATO 7	PROVA SISMICA PASSIVA A STAZIONE SINGOLA (HVSR)
ALLEGATO 8	STRALCI PROGETTUALI



## 1 - SCOPO E MODALITA' DELL'INDAGINE

Su incarico della **KENNEDY SRL** è stata redatta la presente Relazione geologica al fine di fornire il supporto geologico al progetto "Riduzione della fascia di rispetto cimiteriale ai sensi dell'art. 338 del R.D. n° 1256/1934 per la realizzazione di un piano di recupero dell'area "Ex Marmifera" in viale J.F. Kennedy previa individuazione di una zona di recupero ai sensi dell'art. 27 della legge n° 457/1978".

L'intervento da eseguire consiste quindi nella costruzione, previa demolizione dei manufatti esistenti, di due edifici aventi diverse dimensioni. Più precisamente quello più vicino a Viale Kennedy avrà dimensioni in pianta (m 20X12 circa) e sarà costituito da un piano interrato e da tre fuori terra, mentre quello più lontano avrà dimensioni in pianta (m 17.50X8.50 circa) e sarà costituito da un solo piano fuori terra.

Gli stralci di progetto, forniti dal Tecnico progettista, sono riportati in allegato alla presente (all 8).

Lo studio è stato condotto mediante analisi bibliografiche, rilievi geologici di superficie e indagini dirette consistenti in quattro sondaggi geognostici a carotaggio continuo eseguiti in data 10-11-12 e 13 Maggio 2016 con sonda a rotazione e in una in una prova sismica passiva a stazione singola HVRS eseguita in data 17/05/2016. Il tutto come dettagliatamente descritto in seguito.

Con riferimento al progetto previsto lo scopo è stato quello di definire:

- le caratteristiche geologiche, geostrutturali e geomorfologiche dell'area;
- le caratteristiche idrogeologiche e idrologiche dell'area;
- lo schema litostratigrafico del sottosuolo e le proprietà fisico-meccaniche dei terreni;
- le condizioni di pericolosità idrogeologica e sismica.

Vengono altresì eseguite alcune valutazioni di orientamento in merito alla categoria di sottosuolo ed al coeff. di amplificazione topografica previsti nel calcolo delle azioni sismiche di progetto di cui alle nuove norme tecniche per le costruzioni in zona sismica (NTC/2008).

Per la localizzazione e l'inquadramento dell'intervento si rimanda alle planimetrie riportate in allegato e più specificatamente:

ALLEGATO 1	CARTA PLANOALTIMETRICA
ALLEGATO 2	STRALCIO CARTA DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO (PAI)
ALLEGATO 3	CARTA GEOLOGICA
ALLEGATO 3 bis	CARTA DELLA VULNERABILITA' DELLA FALDA
ALLEGATO 4	PLANIMETRIA CON UBICAZIONE DELLE INDAGINI GEOLOGICHE E TRACCIA SCHEMI LITOSTRATIGRAFICI INTERPRETATIVI



## 2 - NORMATIVA DI RIFERIMENTO

L'indagine è stata effettuata ai sensi della vigente normativa con specifico riferimento a:

- ♣ D.P.R. 380/2001 e succ. mod. - Testo Unico per l'Edilizia - **Art. 89.**
- ♣ Decreto Ministeriale del 14 Febbraio 2008 "Approvazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni", G.U. n° 29 - Supplemento Ordinario n° 30.
- ♣ Circolare 2 Febbraio 2009 n° 617 - Istruzioni per l'applicazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14 Gennaio 2008.
- ♣ Norme di Attuazione del Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico dei Bacini di rilievo Regionale delle Marche (PAI) approvato con delibera di Consiglio Regionale n° 116 del 21/01/2004.
- ♣ PRG Comune di Fano.



### **3 - GEOLOGIA, GEOMORFOLOGIA, IDROGEOLOGIA**

L'area in oggetto si trova a ridosso del centro storico di Fano, in Viale Kennedy, in una zona urbanizzata e sub-pianeggiante, prossima al Canale Albani, a quote topografiche variabili da circa 11 a 13 metri s.l.m..

L'area d'interesse è limitrofa al Canale Albani che scorre parte in rilevato, con l'argine sinistro protetto da un muro di contenimento in c.a. più alto di circa 1.50/2.00 metri rispetto al piano strada di Viale Kennedy nel tratto in esame; il canale artificiale è impermeabilizzato e a buona tenuta, come si evince anche dalle indagini geognostiche eseguite per la realizzazione degli edifici in oggetto che in aree vicine.

Inoltre, ad ulteriore garanzia, si rammenta che la realizzazione dello scolmatore all'altezza dell'aeroporto taglia eventuali portate critiche nei tratti più a valle.

Sia dalla consultazione degli studi condotti per la redazione del PRG che dal Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) si esclude qualsiasi rischio idrogeologico.

Date le condizioni geomorfologiche sub-pianeggianti dell'area e del suo intorno non sussistono pericoli per quanto concerne la stabilità dei terreni; ciò viene confermato anche dalla consultazione del Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) e dalle indagini fatte a corredo degli strumenti urbanistici del PRG.

Dal punto di vista geologico i terreni dell'area oggetto di studio appartengono ai depositi alluvionali del III° ordine (f3) dei terrazzi del fiume Metauro.

La litologia di questi terreni è costituita, in linea di massima, da sabbie, ghiaie e limi argillosi e sabbiosi variamente intercalati fra loro.

Tali depositi alluvionali poggiano su un substrato geologico impermeabile di natura argilloso-marnosa, di origine marina e di età pliocenica (Carta Geologica d'Italia F° 110); si tratta di una successione stratificata di argille marnose sovraconsolidate, talora fratturate, di colore grigiastro e grigio-azzurro, localmente intercalate a strati e/o livelli arenaceo-sabbiosi; nella zona di interesse il complesso alluvionale ha spessori > 30 metri (dati bibliografici).

Stante la geologia dell'area, la circolazione idrica sotterranea trova la sua naturale collocazione all'interno del deposito alluvionale permeabile dando origine ad un acquifero caratterizzato da una falda freatica di sub-alveo (falda principale) sostenuta dal complesso impermeabile del substrato geologico pliocenico; localmente si rinvengono falde idriche sospese, poste a vari livelli, con quote piezometriche strettamente condizionate dalle variazioni del regime meteorico locale.

In particolare, dai dati bibliografici e da quelli in possesso di questo Studio, risulta che nella zona è presente una prima falda freatica alla profondità di circa 9 – 10 metri dal piano campagna attuale.



Al fine di fornire una stima del grado di vulnerabilità della falda nell'area di interesse è stata effettuata una valutazione adottando il metodo di valutazione intrinseca GOD – *Groundwater occurrence, Overall lithology of aquifer, Depth to groundwater table or strike* - (Foster e Hirata, 1987). Si tratta di un metodo di valutazione parametrica semi-quantitativa basato sull'utilizzo di 3 parametri:

parametro G            tipologia della falda  
parametro O            tipo di acquifero  
parametro D            soggiacenza della falda  
ai quali viene attribuito uno specifico punteggio come da Fig. 1.

Per quanto riguarda il parametro G è stato assunto il valore più penalizzante pari a  $G = 1$  tipico di falde a pelo libero; si assume tale valore in considerazione del fatto che l'acquifero non è confinato.

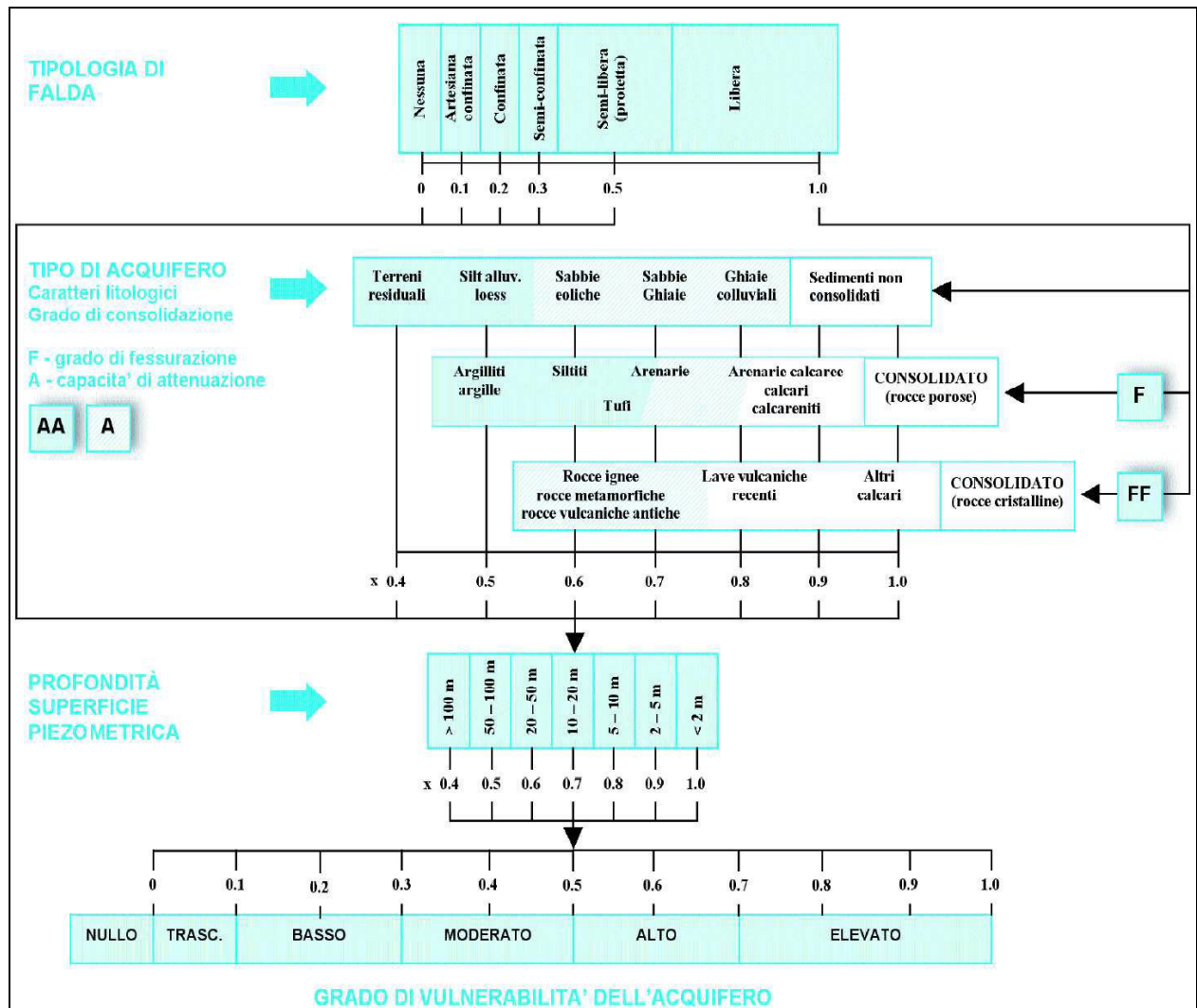
Il parametro O è stato assunto pari a 0.7 in ragione del fatto che si tratta di depositi ghiaiosi e sabbiosi senza presenza, al tetto, di sedimenti fini argilloso-limosi.

A riguardo della soggiacenza della falda, il parametro D è stato assunto pari a 0.8 tipico di falde poste a profondità di 5-10 metri p.c. .

L'interazione dei tre parametri stima un grado di vulnerabilità  $V = 0.56$  tipico di aree con vulnerabilità definita dal metodo G.O.D. “**alto**”.



**Fig. 1 - Metodo G.O.D. per la stima della vulnerabilità della falda**



L'area in oggetto è inserita in un contesto urbanizzato e le acque di precipitazione meteorica sono raccolte e canalizzate nella rete fognaria.

Dal punto di vista tettonico, facendo riferimento al F° 110 della Carta Geologica d'Italia, si rileva che non esistono faglie del substrato in corrispondenza del sito in oggetto.



## 4 - INDAGINI GEOLOGICHE DI CAMPO (SONDAGGI GEOGNOSTICI E HVSR)

Per le finalità dello studio, oltre alle analisi bibliografiche e ai rilievi geologici di superficie, ci si è avvalsi di quattro sondaggi geognostici e di una prova sismica passiva a stazione singola HVSR.

### SONDAGGI GEOGNOSTICI

I sondaggi geognostici sono stati eseguiti a carotaggio continuo, con carotiere semplice di diametro 101 mm, con trivella Beretta "T43" ad opera dalla ditta Montanari Comincio Srl con sede a Fano in via Einaudi n° 14 nei giorni 10, 11, 12 e 13 Maggio 2016.

La planimetria con l'ubicazione delle indagini è riprodotta nell'allegato 4.

I profili stratigrafici sono riportati in allegato 5 (Stratigrafie sondaggi geognostici) e in allegato 6 (Sezioni litostratigrafiche interpretative).

La ricostruzione stratigrafica dei sondaggi è schematicamente riassunta nelle fig. 2-3-4 e 5.

**Fig. 2**

SONDAGGIO	PROFONDITA' m p.c.	DESCRIZIONE SOMMARIA
<b>S1</b>	0.00 – 2.00	Riporto antropico e terreno vegetale – <b>Unità 1</b>
	2.00 – 3.30	Limi sabbiosi e limi sabbioso-argillosi giallastri con venature nocciola, mediamente plastici (Dep. alluvionale) – <b>Unità 2a</b>
	3.30 – 3.40	Lente ghiaiosa (Dep. Alluvionale) – <b>Unità 2c</b>
	3.40 – 6.30	Alternanza di sabbie limose, limi sabbiosi e limi sabbioso-argillosi giallastri con venature nocciola e argille limose varicolori (dal giallastro, al nocciola e azzurro scuro), da plastica a mediamente plastica la componente limoso-argillosa (Dep. Alluvionale) – <b>Unità 2b</b>
	6.30 – 9.00	Ghiaie a pezzatura medio-fine in matrice prevalentemente sabbioso-limosa talora debolmente cementate; sono presenti lenti limo-sabbiose o sabbioso-limose di potenza centimetrica (Dep. Alluvionale) – <b>Unità 2c</b>





**Fig. 3**

SONDAGGIO	PROFONDITA' m p.c.	DESCRIZIONE SOMMARIA
<b>S2</b>	0.00 – 1.50	Riporto antropico e terreno vegetale – <b>Unità 1</b>
	1.50 – 2.50	Limi sabbiosi e limi sabbioso-argillosi giallastri con venature nocciola, mediamente plastici (Dep. alluvionale) – <b>Unità 2a</b>
	2.50 – 6.30	Alternanza di sabbie limose, limi sabbiosi e limi sabbioso-argillosi giallastri con venature nocciola e argille limose varicolori (dal giallastro, al nocciola e azzurro scuro), da plastica a mediamente plastica la componente limoso-argillosa (Dep. Alluvionale) – <b>Unità 2b</b>
	6.30 – 9.30	Ghiaie a pezzatura medio-fine in matrice prevalentemente sabbioso-limosa talora debolmente cementate; sono presenti lenti limo-sabbiose o sabbioso-limose di potenza centimetrica (Dep. Alluvionale) – <b>Unità 2c</b>

**Fig. 4**

SONDAGGIO	PROFONDITA' m p.c.	DESCRIZIONE SOMMARIA
<b>S3</b>	0.00 – 0.80	Riporto antropico e terreno vegetale – <b>Unità 1</b>
	0.80 – 2.60	Limi sabbiosi e limi sabbioso-argillosi giallastri con venature nocciola, mediamente plastici (Dep. alluvionale) – <b>Unità 2a</b>
	2.60 – 4.15	Ghiaie a pezzatura medio-fine in matrice prevalentemente sabbioso-limosa talora debolmente cementate; sono presenti lenti limo-sabbiose o sabbioso-limose di potenza centimetrica (Dep. Alluvionale) – <b>Unità 2c</b>
	4.15 – 6.40	Alternanza di sabbie limose, limi sabbiosi e limi sabbioso-argillosi giallastri con venature nocciola e argille limose varicolori (dal giallastro, al nocciola e azzurro scuro), da plastica a mediamente plastica la componente limoso-argillosa (Dep. Alluvionale) – <b>Unità 2b</b>
	6.40 – 9.50	Ghiaie a pezzatura medio-fine in matrice prevalentemente sabbioso-limosa talora debolmente cementate; sono presenti lenti limo-sabbiose o sabbioso-limose di potenza centimetrica (Dep. Alluvionale) – <b>Unità 2c</b>



**Fig. 5**

SONDAGGIO	PROFONDITA' m p.c.	DESCRIZIONE SOMMARIA
<b>S4</b>	0.00 – 1.70	Riporto antropico e terreno vegetale – <b>Unità 1</b>
	1.70 – 3.50	Limi sabbiosi e limi sabbioso-argillosi giallastri con venature nocciola, mediamente plastici (Dep. alluvionale) – <b>Unità 2a</b>
	3.50 – 6.20	Alternanza di sabbie limose, limi sabbiosi e limi sabbioso-argillosi giallastri con venature nocciola e argille limose varicolori (dal giallastro, al nocciola e azzurro scuro), da plastica a mediamente plastica la componente limoso-argillosa (Dep. Alluvionale) – <b>Unità 2b</b>
	6.20 – 9.00	Ghiaie a pezzatura medio-fine in matrice prevalentemente sabbioso-limosa talora debolmente cementate; sono presenti lenti limo-sabbiose o sabbioso-limose di potenza centimetrica (Dep. Alluvionale) – <b>Unità 2c</b>

### **PROVA SISMICA PASSIVA A STAZIONE SINGOLA HVSR**

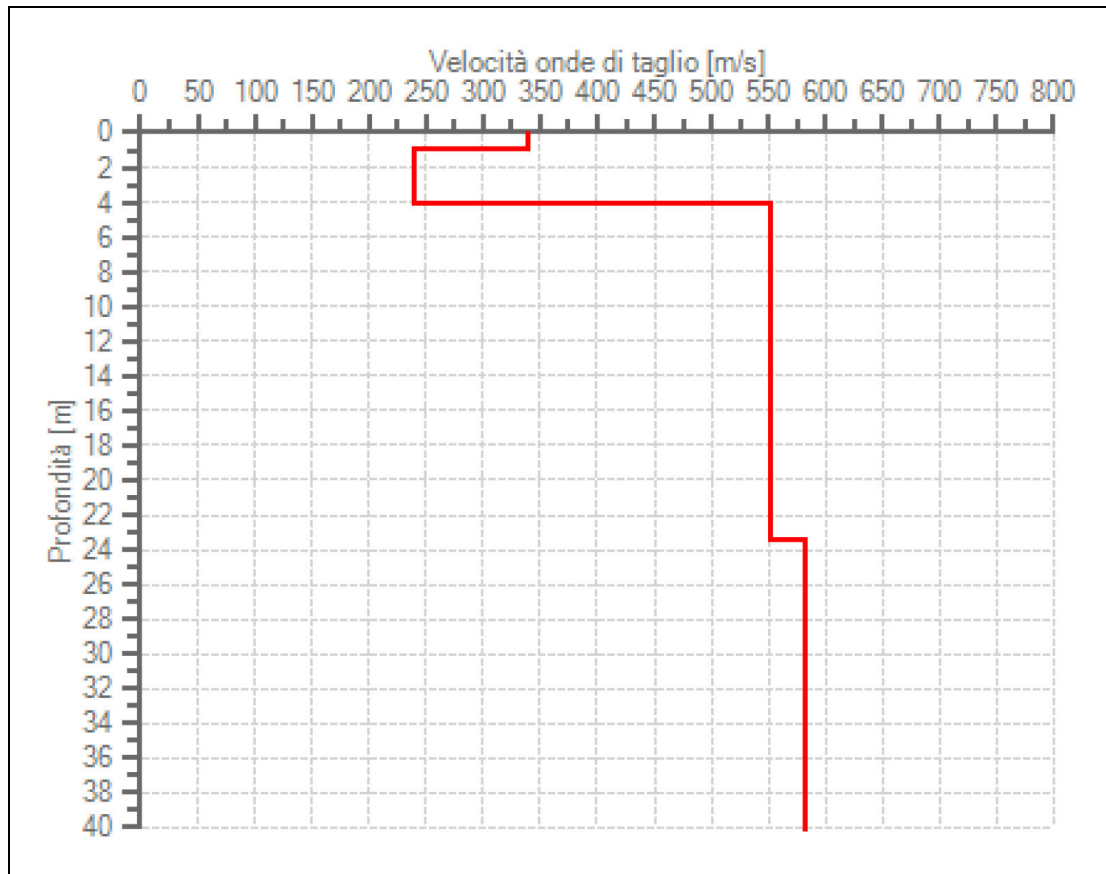
Per fornire indicazioni relative alla risposta sismica locale è stata eseguita una prova sismica mediante la tecnica dei rapporti spettrali denominata HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio) in data 17/05/2016. Nelle figure che seguono si riporta l'ubicazione, il profilo di velocità delle Vs fino a 30 m di profondità e la curva del rapporto spettrale H/V; l'elaborato completo è riprodotto nell'allegato 7.

**Fig. 6 - Ubicazione Prova HVSR**





**Fig. 7- Prova HVSR - Profilo della velocità delle onde sismiche di taglio Vs**



<b>Sismostrato</b> (N°)	<b>Profondità</b> (m)	<b>Spessore</b> (m)	<b>Velocità Media</b> <b>Onde S</b> (m/s)
1	1	1	340
2	4.12	3.12	239
3	23.52	19.4	553
4	30.0	6.48	583

<i>HV1</i>	$V_{s30}$ (HVSR)	=	<b>482 m/s</b>
------------	------------------	---	----------------

Dai dati di prova si possono fare le seguenti considerazioni:

- La velocità dedotta delle onde sismiche di taglio entro 30 m a partire dal piano campagna attuale è stimata nell'ordine di  $V_s = 300-600$  m/sec; nell'ambito di un profilo con velocità generalmente crescente con la profondità, quindi associabile a terreni con caratteristiche di rigidità progressivamente migliori, si riscontrano



contrasti di impedenza (soprattutto negli strati più superficiali) con conseguenti possibili effetti di amplificazione locale;

- Il valore  $V_{s30}$  della velocità equivalente delle onde di taglio a partire dal piano campagna attuale fino a 30 m di profondità è risultato pari a **482 m/sec**; il valore è tale da associare preliminarmente il terreno alla **categoria di suolo "B"** (NTC/2008).



## 5 - MODELLAZIONE E CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA DEL SOTTOSUOLO

Sulla base delle indagini svolte e con l'ausilio dei dati bibliografici riferibili a litotipi analoghi, è stato possibile ricostruire il modello geologico del sottosuolo e attribuire le principali proprietà fisico-meccaniche ai litotipi riscontrati.

Il sottosuolo dell'area di intervento può pertanto essere schematizzato da un modello geologico caratterizzato da quattro distinte unità litostratigrafiche come di seguito denominate e graficamente rappresentate nelle sezioni litostratigrafiche interpretative riportate in allegato 6.

Le unità litostratigrafiche sono state così denominate:

- **UNITA' 1 COLTRE SUPERFICIALE**
- **UNITA' 2a DEPOSITO ALLUVIONALE**
- **UNITA' 2b DEPOSITO ALLUVIONALE**
- **UNITA' 2c DEPOSITO ALLUVIONALE**

Si riporta di seguito la descrizione:

### **UNITÀ 1 COLTRE SUPERFICIALE**

**Ripporto antropico e terreno vegetale:** si tratta dello strato più superficiale riscontrato fino a profondità variabili da m 0.80 in S3 a m 2.00 in S1; considerato lo spessore, lo strato non presenta particolare rilevanza sotto il profilo della caratterizzazione fisico-meccanica; a tale unità si possono preliminarmente attribuire i seguenti parametri fisico-meccanici mediamente indicativi:

- Peso di volume naturale                      Yn      1.80-1.85      t/m<sup>3</sup>

### **UNITÀ 2a DEPOSITO ALLUVIONALE**

**Limi sabbiosi e limi sabbioso-argillosi giallastri con venature nocciola, mediamente plastici:** si rinvengono subito sotto la coltre superficiale con spessori variabili da m 1.00 in S2 a m 1.80 in S3 e S4; a tale unità si possono preliminarmente attribuire i seguenti parametri fisico-meccanici mediamente indicativi:

- Peso di volume naturale                      Yn      1.90                      t/m<sup>3</sup>
- Angolo di Attrito efficace                       $\Phi'$       26-27                      gradi
- Modulo Deformazione                      E      800-1.000                      t/m<sup>2</sup>



## UNITÀ 2b DEPOSITO ALLUVIONALE

**Alternanza di sabbie limose, limi sabbiosi e limi sabbioso-argillosi giallastri con venature nocciola e argille limose varicolori (dal giallastro, al nocciola e azzurro scuro), da plastica a mediamente plastica la componente limoso-argillosa:** si rinviene a profondità variabili da m 3.40 a m 6.30 in S1, da m 2.50 a m 6.30 in S2, da m 4.15 a m 6.40 in S3 e da m 3.50 a m 6.20 in S4; a tale unità si possono preliminarmente attribuire i seguenti parametri fisico-meccanici mediamente indicativi:

•	Peso di volume naturale	Yn	1.90	t/m <sup>3</sup>
•	Angolo di Attrito efficace	Φ'	24-25	gradi
•	Modulo Deformazione	E	1.000-1.200	t/m <sup>2</sup>

## UNITÀ 2c DEPOSITO ALLUVIONALE

**Ghiaie a pezzatura medio-fine in matrice prevalentemente sabbioso-limosa talora debolmente cementate; sono presenti lenti limo-sabbiose o sabbioso-limose di potenza centimetrica:** si rinvengono in tutti i perfori alla profondità di m 6.20-6.40 fino al loro termine (m 9.00-9.50); in S1 e S3 anche in forma di lenti fra le unità 2a e 2b; a tale litotipo si possono preliminarmente attribuire i seguenti parametri fisico-meccanici mediamente indicativi:

•	Peso di volume naturale	Yn	1.92-1.95	t/m <sup>3</sup>
•	Angolo di Attrito efficace	Φ'	35	gradi
•	Modulo Deformazione	E	3.000-3.200	t/m <sup>2</sup>

In fase di indagine geognostica è stata rinvenuta la falda idrica più superficiale alla profondità di m 9.00 circa solo nel sondaggio n° S3.



## 6 - PERICOLOSITA' GEOLOGICA

### a - Pericolosità Idrogeologica

A riguardo della pericolosità idrogeologica connessa ai rischi da frana e da esondazione si fa rilevare che l'area di studio è caratterizzata da condizioni geomorfologiche tali da non risultarne esposta: essa infatti è sub-pianeggiante e al di fuori di ambiti di esondazione fluviale. Essa è limitrofa al Canale Albani che scorre ad una distanza minima di almeno 30 metri dal sedime più vicino; detto canale artificiale scorre in parte in rilevato con l'argine sinistro protetto da un muro di contenimento in c.a. più alto di circa 1.50/2.00 metri rispetto al piano strada di Viale Kennedy nel tratto in esame; il canale artificiale è impermeabilizzato e a buona tenuta, come si evince anche dalle indagini geognostiche eseguite per la realizzazione degli edifici in oggetto che in aree vicine.

Inoltre, ad ulteriore garanzia, si rammenta che la realizzazione dello scolmatore all'altezza dell'aeroporto taglia eventuali portate critiche nei tratti più a valle.

L'area di sedime degli erigendi edifici non è quindi attualmente interessata da fenomeni di dissesto idrogeologico.

Ciò è confermato anche dalla cartografia del Piano Stralcio di bacino per l'assetto idrogeologico della Regione Marche (PAI) riportata in allegato 2 e dagli studi condotti a corredo del PRG.

### b - Pericolosità sismica e azioni sismiche

L'area è caratterizzata da condizioni morfostratigrafiche locali per effetto delle quali è ragionevole attendersi fenomeni di amplificazione delle onde sismiche; il sito ricade infatti all'interno di una zona di fondovalle alluvionale con presenza di terreni eterogranulari, talora poco consistenti; presenta quindi un certo grado di esposizione ai fenomeni di amplificazione dinamica delle onde sismiche, come peraltro evidenziato dalla prova sismica.

#### Azioni Sismiche di cui al D.M. 14/01/2008

Per le applicazioni previste dalla nuova normativa sismica riferibile al D.M. 14/01/2008 risulta quanto segue:

#### Zona Sismica

il territorio nazionale è stato suddiviso in quattro zone (fig. 8) ciascuna delle quali contrassegnata da un diverso valore di accelerazione sismica massima orizzontale ( $a_g$ ) riferita a suolo rigido con valori di velocità delle onde di taglio  $V_{s30} \geq 800$  m/sec.



**Fig. 8**

Zona Sismica	Ag
1	0.35
2	0.25
3	0.15
4	0.05

l'area di studio ricade in Zona Sismica 2 con valori convenzionali  $ag = 0.25$

### Categoria di sottosuolo

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto la norma definisce sette categorie di sottosuolo (fig. 9) in base ai valori di velocità equivalente  $V_{S30}$  di propagazione delle onde di taglio entro una profondità di 30 metri.

**Fig. 9**

Categoria	Descrizione
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da $V_{S30} > 800$ m/sec eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione di spessore massimo di 3.0 m
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti con spessori $> 30$ m caratterizzati da un graduale miglioramento delle caratteristiche meccaniche con la profondità e valori di $V_{S30}$ compresi fra 360-800 m/sec ovvero: $N_{spt30} > 50$ per terreni a grana grossa $Cu_{30} > 250$ KPa nei terreni a grana fine
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti con spessori $> 30$ m caratterizzati da un graduale miglioramento delle caratteristiche meccaniche con la profondità e valori di $V_{S30}$ compresi fra 180-360 m/sec ovvero: $N_{spt30}$ compreso fra 15-50 per terreni a grana grossa $Cu_{30}$ compreso fra 70-250 KPa nei terreni a grana fine
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o terreni a grana fine scarsamente consistenti con spessori $> 30$ m caratterizzati da un graduale miglioramento delle caratteristiche meccaniche con la profondità e valori di $V_{S30} < 180$ m/sec ovvero: $N_{spt30} < 15$ per terreni a grana grossa $Cu_{30} < 70$ KPa nei terreni a grana fine
E	Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m posti sul substrato di riferimento con valori di $V_{S30} > 800$ m/sec ovvero: $N_{spt30} < 15$ per terreni a grana grossa $Cu_{30} < 70$ KPa nei terreni a grana fine
S1	Depositi di terreni caratterizzati da valori di $V_{S30}$ inferiori a 100 m/sec, che includono uno strato di almeno 8 m di terreno a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche ovvero: $Cu_{30}$ compreso fra 10-20 KPa nei terreni a grana fine





S2	Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti
Le categorie S1 e S2 sono categorie aggiuntive rispetto a quelle principali A/B/C/D/E; per tali categorie è necessario predisporre specifiche analisi per la determinazione delle azioni sismiche.	

Il calcolo della velocità equivalente  $V_{s30}$  deriva dalla applicazione della seguente relazione:

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

dove

- hi spessore dello strato i-esimo
- Vi velocità dell'onda di taglio i-esima
- N numero di strati

Dalla applicazione del metodo previsto dalla Norma NTC/2008 risulta che il valore  $V_{s30}$  è fortemente influenzato dagli strati meno rigidi presenti nei 30 m di sottosuolo.

Nel caso specifico, per la definizione indicativa della categoria di sottosuolo ci si è riferiti:

- al valore  $V_{s30}$  direttamente calcolato con le prove sismiche HVSR;
- alla profondità di 30 m a partire dal p.c. attuale.

IL valore equivalente della velocità delle onde di taglio  $V_{s30}$  ricavato dalle prove simiche HVSR sull'area di fondovalle è risultato:

$$\mathbf{V_{s30} = 482 \text{ m/sec}}$$

Si può pertanto preliminarmente stimare che l'area rientri nella seguente categoria di sottosuolo:

Categoria di sottosuolo	$V_{s30}$ (NTC/2008)
<b>B</b>	<b>360-800 m/sec</b>

## Coefficiente di amplificazione topografica

Il coefficiente di amplificazione topografica ST assume i valori di seguito riportati in funzione della morfologia e dell'ubicazione dell'intervento (fig. 10):

**Fig. 10**

Categoria topografica	Caratteristiche topografiche	Ubicazione opera	ST
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $\leq 15^\circ$	-	1.0
T2	Pendii con inclinazione media $> 15^\circ$	In corrispondenza della sommità del pendio	1.2
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$	In corrispondenza della cresta del rilievo	1.2
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$	In corrispondenza della cresta del rilievo	1.4

Trattandosi di un intervento che ricade in area sub-pianeggiante il coefficiente di amplificazione topografica sarà **ST = 1.00**.

## c - Liquefazione

Il fenomeno della liquefazione sismica durante i terremoti interessa in genere i terreni finemente sabbiosi e/o sabbioso limosi, sostanzialmente sciolti, a granulometria uniforme e saturi. In tali terreni le sollecitazioni indotte dal sisma possono determinare un aumento delle pressioni interstiziali fino ad eguagliare la pressione di confinamento, annullare la resistenza al taglio efficace e determinare, di conseguenza, una condizione di stato fluido.

La probabilità che un terreno raggiunga tale condizione dipende pertanto da diversi fattori fra i quali: il grado di addensamento, la granulometria, la profondità della falda, la magnitudo dell'evento sismico.

Dalle osservazioni in zone colpite da liquefazione si deduce che generalmente il fenomeno interessa aree caratterizzate da terremoti con magnitudo superiore o uguale a 5.0, con falda prossima al p.c. e spessori di terreno fino a circa 15 m di profondità.

Nel caso specifico, sulla base delle valutazioni preliminari dedotte dalle prove eseguite si può ragionevolmente escludere che l'area di intervento risulti fra quelle a rischio. Infatti la falda freatica è attualmente a profondità  $\geq$  di 9.00 m dal p.c. locale e i terreni del complesso alluvionale, sede dell'area di intervento, sono costituiti nei primi 9.00 metri da limi sabbiosi, limi sabbioso-argillosi, sabbie limose e argille limose e ghiaie eterometriche talora debolmente cementate.



## 7 - CONSIDERAZIONI FINALI

I risultati dello studio hanno evidenziato che il sito non presenta problematiche tali da condizionare negativamente la fattibilità geologica dell'intervento: si tratta infatti di opere che saranno realizzate su lotto sub-pianeggiato, previa demolizione dell'edificio esistente, all'interno di un'area che non risulta interessata da condizioni di pericolosità idrogeologica.

L'intervento da eseguire consiste quindi nella costruzione, previa demolizione dei manufatti esistenti, di due edifici aventi diverse dimensioni. Più precisamente quello più vicino a Viale Kennedy avrà dimensioni in pianta (m 20X12 circa) e sarà costituito da un piano interrato e da tre fuori terra, mentre quello più lontano avrà dimensioni in pianta (m 28X10 circa) e sarà costituito da un piano interrato e da due fuori terra.

Tutto ciò, poi, avverrà all'interno di un'area che non risulta interessata da condizioni di pericolosità idrogeologica. Ciò risulta anche dalla consultazione della documentazione di cui agli studi condotti per il Piano Regolatore e degli elaborati del PAI.

**Data la natura dei terreni e la tipologia dell'intervento previsto in progetto si potrà procedere con fondazioni dirette immorsate per lo più nell'Unità Litologica 2a caratterizzata da una alternanza di limi sabbiosi e limi sabbioso-argillosi giallastri con venature nocciola, mediamente plastici. Solo nella zona circostante il sondaggio n° 3 la fondazione potrebbe intercettare uno strato sottilissimo della lente ghiaiosa presente nell'area; si dovrà comunque tenere conto nei calcoli della portanza dei terreni e dei cedimenti dei parametri fisico-meccanici delle sottostanti Unità Litologica 2a e 2b.**

Riguardo alla profondità delle fondazioni superficiali si ricorda che in ogni caso i piani di posa dovranno comunque risultare a profondità tali da non risentire delle variazioni climatiche stagionali e/o cicliche del contenuto d'acqua al fine di evitare che i fenomeni di ritiro e rigonfiamento dei terreni, particolarmente evidenti in corrispondenza di litotipi più marcatamente argillosi superficiali, possano creare pregiudizio alla stabilità delle opere, dei fabbricati e manufatti in genere. A tal riguardo si fa presente che mediamente la fascia dei terreni superficiali (così detta zona attiva) particolarmente vulnerabile è di almeno m 1.50.

Per i calcoli della capacità portante dei terreni, per i cedimenti e per le azioni sismiche si dovrà fare riferimento ai parametri da noi stimati e riportati nei capitoli 4, 5 e 6.

A riguardo della stabilità connessa ai fronti di scavo nei confronti di opere e/o manufatti adiacenti, si formulano le seguenti considerazioni:

- **per le opere e/o manufatti ricadenti all'interno del cuneo di spinta del terreno a tergo delle pareti di sbanco e comunque ubicati entro 5.00 metri dal perimetro di sbanco si raccomanda di prevedere opere provvisorie preventive allo sbanco stesso al fine di garantire adeguate condizioni di sicurezza.**

In ordine alle modalità esecutive dello sbanco in assenza di manufatti in adiacenza o limitrofi, si raccomanda di adottare le normali precauzioni connesse alla esecuzione di sbancamenti avendo cura:



- di evitare sovraccarichi a ridosso del perimetro di sbanco;
- di evitare fronti di sbanco verticali;
- di prevedere adeguate opere di regimazione delle acque meteoriche al fine di evitare il deflusso idrico dall'esterno in direzione dello sbanco; contestualmente si suggerisce di proteggere con teli impermeabili le pareti di sbanco.

Si richiama l'attenzione sulla necessità inderogabile di mantenere in efficienza la rete di drenaggio delle acque meteoriche; in particolare le acque meteoriche (sia quelle cadenti sull'area che quelle provenienti dall'esterno) andranno correttamente raccolte e regimate convogliandole correttamente nella rete di scolo/drenaggio esistente.

In fase esecutiva si resta a disposizione per fornire assistenza per quanto di competenza in ordine agli interventi previsti al fine di:

- verificare, anche attraverso osservazioni e misure in corso d'opera, la validità delle ipotesi assunte;
- adeguare, eventualmente, le opere alle situazioni effettivamente riscontrate;
- valutare soluzioni d'intervento opportune per garantire adeguate condizioni di sicurezza e stabilità.

Fano, Novembre 2016



## ALLEGATI

ALLEGATO 1	CARTA PLANOALTIMETRICA
ALLEGATO 2	STRALCIO CARTA DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO (PAI)
ALLEGATO 3	CARTA GEOLOGICA
ALLEGATO 3 bis	CARTA DELLA VULNERABILITA' DELLA FALDA
ALLEGATO 4	PLANIMETRIA CON UBICAZIONE DELLE INDAGINI GEOLOGICHE E TRACCIA SCHEMI LITOSTRATIGRAFICI INTERPRETATIVI
ALLEGATO 5	STRATIGRAFIE E FOTO DEI SONDAGGI GEOGNOSTICI
ALLEGATO 6	SCHEMI LITOSTRATIGRAFICI INTERPRETATIVI AA e BB
ALLEGATO 7	PROVA SISMICA PASSIVA A STAZIONE SINGOLA (HVSr)
ALLEGATO 8	STRALCI PROGETTUALI



**GEOCON**

STUDIO ASSOCIATO PER LA  
GEOLOGIA E LA SICUREZZA

Geol. Angelo RENZONI  
Geol. Michele GLIASCHERA  
Geol. Walter BORGHI

Via Gozzi n. 10/A 61032 Fano (PU)  
Tel. 0721 861494/862875  
e-mail geocon@fastwebnet.it

**RIDUZIONE DELLA FASCIA DI RISPETTO CIMITERIALE AI SENSI  
DELL'ART. 338 DEL R.D. n° 1265/ 1934 PER LA REALIZZAZIONE  
DI UN PIANO DI RECUPERO DELL'AREA "EX MARMIFERA"  
IN VIALE J.F. KENNEDY PREVIA INDIVIDUAZIONE DI UNA ZONA  
DI RECUPERO AI SENSI DELL'ART. 27 DELLA LEGGE n° 457/ 1978**

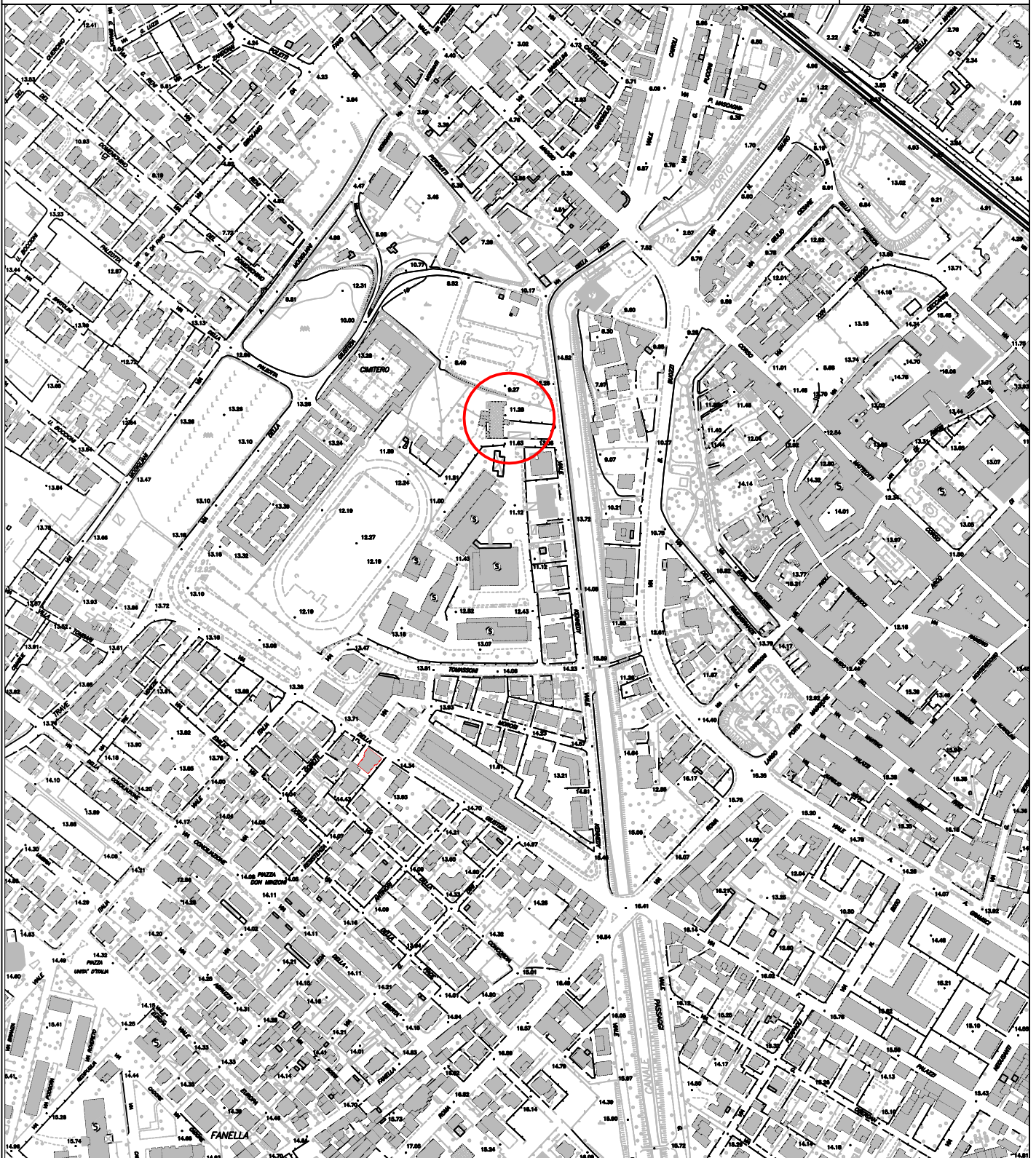
ALLEGATO

1

SCALA 1:5.000

Data: NOVEMBRE 2016

**CARTA PLANOALTIMETRICA**



**AREA DI INTERVENTO**



**GEOCON**

STUDIO ASSOCIATO PER LA  
GEOLOGIA E LA SICUREZZA

**STRALCIO CARTA DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO (PAI)**

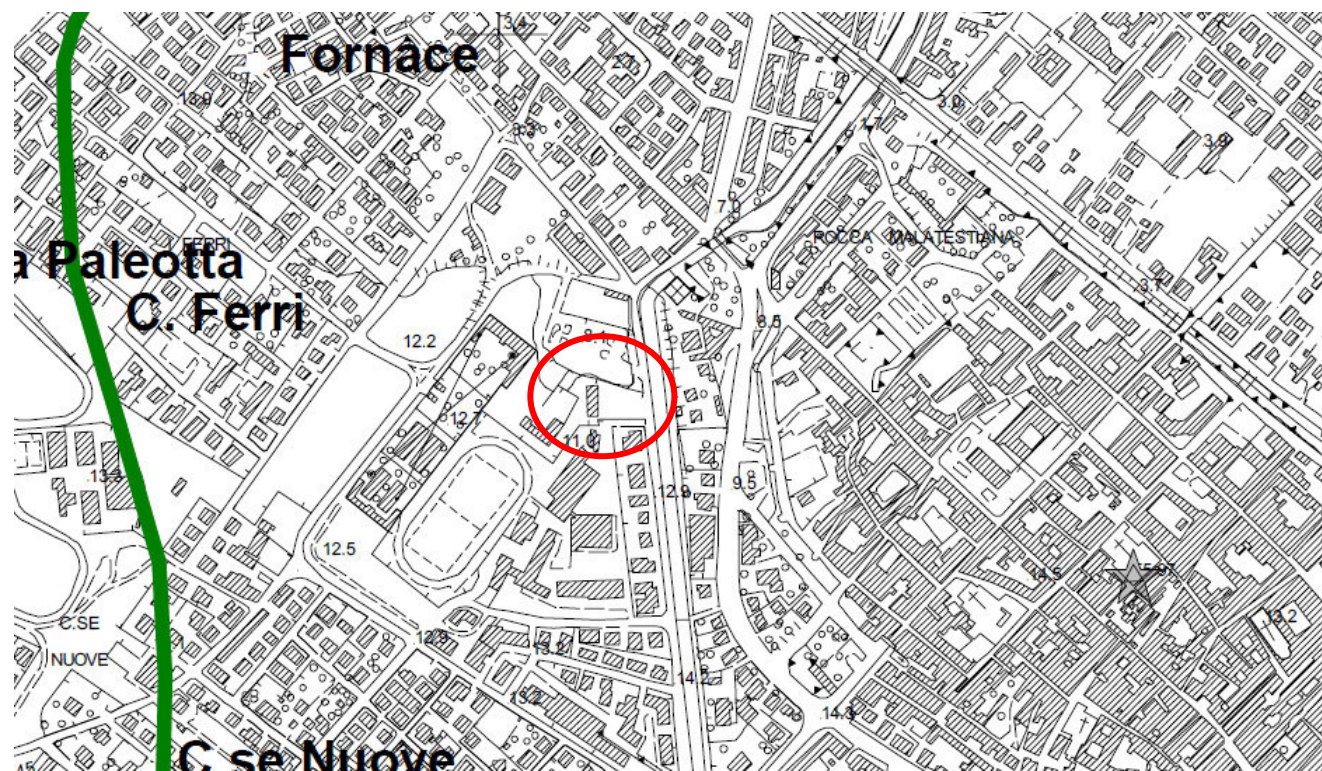
**KENNEDY SRL - Viale Kennedy - Fano**

**Commessa: 1440/16**

**Data: NOVEMBRE 2016**

# **ALLEGATO 2**

# Piano Assetto Idrogeologico (PAI) CARTA DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO



## LEGENDA

Aree a rischio frana  
(codice F-xx-yyyy)

- Rischio moderato (R1)
- Rischio medio (R2)
- Rischio elevato (R3)
- Rischio molto elevato (R4)

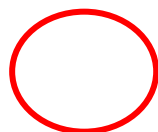
Aree a rischio esondazione  
(codice E-xx-yyyy)

- Rischio moderato (R1)
- Rischio medio (R2)
- Rischio elevato (R3)
- Rischio molto elevato (R4)

Aree a rischio valanga  
(codice V-xx-yyyy)

- Rischio molto elevato (R4)

Limite di bacino idrografico

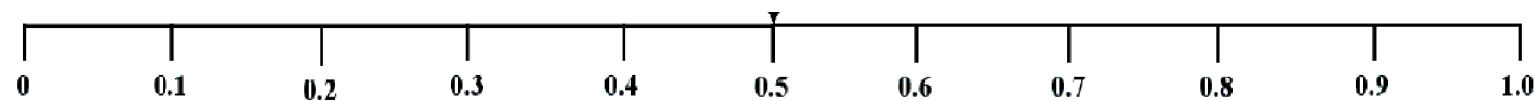
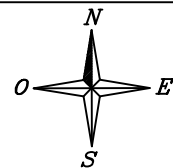


Ubicazione area in oggetto

ESTRATTO CARTOGRAFICO PAI TAV. RI 7







**VULNERABILITA' ALTA**

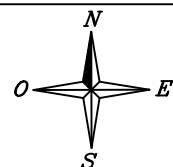
La vulnerabilità è stata calcolata con il metodo G.O.D.  
(Foster e Hirata, 1987)



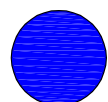
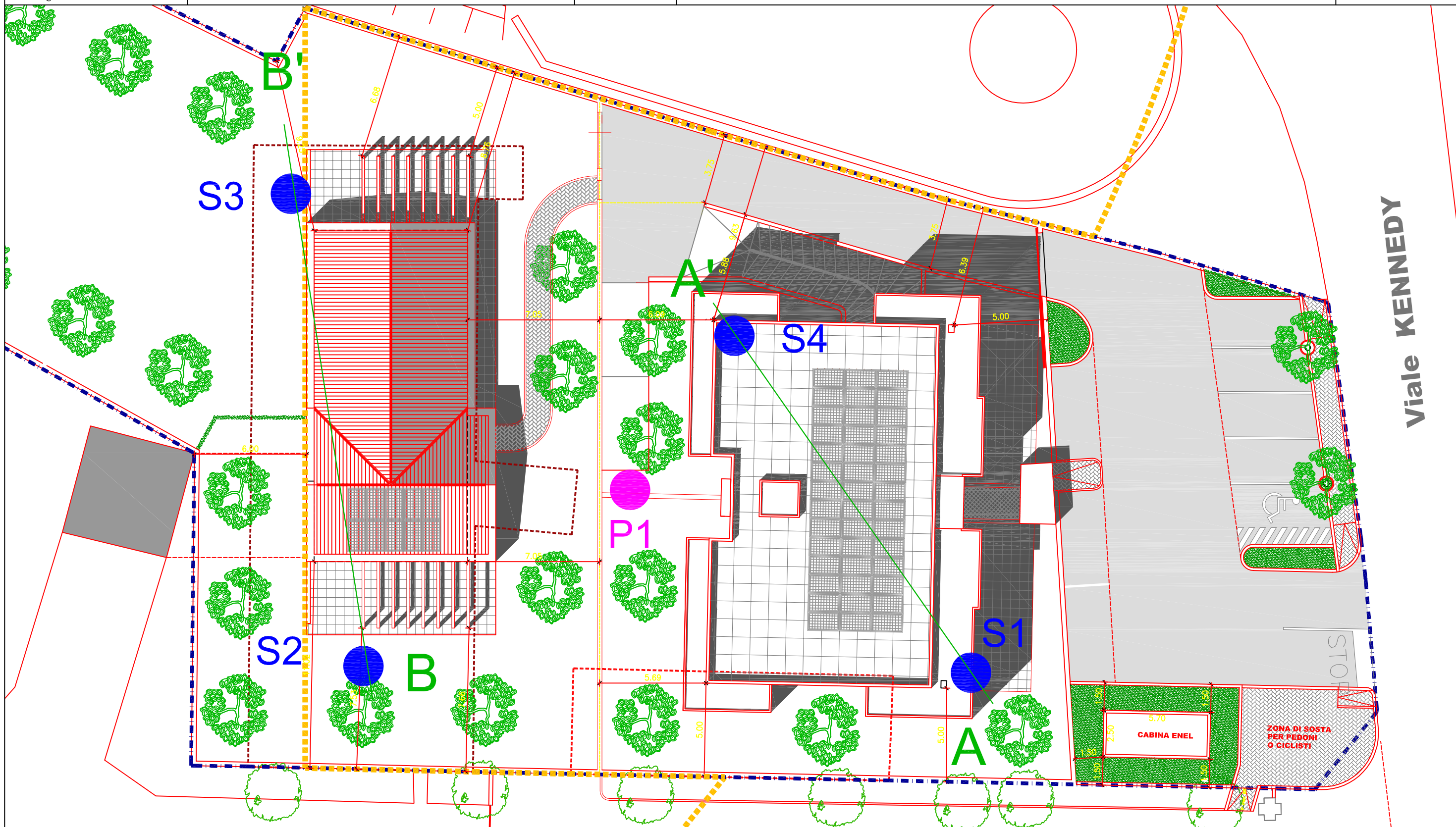
Area di intervento

**NULLO TRASC. BASSO MODERATO ALTO ELEVATO**

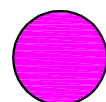
**GRADO DI VULNERABILITA' DELL'ACQUIFERO**



**PLANIMETRIA INDAGINI**



SONDAGGI GEOGNOSTICI



PROVA SISMICA HVSR



SEZIONE LITOSTRATIGRAFICA



**GEOCON**

STUDIO ASSOCIATO PER LA  
GEOLOGIA E LA SICUREZZA

**STRATIGRAFIE E FOTO DEI SONDAGGI GEOGNOSTICI**

**BONI MARIO e ALTRI - Viale Kennedy - Fano**

Commessa: 1440/16

Data: NOVEMBRE 2016

# ALLEGATO 5

**GEOCON**STUDIO ASSOCIATO PER LA  
GEOLOGIA E LA SICUREZZAVia Gozzi 10/A Fano (PU)  
Tel. 0721 861494  
Fax 0721 862875  
geocon@fastwebnet.it

LOCALITA': FANO - VIALE KENNEDY 23/25

SONDAGGIO N° S.1

Perforazione:  
carotaggio continuo

COMMITTENTE : SIGG. BONI MARIO, MARISA E CARLO

Data: 10-5-2016

carotiere (mm) 101

Pot. m	Prof. m	Litologia	Descrizione	Rivest.	P.P. kg/cm <sup>2</sup>	SPT 15-30-45	H <sub>2</sub> O	Piez.	Campioni
			Ripporto antropico e terreno vegetale						
	2.0		limi sabbiosi e limi sabbioso-argillosi, giallastri con venature nocciola, mediamente plastici nella componente più argillosa. Livello di ghiaia centimetrico (10 cm) al passaggio con lo strato seguente						
	3.4		alternanza di sabbie limose, limi sabbiosi e limi sabbioso-argillosi giallastri con venature nocciola e argille limose varicolori (dal giallastro, nocciola e azzurro scuro), da plastica a mediamente plastica la componente limoso-argillosa						
	6.3		ghiaie a pezzatura medio-fine in matrice a prevalenza sabbioso-limosa, talora debolmente cementate; sono presenti lenti limoso-sabbiose o sabbioso-limose di potenza centimetrica				*		
	9.0								

NOTE:

\* livelli (3.0-5.0 cm) leggermente bagnati

LEGENDA  
CAMPIONIC - disturbato  
SH - indisturbato SHELBY  
O - indisturbato OSTERBERG  
M - indisturbato MAZIER



**GEOCON**

STUDIO ASSOCIATO PER LA  
GEOLOGIA E LA SICUREZZA

Via Gozzi 10/A Fano (PU)  
Tel. 0721 861494  
Fax 0721 862875  
geocon@fastwebnet.it

LOCALITA': FANO - VIALE KENNEDY 23/25

SONDAGGIO N° S.1

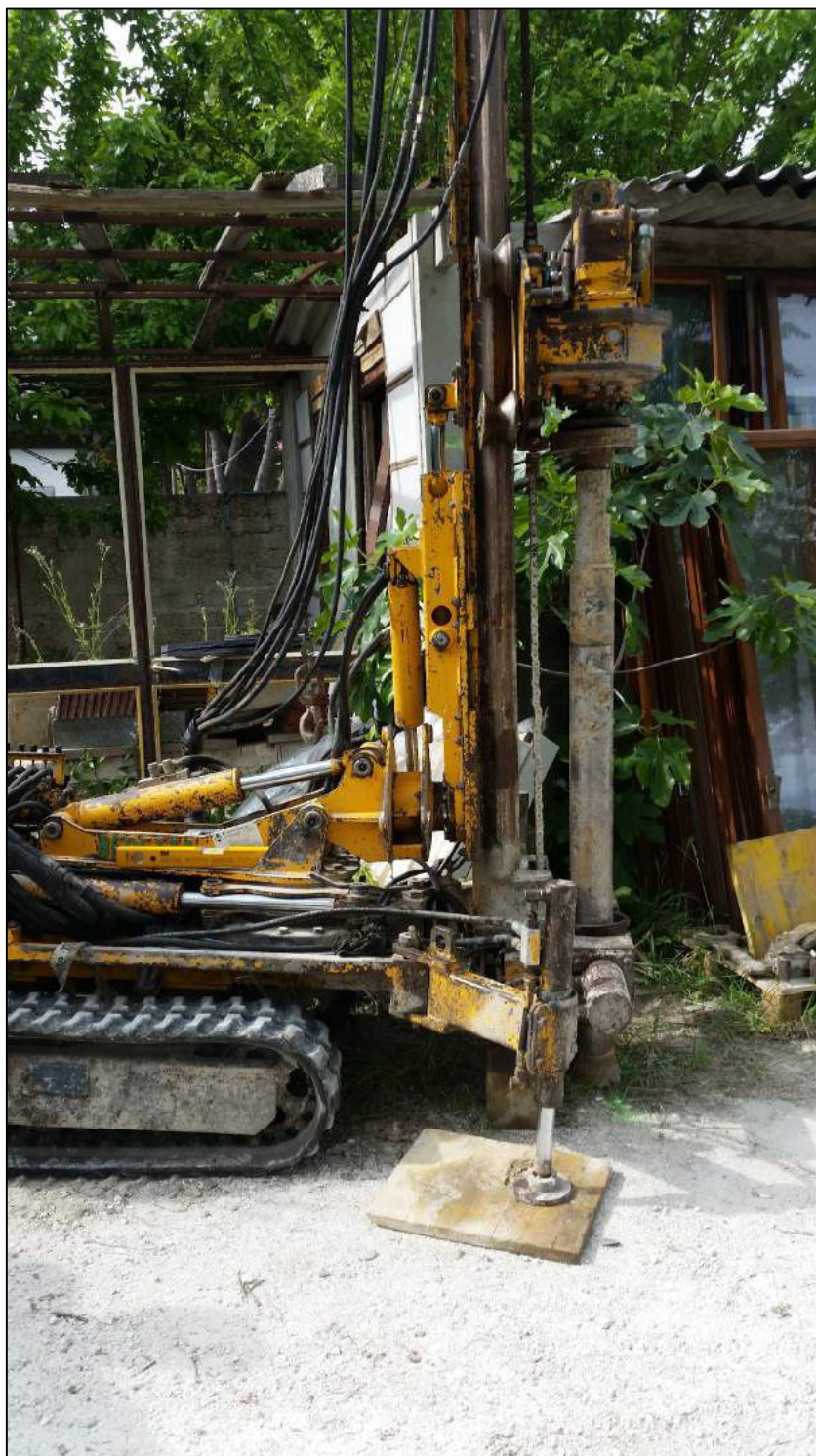
Perforazione:  
carotaggio continuo

COMMITTENTE : SIGG. BONI MARIO, MARISA E CARLO

Data: 10-5-2016

carotiere (mm) 101

## DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



NOTE:



**GEOCON**

STUDIO ASSOCIATO PER LA  
GEOLOGIA E LA SICUREZZA

Via Gozzi 10/A Fano (PU)  
Tel. 0721 861494  
Fax 0721 862875  
geocon@fastwebnet.it

LOCALITA': FANO - VIALE KENNEDY 23/25

SONDAGGIO N° S.1

Perforazione:  
carotaggio continuo

COMMITTENTE : SIGG. BONI MARIO, MARISA E CARLO

Data: 10-5-2016

carotiere (mm) 101

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



NOTE:

**GEOCON**STUDIO ASSOCIATO PER LA  
GEOLOGIA E LA SICUREZZAVia Gozzi 10/A Fano (PU)  
Tel. 0721 861494  
Fax 0721 862875  
geocon@fastwebnet.it

LOCALITA': FANO - VIALE KENNEDY 23/25

SONDAGGIO N° S.2

Perforazione:  
carotaggio continuo

COMMITTENTE : SIGG. BONI MARIO, MARISA E CARLO

Data: 11-5-2016

carotiere (mm) 101

Pot. m	Prof. m	Litologia	Descrizione	Rivest.	P.P. kg/cm <sup>2</sup>	SPT 15-30-45	H <sub>2</sub> O	Piez.	Campioni
	1.5		Riporto antropico e terreno vegetale						
	2.5		limi sabbiosi e limi sabbioso-argillosi, giallastri con venature nocciola, mediamente plastici nella componente più argillosa						
	6.3		alternanza di sabbie limose, limi sabbiosi e limi sabbioso-argillosi giallastri con venature nocciola e argille limose varicolori (dal giallastro, nocciola e azzurro scuro), da plastica a mediamente plastica la componente limoso-argillosa						
	9.3		ghiaie a pezzatura medio-fine in matrice a prevalenza sabbioso-limosa, talora debolmente cementata; sono localmente attraversate da lenti centimetriche limoso-sabbiose e/o sabbioso-limose				*		

NOTE:

\* livelli (3.0-5.0 cm) leggermente bagnati

LEGENDA  
CAMPIONIC - disturbato  
SH - indisturbato SHELBY  
O - indisturbato OSTERBERG  
M - indisturbato MAZIER





**GEOCON**

STUDIO ASSOCIATO PER LA  
GEOLOGIA E LA SICUREZZA

Via Gozzi 10/A Fano (PU)  
Tel. 0721 861494  
Fax 0721 862875  
geocon@fastwebnet.it

LOCALITA': FANO - VIALE KENNEDY 23/25

SONDAGGIO N° S.2

Perforazione:  
carotaggio continuo

COMMITTENTE : SIGG. BONI MARIO, MARISA E CARLO

Data: 11-5-2016

carotiere (mm) 101

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



NOTE:



**GEOCON**

STUDIO ASSOCIATO PER LA  
GEOLOGIA E LA SICUREZZA

Via Gozzi 10/A Fano (PU)  
Tel. 0721 861494  
Fax 0721 862875  
geocon@fastwebnet.it

LOCALITA': FANO - VIALE KENNEDY 23/25

SONDAGGIO N° S.2

Perforazione:  
carotaggio continuo

COMMITTENTE : SIGG. BONI MARIO, MARISA E CARLO

Data: 10-5-2016

carotiere (mm) 101

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



NOTE:

**GEOCON**STUDIO ASSOCIATO PER LA  
GEOLOGIA E LA SICUREZZAVia Gozzi 10/A Fano (PU)  
Tel. 0721 861494  
Fax 0721 862875  
geocon@fastwebnet.it

LOCALITA': FANO - VIALE KENNEDY 23/25

SONDAGGIO N° S.3

Perforazione:  
carotaggio continuo

COMMITTENTE : SIGG. BONI MARIO, MARISA E CARLO

Data: 12-5-2016

carotiere (mm) 101

Pot. m	Prof. m	Litologia	Descrizione	Rivest.	P.P. kg/cm <sup>2</sup>	SPT 15-30-45	H <sub>2</sub> O	Piez.	Campioni
	0.8		Ripporto antropico e terreno vegetale						
	2.6		limi sabbiosi e limi sabbioso-argillosi, giallastri con venature nocciola, mediamente plastici nella componente più argillosa						
	4.1		ghiaie a pezzatura medio-fine in matrice a prevalenza sabbioso-limosa, talora debolmente cementata; sono localmente attraversate da lenti centimetriche limoso-sabbiose e/o sabbioso-limose						
	6.4		alternanza di sabbie limose, limi sabbiosi e limi sabbioso-argillosi giallastri con venature nocciola e argille limose varicolori (dal giallastro, nocciola e azzurro scuro), da plastica a mediamente plastica la componente limoso-argillosa						
	9.5		ghiaie a pezzatura medio-fine in matrice a prevalenza sabbioso-limosa, talora debolmente cementata; sono localmente attraversate da lenti centimetriche limoso-sabbiose e/o sabbioso-limose						

NOTE:

LEGENDA  
CAMPIONIC - disturbato  
SH - indisturbato SHELBY  
O - indisturbato OSTERBERG  
M - indisturbato MAZIER



**GEOCON**

STUDIO ASSOCIATO PER LA  
GEOLOGIA E LA SICUREZZA

Via Gozzi 10/A Fano (PU)  
Tel. 0721 861494  
Fax 0721 862875  
geocon@fastwebnet.it

LOCALITA': FANO - VIALE KENNEDY 23/25

SONDAGGIO N° **S.3**

Perforazione:  
carotaggio continuo

COMMITTENTE : SIGG. BONI MARIO, MARISA E CARLO

Data: 12-5-2016

carotiere (mm) 101

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



NOTE:



**GEOCON**

STUDIO ASSOCIATO PER LA  
GEOLOGIA E LA SICUREZZA

Via Gozzi 10/A Fano (PU)  
Tel. 0721 861494  
Fax 0721 862875  
geocon@fastwebnet.it

LOCALITA': FANO - VIALE KENNEDY 23/25

SONDAGGIO N° **S.3**

Perforazione:  
carotaggio continuo

COMMITTENTE : SIGG. BONI MARIO, MARISA E CARLO

Data: 10-5-2016

carotiere (mm) 101

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



NOTE:

**GEOCON**STUDIO ASSOCIATO PER LA  
GEOLOGIA E LA SICUREZZAVia Gozzi 10/A Fano (PU)  
Tel. 0721 861494  
Fax 0721 862875  
geocon@fastwebnet.it

LOCALITA': FANO - VIALE KENNEDY 23/25

SONDAGGIO N° S.4

Perforazione:  
carotaggio continuo

COMMITTENTE : SIGG. BONI MARIO, MARISA E CARLO

Data: 13-5-2016

carotiere (mm) 101

Pot. m	Prof. m	Litologia	Descrizione	Rivest.	P.P. kg/cm <sup>2</sup>	SPT 15-30-45	H <sub>2</sub> O	Piez.	Campioni
	1.7		Riporto antropico e terreno vegetale						
	3.5		limi sabbiosi e limi sabbioso-argillosi, giallastri con venature nocciola, mediamente plastici nella componente più argillosa						
	6.2		alternanza di sabbie limose, limi sabbiosi e limi sabbioso-argillosi giallastri con venature nocciola e argille limose varicolori (dal giallastro, nocciola e azzurro scuro), da plastica a mediamente plastica la componente limoso-argillosa						
	9.0		ghiaie a pezzatura medio-fine in matrice a prevalenza sabbioso-limosa, talora debolmente cementata; sono localmente attraversate da lenti centimetriche limoso-sabbiose e/o sabbioso-limose						

NOTE:

LEGENDA  
CAMPIONIC - disturbato  
SH - indisturbato SHELBY  
O - indisturbato OSTERBERG  
M - indisturbato MAZIER



**GEOCON**  
STUDIO ASSOCIATO PER LA  
GEOLOGIA E LA SICUREZZA

Via Gozzi 10/A Fano (PU)  
Tel. 0721 861494  
Fax 0721 862875  
geocon@fastwebnet.it

LOCALITA': FANO - VIALE KENNEDY 23/25

SONDAGGIO N° **S.4**

Perforazione:  
carotaggio continuo

COMMITTENTE : SIGG. BONI MARIO, MARISA E CARLO

Data: 13-5-2016

carotiere (mm) 101

## DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



NOTE:



**GEOCON**  
STUDIO ASSOCIATO PER LA  
GEOLOGIA E LA SICUREZZA

Via Gozzi 10/A Fano (PU)  
Tel. 0721 861494  
Fax 0721 862875  
geocon@fastwebnet.it

LOCALITA': FANO - VIALE KENNEDY 23/25

SONDAGGIO N° S.4

Perforazione:  
carotaggio continuo

COMMITTENTE : SIGG. BONI MARIO, MARISA E CARLO

Data: 10-5-2016

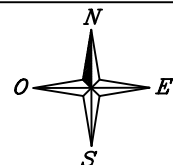
carotiere (mm) 101

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

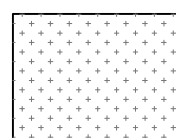
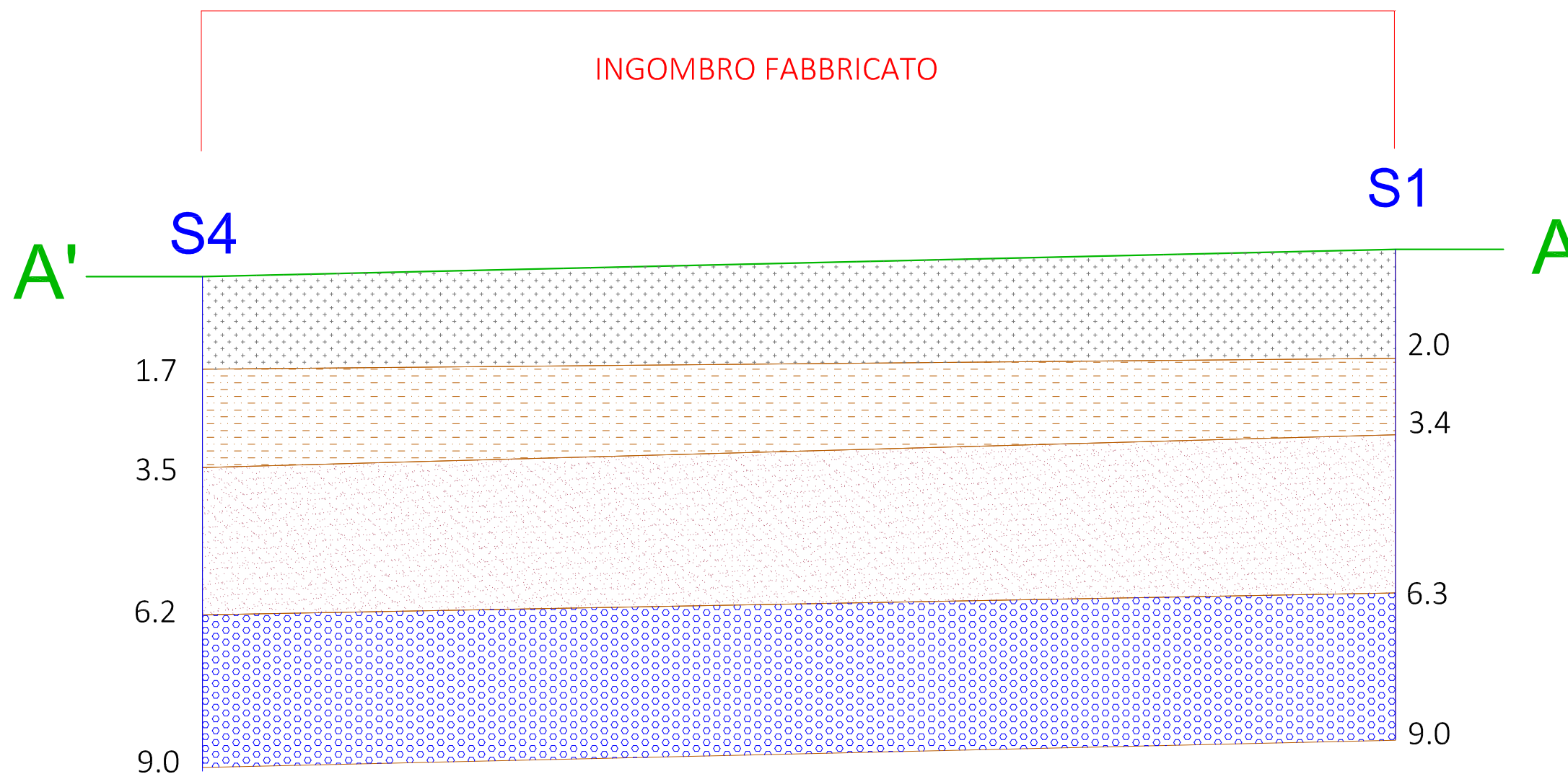


NOTE:

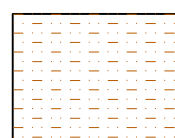




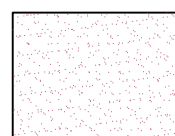
**SEZIONE LITOSTRATIGRAFICA A-A'**



UNITA' 1  
Riporto antropico  
e terreno vegetale



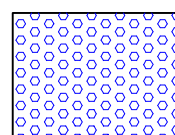
UNITA' 2a  
limi sabbiosi e limi sabbioso-argillosi, giallastri con venature nocciola,  
mediamente plastici nella componente più argillosa;



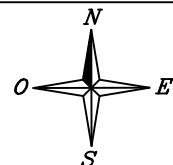
UNITA' 2b  
alternanza di sabbie limose, limi sabbiosi e limi sabbioso-argillosi, giallastri con venature  
nocciola e argille limose plastiche e mediamente plastiche da giallastro-nocciola ad azzurro  
scuro limi sabbiosi e limi sabbioso-argillosi, giallastri con venature nocciola, mediamente  
plastici nella componente più argillosa



FALDA

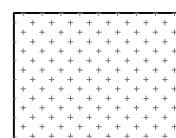
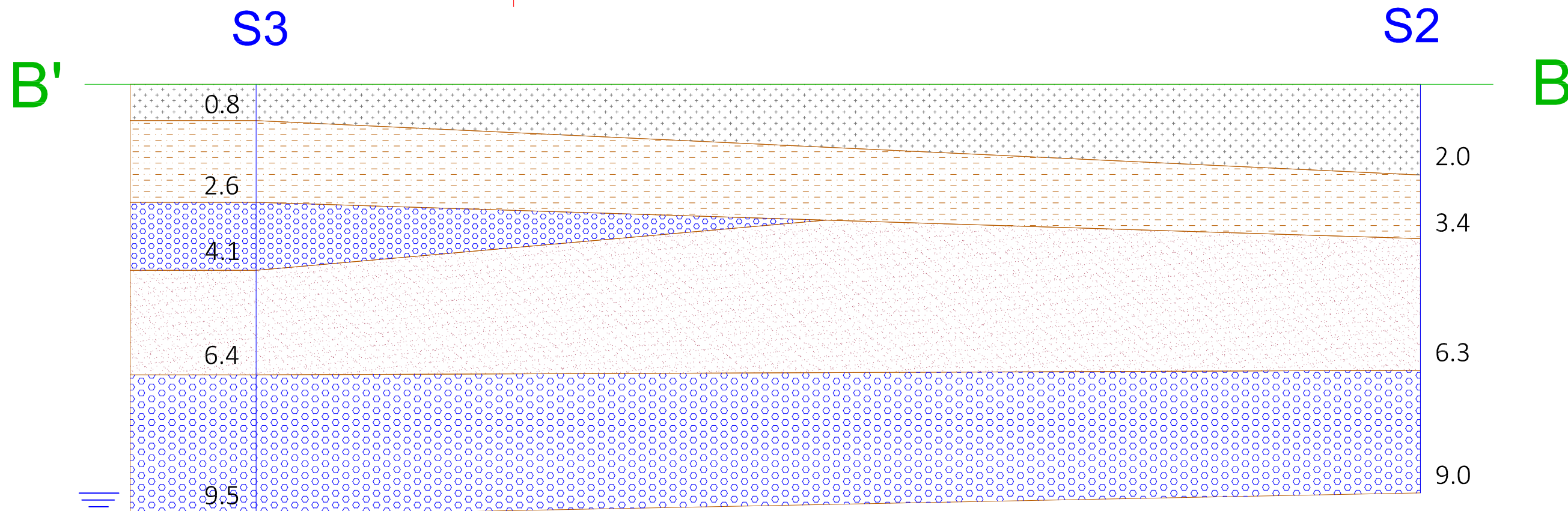


UNITA' 2c  
ghiaie a pezzatura medio-fine in matrice a prevalenza sabbioso-limosa, talora debolmente  
cementata; sono localmente attraversate da lenti centimetriche limoso-sabbiose e/o  
sabbioso-limose

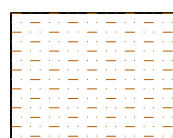


**SEZIONE LITOSTRATIGRAFICA**

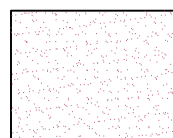
INGOMBRO FABBRICATO



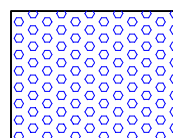
UNITA' 1  
Riperto antropico  
e terreno vegetale



UNITA' 2a  
limi sabbiosi e limi sabbioso-argillosi, giallastri con venature nocciola,  
mediamente plastici nella componente più argillosa;



UNITA' 2b  
alternanza di sabbie limose, limi sabbiosi e limi sabbioso-argillosi, giallastri con venature  
nocciola e argille limose plastiche e mediamente plastiche da giallastro-nocciola ad azzurro  
scuro; limi sabbiosi e limi sabbioso-argillosi, giallastri con venature nocciola, mediamente  
plastici nella componente più argillosa



UNITA' 2c  
ghiaie a pezzatura medio-fine in matrice a prevalenza sabbioso-limosa, talora debolmente  
cementata; sono localmente attraversate da lenti centimetriche limoso-sabbiose e/o  
sabbioso-limose



FALDA



**GEOCON**

STUDIO ASSOCIATO PER LA  
GEOLOGIA E LA SICUREZZA

**PROVA SISMICA PASSIVA A STAZIONE SINGOLA (HVSR)**

**KENNEDY SRL - Viale Kennedy - Fano**

Commessa: 1440/16

Data: NOVEMBRE 2016

# ALLEGATO 7



**INDAGINE DI SISMICA PASSIVA A STAZIONE SINGOLA  
MEDIANTE TECNICA DEI RAPPORTI SPETTRALI O HVSR  
ESEGUITA IN VIALE KENNEDY N.23-25  
PRESSO IL COMUNE DI FANO (PU)**

---

**Oggetto:** Indagine sismica passiva a stazione singola HVSR.

**Committente:** Sigg. Boni Mario, Boni Marisa e Boni Carlo

**Commessa:** 104-16

---

Falconara M.ma, lì 18 Maggio 2016

**I N D I C E**

1	PREMESSA .....	3
2	STRUMENTAZIONE IMPIEGATA .....	3
3	PROCEDURE DI ANALISI DATI PER STAZIONI SINGOLE H/V.....	3
3.1	Stazione singola Geo1 - Dati di input .....	4
3.2	Rapporto spettrale H/V .....	5
3.3	Modello stratigrafico .....	6
4	CONCLUSIONI .....	7

## 1 PREMESSA

Su incarico dello Studio Geologico Geocon e per conto dei Sigg. Boni Mario, Boni Marisa e Boni Carlo, è stata eseguita in data 17 Maggio 2016, una indagine geofisica, mediante la tecnica dei rapporti spettrali o HVSR, in Viale Kennedy n. 23-25 presso il Comune di Fano (PU).

Con tale metodo viene stimata la velocità di propagazione delle onde di taglio ( $V_{s30}$ ) come esplicitamente richiesto dalle Norme Tecniche per le Costruzioni del 14 Gennaio 2008. L'indagine geofisica proposta si avvale della metodologia basata sulla tecnica di *Nakamura* e sul rapporto spettrale H/V.

## 2 STRUMENTAZIONE IMPIEGATA

Le misure di microtremore ambientale sono state eseguite per mezzo di un tromografo digitale portatile progettato specificamente per l'acquisizione del rumore sismico.

Per tale scopo viene utilizzato un sismografo 24 bit GEOBOX prodotto dalla ditta Sara Instruments Srl (frequenza di risonanza 0.45 Hz).

Lo strumento (GeoBox – Sara Instrument) è dotato di tre sensori elettrodinamici (velocimetri) orientati secondo le direzioni NS, EW e verticalmente, ad alta definizione, alimentato a batterie, senza cavi esterni.

## 3 PROCEDURE DI ANALISI DATI PER STAZIONI SINGOLE H/ V

Sui terreni di sedime è stata condotta, un'indagine geofisica attraverso l'acquisizione di n.1 registrazione a stazione singola, denominata HVSR 1.

Dalla registrazione del rumore sismico ambientale in campo libero si ricava la curva H/V, secondo la procedura descritta in Castellaro et al. (2005), avendo utilizzato i seguenti parametri:

- larghezza delle finestre d'analisi 20 s,
- lisciamiento secondo finestra triangolare con ampiezza pari a 10% della frequenza centrale;
- rimozione dei transetti sulla serie temporale degli H/V.

La curva H/V viene riprodotta creando una serie di modelli sintetici (che contemplano la propagazione delle onde di *Rayleigh* e di *Love* nel modo fondamentale e superiori in sistemi multistrato), fino a considerare per buono il modello teorico più vicino alle curve sperimentali.

Tale operazione è possibile esclusivamente in presenza di un vincolo che può essere la profondità, nota tramite prove dirette (Sondaggi eseguiti in situ), di un riflettore sismico il cui *marker* sia riconoscibile nelle curve H/V (Castellaro e Mulargia, 2008) o la velocità delle onde di taglio ( $V_s$ ) del primo strato nota da altre indagini.

### 3.1 Stazione singola Geo1 - Dati di input

Dati riepilogativi:

Numero tracce:	3
Durata registrazione:	1200 s
Frequenza di campionamento:	300,00 Hz
Numero campioni:	360000
Direzioni tracce:	Nord-Sud; Est-Ovest; Verticale.
Numero totale finestre selezionate:	38
Numero finestre incluse nel calcolo:	38
Dimensione temporale finestre:	27,307 s
Tipo di lisciamento:	Triangolare proporzionale
Percentuale di lisciamento:	10,00 %

Grafici tracce con finestre selezionate:

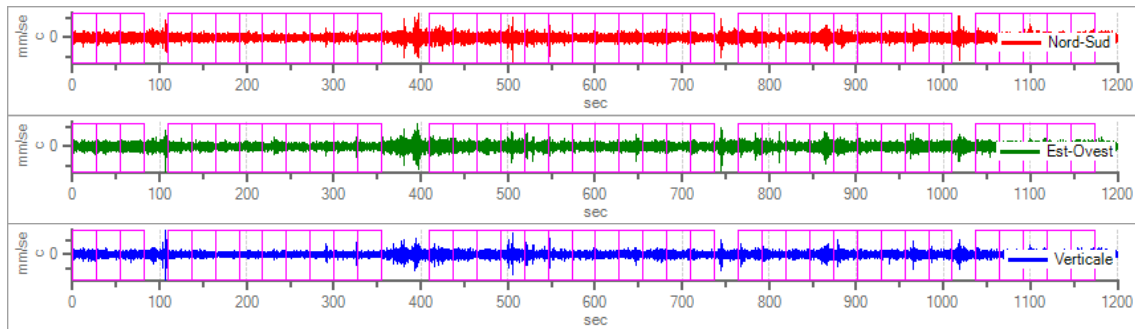


Fig.1: Traccia e finestre selezionate in direzione N-S, E-W e Verticale.

Grafici degli spettri

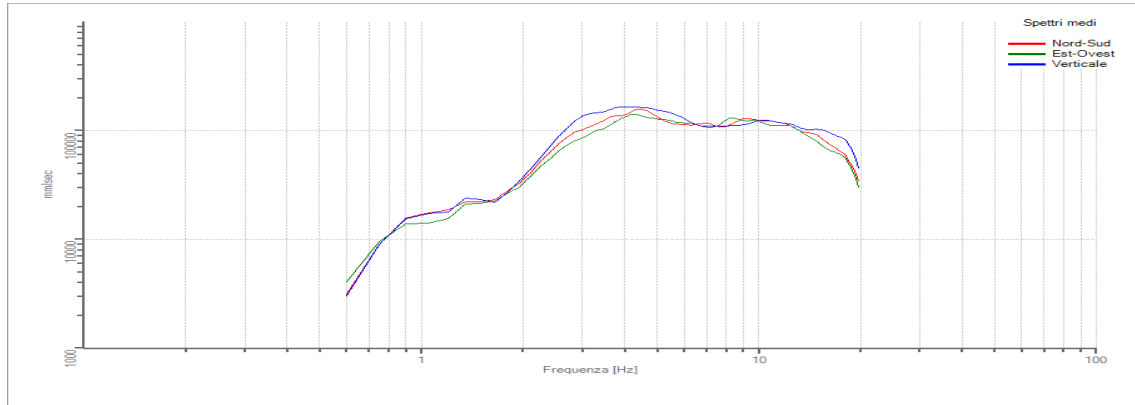


Fig.2: Spettri medi nelle tre direzioni.

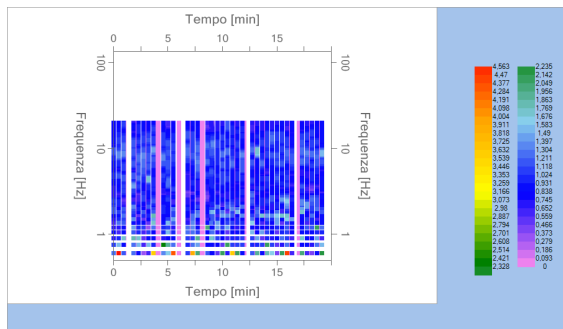


Fig.3: Mappa della stazionarietà degli spettri.

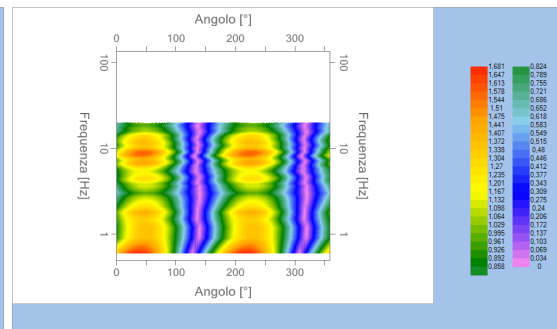


Fig.4: Mappa della direzionalità degli spettri.

### 3.2 Rapporto spettrale H/ V

Dati riepilogativi:

Frequenza massima:	20,00	Hz
Frequenza minima:	0,60	Hz
Passo frequenze:	0,15	Hz
Tipo lisciamento:	Triangolare proporzionale	
Percentuale di lisciamento:	10,00	%
Tipo di somma direzionale:	Media aritmetica	

Verifiche SESAME:

Frequenza del picco del rapporto H/V: 0,60 Hz ± 0,18 Hz

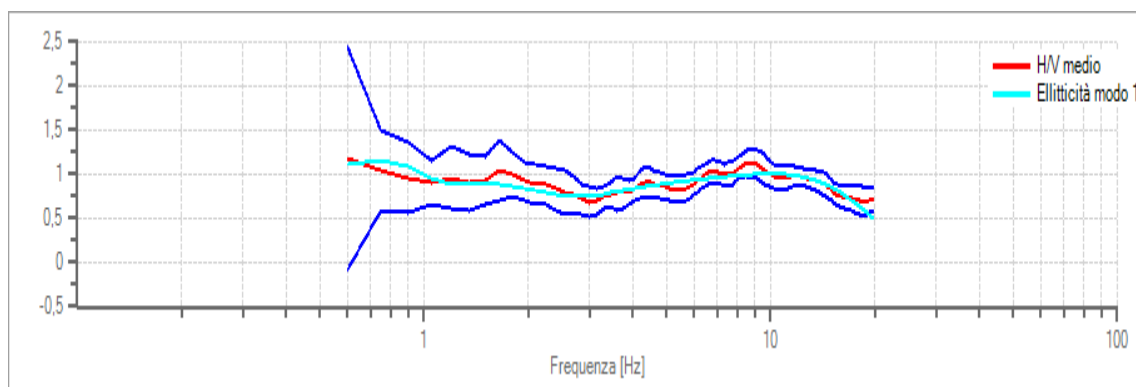
Affidabilità curva H/V - VERIFICATA	
$f_0 > 10/l_w$	OK
$n_c(f_0) > 200$	OK
$\sigma_A(f) < 2$ per $0,5 f_0 < f < 2 f_0$ se $f_0 > 0,5H$	OK
$\sigma_A(f) < 3$ per $0,5 f_0 < f < 2 f_0$ se $f_0 < 0,5H$	

**Tab.1:** Sesame – Affidabilità della curva H/V.

Affidabilità picco – NON VERIFICATA	
$Exist f \text{ in } [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f) < A_0/2$	NO
$Exist f^* \text{ in } [f_0, 4 f_0] \mid A_{H/V}(f^*) < A_0/2$	NO
$A_0 > 2$	NO
$f_{picco} [A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	NO
$\sigma_f < \varepsilon(f)$	NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	OK

**Tab.2:** Sesame – Affidabilità del picco.

Grafico rapporto spettrale H/V



**Fig.5:** Rapporto spettrale H/V e suo intervallo di fiducia.



### 3.3 Modello stratigrafico

#### Dati della stratigrafia:

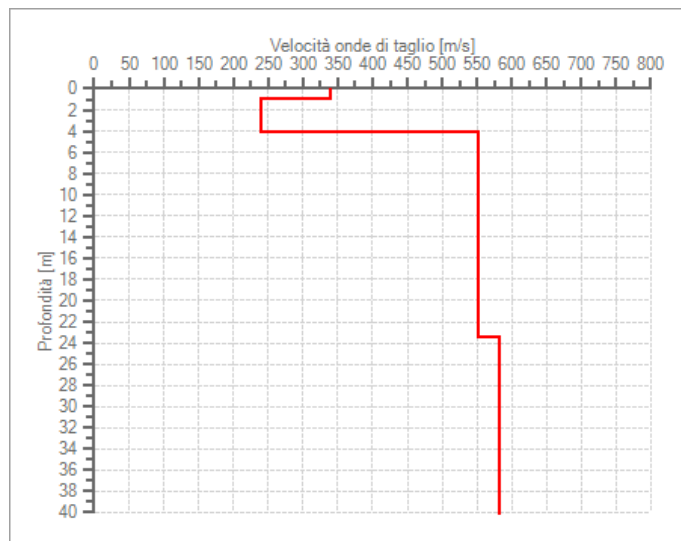


Fig. 6: Modello di velocità delle onde di taglio per il sito in oggetto.

Sismostrato (N°)	Profondità (m)	Spessore (m)	Velocità Media Onde S (m/s)
1	1	1	340
2	4.12	3.12	239
3	23.52	19.4	553
4	30.0	6.48	583

Tab.3: Modello di sottosuolo per il sito in oggetto.

E' stato quindi possibile stimare la  $V_{s30}$ , tramite la formula:

$$V_s = \frac{H}{\sum_{i=1}^n \frac{h_i}{v_i}}$$

dove:

$v_s$  = valore di velocità delle onde di taglio (m/s)

H = profondità (m) alla quale si desidera stimare  $v_s$  (30 metri in caso di  $V_{s30}$ )

$h_i$  = spessore dello strato i – esimo (m)

la velocità delle onde  $V_s$  a 30,0 m dal piano di fondazione, nel caso di fondazioni dirette, come esplicitamente richiesto dalle Norme Tecniche per le Costruzioni, D.M. 14/01/2008, calcolata con gli strati suddetti è pari a:

$HV1$	$V_{s30} (HVSR)$	=	482 m/s
-------	------------------	---	---------

#### 4 CONCLUSIONI

Nel caso specifico, il calcolo della velocità delle onde “VS<sub>30</sub>” è indicativo.

Non conoscendo la profondità esatta del piano di posa delle fondazioni, esso è stato calcolato dal piano campagna, pertanto alla luce dei risultati della sismica effettuata e tenendo conto anche delle risultanze delle prove geotecniche eseguite, facendo riferimento alla normativa vigente (DM 14/01/08) e successive integrazioni il suolo di fondazione in oggetto può essere assimilato ad una categoria di suolo di tipo “B”.

Essendo dunque l'intervallo di frequenze del sottosuolo più esteso di quello possibile per le strutture, alcune frequenze del sottosuolo possono essere trascurate ai fini della progettazione in zona sismica in quanto non comportano aggravii particolari per le strutture standard. In quest'ottica ad esempio non verranno segnalate le frequenze superiori a 20 Hz. Nel caso in esame si evidenzia che l'area sollecitata da input sismico amplifica le onde di superficie ad una frequenza di risonanza prossima a  $0,60 \pm 0,18\text{Hz}$ , anche se non è stata rilevata un'affidabilità di picco caratteristica. Poiché la coincidenza di risonanze tra suolo e struttura comporta un aggravio nell'ampiezza dell'input sismico, la condizione ideale è che la frequenza della struttura sia inferiore rispetto a quella del sottosuolo, tuttavia quando questa condizione non può essere rispettata, è raccomandabile che la struttura venga progettata con frequenze proprie principali maggiori almeno il 40% dei valori segnalati per il sottosuolo.

E' da tenere presente che le frequenze dei modi di vibrare delle strutture dipendono principalmente dalla loro altezza. Per edifici standard in c.a. relazioni tipiche sono date in Figura 7 relativamente al primo modo di vibrare.

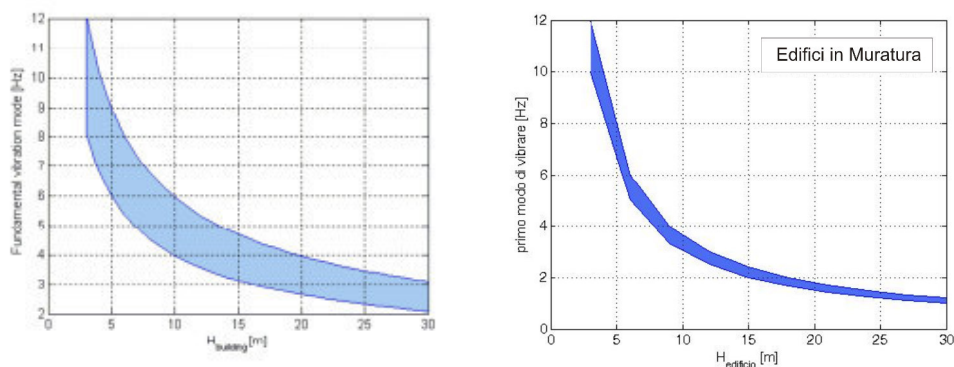


Fig. 7 - Relazione tra altezza e frequenze di vibrazione in edifici in c.a. ed in muratura

Falconara M.ma, li 18 Maggio 2016

GECO srl

Il Responsabile  
(dott. geol. Angelo Curatolo)



**GEOCON**

STUDIO ASSOCIATO PER LA  
GEOLOGIA E LA SICUREZZA

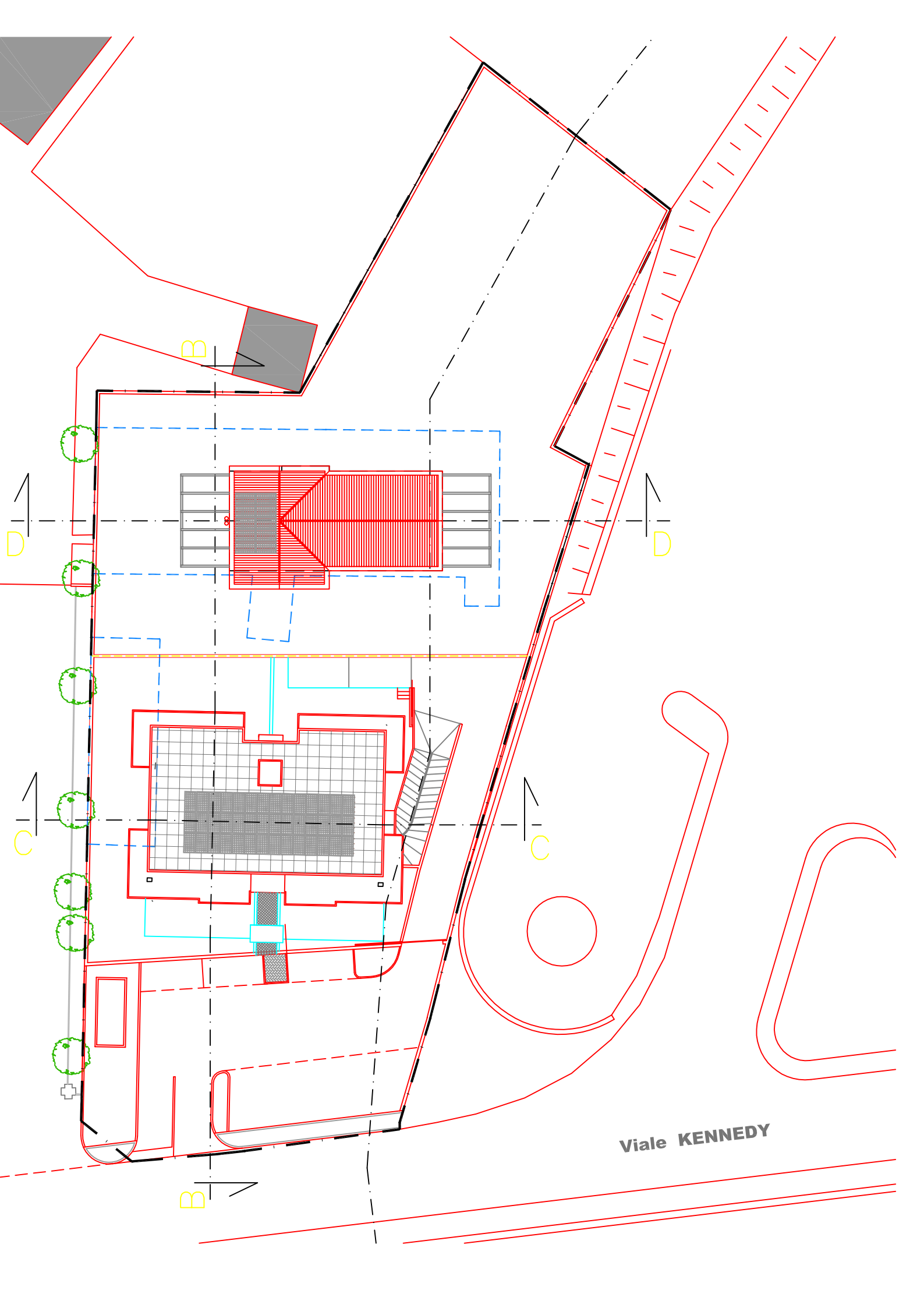
# STRALCI PROGETTUALI

**KENNEDY SRL - Viale Kennedy - Fano**

Commessa: 1440/16

Data: NOVEMBRE 2016

## ALLEGATO 8



# SEZIONE B-B

- EDIFICI ESISTENTI
- SEZIONE TERRENO ANTE OPERAM

