



**COMMITTENTE: SIG. MARCUCCINI MARCO**

**LAVORO:**

PIANO DI RECUPERO IN VARIANTE AL PIANO PARTICOLAREGGIATO DEL CENTRO STORICO DI UN FABBRICATO SITO IN VIA BARTOLAGI N. 26 NEL COMUNE DI FANO (PU).

Commessa: 17 GS 13

File: 17 GS 13 Marcuccini

Elaborato:

**RELAZIONE GEOLOGICA**

Ai sensi del D.M. 14/01/2008 e della Circolare del C.S.LL.PP. 617/2009  
" Istruzioni per l'applicazione delle Norme tecniche per le costruzioni "

Redatto: Dott. Geol.M. La Corte

Data:  
Nov./2013

Approvazione:

Timbro e firma:

## INDICE

<i>INDICE</i> .....	1
1 - <i>PREMESSA</i> .....	2
2 - <i>CARATTERISTICHE GEOLOGICHE E GEOMORFOLOGICHE</i> .....	3
2.1 Inquadramento geologico .....	3
2.2 Geomorfologia .....	4
3 - <i>IDROLOGIA ED IDROGEOLOGIA</i> .....	5
4 - <i>LITOLOGIA E CARATTERISTICHE GEOMECCANICHE</i> .....	6
5 - <i>CATEGORIA DI SUOLO</i> .....	7
5.1 Categorie di suolo di fondazione .....	7
5.2 Azioni sismiche di progetto .....	9
5.3 Amplificazione topografica .....	13
6 - <i>DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI E PRESCRIZIONI</i> .....	14
7 - <i>CONCLUSIONI</i> .....	16

### **TAVOLE:**

*TAV. 1 a- Corografia dell'area / TAV. 1b- Corografia di dettaglio*

*TAV. 2 - Stralcio carta geologica*

*TAV. 3 - Planimetria con ubicazione indagini*

*TAV. 4 - Stralcio cartografia P.A.I.*

### **ALLEGATI:**

*ALL. 1 – indagine geognostica reperita*

*ALL. 2 – rapporto tecnico indagine sismica*

<u>COMMESSA N°:</u> 17 GS 13	<u>COMMITTENTE:</u> Marcuccini Marco	<u>RELAZIONE GEOLOGICA:</u> PIANO DI RECUPERO IN VARIANTE AL PIANO PARTICOLAREGGIATO DEL CENTRO STORICO DI UN FABBRICATO SITO IN VIA BARTOLAGI N. 26 NEL COMUNE DI FANO (PU).	 <a href="http://www.geoscienceadvice.com">www.geoscienceadvice.com</a>
---------------------------------	---	--	--

## 1 - PREMESSA

Su incarico del Sig. Marcuccini Marco si è provveduto allo studio delle caratteristiche geologiche, geomorfologiche e sismiche di un'area del territorio comunale di Fano sita in Via Bartolagi N° 26, interessata da un progetto di Piano di recupero in accordo con quanto previsto dal Piano Particolareggiato del centro storico.

I risultati di questo studio, illustrati nella presente relazione, intendono fornire al progettista, limitatamente agli aspetti geologici-geotecnici, tutti i dati necessari per indirizzare la progettazione nonché per il dimensionamento ed il controllo delle opere da realizzare. L'indagine è stata svolta in ottemperanza alla normativa tecnica di riferimento: D.M. 11.03.88 [norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione], Circolare Min. LL.PP. 24.09.1988 n.30483 [istruzione riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii, i criteri generali...], **DM 14.01.2008** [testo unico per le costruzioni]; primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica. Eurocodice 7: progettazione geotecnica – Parte 1: Regole generali. Eurocodice 8: indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture - Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici. Nel valutare la fattibilità dell'intervento, si è tenuto conto anche del Piano per l'Assetto Idrogeologico [**P.A.I.**] approvato dalla Regione Marche, in esso non vi è alcun ambito a rischio che interferisca con l'area in oggetto per un intorno significativamente ampio.

La ricostruzione della locale successione stratigrafica dei terreni presenti, è stata effettuata sulla base di un'attenta osservazione geologica, attraverso il reperimento di n° 1 prova penetrometrica dinamica eseguita per l'edificio confinante, nonché attraverso l'esecuzione di un'ulteriore indagine di tipo geofisico HVSR. Per quanto riguarda la caratterizzazione sismica è stata effettuata un'indagine sismica passiva HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio – Metodo di Nakamura) finalizzata all'individuazione delle frequenze caratteristiche di risonanza di sito e per il calcolo del parametro  $V_{S30}$ .

<p><b>COMMESSA N°:</b> 17 GS 13</p>	<p><b>COMMITTENTE:</b> Marcuccini Marco</p>	<p><b>RELAZIONE GEOLOGICA:</b></p> <p>PIANO DI RECUPERO IN VARIANTE AL PIANO PARTICOLAREGGIATO DEL CENTRO STORICO DI UN FABBRICATO SITO IN VIA BARTOLAGI N. 26 NEL COMUNE DI FANO (PU).</p>	 <p>www.geoscienceadvice.com</p>
---	---	---	--

## 2 - CARATTERISTICHE GEOLOGICHE E GEOMORFOLOGICHE

### 2.1 Inquadramento geologico

Dal punto di vista geografico l'area appartiene alla piana costiera marchigiana, all'interno dell'abitato di Fano. L'area oggetto del presente lavoro, risulta compresa nella Carta Geologica della Regione Marche in scala 1:20000, comune di FANO.

Dal punto di vista geologico l'area di studio appartiene al settore più esterno della fascia periadriatica marchigiano-abruzzese occupato da una successione marina post-orogena deposta durante una fase di ingressione marina avvenuta in quest'area a partire dal Pliocene medio-superiore. I sedimenti appartenenti a questo ciclo marino formano regionalmente una monoclinale debolmente immergente verso Est, che poggia in discordanza sui depositi sottostanti.

La successione stratigrafica rispecchia un bacino in subsidenza piuttosto veloce, in cui si depongono facies di ambiente da litorale a infraneritico a epibatiale (CANTALAMESSA et al., 1983; ORI et al., 1991).

Alla base si trovano peliti grigioazzurre, intercalate da torbiditi pelitico-arenacee e arenaceo-pelitiche (200-300 metri), di ambiente batiale. Nella parte inferiore si rinvencono localmente dei corpi conglomeratici che corrispondono a facies di riempimento di canale. Seguono, nella successione, dei depositi appartenenti a facies meno profonde, a testimonianza di una progressiva diminuzione della subsidenza (CANTALAMESSA et al., 1983). Per effetto dei fenomeni di sollevamento differenziato (maggiore verso i settori occidentali) la linea di costa migra progressivamente verso oriente, come testimoniato anche dai depositi sabbioso-conglomeratici e conglomeratico-sabbiosi di chiusura del ciclo trasgressivo. L'età della trasgressione diminuisce da Nordovest verso Sudest, dal Pliocene medio al Pliocene superiore. Con la fine del Pleistocene inferiore il generale fenomeno di sollevamento che interessa l'Italia Centrale (DEMANGEOT, 1965; AMBROSETTI et al., 1982; DUFAURE et al., 1988; DRAMIS, 1992) determina la completa emersione della fascia periadriatica con il basculamento verso Est dei depositi plio-pleistocenici. Come conseguenza, i depositi siciliano-crotoniani del tetto della successione, si trovano attualmente a quote superiori ai 500 metri (CANTALAMESSA et al., 1986b; COLTORTI et al., 1991).

<p><b>COMMESSA N°:</b> 17 GS 13</p>	<p><b>COMMITTENTE:</b> Marcuccini Marco</p>	<p><b>RELAZIONE GEOLOGICA:</b></p> <p>PIANO DI RECUPERO IN VARIANTE AL PIANO PARTICOLAREGGIATO DEL CENTRO STORICO DI UN FABBRICATO SITO IN VIA BARTOLAGI N. 26 NEL COMUNE DI FANO (PU).</p>	 <p>www.geoscienceadvice.com</p>
---	---	---	--

Con la completa emersione della fascia periadriatica marchigiano-abruzzese i processi di erosione e sedimentazione continuano, in quest'area, in ambiente subaereo, dove si distinguono depositi alluvionali, depositi di versante e depositi travertinosi. A questi si aggiungono depositi costieri ciottolosi, appartenenti a facies di transizione e continentali.

Più in dettaglio i litotipi affioranti nell'area di studio sono costituiti da sedimenti eluvio colluviali.

La conformazione litostratigrafica dell'area di intervento è caratterizzata dalla presenza di uno strato superficiale caratterizzato da terreno rimaneggiato e di riporto sino a circa 1,0 m seguito da depositi alluvionali a carattere limoso ed argilloso-sabbioso sino alla profondità di circa 7,6 m oltre la quale si rinviene la presenza di ghiaie sabbiose sino al substrato geologico marino caratterizzato da argille marnose sovraconsolidate stratificate non intercettato direttamente dall'indagine penetrometrica ma individuabile dall'indagine di tipo sismico ad una profondità di circa 17 metri dal piano campagna.

## **2.2 Geomorfologia**

Il sito in esame è posto ad una quota di circa 13 metri s.l.m all'interno del centro storico di Fano.

L'abitato di Fano si sviluppa in gran parte su un terrazzi alluvionali del III e IV ordine del fiume Metauro in continuità stratigrafica con i terrazzi marini omologhi rinvenibili lungo la fascia costiera (cronologicamente riferibili Pleistocene medio e superiore).

Nello specifico, i terrazzi alluvionali e marini del III ordine, che si rinvencono ad una quota di circa 10÷15 m sul livello del mare, presentano una buona estensione areale con uno spessore dei depositi attorno ad una ventina di metri; il deposito è costituito in prevalenza da ghiaia fine e grossa, di natura calcareo-marnosa, in matrice limoso-sabbiosa variamente abbondante; al tetto del deposito è presente un orizzonte (di circa 5÷6 m di spessore) costituito da sedimenti argilloso-limoso-sabbiosi sovraconsolidati.

L'intensa urbanizzazione e le progressive azioni antropiche, con edificazioni di varia natura, sbancamenti e riporti di terreno hanno determinato radicali modifiche dell'assetto geomorfologico

<p><b>COMMESSA N°:</b> 17 GS 13</p>	<p><b>COMMITTENTE:</b> Marcuccini Marco</p>	<p><b>RELAZIONE GEOLOGICA:</b></p> <p>PIANO DI RECUPERO IN VARIANTE AL PIANO PARTICOLAREGGIATO DEL CENTRO STORICO DI UN FABBRICATO SITO IN VIA BARTOLAGI N. 26 NEL COMUNE DI FANO (PU).</p>	 <p>www.geoscienceadvice.com</p>
---	---	---	--

della zona, obliterando in maniera pressoché totale le originarie forme della superficie topografica nell'area di studio.

Il naturale pattern dell'idrologia superficiale è stato completamente rielaborato ed obliterato dalla intensa urbanizzazione dell'area ed è attualmente limitato alla presenza di opere di raccolta e collettori di smaltimento delle acque meteoriche.

Nell'area non si evidenziano criticità geomorfologiche di tipo gravitativo in atto, né se ne prevede l'attivazione futura vista la mancanza di fattori scatenanti (pendenza ed energia di rilievo), non risultano inoltre perimetrazioni nella cartografia PAI redatta dalla regione Marche (TAV.4).

### 3 – IDROLOGIA ED IDROGEOLOGIA

Per quanto riguarda il reticolo idrografico della parte di territorio in esame, il corso d'acqua principale è rappresentato dal canale del porto che taglia, in direzione NE-SO, il margine settentrionale dell'area di studio. In relazione alla distanza ed al dislivello con l'area interessata dal piano di recupero si possono escludere interferenze da parte del corso d'acqua; pertanto il fattore idrologico principale è rappresentato dall'azione delle acque meteoriche che si può manifestare con limitati fenomeni di ristagno idrico favoriti dall'andamento morfologico locale pianeggiante e dalla presenza, in superficie, di sedimenti scarsamente permeabili. In occasione delle indagini svolte e reperite per l'edificio confinante è stata rilevata la presenza di una falda idrica alla profondità di -11,0 metri dal piano campagna.

<b>COMMESSA N°:</b> 17 GS 13	<b>COMMITTENTE:</b> Marcuccini Marco	<b>RELAZIONE GEOLOGICA:</b> PIANO DI RECUPERO IN VARIANTE AL PIANO PARTICOLAREGGIATO DEL CENTRO STORICO DI UN FABBRICATO SITO IN VIA BARTOLAGI N. 26 NEL COMUNE DI FANO (PU).	 <a href="http://www.geoscienceadvice.com">www.geoscienceadvice.com</a>
---------------------------------	---	--	--

#### 4 – LITOLOGIA E CARATTERISTICHE GEOMECCANICHE

La ricostruzione della locale successione stratigrafica dei terreni presenti, è stata effettuata sulla base di un'attenta osservazione geologica sulla conoscenza pregressa delle litologie presenti nonché attraverso i risultati dell'indagine geognostica reperita.

<i>Strato n°</i>	<i>unità</i>	<i>profondità</i>	<i>peso di volume (<math>\gamma</math>) (t/m<sup>3</sup>)</i>	<i>angolo di attrito (<math>\Phi</math>) (gradi)</i>	<i>Coesione non drenata (Cu) (Kg/cm<sup>2</sup>)</i>	<i>Modulo edometrico ( Kg/cm<sup>2</sup>)</i>
1	Terreno rimaneggiato	0,0-1,0	1,85-1,90	-	-	-
2	Limo ed argilla sabbiosa	1,0 – 7,6	1,85 - 1,95	25-27	0,8-1,0	50-70
3	Ghiaia con sabbia	7,6– 17,0	1,95- 2,10	35-40	2,1-2,5	110-350
5	Argilla marnosa	17,0 in poi	2,20 - 2,30	22-24	3,5-3,8	120-140

<b>COMMESSA N°:</b> 17 GS 13	<b>COMMITTENTE:</b> Marcuccini Marco	<b>RELAZIONE GEOLOGICA:</b> PIANO DI RECUPERO IN VARIANTE AL PIANO PARTICOLAREGGIATO DEL CENTRO STORICO DI UN FABBRICATO SITO IN VIA BARTOLAGI N. 26 NEL COMUNE DI FANO (PU).	 <a href="http://www.geoscienceadvice.com">www.geoscienceadvice.com</a>
---------------------------------	---	--	--

## 5 –CATEGORIA DI SUOLO

Qui di seguito si riporta un sunto della normativa sismica attuale nonché la determinazione dei parametri sismici di riferimento.

### 5.1 Categorie di suolo di fondazione

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, in assenza di analisi specifiche circa l'effetto della risposta sismica locale, si utilizza un approccio semplificato basato sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento, come risultanti dalle tabelle 3.2.II e 3.2.III del D.M. 14/01/08.

CATEGORIA	DESCRIZIONE
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di Vs30 superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3,00 metri.
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30,00 metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (Ovvero N <sub>spt30</sub> >50 nei terreni a grana grossa e Cu <sub>30</sub> >250kPa nei terreni a grana fine)
C	Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti con spessori superiori a 30,00 metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s (Ovvero 15<N <sub>spt30</sub> <50 nei terreni a grana grossa e 70<Cu <sub>30</sub> <250kPa nei terreni a grana fine)
D	Depositati di terreni a grana grossa scarsamente addensati o terreni a grana fine scarsamente consistenti con spessori superiori a 30,00 metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 inferiori a 180 m/s (Ovvero N <sub>spt30</sub> <15 nei terreni a grana grossa e Cu <sub>30</sub> <70kPa nei terreni a grana fine)
E	Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 metri, posti sul

<u>COMMESSA N°:</u> 17 GS 13	<u>COMMITTENTE:</u> Marcuccini Marco	<u>RELAZIONE GEOLOGICA:</u> PIANO DI RECUPERO IN VARIANTE AL PIANO PARTICOLAREGGIATO DEL CENTRO STORICO DI UN FABBRICATO SITO IN VIA BARTOLAGI N. 26 NEL COMUNE DI FANO (PU).	 www.geoscienceadvice.com
---------------------------------	---	--	--

	substrato di riferimento (con Vs>800 m/s)
--	---

Tab.3.2.II categorie di sottosuolo

S1	Depositi di terreni caratterizzati da valori di Vs30 inferiori a 100 m/s (Ovvero <10Cu30<20kPa) che includono uno strato di almeno 8,00 metri di terreni di terreni a grana fine di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3,00 metri 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

Tab.3.2.III Categorie aggiuntive di sottosuolo

La Vs30 è definita come la velocità media di propagazione entro 30 metri di profondità delle onde di taglio. Per le fondazioni superficiali, tale superficie è riferita al piano di imposta delle stesse.

La Vs30 viene calcolata con la seguente espressione:

$$V_{S30} = \left( \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_i}} \right)$$

Con :

Vs,i=valore di Vs nello strato i-esimo

hi=spessore dello strato i-esimo

N=numero di strati compresi entro i primi 30 m di profondità

Nel caso di studio sulla base delle evidenze sperimentali derivanti dalla prospezione geofisica con tecnologia **HVSR**, il terreno di fondazione presenta un Vs30 pari a **552 m/s** , ed è pertanto ascrivibile alla categoria:

<p><b>COMMESSA N°:</b> 17 GS 13</p>	<p><b>COMMITTENTE:</b> Marcuccini Marco</p>	<p><b>RELAZIONE GEOLOGICA:</b></p> <p>PIANO DI RECUPERO IN VARIANTE AL PIANO PARTICOLAREGGIATO DEL CENTRO STORICO DI UN FABBRICATO SITO IN VIA BARTOLAGI N. 26 NEL COMUNE DI FANO (PU).</p>	 <p>www.geoscienceadvice.com</p>
---	---	---	--

**B: Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30,00 metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (Ovvero Nspt30>50 nei terreni a grana grossa e Cu30>250kPa nei terreni a grana fine)**

Al fine di identificare le frequenze di risonanza del sottosuolo del sito, si sono analizzate le tracce di registrazione ottenute dall'indagine di sismica passiva a stazione singola. Questa evidenza la presenza di un picco nel rapporto spettrale H/V pari a 2,5 Hz. Per ogni altra delucidazione a riguardo si demanda alla relazione geofisica allegata alla presente.

### **5.2 Azioni sismiche di progetto**

*L'azione sismica sulle costruzioni è valutata a partire da una pericolosità sismica di base, in condizioni ideali di sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria A nelle NTC).*

*Le valutazioni della "pericolosità sismica di base" debbono derivare da studi condotti a livello nazionale. La pericolosità sismica di base, costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche.*

*La pericolosità sismica in un generico sito deve essere descritta in modo da renderla compatibile con le NTC e da dotarla di un sufficiente livello di dettaglio, sia in termini geografici che in termini temporali; tali condizioni possono ritenersi soddisfatte se i risultati dello studio di pericolosità sono forniti:*

- 1. in termini di valori di accelerazione orizzontale massima  $a_g$  e dei parametri che permettono di definire gli spettri di risposta ai sensi delle NTC, nelle condizioni di sito di riferimento rigido orizzontale sopra definite;*
- 2. in corrispondenza dei punti di un reticolo (reticolo di riferimento) i cui nodi sono sufficientemente vicini fra loro (non distano più di 10 km);*
- 3. per diverse probabilità di superamento in 50 anni e/o diversi periodi di ritorno  $T_R$  ricadenti in un intervallo di riferimento compreso almeno tra 30 e 2475 anni, estremi inclusi.*

<p><b>COMMESSA N°:</b> 17 GS 13</p>	<p><b>COMMITTENTE:</b> Marcuccini Marco</p>	<p><b>RELAZIONE GEOLOGICA:</b> PIANO DI RECUPERO IN VARIANTE AL PIANO PARTICOLAREGGIATO DEL CENTRO STORICO DI UN FABBRICATO SITO IN VIA BARTOLAGI N. 26 NEL COMUNE DI FANO (PU).</p>	 <p>www.geoscienceadvice.com</p>
---	---	--	--

*L'azione sismica così individuata viene successivamente variata, nei modi chiaramente precisati dalle NTC, per tener conto delle modifiche prodotte dalle condizioni locali stratigrafiche del sottosuolo effettivamente presente nel sito di costruzione e dalla morfologia della superficie. Tali modifiche caratterizzano la risposta sismica locale.*

*Le azioni di progetto si ricavano, ai sensi delle NTC, dalle accelerazioni  $a_g$  e dalle relative forme spettrali.*

*Le forme spettrali previste dalle NTC sono definite, su sito di riferimento rigido orizzontale, in funzione dei tre parametri:*

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

*Per ciascun nodo del reticolo di riferimento e per ciascuno dei periodi di ritorno  $T_R$  considerati dalla pericolosità sismica, i tre parametri si ricavano riferendosi ai valori corrispondenti al 50<sub>esimo</sub> percentile ed attribuendo a:*

- $a_g$  il valore previsto dalla pericolosità sismica,
- $F_0$  e  $T_c$  i valori ottenuti imponendo che le forme spettrali in accelerazione, velocità e spostamento previste dalle NTC scartino al minimo dalle corrispondenti forme spettrali previste dalla pericolosità sismica (la condizione di minimo è imposta operando ai minimi quadrati, su spettri di risposta normalizzati ad uno, per ciascun sito e ciascun periodo di ritorno).

*Le forme spettrali previste dalle NTC sono caratterizzate da prescelte probabilità di superamento e vite di riferimento. A tal fine occorre fissare:*

1. la vita di riferimento  $V_R$  della costruzione,
2. le probabilità di superamento nella vita di riferimento  $P_{V_R}$  associate a ciascuno degli stati limite considerati, per individuare infine, a partire dai dati di pericolosità sismica disponibili, le corrispondenti azioni sismiche.

<p><b><u>COMMESSA N°:</u></b> 17 GS 13</p>	<p><b><u>COMMITTENTE:</u></b> Marcuccini Marco</p>	<p><b><u>RELAZIONE GEOLOGICA:</u></b></p> <p>PIANO DI RECUPERO IN VARIANTE AL PIANO PARTICOLAREGGIATO DEL CENTRO STORICO DI UN FABBRICATO SITO IN VIA BARTOLAGI N. 26 NEL COMUNE DI FANO (PU).</p>	 <p><a href="http://www.geoscienceadvice.com">www.geoscienceadvice.com</a></p>
--	--	--	--

*Per un qualunque punto del territorio non ricadente nei nodi del reticolo di riferimento, i valori dei parametri  $p$  ( $a_g$ ,  $F_o$ ,  $T^*_c$ ) di interesse per la definizione dell'azione sismica di progetto possono essere calcolati come media pesata dei valori assunti da tali parametri nei quattro vertici della maglia elementare del reticolo di riferimento contenente il punto in esame, utilizzando come pesi gli inversi delle distanze tra il punto in questione ed i quattro vertici.*

<b>COMMESSA N°:</b> 17 GS 13	<b>COMMITTENTE:</b> Marcuccini Marco	<b>RELAZIONE GEOLOGICA:</b> PIANO DI RECUPERO IN VARIANTE AL PIANO PARTICOLAREGGIATO DEL CENTRO STORICO DI UN FABBRICATO SITO IN VIA BARTOLAGI N. 26 NEL COMUNE DI FANO (PU).	 <a href="http://www.geoscienceadvice.com">www.geoscienceadvice.com</a>
---------------------------------	---	--	--

<b>DETERMINAZIONE DEI PARAMETRI SISMICI</b>					
Classe dell'edificio: <b>2</b> [costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali ...]					Vita nominale: <b>50 anni</b>
Coordinate sito in oggetto (ED50): latitudine: <b>43,794758</b> , longitudine <b>13,056873</b>					
<b>Coordinate nodi reticolo di riferimento e rispettive distanze dal sito in esame (ED50):</b>					
ID: 19862	Lat: 43,833920	Lon: 13,004880	Distanza: 1547,3 [m]		
ID: 19863	Lat: 43,834190	Lon: 13,074180	Distanza: 4954,0 [m]		
ID: 19641	Lat: 43,884190	Lon: 13,073840	Distanza: 6375,4 [m]		
ID: 19640	Lat: 43,883920	Lon: 13,004460	Distanza: 4300,6 [m]		
<b>Stato limite</b>	<b>Prob. Superamento (%)</b>	<b>T<sub>r</sub> [anni]</b>	<b>a<sub>g</sub></b>	<b>F<sub>o</sub></b>	<b>T<sub>c</sub>' [s]</b>
<b>Operatività [SLO]</b>	81	30	0,046 g	2,433	0,275
<b>Danno [SLD]</b>	63	50	0,060 g	2,582	0,276
<b>Salvaguardia vita [SLV]</b>	10	475	0,181g	2,469	0,296
<b>Prevenzione collasso [SLC]</b>	5	975	0,235 g	2,508	0,309
Periodo di riferimento per l'azione sismica: <b>50</b>					
<b>CALCOLO DEI COEFFICIENTI SISMICI</b>					
Tipo di elaborazione: stabilità dei pendii e fondazioni					
Categoria sottosuolo: <b>B</b>			Categoria topografica: <b>T1</b>		
<b>Coefficienti</b>	<b>SLO</b>	<b>SLD</b>	<b>SLV</b>	<b>SLC</b>	
<b>Ss:coeff.amplif. stratigrafica</b>	1,200	1,200	1,200	1,160	
<b>Cc:coeff. funzione categoria</b>	1,420	1,420	1,400	1,390	
<b>St:coeff.amplif. topografica</b>	1,000	1,000	1,000	1,000	
<b>Coefficienti</b>	<b>SLO</b>	<b>SLD</b>	<b>SLV</b>	<b>SLC</b>	
<b>Kh</b>	0,011	0,014	0,052	0,076	
<b>Kv</b>	0,006	0,007	0,026	0,038	
<b>Amax [m/s<sup>2</sup>]</b>	0,543	0,708	2,126	2,676	
<b>β</b>	0,200	0,200	0,240	0,280	

<b>COMMESSA N°:</b> 17 GS 13	<b>COMMITTENTE:</b> Marcuccini Marco	<b>RELAZIONE GEOLOGICA:</b> PIANO DI RECUPERO IN VARIANTE AL PIANO PARTICOLAREGGIATO DEL CENTRO STORICO DI UN FABBRICATO SITO IN VIA BARTOLAGI N. 26 NEL COMUNE DI FANO (PU).	 <a href="http://www.geoscienceadvice.com">www.geoscienceadvice.com</a>
---------------------------------	---	--	--

### 5.3 Amplificazione topografica

Il D.M. 14.01.2008 prevede che nei siti suscettibili di amplificazione topografica venga introdotto un coefficiente moltiplicativo ( $S_t \geq 1$ ) per l'accelerazione massima orizzontale di progetto, che tenga conto delle seguenti caratteristiche morfologiche.

Quindi, per tener conto delle condizioni topografiche in assenza di specifiche analisi di risposta sismica locale, si utilizzano i valori del coefficiente topografico  $S_t$  riportati nella seguente Tabella, in funzione delle categorie topografiche e dell'ubicazione dell'opera o dell'intervento.

Categoria topografica	$\alpha$ Inclinazione pendio	$S_t$	Ubicazione dell'opera	Altezza >30m
<b>T1</b>	$\alpha$	1.0	-	
<b>T2</b> Pendio o rilevati isolati	$\alpha > 15$	1.2	In corrispondenza della sommità del pendio	
<b>T3</b> Rilievo con larghezza alla sommità molto inferiore a quella della base	$15 < \alpha < 30$	1.2	In corrispondenza della cresta del rilievo	
<b>T4</b>	$\alpha > 30$	1.4	In corrispondenza della cresta del rilievo	

Tab.3.2.IV Categorie topografiche

Il sito in esame è posto ad una quota di circa 13 metri s.l.m all'interno del centro storico di Fano in area pianeggiante. Pertanto secondo la tabella sopra riportata tale area risulta ricadere nella categoria topografica: **T1** con coefficiente topografico  $S_t$  pari ad **1,000**.

<p><b>COMMESSA N°:</b> 17 GS 13</p>	<p><b>COMMITTENTE:</b> Marcuccini Marco</p>	<p><b>RELAZIONE GEOLOGICA:</b></p> <p>PIANO DI RECUPERO IN VARIANTE AL PIANO PARTICOLAREGGIATO DEL CENTRO STORICO DI UN FABBRICATO SITO IN VIA BARTOLAGI N. 26 NEL COMUNE DI FANO (PU).</p>	 <p>www.geoscienceadvice.com</p>
---	---	---	--

## 6 - DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI E PRESCRIZIONI

Per meglio comprendere gli interventi previsti si riporta di seguito uno stralcio della relazione descrittiva redatta dai tecnici progettisti.

Il Piano di recupero in oggetto, propone, in accordo con quanto previsto dal Piano Particolareggiato del centro storico, la riqualificazione dell'intero edificio ad uso residenziale che non presenta elementi architettonici di pregio o di particolare rilievo, mediante una serie di interventi volti a conservare, i valori storici, artistici e ambientali della zona, al risanamento delle porzioni in condizioni di degrado senza modifiche dell'impianto strutturale, mantenendone inalterati l'ingombro planimetrico, le caratteristiche architettoniche esistenti.

Il progetto proposto, mira a preservare l'identità dell'edificio esistente, ponendo la massima attenzione nella scelta dei materiali e delle finiture proposte mantenendo inalterati gli elementi caratteristici dell'edificio quali scale esterne di accesso al piano terra, marcapiani e rivestimenti delle facciate, partizione delle bucaure ivi presenti, forma del tetto e materiali. L'area di sedime non verrà in alcun modo modificata.

In particolare le opere previste riguardano:

- ampliamento delle unità abitative site ai piani primo e secondo mediante installazione di vetrate in corrispondenza dei terrazzi e installazione di balaustra in vetro in sostituzione delle ringhiere esistenti;
- demolizione e ricostruzione (senza modifica dell'area di sedime dell'edificio con stessi materiali) della copertura del corpo principale che verrà realizzata con struttura lignea e manto in coppi;
- demolizione e ricostruzione in legno del solaio di copertura della porzione oggetto di ampliamento;
- rivisitazione dell'unità abitativa al piano secondo mediante modifica della distribuzione dei locali abitativi, ammodernamento delle dotazioni impiantistiche, privilegiando soluzioni tecniche che garantiscano il risparmio energetico, rifacimento delle finiture interne e realizzazione di soppalco;
- sostituzione di tutti i serramenti con installazione di scuroni in legno;
- tinteggiatura del paramento murario intonacato;

<p><b><u>COMMESSA N°:</u></b> 17 GS 13</p>	<p><b><u>COMMITTENTE:</u></b> Marcuccini Marco</p>	<p><b><u>RELAZIONE GEOLOGICA:</u></b> PIANO DI RECUPERO IN VARIANTE AL PIANO PARTICOLAREGGIATO DEL CENTRO STORICO DI UN FABBRICATO SITO IN VIA BARTOLAGI N. 26 NEL COMUNE DI FANO (PU).</p>	 <p>www.geoscienceadvice.com</p>
--	--	---	--

- installazione sulla copertura piana del corpo in cui è previsto l'ampliamento di un impianto fotovoltaico da 3 KW e di impianto solare termico.

Nella zona soggiorno-pranzo (del piano primo e secondo) verranno eliminate compatibilmente con i vincoli strutturali dell'edificio le divisioni interne preesistenti per lasciare spazio ad un ambiente unico che risulterà così in una posizione illuminata in più direzioni, usufruendo al meglio della luce naturale nelle diverse ore del giorno.

Nell'unità al piano secondo, la quale sarà oggetto dell'intervento più significativo finalizzato al miglioramento igienico-funzionale degli ambienti e della loro fruibilità, oltre ad una redistribuzione degli spazi abitativi, per la quale si rimanda agli elaborati grafici di progetto, sarà realizzato un soppalco di circa 13.5 mq, sfruttando l'altezza del soffitto nella zona di colmo del tetto. Al soppalco si avrà accesso dalla camera tramite una scala in ferro. La struttura del soppalco sarà realizzata con travi in ferro verniciato e pavimentazione in legno.

Il solaio di copertura del corpo principale verrà demolito e ricostruito fedelmente, mantenendone forma e materiali (struttura in legno e manto di copertura in coppi).

E' inoltre prevista l'installazione di un impianto fotovoltaico e solare termico (in ottemperanza alle vigenti normative in materia di uso dell'energia da fonti rinnovabili (D.Lgs.28/2011) a servizio dell'unità al piano secondo.

Sulla scorta delle informazioni disponibili in merito agli interventi previsti, non si prevedono significativi incrementi dei carichi in fondazione.

Sulla base delle risultanze delle indagini geognostiche reperite e geofisiche eseguite, tenuto conto delle indicazioni di progetto brevemente riassunte non si rilevano nel complesso elementi ostativi alla realizzazione delle opere, né potenziali riflessi negativi delle stesse sulle attuali condizioni di stabilità delle aree oggetto di lavoro, sebbene risulti necessario porre la massima attenzione alla realizzazione di adeguate opere di regimazione e raccolta delle acque meteoriche, evitandone il ristagno e/o l'infiltrazione localizzata nel sottosuolo, con potenziali deleteri effetti sulle condizioni geomeccaniche dei termini superficiali dei terreni presenti con susseguenti possibili risentimenti a carico delle strutture e delle aree oggetto di studio.

<p><b>COMMESSA N°:</b> 17 GS 13</p>	<p><b>COMMITTENTE:</b> Marcuccini Marco</p>	<p><b>RELAZIONE GEOLOGICA:</b></p> <p>PIANO DI RECUPERO IN VARIANTE AL PIANO PARTICOLAREGGIATO DEL CENTRO STORICO DI UN FABBRICATO SITO IN VIA BARTOLAGI N. 26 NEL COMUNE DI FANO (PU).</p>	 <p>www.geoscienceadvice.com</p>
---	---	---	--

## 7 - CONCLUSIONI

Su incarico del Sig. Marcuccini Marco si è provveduto allo studio delle caratteristiche geologiche, geomorfologiche e sismiche di un'area del territorio comunale di Fano sita in Via Bartolagi N° 26, interessata da un progetto di Piano di recupero in accordo con quanto previsto dal Piano Particolareggiato del centro storico.

Oltre agli aspetti geologici, geomorfologici, idrogeologici e sismici dell'area interessata, si sono analizzate le caratteristiche litotecniche dei terreni coinvolti dalle opere in realizzazione.

La ricostruzione della locale successione stratigrafica dei terreni presenti, è stata effettuata sulla base di un attenta osservazione geologica, attraverso il reperimento di n° 1 prova penetrometrica dinamica eseguita per l'edificio confinante, nonché attraverso l'esecuzione di un'ulteriore indagine di tipo geofisico HVSR.

Per quanto riguarda la caratterizzazione sismica è stata effettuata un'indagine sismica passiva di tipo HVSR per la stima della frequenza di sito e del parametro  $V_{S30}$ .

Le sopracitate indagini ad integrazione delle informazioni già note in merito alle condizioni litostratigrafiche e geotecniche dei materiali costituenti il sottosuolo dell'area considerata sono state svolte nel mese di Novembre 2013.

I terreni presenti nel sito di progetto sono stati ascritti alla categoria "B" di cui alla tabella 3.2.II del D.M. 14 gennaio 2008. Per la definizione della "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione si rimanda agli allegati al citato DM.

Dal punto di vista idrogeologico lo studio ha evidenziato presenza di falda ad una quota di circa -11,0 metri.

Le caratteristiche dei litotipi costituenti le porzioni più superficiali del sottosuolo impongono infine di suggerire l'adozione di adeguate opere di raccolta e regimazione delle acque superficiali in modo da evitare la loro infiltrazione puntuale e/o diffusa e le potenziali conseguenze in termini di decremento delle caratteristiche geomeccaniche dei terreni a scapito della stabilità del complesso terreno-struttura.

<p><b><u>COMMESSA N°:</u></b> 17 GS 13</p>	<p><b><u>COMMITTENTE:</u></b> Marcuccini Marco</p>	<p><b><u>RELAZIONE GEOLOGICA:</u></b></p> <p>PIANO DI RECUPERO IN VARIANTE AL PIANO PARTICOLAREGGIATO DEL CENTRO STORICO DI UN FABBRICATO SITO IN VIA BARTOLAGI N. 26 NEL COMUNE DI FANO (PU).</p>	 <p><a href="http://www.geoscienceadvice.com">www.geoscienceadvice.com</a></p>
--	--	--	--

Viste le condizioni geomorfologiche dell'area, le caratteristiche geomeccaniche dei terreni presenti in affioramento, nonché le caratteristiche delle realizzande opere, è possibile escludere l'eventuale coinvolgimento delle stesse in fenomeni gravitativi e/o di instabilità superficiali o profonde.

Secondo le indicazioni di progetto brevemente riassunte non si rilevano nel complesso elementi ostativi alla realizzazione delle opere, si ritiene dunque possibile esprimere un giudizio complessivamente positivo in merito alla stabilità del complesso terreno-struttura nel rispetto delle prescrizioni di cui al presente documento demandando in ogni caso al tecnico progettista strutturale ogni ulteriore valutazione.

*Il tecnico*

Novembre 2013

**Dott. Geol. Marco La Corte**

**COMMITTENTE: SIG. MARCUCCINI MARCO**

**LAVORO:**

PIANO DI RECUPERO IN VARIANTE AL PIANO PARTICOLAREGGIATO DEL CENTRO STORICO DI  
UN FABBRICATO SITO IN VIA BARTOLAGI N. 26 NEL COMUNE DI FANO (PU).

**ELABORATO:**

**RELAZIONE GEOLOGICA-SISMICA**

Ai sensi del D.M. 14/01/2008 e della Circolare del C.S.LL.PP. 617/2009  
"Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le costruzioni"

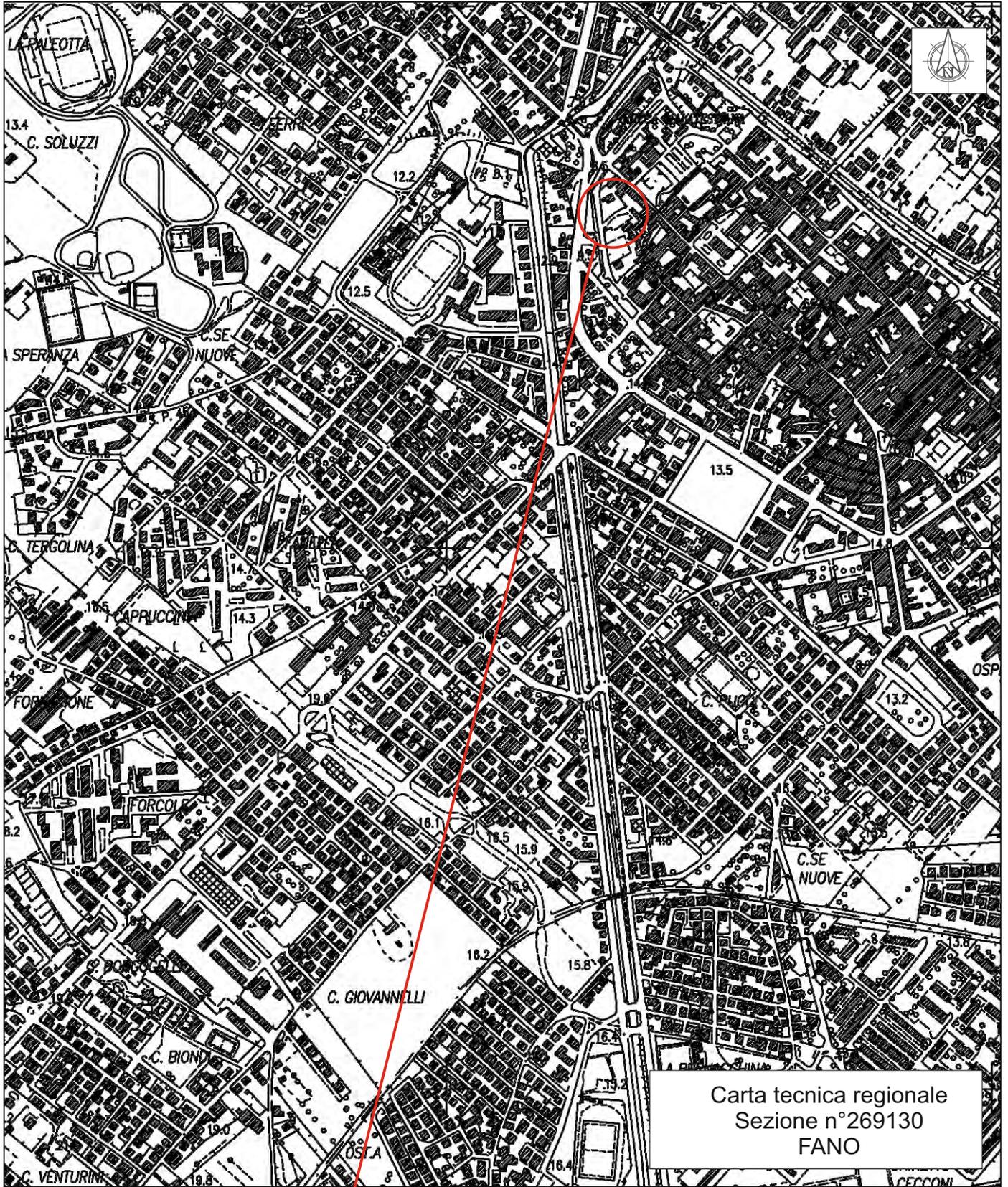
Commessa: 17 GS 13

File: 17 GS 13 Marcuccini

Data: Novembre/2013

Redatto: Dott. Geol. Marco La Corte

**TAVOLE**



Carta tecnica regionale  
Sezione n°269130  
FANO

AREA DI INTERESSE

Committente: Sig. Marcuccini Marco



Progetto: PIANO DI RECUPERO IN VARIANTE AL PIANO PARTICOLAREGGIATO DEL CENTRO STORICO DI FABBRICATO SITO IN VIA BARTOLAGI N. 26 NEL COMUNE DI FANO (PU).

TAVOLA N°: **1a**

Elaborato:  
**COROGRAFIA**

SCALA: 1:10000



**AREA DI INTERESSE**

Committente: <b>Sig. Marcuccini Marco</b>		
Progetto: PIANO DI RECUPERO IN VARIANTE AL PIANO PARTICOLAREGGIATO DEL CENTRO STORICO DI FABBRICATO SITO IN VIA BARTOLAGI N. 26 NEL COMUNE DI FANO (PU).		
TAVOLA N°:	<b>1b</b>	Elaborato: <b>COROGRAFIA DI DETTAGLIO</b>
SCALA:	<b>1:1000</b>	

# LEGENDA GEOLOGICA

## DEPOSITI CONTINENTALI QUATERNARI

### SINTEMA DEL MUSONE

(OLOCENE)

-  MUSa1 Frane in evoluzione
-  MUSa1q Frana senza indizi di evoluzione
-  MUSa1a Frana antica
-  MUSa1s Frana di scorrimento con indizi di evoluzione
-  MUSa1qs Frana di scorrimento senza indizi di evoluzione
-  MUSb Depositi alluvionali attuali (ghiaia, sabbia, argilla)
-  MUSb2 Depositi eluvio-colluviali
-  MUSbn Depositi alluvionali terrazzati (ghiaia, sabbia, limo, argilla)
-  MUSg2 Depositi di spiaggia attuale (ghiaia, sabbia)
-  MUSg2b Depositi di spiaggia antica (sabbia)

### SINTEMA DI MATELICA

(PLEISTOCENE SUPERIORE)

-  MTIbn Depositi alluvionali terrazzati (ghiaia, sabbia, limo, argilla)
-  MTIb2 Depositi eluvio-colluviali

### SINTEMA DI COLLE ULIVO COLONIA MONTANI

(PLEISTOCENE MEDIO SOMMITALE)

-  ACbn Depositi alluvionali terrazzati (ghiaia, sabbia)

### SINTEMA DI URBISAGLIA

(PLEISTOCENE INFERIORE/MEDIO - MEDIO)

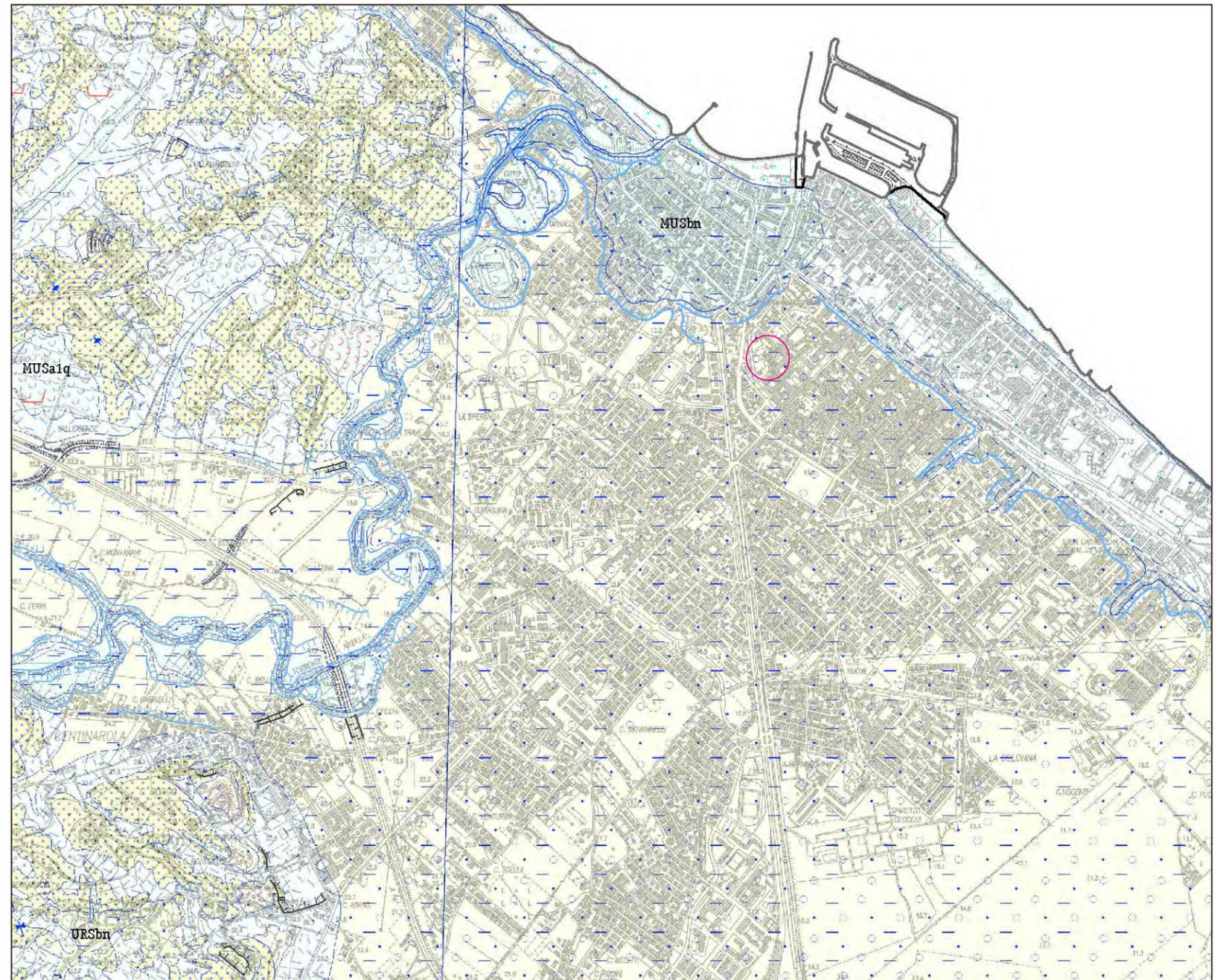
-  URSbn Depositi alluvionali terrazzati (ghiaia, sabbia)

 AREA DI STUDIO

## SUCCESSIONE MARINA

-  FAA ARGILLE AZZURRE (Pliocene inferiore p.p. - Pliocene superior p.p.)
-  FAAa ARGILLE AZZURRE Litofacies pelitico - arenitica
-  FAA2 ARGILLE AZZURRE Membro delle Arenarie di Borello (Pliocene inferiore p.p. - Pliocene medio p.p.)
-  FCO FORMAZIONE A COLOMBACCI (Messiniano p.p.)
-  FSD FORMAZIONE di SAN DONATO (Messiniano p.p.)
-  GS GESSOSO - SOLFIFERA (Messiniano p.p.)
-  SCH SCHLIER (Burdigaliano sup. p.p. - Messiniano inf. p.p.)
-  Conoide alluvionale
-  h Struttura/Deposito antropico

-  Contatto stratigrafico o litologico
-  Contatto stratigrafico o litologico incerto
-  Contatto stratigrafico inconforme incerto
-  Orlo di scarpata di frana in evoluzione
-  Orlo di scarpata di frana senza indizi di evoluzione
-  Orlo di terrazzo fluviale
-  Orlo di falesia
-  Orlo di scarpata antropica
-  Stratificazione diritta
-  Stratificazione orizzontale diritta
-  Stratificazione rovesciata
-  Traccia di superficie assiale di sinclinale
-  Traccia di superficie assiale di sinclinale, incerta o sepolta
-  Traccia di superficie assiale di anticlinale, incerta o sepolta
-  Cava inattiva
-  Cava attiva
-  Limite comunale



**GIUNTA REGIONE MARCHE**  
 Servizio Territorio Ambiente Energia  
 P.F. Informazioni Territorio-Ambiente e  
 Piano Paesaggistico

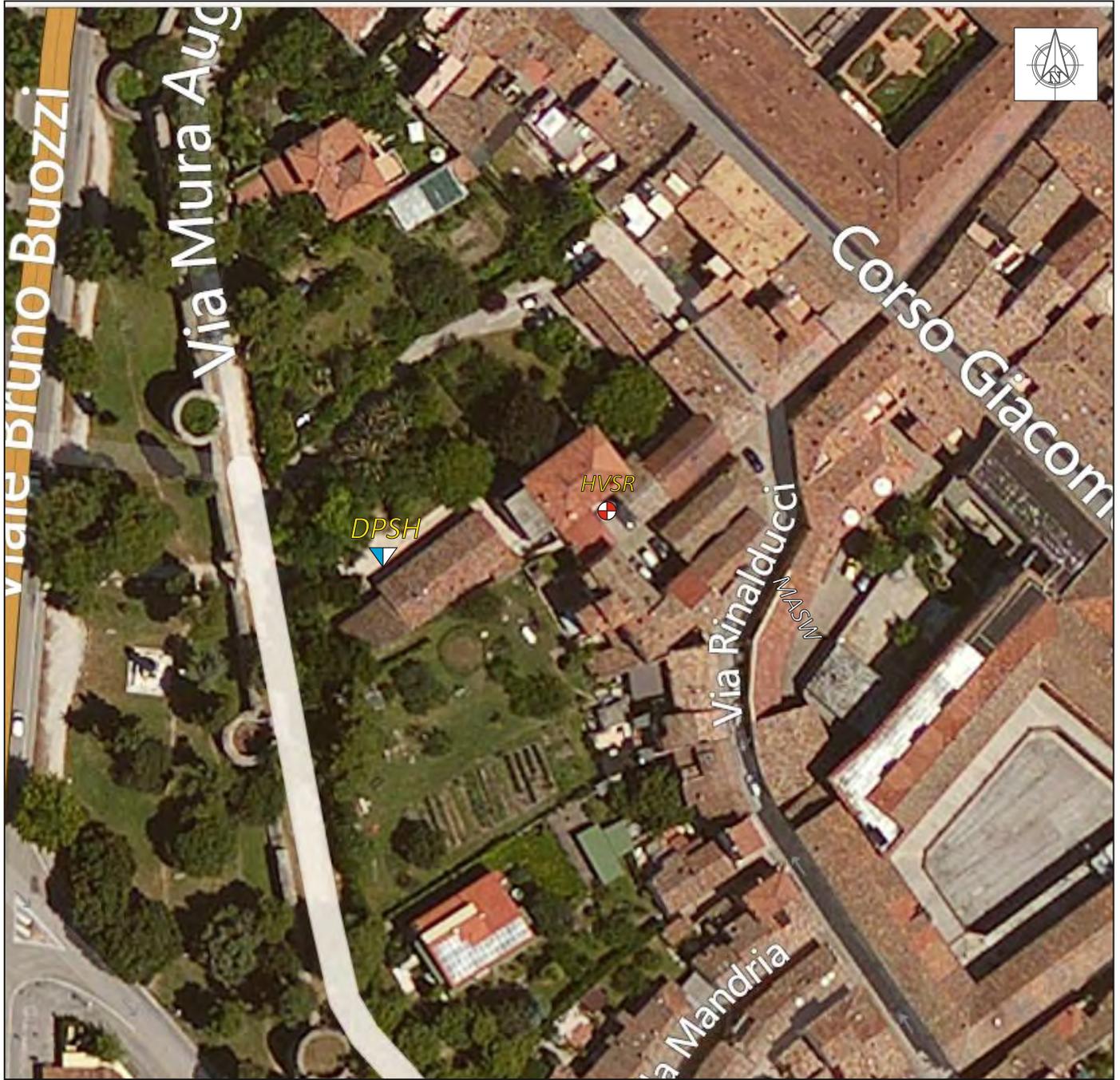
**CARTA GEOLOGICA REGIONALE**  
 EDIZIONE CTR

SCALA 1:20.000

L'EQUIDISTANZA TRA LE CURVE DI LIVELLO E' DI 10 METRI

COMUNE di FANO

Committente:	Sig. Marcuccini Marco	
Progetto:	PIANO DI RECUPERO IN VARIANTE AL PIANO PARTICOLAREGGIATO DEL CENTRO STORICO DI FABBRICATO SITO IN VIA BARTOLAGI N. 26 NEL COMUNE DI FANO (PU).	
TAVOLA N°:	2	Elaborato:
SCALA:	grafica	STRALCIO CARTA GEOLOGICA
File: 17 GS-12 TAV.2 GEOL	Redatto: Dott. Geol. Marco La Corte	n. Elab.



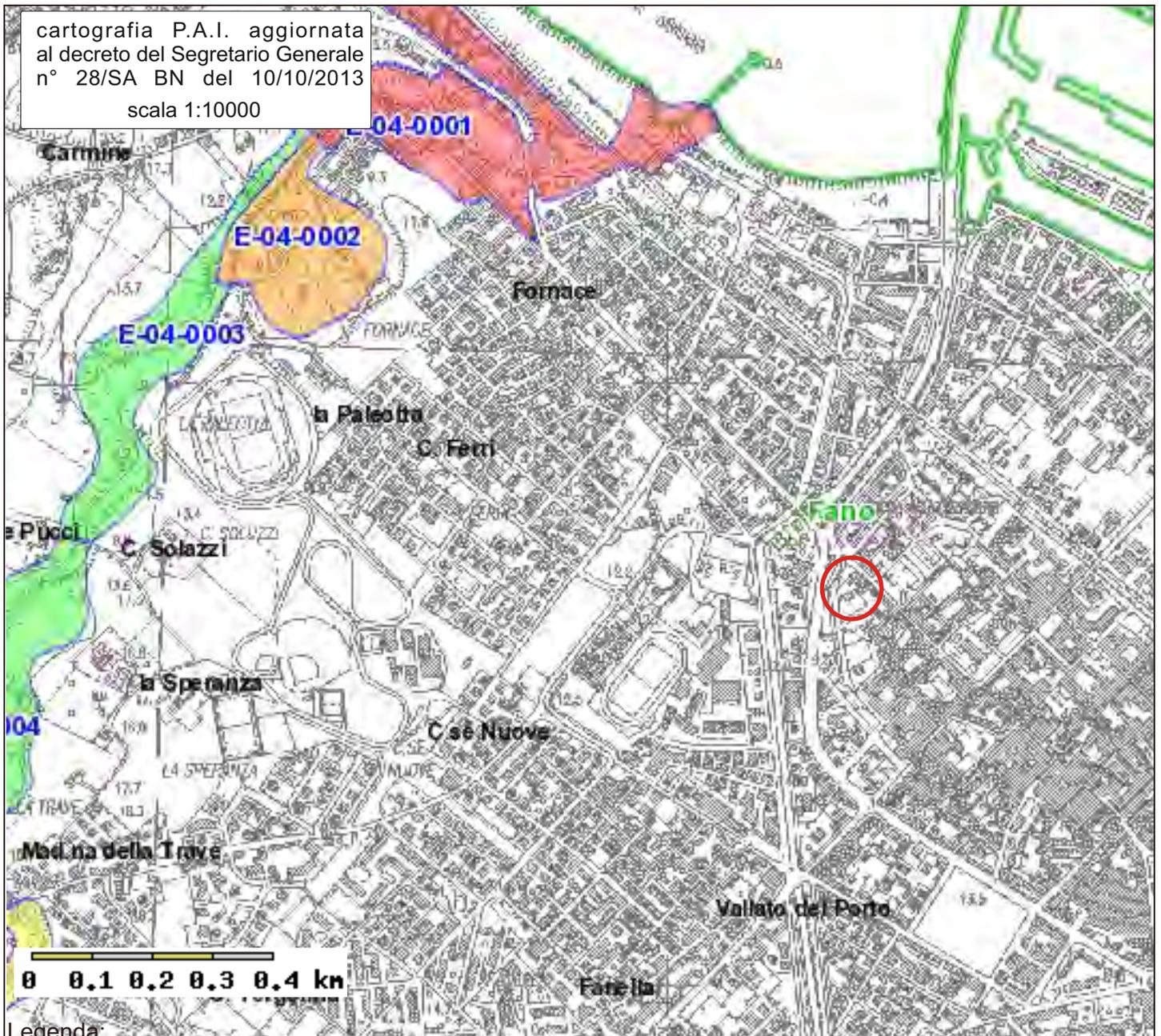
LEGENDA:

**DPSH**  
 Prova penetrometrica dinamica (reperita)

**HVSR**  
 Indagine sismica passiva - microtremori a stazione singola

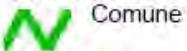
Committente: <b>Sig. Marcuccini Marco</b>		
Progetto: PIANO DI RECUPERO IN VARIANTE AL PIANO PARTICOLAREGGIATO DEL CENTRO STORICO DI FABBRICATO SITO IN VIA BARTOLAGI N. 26 NEL COMUNE DI FANO (PU).		
TAVOLA N°:	<b>3</b>	Elaborato: <b>PLANIMETRIA UBICAZIONE INDAGINI</b>
SCALA:	<b>1:1000</b>	

cartografia P.A.I. aggiornata  
al decreto del Segretario Generale  
n° 28/SA BN del 10/10/2013  
scala 1:10000



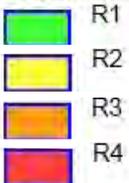
Legenda:

Confini Comunali

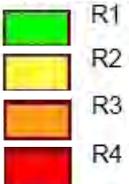


PAI-PS2006

ESONDAZIONI-PAI



FRANE-PAI



ESONDAZIONI-PS2006

CODICE\_PS



area di studio

Committente:	Sig. Marcuccini Marco	<b>GEOSCIENCE</b> geological advice
Progetto:	PIANO DI RECUPERO IN VARIANTE AL PIANO PARTICOLAREGGIATO DEL CENTRO STORICO DI FABBRICATO SITO IN VIA BARTOLAGI N. 26 NEL COMUNE DI FANO (PU).	
TAVOLA N°:	4	Elaborato:  STRALCIO CARTOGRAFIA PAI
SCALA:	1:10000	

**COMMITTENTE: SIG. MARCUCCINI MARCO**

**LAVORO:**

PIANO DI RECUPERO IN VARIANTE AL PIANO PARTICOLAREGGIATO DEL CENTRO STORICO DI  
UN FABBRICATO SITO IN VIA BARTOLAGI N. 26 NEL COMUNE DI FANO (PU).

**ELABORATO:**

**RELAZIONE GEOLOGICA-SISMICA**

Ai sensi del D.M. 14/01/2008 e della Circolare del C.S.LL.PP. 617/2009  
"Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le costruzioni"

Commessa: 17 GS 13

File: 17 GS 13 Marcuccini

Data: Novembre/2013

Redatto: Dott. Geol. Marco La Corte

**ALLEGATI**

**PROVA DPSH: SCHEDA TECNICA E LEGENDA**

**caratteristiche tecniche del penetrometro**

Tipo di attrezzatura: DPSH penetrometro dinamico super pesante

Peso del maglio: 63,5 Kg

Altezza di caduta: 75 cm

Penetrazione standard: 20 cm

Dimensioni punta: area = 20 cm<sup>2</sup>    angolo = 90°

Dimensioni aste: diametro = 32 mm    lunghezza = 1,00 m

Peso aste: 6,15 Kg

Peso massa passiva: 4,2 Kg

**legenda per la rappresentazione grafica**

H =        profondità

NC =        numero di colpi

q<sub>d</sub> =        resistenza alla penetrazione dinamica

**legenda per la caratterizzazione geomeccanica**

NC<sub>m</sub> =        numero di colpi medio per quel determinato strato

C =        coefficiente di correlazione fra il numero di colpi dello SPT e quelli del DPSH

N<sub>spt equiv</sub> =        numero di colpi dello SPT equivalenti ricavati per correlazione

Dr =        densità relativa (Skempton, 1986)

f =        angolo di attrito interno (De Mello - Japanese National Railway)

E =        modulo di elasticità (Schmertmann, Webb)

Ed =        modulo edometrico (Stroud e Butler 1975, Buisman-Sanglerat)

g =        peso unità di volume

V<sub>s</sub> =        velocità delle onde di taglio (Iyisan, 1996)

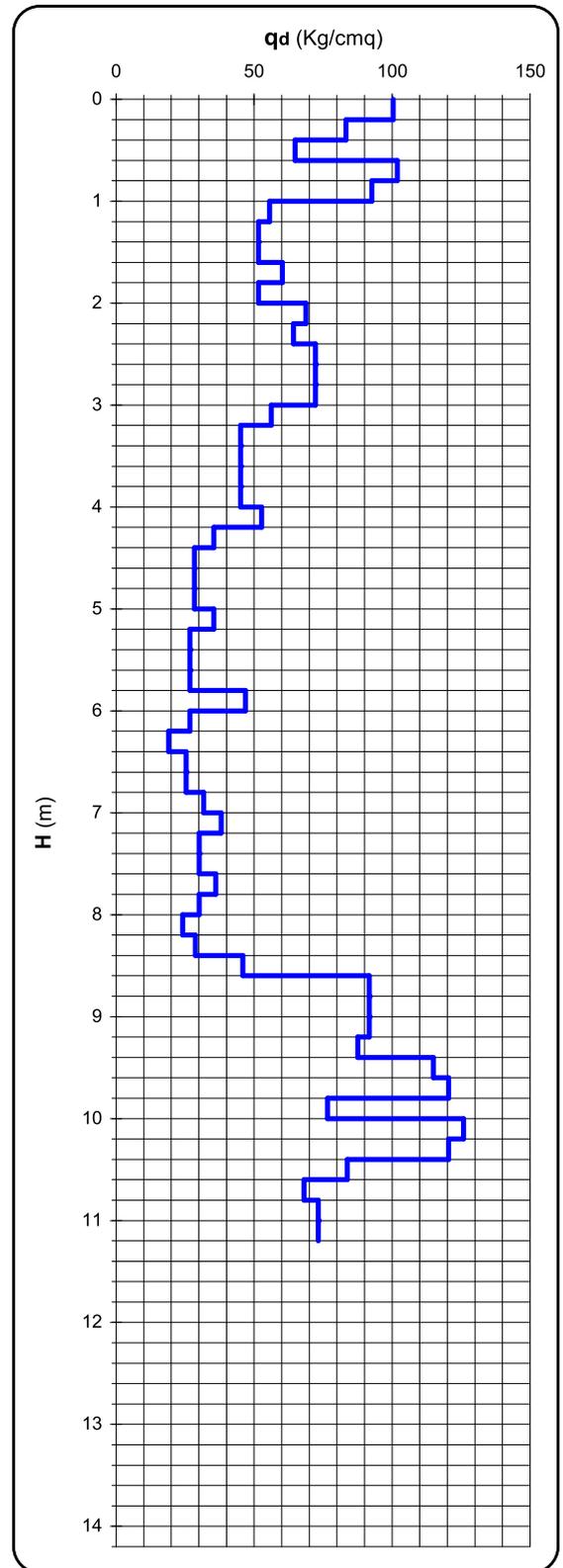
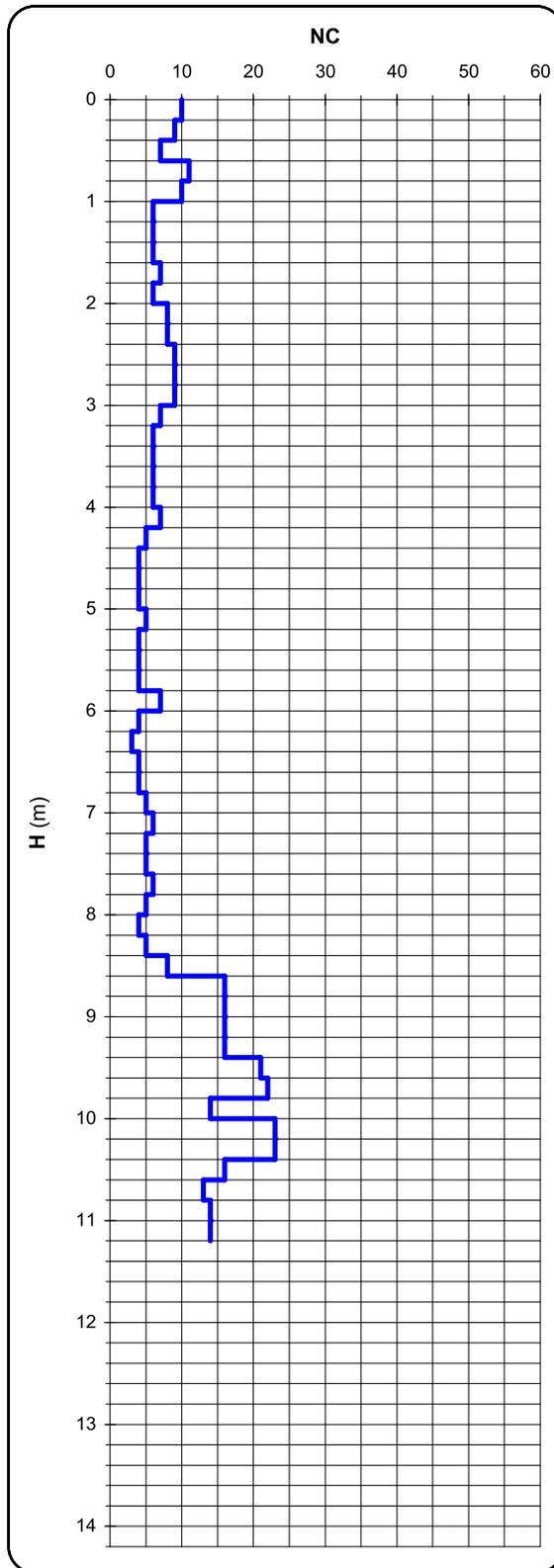
Ko =        modulo di reazione (Navfac)

n =        modulo di Poisson

C<sub>u</sub> =        coesione non drenata (Terzaghi e Peck, Schmertmann 1975)

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH: RAPPRESENTAZIONE GRAFICA**

H (m)	NC	q <sub>H</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,2	10	100,34
0,4	9	83,36
0,6	7	64,84
0,8	11	101,89
1,0	10	92,63
1,2	6	55,58
1,4	6	51,61
1,6	6	51,61
1,8	7	60,21
2,0	6	51,61
2,2	8	68,81
2,4	8	64,23
2,6	9	72,25
2,8	9	72,25
3,0	9	72,25
3,2	7	56,20
3,4	6	45,16
3,6	6	45,16
3,8	6	45,16
4,0	6	45,16
4,2	7	52,69
4,4	5	35,42
4,6	4	28,34
4,8	4	28,34
5,0	4	28,34
5,2	5	35,42
5,4	4	26,76
5,6	4	26,76
5,8	4	26,76
6,0	7	46,84
6,2	4	26,76
6,4	3	19,02
6,6	4	25,36
6,8	4	25,36
7,0	5	31,69
7,2	6	38,03
7,4	5	30,11
7,6	5	30,11
7,8	6	36,13
8,0	5	30,11
8,2	4	24,09
8,4	5	28,68
8,6	8	45,88
8,8	16	91,76
9,0	16	91,76
9,2	16	91,76
9,4	16	87,60
9,6	21	114,97
9,8	22	120,44
10,0	14	76,65
10,2	23	125,92
10,4	23	120,45
10,6	16	83,79
10,8	13	68,08
11,0	14	73,31
11,2	14	73,31
11,4		
11,6		
11,8		
12,0		
12,2		
12,4		
12,6		
12,8		
13,0		
13,2		
13,4		
13,6		
13,8		
14,0		
14,2		





**INDAGINE SISMICA PASSIVA A STAZIONE SINGOLA  
MEDIANTE TECNICA DEI RAPPORTI SPETTRALI O HVSR  
ESEGUITA IN VIA BARTOLAGI N° 26 NEL COMUNE DI FANO (PU)**

---

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

**Committente:** Sig. Marcuccini Marco

---

---

## I N D I C E

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

### 1    **PREMESSA**

Su incarico del Sig. Marcuccini Marco è stata eseguita in data 8 Novembre 2013, una indagine geofisica mediante la tecnica dei rapporti spettrali o HVSR, in Via Bartolagi n°26 nel 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 Geo1.

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,

- lisciamento 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.

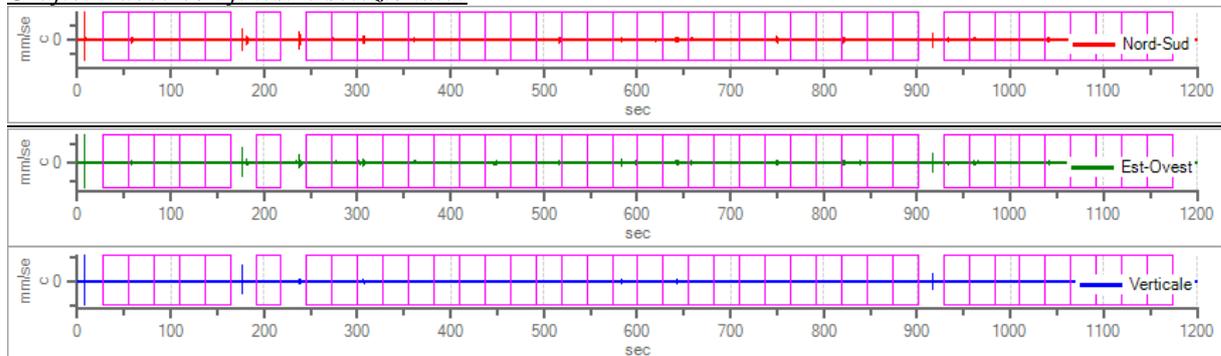
Tale operazione è possibile esclusivamente in presenza di un vincolo che può essere la profondità, nota tramite prove dirette (Sondaggi eseguiti in situ), di un riflettore sismico il cui *marker* sia riconoscibile nelle curve H/V (Castellaro e Mulargia, 2008) o la velocità delle onde di taglio ( $V_s$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

### 3.1 Stazione singola Geo1 - Dati di input

#### Dati riepilogativi:

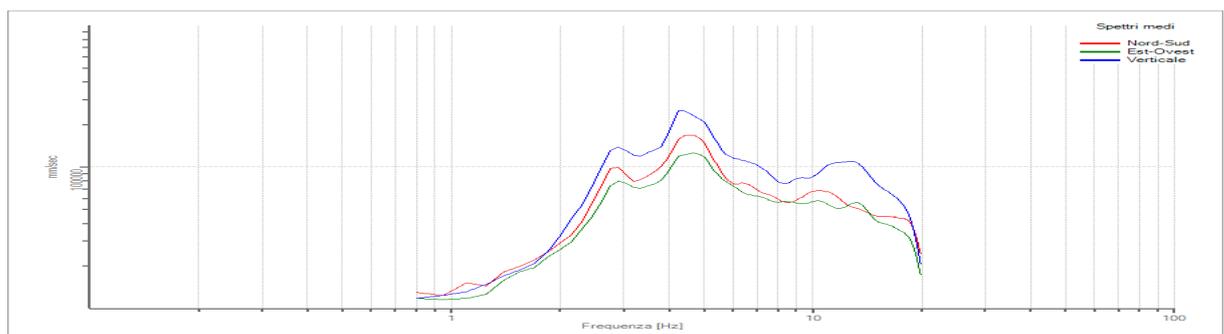
Numero tracce:	3
Durata registrazione:	1200 s
Frequenza di campionamento:	300,00 Hz
Numero campioni:	360000
Direzioni tracce:	Nord-Sud; Est-Ovest; Verticale.
Numero totale finestre selezionate:	39
Numero finestre incluse nel calcolo:	39
Dimensione temporale finestre:	27,307 s
Tipo di lisciamento:	Triangolare 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.

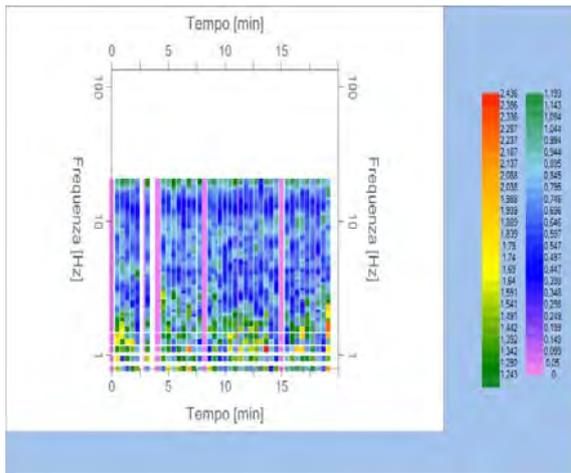


Fig. 3: Mappa della stazionarietà degli spettri.

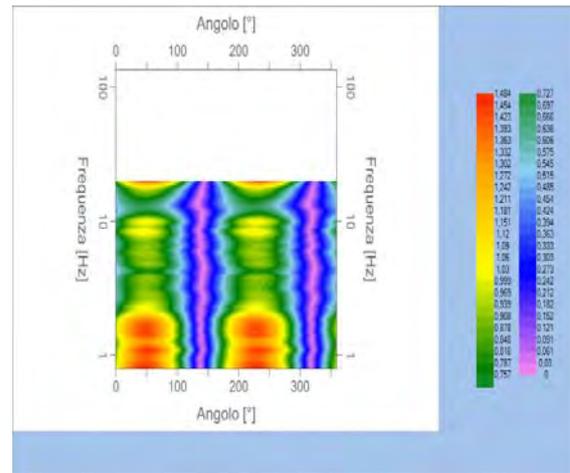


Fig. 4: Mappa della direzionalità degli spettri.

### 3.2 Rapporto spettrale H/V

Dati riepilogativi:

Frequenza massima: 20,00 Hz  
 Frequenza minima: 0,70 Hz  
 Passo frequenze: 0,15 Hz  
 Tipo lisciamento:: Triangolare proporzionale  
 Percentuale di lisciamento: 10,00 %  
 Tipo di somma direzionale: Media aritmetica

Grafico rapporto spettrale H/V

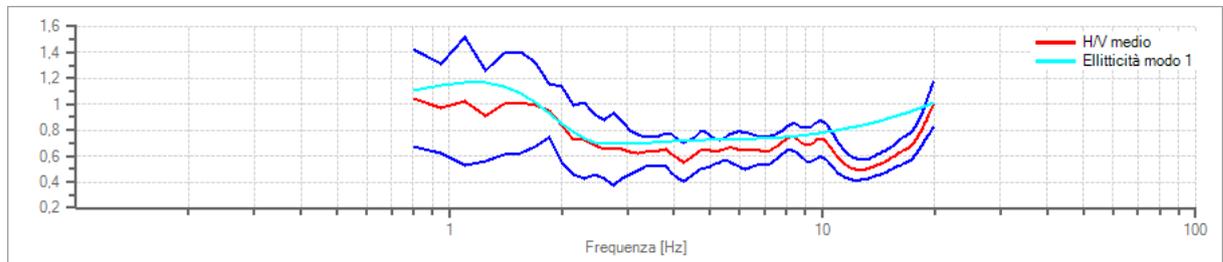


Fig. 5: Rapporto spettrale H/V e suo intervallo di fiducia.

Verifiche SESAME:

Frequenza del picco del rapporto H/V: 0,80 Hz  $\pm$ 0,36 Hz

Affidabilità curva H/V	
$f_0 > 10/l_w$	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	
$Exist f^- \text{ in } [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	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 (5/6).

### 3.3 Modello stratigrafico

Dati della stratigrafia:

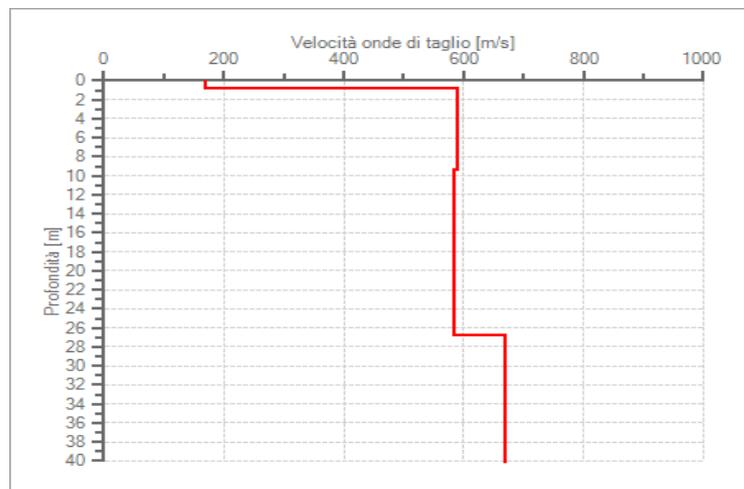


Fig. 6: Modello di velocità delle onde di taglio per il sito in oggetto.

Sismostrato (N°)	Profondità (m)	Spessore (m)	Velocità Media Onde S (m/s)
1	0.9	0.9	170
2	9.44	8.54	589
3	26.76	17.32	584
4	30	3.24	670

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 Vs 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:

$HV1$	$V_{S30} (HVSr)$	=	$552 \text{ m/s}$
-------	------------------	---	-------------------

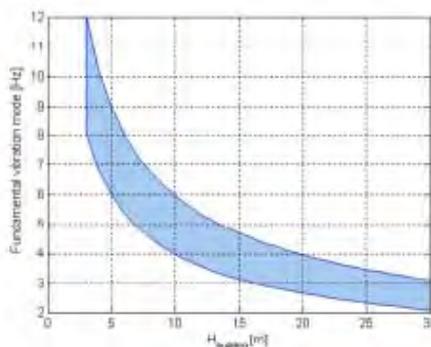
#### 4 CONCLUSIONI

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, attraverso l'esecuzione di n° 1 stazione singola mediante tecnica dei rapporti spettrali o HVSr, che ha dato un valore di VS<sub>30</sub> pari a 552 m/sec, pertanto alla luce dei risultati della sismica effettuata e tenendo conto anche delle risultanze delle prove geotecniche eseguite in situ, il suolo di fondazione in oggetto può essere assimilato, facendo riferimento alla normativa vigente (DM 14/01/08) ad una categoria di suolo di tipo "B".

Ovviamente sarà cura del progettista, al fine di evitare pericolosi fenomeni di doppia risonanza in caso di sisma, progettare una struttura con frequenze fondamentali di oscillazione lontane (superiori per un fattore di moltiplicazione di almeno 1.4, o meglio, minori) da quelle tipiche del terreno nel sito specifico di edificazione.

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.

San Lorenzo in Campo, li Novembre 2013

**Dott Geol. Marco La Corte**