



- STUDIO GEOLOGICO -

Dott. GIOVANNI MONTANARI

Via P. Calamandrei, 9 - 61032 FANO (PU)

Tel e Fax 0721-862303 Cell. 333-8931323

e-mail geolmont@libero.it

Cod.Fisc. MNT GNN 54S28 D488R - Part. Iva 00706490414

COMUNE DI FANO
PROVINCIA DI PESARO-URBINO



**PROVINCIA PICENA DI S. GIACOMO DELLA MARCA
DEI FRATI MINORI**

**STUDIO GEOLOGICO E GEOFISICO PER LA
DEMOLIZIONE E RICOSTRUZIONE DELLA SALA
RIUNIONI DEL COMPLESSO S. MARIA NUOVA A FANO**

Fano, Maggio 2013

Geol. Montanari Dr. Giovanni

Giovanni MONTANARI

Geologo Specialista

N. 120

ALBO SEZIONE A

INDICE

1. – PREMESSA	pag. 3
2. – RILEVAMENTO AREA	
2.1 Litologia	pag. 4
2.2 Morfologia	pag. 5
2.3 Idrologia ed idrogeologia	pag. 5
2.4 Geotettonica	pag. 6
3. – INDAGINI GEOGNOSTICHE	
3.1 Ubicazione	pag. 7
3.2 Tipo di indagini	pag. 8
3.3 Stratigrafie	pag. 9
4. – MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL SITO	
4.1 Terreni di fondazione	pag. 11
4.2 Parametrizzazione unità litologiche	pag. 13
5. – MODELLAZIONE SISMICA DEL SITO	
5.1 Sismogenetica	pag. 15
5.2 Inquadramento sismico.....	pag. 16
5.3 Categoria di sottosuolo.....	pag. 17
5.4 Categoria topografica del sito	pag. 19
5.5 Liquefazione	pag. 20

1. – PREMESSA

La Provincia Picena di S. Giacomo della Marca dei Frati Minori intende procedere alla demolizione e ricostruzione della Sala Riunioni del complesso S. Maria Nuova in Via G. Da Serravalle nel Comune di Fano, la cui posizione è indicata sulla corografia riportata in tavola n.1 allegata. Tale intervento prevede anche la realizzazione di un piano interrato che a tratti si estenderà anche oltre l'area di imposta del fabbricato. In relazione a ciò è stato incaricato il sottoscritto di eseguire una indagine geologico-geofisica al fine di fornire ai progettisti le necessarie informazioni per una adeguata progettazione delle fondazioni della nuova struttura. Per adempiere compiutamente a tale incarico è stato eseguito uno studio che si è svolto, in ottemperanza alle vigenti disposizioni di legge ed in particolare al D.M. 14 gennaio 2008 ed alla relativa circolare esplicativa del C.S. LL.PP. 617/2009, secondo le seguenti principali fasi:

- rilevamento geologico, morfologico ed idrogeologico della zona;
- realizzazione di indagini geognostiche e geofisiche sui terreni ed individuazione situazione stratigrafica e situazione sismica;
- modellazione geologica del sito;
- determinazione delle caratteristiche geomeccaniche dei terreni presenti;
- modellazione sismica del sito.

2. - RILEVAMENTO AREA

2.1–Litologia

La litologia della zona circostante il sito sul quale è situato il fabbricato da demolire e ricostruire è caratterizzata dalla presenza di un'unica formazione geologica, le alluvioni del Pleistocene Superiore, le quali danno origine alla vasta zona pianeggiante che con direzione SW-NE accompagna il Fiume Metauro, nella sua bassa valle, fino al mare e sulle quali è situata quasi l'intera città di Fano, come mostrato da un estratto dalla carta geologica d'Italia riportato in tavola n. 2 allegata. Queste alluvioni sono costituite prevalentemente da ghiaie, sabbie e limi, più o meno argillosi, depositati dal fiume Metauro e dai suoi affluenti durante il quaternario in periodi di abbondantissimo trasporto di materiali solidi, movimentati parte in sospensione e parte per rotolamento sul fondo. Tali materiali, variamente intercalati fra loro, sono stati depositati in giacitura pianeggiante lungo i vari alvei fluviali succedutisi nel tempo sotto forma di terrazzi disposti a varie altezze e corrispondenti a periodi diversi di deposizione.

I terreni oggetto di studio si trovano a Fano in Via G. Da Serravalle e sono situati geologicamente sulla coltre di alluvioni quaternarie del terzo ordine di terrazzi che si estende diffusamente in sinistra orografica per molti chilometri verso l'interno ai lati del Fiume Metauro. Tutta la coltre alluvionale appoggia, in questa zona, su un bed-rock costituito da una alternanza di arenarie ed argille chiaramente visibili ai lati della valle ove emergono diffusamente. Lo spessore

delle alluvioni in corrispondenza del sito studiato è consistente e raggiunge alcune decine di metri.

2.2 – Morfologia

La morfologia delle alluvioni quaternarie della bassa valle del fiume Metauro è in generale di tipo pianeggiante con la sola presenza di modeste scarpate, con leggerissima inclinazione, fra terrazzi alluvionali di ordine diverso. In particolare il sito considerato si trova su una zona assolutamente pianeggiante, come la maggior parte della coltre alluvionale del terzo ordine di terrazzi sul quale si trova. Il gradino di separazione fra il terrazzo del terzo ordine ed il terrazzo del quarto ordine è molto lontano, così come i primi rilievi collinari presenti a lato della pianura alluvionale, quindi non sono ovviamente presenti fenomeni di instabilità dovuti a movimenti di origine gravitativa. E' pertanto escluso qualsiasi pericolo d'instabilità dei terreni circostanti il sito oggetto di intervento, come confermato anche dal relativo studio PAI elaborato dalla Regione Marche, uno stralcio del quale è riportato sulla tavola n. 3 allegata per una più agevole comprensione.

2.3 – Idrologia ed idrogeologia

Il rilevamento dell'**idrologia superficiale** della zona circostante l'area d'intervento non ha individuato acque superficiali a pelo libero né fossi di raccolta di acque meteoriche che scorrono nelle vicinanze. In relazione a ciò si può

escludere qualsiasi pericolo di esondazione sui terreni ove andrà realizzato il nuovo edificio, come indicato anche dallo studio P.A.I. realizzato dalla Regione Marche uno stralcio del quale, come già detto, è riportato in allegato.

Per quanto riguarda l'**idrogeologia sotterranea**, cioè la presenza di acque d'infiltrazione al di sotto della superficie topografica entro la coltre dei terreni costituita dalle alluvioni quaternarie, si può affermare che è presente una falda freatica che interessa tutta la coltre di materiale alluvionale la quale mostra, nel complesso, una buona permeabilità. Il rilevamento della falda, effettuato entro il foro di sondaggio eseguito, ha consentito di rilevare il livello piezometrico della falda a m. 12 di profondità dal piano campagna attuale nel mese di maggio 2013. Essendo stato il periodo invernale notevolmente piovoso tale livello è da considerarsi abbastanza prossimo al massimo livello teoricamente raggiungibile dalla falda in questo sito.

2.4 – Geotettonica

L'entroterra Fanese, nella maggior parte delle formazioni strutturali osservabili, lateralmente alla piana alluvionale, è tipicamente a pieghe con un'alternanza di sinclinali ed anticlinali formatesi a causa della spinta orogenetica appenninica. Tale orientamento strutturale si presenta ben delineato, ha direzione NW-SE con andamento parallelo alla costa ed è spesso interessato da faglie. Il luogo ove si trova il sito studiato è situato sulla parte terminale, in sinistra idrografica, della coltre alluvionale del Fiume Metauro, quest'ultima è appoggiata

sull'estesa formazione arenaceo-argillosa che dà origine alla monoclinale Cattolica-Pesaro-Fano. Questa monoclinale costituisce il fianco NE della sinclinale Fabrecce-Novilara-Rosciano posta più a SW. La monoclinale, presente al di sotto delle alluvioni e visibile ad ovest del sito, è il resto di un grande rilievo anticlinalico tagliato a NE da una cospicua faglia che probabilmente corre parallela e prossima alla costa fra Cattolica e Fano, però entro mare. Questa monoclinale in generale, salvo locali inversioni, immerge verso SW ed ha sempre direzione NW-SE. La monoclinale è probabilmente interrotta da una faglia trasversale e perpendicolare alla costa all'altezza dell'allineamento Fano-Bellocchi della quale non si sa molto in quanto coperta dalla spessa coltre alluvionale del Metauro. Non sono presenti nelle vicinanze del sito elementi tettonici significativi che possono condizionare la normale realizzazione dell'intervento previsto.

3. - INDAGINI GEOGNOSTICHE

3.1- Ubicazione

A seguito del rilevamento geomorfologico di superficie, eseguito su una vasta area circostante il lotto oggetto di intervento, in relazione alla situazione litologica, morfologica ed idrogeologica rilevata si sono programmate alcune indagini costituite da un sondaggio geognostico a carotaggio continuo e da alcune prove penetrometriche statiche e dinamiche sui terreni del lotto oggetto di intervento. Per quanto riguarda l'indagine sismica del luogo è stata eseguita

un'indagine geofisica di tipo attivo per la misurazione della velocità delle onde sismiche nel terreno, posizionata in corrispondenza della nuova struttura, indagine della quale si parlerà dettagliatamente più avanti. La scelta del tipo di indagini ed il loro posizionamento è stata eseguita compatibilmente con i limiti di accesso ai luoghi imposti dalla struttura esistente ma con il fine di fornire ai progettisti la maggiore quantità possibile di informazioni per la corretta progettazione dell'intervento previsto. Le precise ubicazioni delle indagini eseguite sono riportate sulla tavola n. 4 allegata.

3.2- Tipo di indagini

Il sondaggio geognostico è stato eseguito a rotazione per mezzo di trivella meccanica tipo Trivelsonda, (foto n. 1) utilizzando il carotiere di mm. 200 di diametro interno, ed eseguendo la perforazione a secco con carotaggio continuo. Direttamente sulle carote estratte durante i sondaggi sono state eseguite prove rapide di controllo per mezzo del Pocket-Penetrometer e del Vane-Test, inoltre sono stati effettuati confronti con campioni a caratteristiche geomeccaniche note. Le prove penetrometriche statiche e dinamiche sono state eseguite con penetrometro Pagani TG-63 auto ancorante da 20 ton. montato su carrello semovente, punta tipo Begemann per la prova statica, spinte fino ad un massimo di m. 12 dal piano campagna (foto n. 2, 3, 4).

3.3– Stratigrafie

La realizzazione del sondaggio meccanico sopra descritto ha permesso la individuazione della seguente colonna stratigrafica:

Sondaggio n. 1

Questo sondaggio ha rilevato da m. 0,00 a m. 1,50 una coltre di limi argillosi scuri con incluso materiale organico e frammenti di mattoni, da m. 1,50 a m. 2,40 sono presenti limi sabbiosi di colore nocciola con sporadiche ghiaie incluse, da m. 2,40 a m. 2,90 limi sabbiosi con frammenti di mattoni, da m. 2,90 a m. 3,70 limi sabbiosi marroni, da m. 3,70 a m. 4,80 sabbie giallastre quasi sciolte di granulometria fine, da m. 4,80 a m. 5,90 sabbie limose giallastre, da m. 5,90 a m. 7,00 sabbie giallastre quasi sciolte di granulometria media, da m. 7,00 a m. 7,50 limi sabbiosi giallastri plastici, da m. 7,50 a m. 8,50 limi argilloso sabbiosi giallo–grigi plastici, da m. 8,50 a m. 10,20 argille limose marroni e nocciola, compatte, plastiche e da m. 10,20 a m. 12,50 termine dell'indagine, ghiaie eterogranulari in matrice sabbiosa. Alla quota di m. 12,00 è stata rilevata la falda freatica. La colonna stratigrafica completa del sondaggio è riportata sulla tavola n. 5 allegata.

Le realizzazione delle prove penetrometriche statiche e dinamiche e la successiva elaborazione dei valori di resistenza di punta e laterale, effettuata attraverso apposito programma di elaborazione dati direttamente dalla ditta GeCo s.n.c. ha permesso di ricavare le seguenti situazioni stratigrafiche:

C.P.T. n. 1 (prova penetrometrica statica)

Questa prova ha rilevato da m. 0,00 a m. 1,60 una coltre di limi argilloso sabbiosi, da m. 1,60 a m. 3,00 l'interpretazione delle resistenze ha indicato uno strato di argilla limosa, da m. 3,00 a m. 7,60 uno strato di sabbie limose e limi sabbiosi, da m. 7,60 a m. 10,00 argille limose e da m. 10,00 a m. 10,40 ghiaie in matrice sabbiosa.

D.P.S.H. n. 1 (prova penetrometrica dinamica)

Questa prova è iniziata come prova penetrometrica statica ma a m. 1,60 di profondità la presenza di una elevata resistenza all'infissione, probabilmente dovuta alla presenza di frammenti di mattoni, ha impedito la prosecuzione dell'indagine. Si è quindi continuata l'indagine mediante prova penetrometrica dinamica. Superato lo strato ad elevata resistenza tuttavia la prova ha indicato uno strato a scarsa resistenza fino a m. 5,00 di profondità attribuibile ad argilla limosa. Fra m. 5,00 e m. 6,20 si è rilevato un aumento della resistenza attribuibile a sabbie e sabbie limose, quindi da m. 6,20 a m. 11,60 si è rilevata ancora una scarsa resistenza attribuibile ad argille limose poco addensate. Da m. 11,60 fino a m. 12,20, termine dell'indagine la resistenza aumenta notevolmente indicando ghiaie in matrice sabbiosa.

D.P.S.H. n. 2 (prova penetrometrica dinamica)

Anche questa prova è iniziata come prova penetrometrica statica ma a m. 2,60 di profondità la presenza di una elevata resistenza all'infissione, probabilmente dovuta ancora alla presenza di frammenti di mattoni e pietrame, ha impedito la prosecuzione dell'indagine. Si è quindi continuata l'indagine mediante prova penetrometrica dinamica. Superato lo strato ad elevata resistenza la prova ha indicato uno strato a buona resistenza fino a m. 3,60 di profondità attribuibile a ghiaie e sabbie. Da m. 3,60 e m. 6,40 le resistenze hanno indicato sabbie limose e limi sabbiosi, da m. 6,40 a m. 7,40 argille limose, da m. 7,40 a m. 10,00 limi sabbiosi e sabbie limose e da m. 10,00 a m. 10,80 termine dell'indagine, ghiaie in matrice sabbiosa.

I grafici dell'andamento delle resistenze delle tre prove insieme ai risultati dell'elaborazione di tali dati sono riportati in allegato al presente studio. I risultati dell'indagine geofisica eseguita vengono invece trattati nel successivo capitolo circa la modellazione sismica del sito.

4. – MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL SITO

4.1 – Terreni di fondazione

L'insieme delle indagini ed i rilievi eseguiti in corrispondenza del sito ove è presente il fabbricato, che andrà demolito e ricostruito, hanno indicato una situazione morfologica di tipo assolutamente pianeggiante, senza alcun problema di origine gravitativa né dissesti di alcun genere in atto o potenziali. La geologia

dell'area è caratterizzata dalla diffusa presenza di una coltre di materiale di origine alluvionale sulla quale insisterà il fabbricato in oggetto. La campagna di indagini eseguite ha permesso di rilevare una situazione stratigrafica abbastanza caratteristica della zona con la presenza di una coltre superficiale spessa circa 3 metri costituita da materiali limosi rimaneggiati in epoche varie ma abbastanza addensati. Al di sotto sono presenti sabbie variamente limose non rimaneggiate fino a circa m. 7 di profondità, da m. 7 a m. 10 circa argille variamente limose ed oltre m. 10 di profondità un banco di ghiaie sabbiose.

La prova penetrometrica D.P.S.H. n. 1 ha mostrato una situazione stratigrafica abbastanza anomala, che le altre prove non hanno mostrato, e pertanto si ritiene che ciò si dovuto ad un intervento antropico locale. La conferma di quanto supposto può venire dalla realizzazione di un'altra prova sul lato nord di questa. Non essendo tuttavia attualmente possibile l'accesso al luogo da parte di qualsiasi strumento di indagine, stante la presenza sul posto dell'attuale edificio, si ritiene di consigliare la realizzazione di tale indagine di verifica al momento della demolizione del fabbricato.

Correlando i dati stratigrafici ottenuti dalle varie indagini eseguite e quelli ottenuti dalla visione diretta dei terreni sulle pareti libere di alcune grotte presenti al di sotto del fabbricato contiguo sul lato nord, che hanno confermato quanto individuato dalla DPSH 2, sono state ricostruite due sezioni stratigrafiche del sito le quali sono riportate sulle tavole n. 6 e 7 allegate.

In considerazione della situazione stratigrafica rilevata e dei vari manufatti presenti in adiacenza al lotto si consiglia di prevedere il sostentamento preventivo di questi, preliminarmente allo scavo dell'interrato, per mezzo di diaframmi e micropali opportunamente disposti.

Considerato che la realizzazione del piano interrato previsto comporterà uno sbancamento di circa m. 3 di profondità si avrà che tutti i terreni più superficiali rimaneggiati, anche in epoche remote, verranno asportati, sarà quindi possibile impostare le nuove fondazioni su materiali di antica origine e consolidati. Lo sbancamento comporterà un decremento di carico sul piano di posa di circa 0,5-0,6 kg/cmq. Si consiglia pertanto la realizzazione di una platea di fondazione che, considerato il fabbricato che dovrà sostenere, dovrebbe scaricare sul terreno un carico unitario abbastanza simile. In questo modo, non producendo la nuova fondazione un incremento di carico sul terreno di imposta rispetto al carico per il quale questo è già stato pre-consolidato non potranno svilupparsi cedimenti apprezzabili della fondazione.

Si ritiene pertanto, in relazione al modello geologico individuato, che non siano presenti pericolosità di tipo geologico, morfologico ed idrogeologico sul luogo ove è presente il fabbricato da demolire e ricostruire.

4.2 – Parametrizzazione unità litologiche

L'elaborazione da parte della GE.CO. s.r.l. dei valori di resistenza misurati durante le prove penetrometriche, eseguita attraverso apposito

programma e riportata in allegato, e la rivisitazione di questi in base ai risultati di prove di laboratorio su terreni simili, alle prove rapide eseguite sui campioni estratti ed alla conoscenza stratigrafica dell'area ha consentito di determinare i seguenti valori medi dei parametri geomeccanici delle unità litologiche interessate dalla nuova struttura:

Unità A Terreni vari superficiali (m. 0-3)

$\varphi' = 14^{\circ}-15^{\circ}$ angolo di resistenza al taglio
 $C' = 0,00 \text{ Kg/cmq}$ coesione drenata
 $Cu = 0,0 \text{ Kg/cmq}$ coesione non drenata
 $\gamma = 1,90 \text{ t/mc}$ peso unità di volume
 $\gamma' = 2,20 \text{ t/mc}$ peso unità di volume saturo

Unità B Limi sabbiosi e sabbie limose (m. 3-7)

$\varphi' = 20^{\circ}-22^{\circ}$ angolo di resistenza al taglio
 $C' = 0,02 \text{ Kg/cmq}$ coesione drenata
 $Cu = 0,7-1,0 \text{ Kg/cmq}$ coesione non drenata
 $\gamma = 1,90 \text{ t/mc}$ peso unità di volume
 $E_{ed} = 50 \text{ Kg/cmq}$ modulo edometrico

Unità C Argille limose (m. 7-10)

$\varphi' = 16^{\circ}-18^{\circ}$ angolo di resistenza al taglio
 $C' = 0,10-0,15 \text{ Kg/cmq}$ coesione drenata
 $Cu = 1,0-1,2 \text{ Kg/cmq}$ coesione non drenata
 $\gamma = 2,00 \text{ t/mc}$ peso unità di volume
 $E_{ed} = 60 \text{ Kg/cmq}$ modulo edometrico

Unità D - ghiaie eterogranulari (m. 10)

$\varphi' = 32^{\circ}-34^{\circ}$ angolo di resistenza al taglio
 $C' = 0,00 \text{ Kg/cmq}$ coesione drenata
 $Cu = 0,00 \text{ Kg/cmq}$ coesione non drenata
 $\gamma = 1,85 \text{ t/mc}$ peso unità di volume
 $E_{ed} = 150 \text{ Kg/cmq}$ modulo edometrico

5. – MODELLAZIONE SISMICA DEL SITO

5.1 Sismogenetica

Al fine di fornire indicazioni circa l'origine dei sismi che possono verificarsi nell'area oggetto di studio si prende a riferimento la Zonazione Sismogenetica ZS9 prodotta dall'INGV (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia - rapporto conclusivo 2004) la quale ha riorganizzato l'Appennino Settentrionale, rispetto alla precedente ZS4, in cinque fasce parallele longitudinali alla catena, come mostrato dalla figura riportata di seguito. L'area costiera del Comune di Fano ricade quindi, secondo tale classificazione, entro la zona 917 a stessa compatibilità cinematica. All'interno di questa zona (917) è presente un regime tettonico debolmente compressivo in atto. Le strutture compressive hanno generato faglie inverse prevalentemente del tipo a Thrusts, allineate lungo la costa od a breve distanza da questa, le quali sono pertanto le responsabili della sismicità nella zona considerata e quindi, ovviamente, anche dell'area oggetto di studio. Questo studio dell'INGV indica che la magnitudo massima attesa per tale zona sismogenetica 917 sarà $M_w = 6,14$ e la profondità alla quale è probabile avverranno i prossimi eventi sismici è stimata in 5-8 km di profondità. Non sono presenti tuttavia faglie attive nella zona oggetto di studio né nelle sue immediate vicinanze, come rilevato dal censimento delle faglie attive nell'Appennino centrale (Galadini, Meletti, Vittori) che non segnala la presenza di faglie di questo tipo nella zona oggetto di studio.

Gruppo di Lavoro per la redazione della mappa di pericolosità sismica (Ordinanza PCM 20.03.03 n. 3274)
Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia

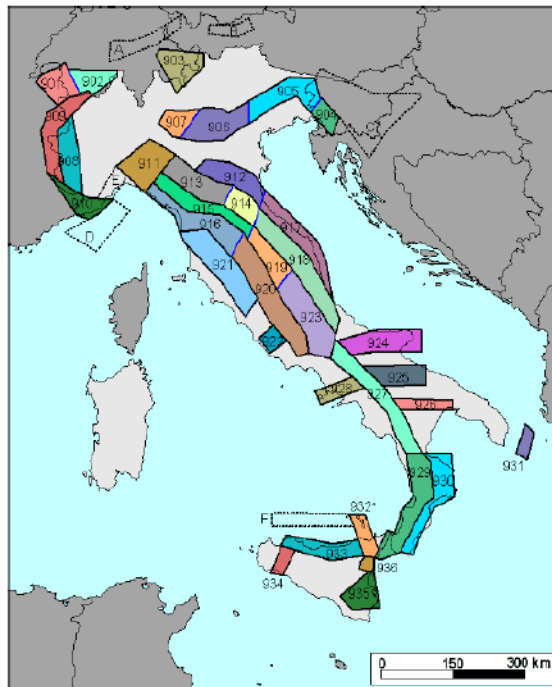


Figura 2 - Zonazione sismogenetica ZS9. Le diverse zone sono individuate da un numero; le zone indicate con una lettera non sono state utilizzate per la valutazione della pericolosità sismica. Il significato del colore (blu o nero) dei bordi delle zone è spiegato nel testo. Il colore delle zone non è invece significativo.

5.2 Inquadramento sismico

Le nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (N.T.C) emanate con il D.M. 14.01.2008, introducono il concetto di “pericolosità sismica di base” in condizioni ideali di sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale. La “pericolosità sismica di base” costituisce l’elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche da applicare alle costruzioni. Allo stato attuale la pericolosità sismica, su reticolo di riferimento nell’intervallo di riferimento, è fornita dai dati pubblicati sul sito dell’Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia. Le NTC introducono il concetto di nodo di riferimento di un reticolo composto da 10751 punti in cui è stato suddiviso

l'intero territorio italiano. Le stesse NTC forniscono, per ciascun nodo del reticolo di riferimento e per ciascuno dei periodi di ritorno considerati dalla pericolosità sismica, tre parametri: **ag** = accelerazione orizzontale massima del terreno; **Fo** = 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. Da un punto di vista normativo, pertanto, la pericolosità sismica di un sito non è sintetizzata più dall'unico parametro dell'accelerazione massima (**ag**), ma dipende dalla posizione rispetto ai nodi della maglia elementare del reticolo di riferimento contenente il punto in esame, dalla Vita Nominale e dalla Classe d'Uso dell'opera, valori che potranno essere agevolmente ricavati dai progettisti delle strutture. Diverso il discorso per l'amplificazione sismica legato alla stratigrafia del sito come trattato nel successivo capitolo.

5.3 – Categoria di sottosuolo

Per consentire ai progettisti il calcolo delle azioni sismiche attese sulle strutture è necessario definire anche il coefficiente di amplificazione stratigrafica **Ss** che deriva dalla categoria di sottosuolo presente sul sito, si è pertanto proceduto alla individuazione della categoria stratigrafica presente. La nuova normativa prevede la classificazione dei sottosuoli di riferimento nelle seguenti sette categorie:

A-Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di V_{s30} superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in

superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.

B-Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m., caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $Cu_{30} > 250$ Kpa nei terreni a grana fina).

C-Depositoli di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti, con spessori superiori a 30 m., caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < Cu_{30} < 250$ Kpa nei terreni a grana fina).

D-Depositoli di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m., caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $Cu_{30} < 70$ Kpa nei terreni a grana fina).

E-Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m., posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).

S1-Depositoli di terreni caratterizzati da valori di V_{s30} inferiori a 100 m/s (ovvero $10 < Cu_{30} < 20$ Kpa), che includono uno strato di almeno 8 m. di terreni a grana fine di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m. di torba o di argille altamente organiche.

S2-Depositoli di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.

In ottemperanza a quanto disposto dalla nuova normativa, la classificazione sismica puntuale del sito è stata effettuata sulla base di una prova geofisica di tipo sismico attiva con tecnica MASW (Multichannel Analysis Surface Waves) con un sismografo a 24 canali a cumulabilità di impulsi. La registrazione degli eventi è stata acquisita in forma digitale da 24 geofoni disposti allineati ad una distanza di m. 2 fra loro, come mostrato dalla foto n. 5 allegata. Tale caratterizzazione è stata ovviamente effettuata in corrispondenza della struttura da demolire e ricostruire nella posizione indicata sulla tavola n. 4. I risultati della prova sismica, effettuata dalla Ditta GE.CO. S.r.l., e riportati in allegato al presente studio, hanno indicato una velocità media di propagazione delle onde di taglio entro i primi 30 metri di terreno in $V_{s30} = 388 \text{ m/sec}$. Ciò consente di definire la categoria di sottosuolo del sito oggetto di intervento come **“Categoria B”**.

Tale categoria quindi potrà venire utilizzata dai progettisti per la definizione del coefficiente di amplificazione stratigrafica **Ss** e quindi delle azioni sismiche attese sulla struttura.

5.4 – Categoria topografica del sito

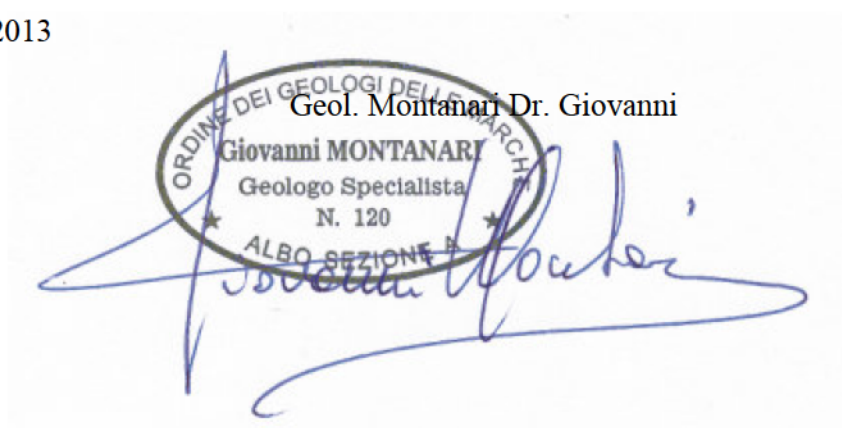
I rilevamenti e le misurazioni effettuate sul posto e quelle effettuate sulla cartografia disponibile del luogo indicano una situazione topografica molto semplice con il luogo di ubicazione del nuovo fabbricato posto in una zona perfettamente pianeggiante. In relazione a ciò il sito è classificabile come

“Categoria Topografica T1” e quindi il “Coefficiente di Amplificazione Topografica” sarà $S_T = 1$.

5.5 – Liquefazione

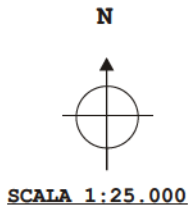
La presenza della falda freatica a m. 12 dal piano campagna e soprattutto la natura ghiaiosa con elevatissima permeabilità dei terreni che la contengono fanno escludere che possa verificarsi qualsiasi fenomeno di aumento delle pressioni interstiziali e quindi di liquefazione dei terreni di fondazione in caso di evento sismico.

Fano, Maggio 2013

Geol. Montanari Dr. Giovanni



ALLEGATI

COROGRAFIA



ISTITUTO GEOGRAFICO MILITARE
FOGLIO N.110 DELLA CARTA D' ITALIA
TAVOLETTA IV S.O.

LEGENDA

-  Ubicazione Complesso S. Maria Nuova a Fano

- CARTA GEOLOGICA -



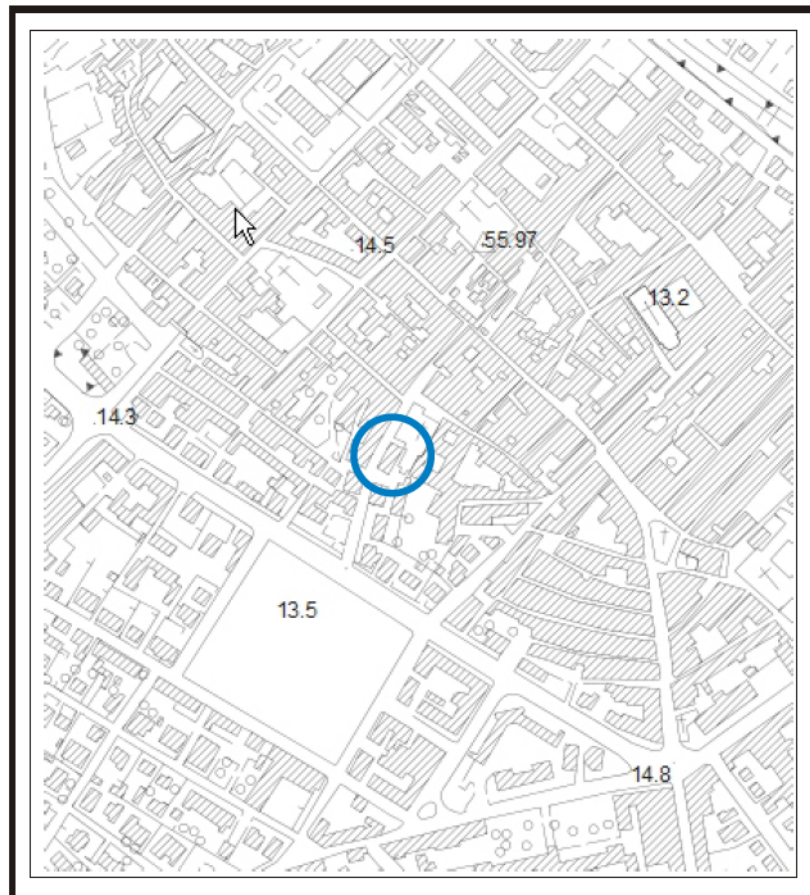
SCALA 1:50.000

ESTRATTO CARTA GEOLOGICA D' ITALIA

LEGENDA

- a** Alluvioni recenti -Olocene-
- f4** Alluvioni ghiaioso sabbiose del IV° ordine di terrazzi
-Pleistocene medio superiore-
- f3** Alluvioni ghiaioso sabbiose del III° ordine di terrazzi
-Pleistocene medio superiore-
- pls** Argille marnose azzurre, lievemente sabbiose
-Pliocene inferiore-
- Faglie
- Ubicazione Complesso S. Maria Nuova
a Fano

PIANO ASSETTO IDROGEOLOGICO
P.A.I.



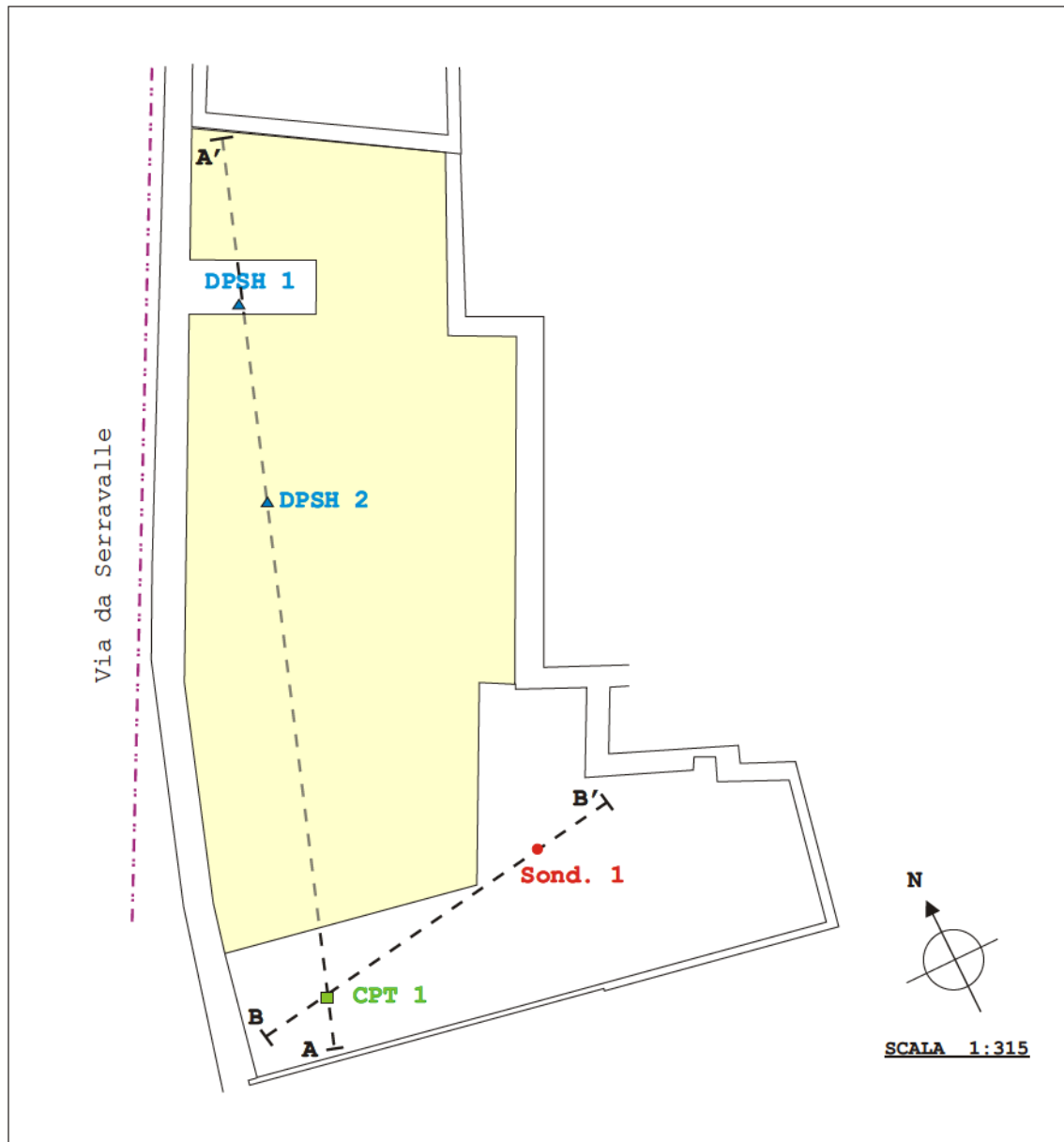
CARTA DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO
ESTRATTO TAVOLA RI-07c







LEGENDA



Ubicazione Complesso S. Maria Nuova
a Fano

Assenza di aree a rischio frana
o esondazione

UBICAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHELEGENDA

- | | |
|---|--|
|  | Fabbricato oggetto di intervento |
|  Sond. 1 | Sondaggio geognostico |
|  CPT 1 | Prova penetrometrica statica |
|  DPSH 1 | Prove penetrometriche dinamiche |
|  | Sezioni stratigrafiche |
|  | Direzione stendimento prova sismica MASW |

Ditta **PROVINCIA PICENA DI S. GIACOMO DELLA MARCA**

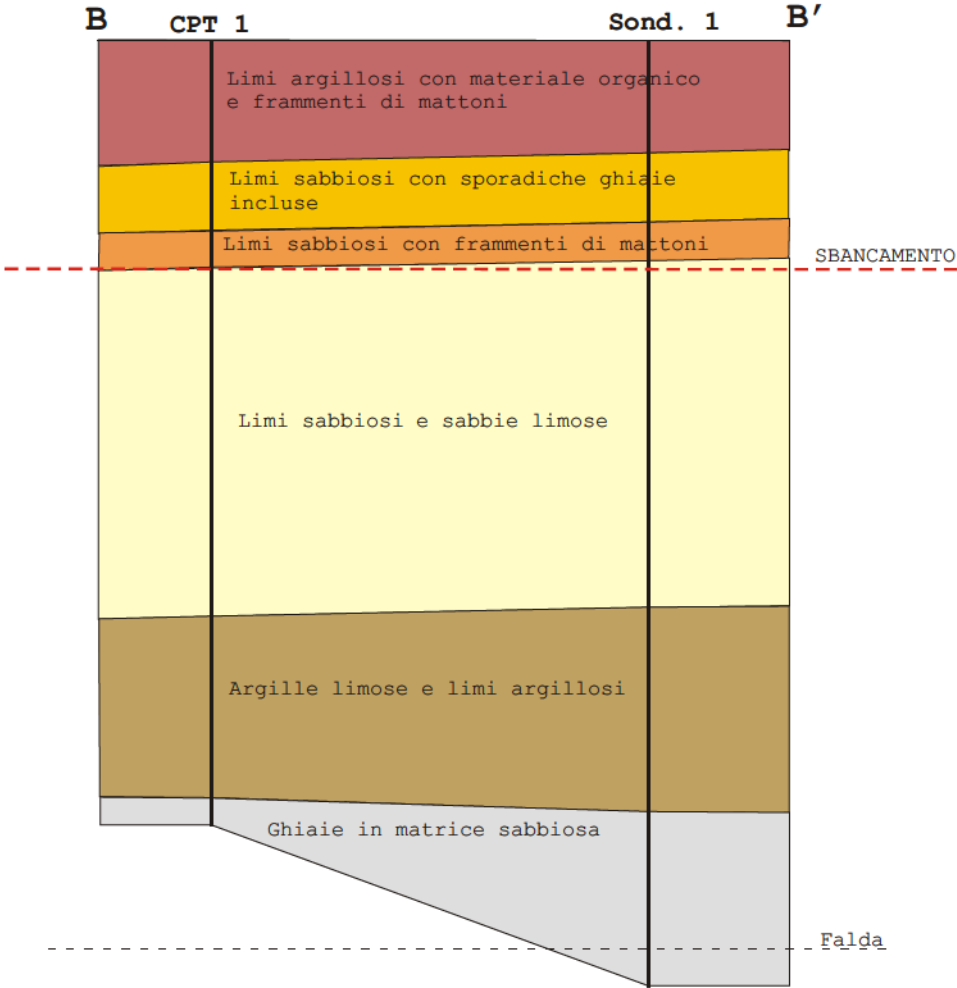
Località **VIA DA SERRAVALLE - FANO**

SONDAGGIO N. 1

	Prof. Mt.	Pocket penet. Kg/cmq	Vane Test Kg/cmq	Recupero campione %	DESCRIZIONE LITOLOGICA	Livello Piezom.
Mt. 0						
1		-	-	95%	Limi argillosi scuri con incluso materiale organico e frammenti di mattoni	
	1.50					
2		3,5	-	95%	Limi sabbiosi nocciola con sporadiche ghiaie incluse	
	2.40					
3		-	-	95%	Limi sabbiosi con frammenti di mattoni	
	2.90					
4		3,5	1,0	95%	Limi sabbiosi marroni	
	3.70					
5		-	-	95%	Sabbie giallastre quasi sciolte di granulometria fine	
	4.80					
6		-	-	95%	Sabbie limose giallastre	
	5.90					
7		-	-	95%	Sabbie giallastre quasi sciolte di granulometria media	
	7.00					
8		2,0	0,9	95%	Limi sabbiosi giallastri plastici	
	7.50					
9		1,0	0,4	95%	Limi argilloso-sabbiosi giallo-grigi plastici	
	8.50					
10		1,8	1,0	95%	Argille limose marroni e nocciola, compatte, plastiche	
	10.20					
11		2,8	1,6	95%		
	12.00					
12		-	-	95%	Ghiaie eterogranulari in matrice sabbiosa	
	12.50					

Note:

SEZIONE STRATIGRAFICA B-B'



Scala orizz. 1:200

Scala vert. 1:100



Foto n. 1
Sond. 1



Foto n. 2
CPT 1



Foto n. 3
DPSH 1



Foto n. 4
DPSH 2



Foto n. 5
MASW



dott. Angelo CURATOLO

e-mail: curatolo.angelo@gecosnc.com

+39 328.02.82.743

GeCO s.n.c
P.Iva / C.F. 02541280422
via Selva, 132 - 60037 Monte San Vito (AN)

Oggetto: Indagine geotecnica

Committente: Dott. Geol. G. Montanari

Località: Via da Serravalle - Fano (PU)

Comm.: 086-13

Data acquisizione: 23 Aprile – 02Maggio 2013



Foto postazione CPT1



Foto postazione DPHS1



Foto postazione DPHS2

**INDAGINE GEOTECNICA MEDIANTE PROVE PENETROMETRICHE
AD INTEGRAZIONE DELLA RELAZIONE GEOLOGICA ESEGUITA
IN VIA DA SERRAVALLE NEL COMUNE DI FANO (PU)**

Monte San Vito, 07 Maggio 2013

Il Responsabile
(dott. geol. Angelo Curatolo)

Caratteristiche Strumentali PAGANI TG 63-(200Kn)

Rif. Norme	ASTM D3441-86
Diametro Punta conica meccanica (mm)	35,7
Angolo di apertura punta (°)	60
Area punta	10
Superficie manicotto	150
Passo letture (cm)	20
Costante di trasformazione Ct	10

Legenda parametri geotecnici CPT:

CPT:	Cone Penetration Test
Stratigrafia:	A.G.I. (1977) consigliato per CPT
Nr:	Progressiva numero strati
Prof:	Profondità strato (metri)
Tipo:	I: Incoerente C: Coesivo
Cu :	Coesione non drenata (kg/cm ²) – Baligh ed altri 1980 Nk=20
Eu:	Modulo di deformazione non drenato (kg/cm ²) – Cancelli (1980)
Mo :	Modulo Edometrico (kg/cm ²) – Incoerenti - Robertson & Campanella da Schmertmann – Coesivi - Buisman Sanglerat
OCR:	Grado di sovra consolidazione –Mayne (1991)
G:	Modulo di deformazione al taglio (kg/cm ²)- Imai & Tomauchi
Puv :	Peso unità di volume (t/m ³) - Meyerhof
PuvS :	Peso unità di volume saturo (t/m ³) - Meyerhof
Dr:	Densità relativa (%) Jamiolkowski (1985)
Φ :	Angolo di resistenza al taglio (°) – De Beer
Ey	Modulo di Young (kg/cm ²) – Robertson e Campanella
K:	-

PROVA CPT1 – Via da Serravalle – Comune di Fano - PU

Prova eseguita in data 23/04/2013

Profondità prova CPT -10,40 m

Note: Falda non rilevata - Fine della prova a causa del disancoramento del penetrometro



TABELLA VALORI DI RESISTENZA

Prof. Strato (m)	Lettura Punta (kg/cm ²)	Lettura Laterale (kg/cm ²)	q _c (kg/cm ²)	f _s (kg/cm ²)	q _c /f _s Begemann	f _s /q _c 100 (Schmertmann)
0,2	-	-	-	-	-	-
0,4	41	54	41,1	0,5	82,2	1,2
0,6	21	29	21,1	0,8	26,4	3,8
0,8	10	22	10,1	1,0	10,1	9,9
1	18	33	18,1	1,4	12,9	7,7
1,2	21	42	21,3	2,2	9,7	10,3
1,4	25	58	25,3	0,7	36,1	2,8
1,6	95	105	95,3	0,9	105,9	0,9
1,8	38	52	38,3	1,5	25,5	3,9
2	18	41	18,3	1,4	13,1	7,7
2,2	18	39	18,4	1,3	14,2	7,1
2,4	19	38	19,4	1,1	17,6	5,7
2,6	23	39	23,4	1,2	19,5	5,1
2,8	35	53	35,4	1,6	22,1	4,5
3	25	49	25,4	0,8	31,8	3,1
3,2	14	26	14,6	0,9	16,2	6,2
3,4	26	40	26,6	0,7	38,0	2,6
3,6	25	35	25,6	1,2	21,3	4,7
3,8	17	35	17,6	0,7	25,1	4,0
4	15	25	15,6	1,1	14,2	7,1
4,2	24	41	24,7	1,3	19,0	5,3
4,4	39	58	39,7	0,5	79,4	1,3
4,6	25	33	25,7	1,0	25,7	3,9
4,8	35	50	35,7	1,4	25,5	3,9
5	31	52	31,7	1,0	31,7	3,2
5,2	39	54	39,8	1,5	26,5	3,8
5,4	35	58	35,8	0,9	39,8	2,5
5,6	42	56	42,8	1,3	32,9	3,0
5,8	65	85	65,8	0,9	73,1	1,4
6	64	77	64,8	1,3	49,8	2,0
6,2	66	85	67,0	1,9	35,3	2,8
6,4	37	65	38,0	2,3	16,5	6,1
6,6	29	64	30,0	1,0	30,0	3,3
6,8	29	44	30,0	1,2	25,0	4,0
7	40	58	41,0	1,9	21,6	4,6
7,2	39	68	40,1	1,7	23,6	4,2
7,4	32	58	33,1	0,9	36,8	2,7
7,6	43	56	44,1	1,3	33,9	2,9
7,8	44	64	45,1	2,3	19,6	5,1
8	25	59	26,1	1,3	20,1	5,0
8,2	19	39	20,2	1,1	18,4	5,4
8,4	25	41	26,2	1,1	23,8	4,2
8,6	29	46	30,2	1,3	23,2	4,3
8,8	27	46	28,2	1,0	28,2	3,5
9	35	50	36,2	1,6	22,6	4,4
9,2	32	56	33,4	1,3	25,7	3,9
9,4	24	43	25,4	1,1	23,1	4,3
9,6	20	37	21,4	1,1	19,5	5,1
9,8	28	44	29,4	1,5	19,6	5,1
10	49	71	50,4	6,0	8,4	11,9
10,2	225	315	226,5	6,0	37,8	2,6
10,4	295	385	296,5	0,0	0,0	0,0

PROVA CPT1 – Via da Serravalle – Comune di Fano - PU

Prova eseguita in data 23/04/2013

Profondità prova CPT -10,40 m

Note: Falda non rilevata - Fine della prova a causa del disancoramento del penetrometro



STIMA PARAMETRI GEOTECNICI

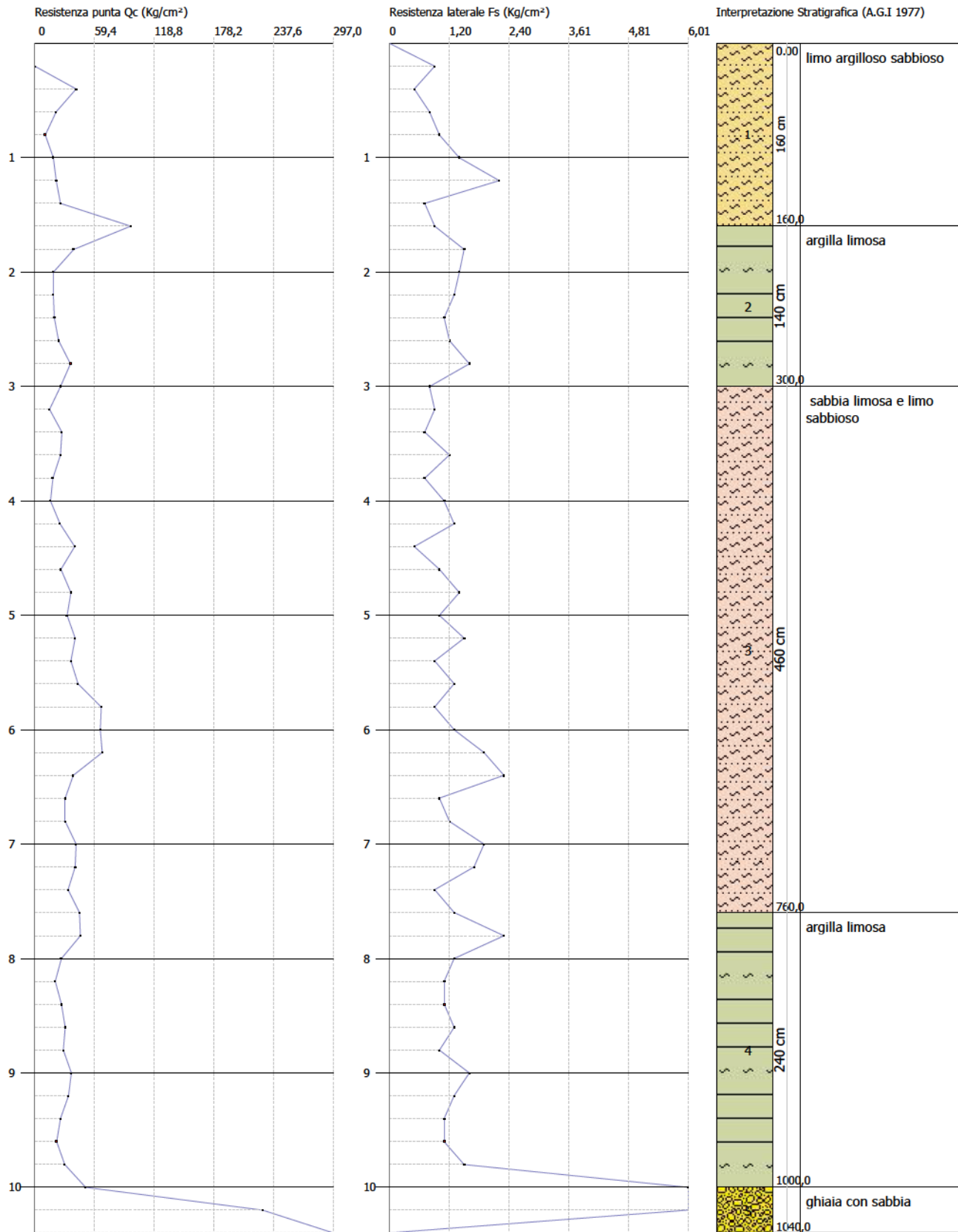
Strato			Cu	Eu	Mo	G	OCR	Puv	PuvS	Dr	Φ	Ey	K
Nr.	Prof.	Tipo	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-	t/m ³	t/m ³	%	(°)	Kg/cm ²	cm/s
1	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	0,4	I-C	2,1	1539,7	123,3	271,2	>9	2,09	2,17	100	38,79	82,2	-
3	0,6	C	1,1	788,2	63,3	180,4	5,98	1,98	2,06	-	-	-	-
4	0,8	C	0,5	374,2	30,3	115	1,94	1,86	1,94	-	-	-	-
5	1	C	0,9	672,8	54,3	164,3	2,63	1,95	2,03	-	-	-	-
6	1,2	C	1,1	791,2	63,9	181,5	2,48	1,98	2,06	-	-	-	-
7	1,4	I-C	1,3	939,8	75,9	201,6	2,45	2,01	2,09	68,79	28,07	50,6	-
8	1,6	I-C	4,8	3563,2	143	453,3	7,86	2,23	2,31	100	33,62	190,6	-
9	1,8	C	1,9	1424,1	114,9	259,7	2,74	2,08	2,16	-	-	-	-
10	2	C	0,9	672,5	54,9	165,4	1,16	1,95	2,03	-	-	-	-
11	2,2	C	0,9	674,8	55,2	165,9	1,05	1,96	2,04	-	-	-	-
12	2,4	C	0,9	710,8	58,2	171,4	1,01	1,96	2,04	-	-	-	-
13	2,6	C	1,1	859,3	70,2	192,2	1,12	2	2,08	-	-	-	-
14	2,8	C	1,7	1307,7	106,2	247,5	1,56	2,07	2,15	-	-	-	-
15	3	I-C	1,2	931,2	76,2	202,1	1,04	2,01	2,09	44,21	23,99	50,8	-
16	3,2	C	0,7	524,7	43,8	144,1	0,56	1,91	1,99	-	-	-	-
17	3,4	I-C	1,3	973,3	79,8	207,9	0,96	2,02	2,1	41,85	23,6	53,2	-
18	3,6	C	1,2	934,3	76,8	203	0,87	2,01	2,09	-	-	-	-
19	3,8	C	0,8	632,8	52,8	161,5	0,56	1,94	2,02	-	-	-	-
20	4	C	0,7	556,4	46,8	150	<0,5	1,92	2	-	-	-	-
21	4,2	C	1,2	896,2	74,1	198,7	0,72	2	2,08	-	-	-	-
22	4,4	I-C	1,9	1457,1	119,1	265,5	1,1	2,08	2,16	45,7	24,24	79,4	-
23	4,6	C	1,2	930,6	77,1	203,5	0,68	2,01	2,09	-	-	-	-
24	4,8	C	1,7	1304,1	107,1	248,8	0,9	2,07	2,15	-	-	-	-
25	5	I-C	1,5	1152,5	95,1	231,4	0,76	2,05	2,13	35,34	22,52	63,4	-
26	5,2	C	1,9	1454,7	119,4	265,9	0,92	2,08	2,16	-	-	-	-
27	5,4	I-C	1,7	1303,2	107,4	249,2	0,79	2,07	2,15	36,46	22,7	71,6	-
28	5,6	I-C	2,1	1564,1	128,4	278	0,91	2,1	2,18	40,46	23,37	85,6	-
29	5,8	I-C	3,2	2425	98,7	361,5	1,35	2,17	2,25	51,68	25,23	131,6	-
30	6	I-C	3,2	2385,8	97,2	358,1	1,28	2,17	2,25	50,15	24,98	129,6	-
31	6,2	I-C	3,3	2466,7	100,5	365,5	1,28	2,17	2,25	50,05	24,96	134	-
32	6,4	C	1,8	1377,6	114	258,5	0,7	2,08	2,16	-	-	-	-
33	6,6	C	1,4	1076	90	223,7	0,53	2,03	2,11	-	-	-	-
34	6,8	C	1,4	1074,5	90	223,7	0,52	2,03	2,11	-	-	-	-
35	7	C	2	1485,5	123	270,8	0,69	2,09	2,17	-	-	-	-
36	7,2	C	1,9	1450,2	120,3	267,1	0,65	2,08	2,16	-	-	-	-
37	7,4	I-C	1,6	1186,1	99,3	237,6	0,52	2,05	2,13	24,55	20,72	66,2	-
38	7,6	I-C	2,1	1597,1	132,3	283,1	0,68	2,1	2,18	31,98	21,96	88,2	-
39	7,8	C	2,2	1633	67,6	287	0,68	2,1	2,18	-	-	-	-
40	8	C	1,2	919	78,3	205,5	<0,5	2,01	2,09	-	-	-	-
41	8,2	C	0,9	696,2	60,6	175,7	<0,5	1,96	2,04	-	-	-	-
42	8,4	C	1,2	919,7	78,6	205,9	<0,5	2,01	2,09	-	-	-	-
43	8,6	C	1,4	1068,2	90,6	224,6	<0,5	2,03	2,11	-	-	-	-
44	8,8	C	1,3	991,7	84,6	215,4	<0,5	2,02	2,1	-	-	-	-
45	9	C	1,7	1290,2	108,6	250,9	<0,5	2,06	2,14	-	-	-	-
46	9,2	C	1,6	1183,7	100,2	238,9	<0,5	2,05	2,13	-	-	-	-
47	9,4	C	1,2	882,2	76,2	202,1	<0,5	2	2,08	-	-	-	-
48	9,6	C	1	730,6	64,2	182	<0,5	1,97	2,05	-	-	-	-
49	9,8	C	1,4	1029,2	88,2	221	<0,5	2,03	2,11	-	-	-	-
50	10	C	2,4	1815,1	75,6	307,1	0,59	2,12	2,2	-	-	-	-
51	10,2	I	-	453	339,75	769,32	2,58	1,8	2,1	70,25	28,31	453	-
52	10,4	I	-	593	444,75	906,91	3,3	1,8	2,1	77,3	29,49	593	-

SINTESI STIMA PARAMETRI GEOTECNICI

Strato			Cu	Eu	Mo	G	OCR	Puv	PuvS	Dr	Φ	Ey	K
Nr.	Prof.	Tipo	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-	t/m ³	t/m ³	%	(°)	Kg/cm ²	cm/s
1	1,6	I-C	1,69	1238,44	79,14	223,90	-	2,01	2,09	89,60	33,49	107,80	-
2	3	C	1,23	941,53	76,60	200,35	-	2,00	2,08	-	-	-	-
3	7,6	I-C	1,73	1313,41	95,35	245,96	-	2,05	2,13	40,82	23,43	90,28	-
4	10	C	1,46	1096,57	81,11	226,34	-	2,03	2,11	-	-	-	-
5	10,4	I	-	523,00	392,25	838,12	-	1,80	2,10	73,78	28,90	523,00	-

Committente: Dott. Geol. G. Montanari
 Cantiere: Via da Serravalle
 Località: Fano - PU

Data: 29/04/2013
 Pag. 1 Scala 1:49



Caratteristiche Strumentali PAGANI TG 63-(200 Kn)

Rif. Norme	DIN 4094	
Peso Massa battente	63,5	Kg
Altezza di caduta libera	0,75	m
Peso sistema di battuta	8	Kg
Diametro punta conica	50,46	mm
Area di base punta	20	cm ²
Lunghezza delle aste	1	m
Peso aste a metro	6,3	Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0,80	m
Avanzamento punta	0,20	m
Numero colpi per punta	N(20)	
Coeff. Correlazione	1,504	
Rivestimento/fanghi	No	
Angolo di apertura punta	90°	

Legenda parametri geotecnici DPSH:

DPSH:	Dinamic Probing Super Heavy
Nr:	Progressiva numero strati
Prof:	Profondità strato (metri)
Tipo:	I: Incoerente C: Coesivo
Nspt:	Correlazione con n. colpi Nspt
Cu :	Coesione non drenata (kg/cm ²) – Houston (1960)
Ey:	Modulo di Young (kg/cm ²) - Incoerenti - Schmertmann (1978)
Mo :	Modulo Edometrico (Kg/cm ²) - Coesivi – Stroud e Butler (1975) - Incoerenti - Buisman-Sanglerat
Classificazione:	A.G.I. (1977)
Puv :	Peso unità di volume (t/m ³) - Coesivi - Meyerhof ed altri
PuvS :	Peso unità di volume saturo (t/m ³) - Coesivi - Meyerhof ed altri
Dr:	Densità relativa (%) – Skempton (1986)
Φ :	Angolo di resistenza al taglio (°) Φ ₁ (*) – Meyerhof (1965) Φ ₂ (**) - Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION) Φ ₃ (***) - Shioi-Fukuni 1982 (JAPANESE NATIONALE RAILWAY)

(*) - Correlazione valida per terreni per sabbie con % di limo < 5% a profondità < 5 m e con % di limo > 5% a profondità < 3 m.

(**) - Angolo di attrito in gradi valido per sabbie - sabbie fini o limose e limi siltosi (cond. ottimali per prof. di prova > 8 m sopra falda e > 15 m per terreni in falda) σ > 15 t/m².

(***) - Angolo di attrito valido per sabbie medie e grossolane fino a ghiaiose. Angolo di attrito in gradi (Owasaki & Iwasaki) valido per sabbie - sabbie medie e grossolane-ghiaiose (cond. ottimali per prof. > 8 m sopra falda e > 15 m per terreni in falda) σ > 15 t/m².

PROVA DPSH 1- via da Serravalle – Comune di Fano (PU)

Prova eseguita in data 23/04/2013
 Profondità prova DPSH -12,20 m
 Falda assente



TABELLA VALORI DI RESISTENZA

Prof. Strato (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. Dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0,2	0,00	0,855	0,00	0,00	0,00	0,00
0,4	0,00	0,851	0,00	0,00	0,00	0,00
0,6	0,00	0,847	0,00	0,00	0,00	0,00
0,8	0,00	0,843	0,00	0,00	0,00	0,00
1,0	0,00	0,840	0,00	0,00	0,00	0,00
1,2	0,00	0,836	0,00	0,00	0,00	0,00
1,4	0,00	0,833	0,00	0,00	0,00	0,00
1,6	0,00	0,830	0,00	0,00	0,00	0,00
1,8	1,00	0,826	7,43	8,99	0,37	0,45
2,0	1,00	0,823	6,88	8,36	0,34	0,42
2,2	2,00	0,820	13,72	16,73	0,69	0,84
2,4	1,00	0,817	6,83	8,36	0,34	0,42
2,6	1,00	0,814	6,81	8,36	0,34	0,42
2,8	1,00	0,811	6,79	8,36	0,34	0,42
3,0	1,00	0,809	6,32	7,82	0,32	0,39
3,2	1,00	0,806	6,30	7,82	0,32	0,39
3,4	2,00	0,803	12,56	15,64	0,63	0,78
3,6	2,00	0,801	12,52	15,64	0,63	0,78
3,8	2,00	0,798	12,48	15,64	0,62	0,78
4,0	2,00	0,796	11,69	14,68	0,58	0,73
4,2	2,00	0,794	11,65	14,68	0,58	0,73
4,4	2,00	0,791	11,62	14,68	0,58	0,73
4,6	2,00	0,789	11,59	14,68	0,58	0,73
4,8	2,00	0,787	11,56	14,68	0,58	0,73
5,0	2,00	0,785	10,86	13,83	0,54	0,69
5,2	13,00	0,733	65,91	89,92	3,30	4,50
5,4	11,00	0,781	59,43	76,09	2,97	3,80
5,6	5,00	0,779	26,95	34,59	1,35	1,73
5,8	4,00	0,777	21,51	27,67	1,08	1,38
6,0	8,00	0,775	40,57	52,32	2,03	2,62
6,2	5,00	0,774	25,30	32,70	1,27	1,64
6,4	2,00	0,772	10,10	13,08	0,50	0,65
6,6	2,00	0,770	10,08	13,08	0,50	0,65
6,8	1,00	0,769	5,03	6,54	0,25	0,33
7,0	1,00	0,767	4,76	6,20	0,24	0,31
7,2	1,00	0,766	4,75	6,20	0,24	0,31
7,4	1,00	0,764	4,74	6,20	0,24	0,31
7,6	1,00	0,763	4,73	6,20	0,24	0,31
7,8	1,00	0,761	4,72	6,20	0,24	0,31
8,0	1,00	0,760	4,48	5,90	0,22	0,29
8,2	1,00	0,759	4,47	5,90	0,22	0,29
8,4	1,00	0,757	4,47	5,90	0,22	0,29
8,6	1,00	0,756	4,46	5,90	0,22	0,29
8,8	1,00	0,755	4,45	5,90	0,22	0,29
9,0	1,00	0,753	4,24	5,62	0,21	0,28
9,2	1,00	0,752	4,23	5,62	0,21	0,28
9,4	1,00	0,751	4,22	5,62	0,21	0,28
9,6	1,00	0,750	4,22	5,62	0,21	0,28
9,8	1,00	0,749	4,21	5,62	0,21	0,28
10,0	1,00	0,748	4,01	5,37	0,20	0,27
10,2	1,00	0,747	4,01	5,37	0,20	0,27
10,4	1,00	0,746	4,00	5,37	0,20	0,27
10,6	1,00	0,744	4,00	5,37	0,20	0,27
10,8	1,00	0,743	3,99	5,37	0,20	0,27
11,0	1,00	0,742	3,82	5,14	0,19	0,26
11,2	1,00	0,741	3,81	5,14	0,19	0,26
11,4	1,00	0,740	3,80	5,14	0,19	0,26
11,6	1,00	0,739	3,80	5,14	0,19	0,26
11,8	6,00	0,738	22,77	30,84	1,14	1,54
12,0	13,00	0,687	44,03	64,07	2,20	3,20
12,2	16,00	0,686	54,11	78,86	2,71	3,94

PROVA DPSH 1- via da Serravalle – Comune di Fano (PU)

Prova eseguita in data 23/04/2013

Profondità prova DPSH -12,20 m

Falda assente



STIMA PARAMETRI GEOTECNICI

Strato			Nspt	Cu	Ey	Mo	Classificazione	Puv	PuvS	Dr	Φ ₁	Φ ₂	Φ ₃
Nr.	Prof.	Tipo	-	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²		t/m ³	t/m ³	%	(°)	(°)	(°)
1	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	0,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	0,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	0,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	1,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	1,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	1,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	1,8	C	1,5	0,55	15	6,88	PRIVO DI CONSISTENZA	1,52	1,85	-	-	-	-
10	2	C	1,5	0,55	15	6,88	PRIVO DI CONSISTENZA	1,52	1,85	-	-	-	-
11	2,2	C	3,01	0,66	30,1	13,81	POCO CONSISTENTE	1,64	1,86	-	-	-	-
12	2,4	C	1,5	0,55	15	6,88	PRIVO DI CONSISTENZA	1,52	1,85	-	-	-	-
13	2,6	C	1,5	0,55	15	6,88	PRIVO DI CONSISTENZA	1,52	1,85	-	-	-	-
14	2,8	C	1,5	0,55	15	6,88	PRIVO DI CONSISTENZA	1,52	1,85	-	-	-	-
15	3	C	1,5	0,55	15	6,88	PRIVO DI CONSISTENZA	1,52	1,85	-	-	-	-
16	3,2	C	1,5	0,55	15	6,88	PRIVO DI CONSISTENZA	1,52	1,85	-	-	-	-
17	3,4	C	3,01	0,66	30,1	13,81	POCO CONSISTENTE	1,64	1,86	-	-	-	-
18	3,6	C	3,01	0,66	30,1	13,81	POCO CONSISTENTE	1,64	1,86	-	-	-	-
19	3,8	C	3,01	0,66	30,1	13,81	POCO CONSISTENTE	1,64	1,86	-	-	-	-
20	4	C	3,01	0,66	30,1	13,81	POCO CONSISTENTE	1,64	1,86	-	-	-	-
21	4,2	C	3,01	0,66	30,1	13,81	POCO CONSISTENTE	1,64	1,86	-	-	-	-
22	4,4	C	3,01	0,66	30,1	13,81	POCO CONSISTENTE	1,64	1,86	-	-	-	-
23	4,6	C	3,01	0,66	30,1	13,81	POCO CONSISTENTE	1,64	1,86	-	-	-	-
24	4,8	C	3,01	0,66	30,1	13,81	POCO CONSISTENTE	1,64	1,86	-	-	-	-
25	5	C	3,01	0,66	30,1	13,81	POCO CONSISTENTE	1,64	1,86	-	-	-	-
26	5,2	I	19,55	-	-	67,62	MODERATAMENTE ADDENSATO	1,98	1,96	41,4	33,47	32,1	32,85
27	5,4	I	16,54	-	-	61,44	MODERATAMENTE ADDENSATO	1,92	1,9	37,17	32,63	30,73	31,95
28	5,6	I-C	7,52	1	75,2	34,5	POCO ADDENSATO	1,88	1,9	21,13	30,11	25,61	29,25
29	5,8	I-C	6,02	0,88	60,2	27,62	POCO ADDENSATO	1,81	1,89	16,82	29,69	24,49	28,8
30	6	I-C	12,03	1,37	120,3	55,19	MODERATAMENTE ADDENSATO	2,02	2,22	29,13	31,37	28,42	30,6
31	6,2	I-C	7,52	1	75,2	34,5	POCO ADDENSATO	1,88	1,9	19,9	30,11	23,37	28,35
32	6,4	C	3,01	0,66	30,1	13,81	POCO CONSISTENTE	1,64	1,86	-	-	-	-
33	6,6	C	3,01	0,66	30,1	13,81	POCO CONSISTENTE	1,64	1,86	-	-	-	-
34	6,8	C	1,5	0,55	15	6,88	PRIVO DI CONSISTENZA	1,52	1,85	-	-	-	-
35	7	C	1,5	0,55	15	6,88	PRIVO DI CONSISTENZA	1,52	1,85	-	-	-	-
36	7,2	C	1,5	0,55	15	6,88	PRIVO DI CONSISTENZA	1,52	1,85	-	-	-	-
37	7,4	C	1,5	0,55	15	6,88	PRIVO DI CONSISTENZA	1,52	1,85	-	-	-	-
38	7,6	C	1,5	0,55	15	6,88	PRIVO DI CONSISTENZA	1,52	1,85	-	-	-	-
39	7,8	C	1,5	0,55	15	6,88	PRIVO DI CONSISTENZA	1,52	1,85	-	-	-	-
40	8	C	1,5	0,55	15	6,88	PRIVO DI CONSISTENZA	1,52	1,85	-	-	-	-
41	8,2	C	1,5	0,55	15	6,88	PRIVO DI CONSISTENZA	1,52	1,85	-	-	-	-
42	8,4	C	1,5	0,55	15	6,88	PRIVO DI CONSISTENZA	1,52	1,85	-	-	-	-
43	8,6	C	1,5	0,55	15	6,88	PRIVO DI CONSISTENZA	1,52	1,85	-	-	-	-
44	8,8	C	1,5	0,55	15	6,88	PRIVO DI CONSISTENZA	1,52	1,85	-	-	-	-
45	9	C	1,5	0,55	15	6,88	PRIVO DI CONSISTENZA	1,52	1,85	-	-	-	-
46	9,2	C	1,5	0,55	15	6,88	PRIVO DI CONSISTENZA	1,52	1,85	-	-	-	-
47	9,4	C	1,5	0,55	15	6,88	PRIVO DI CONSISTENZA	1,52	1,85	-	-	-	-
48	9,6	C	1,5	0,55	15	6,88	PRIVO DI CONSISTENZA	1,52	1,85	-	-	-	-
49	9,8	C	1,5	0,55	15	6,88	PRIVO DI CONSISTENZA	1,52	1,85	-	-	-	-
50	10	C	1,5	0,55	15	6,88	PRIVO DI CONSISTENZA	1,52	1,85	-	-	-	-
51	10,2	C	1,5	0,55	15	6,88	PRIVO DI CONSISTENZA	1,52	1,85	-	-	-	-
52	10,4	C	1,5	0,55	15	6,88	PRIVO DI CONSISTENZA	1,52	1,85	-	-	-	-
53	10,6	C	1,5	0,55	15	6,88	PRIVO DI CONSISTENZA	1,52	1,85	-	-	-	-
54	10,8	C	1,5	0,55	15	6,88	PRIVO DI CONSISTENZA	1,52	1,85	-	-	-	-
55	11	C	1,5	0,55	15	6,88	PRIVO DI CONSISTENZA	1,52	1,85	-	-	-	-
56	11,2	C	1,5	0,55	15	6,88	PRIVO DI CONSISTENZA	1,52	1,85	-	-	-	-
57	11,4	C	1,5	0,55	15	6,88	PRIVO DI CONSISTENZA	1,52	1,85	-	-	-	-
58	11,6	C	1,5	0,55	15	6,88	PRIVO DI CONSISTENZA	1,52	1,85	-	-	-	-
59	11,8	I	9,02	-	-	45,99	POCO ADDENSATO	1,7	1,91	15,81	30,53	26,62	29,7
60	12	I	19,55	-	-	67,62	MODERATAMENTE ADDENSATO	1,98	2,38	29,7	33,47	32,1	32,85
61	12,2	I	24,06	-	-	76,88	MODERATAMENTE ADDENSATO	2,06	2,47	33,61	34,74	33,97	34,2

SINTESI PARAMETRI GEOTECNICI

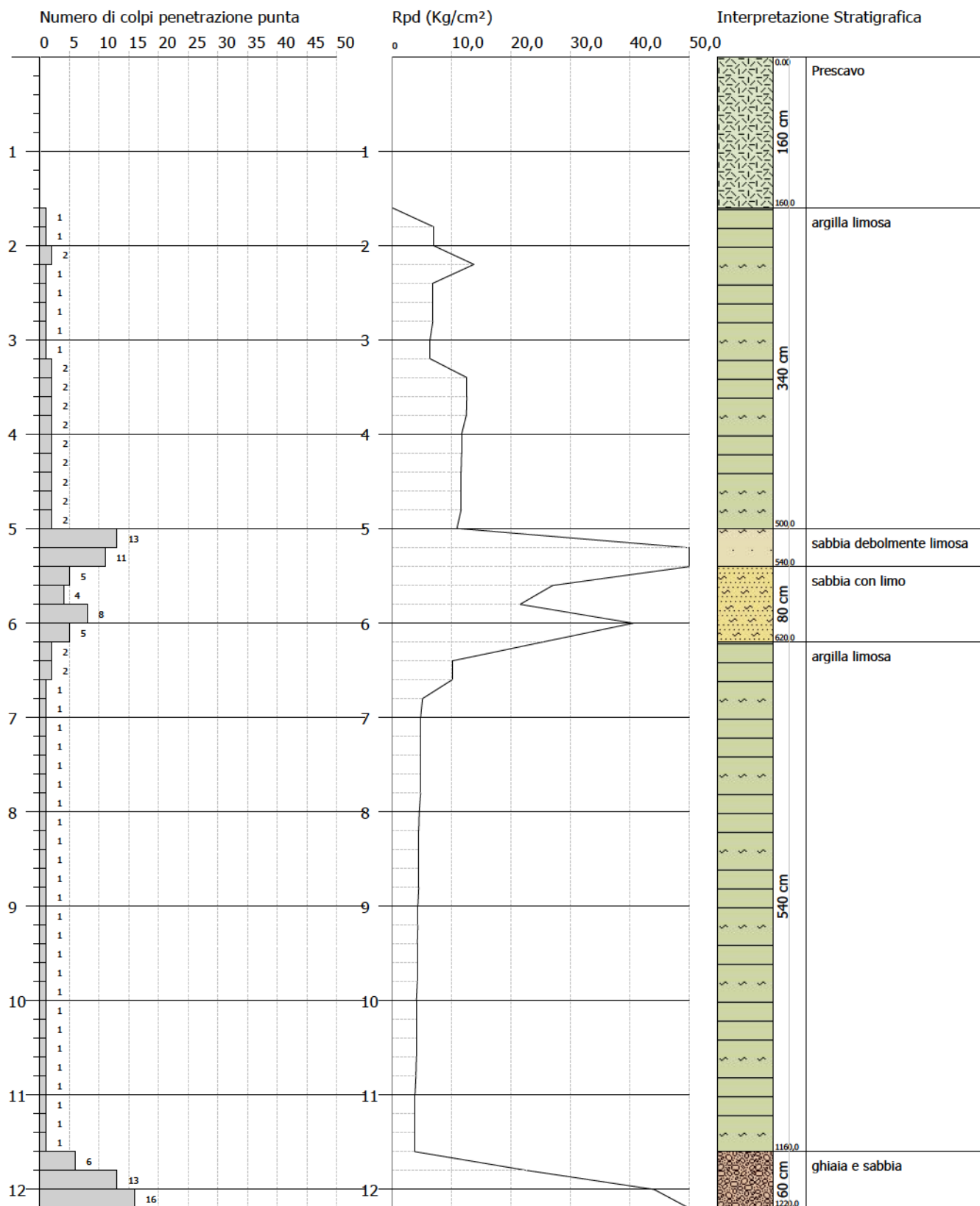
Strato			Nspt	Cu	Eu	Mo	Classificazione	Puv	PuvS	Dr	Φ ₁	Φ ₂	Φ ₃
Nr.	Prof.	Tipo	-	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²		t/m ³	t/m ³	%	(°)	(°)	(°)
1	1,6	-	-	-	-	-	RIPORTO	-	-	-	-	-	-
2	5	C	2,4	0,61	23,9	11,0	POCO CONSISTENTE	1,59	1,86	-	-	-	-
3	5,4	I	18,0	-	-	64,5	MODERATAMENTE ADDENSATO	1,95	1,93	39,3	33,1	31,4	32,4
4	6	I-C	8,3	1,06	82,7	38,0	POCO ADDENSATO	1,90	1,98	21,75	30,32	25,47	29,25
5	6,2	C	1,6	0,56	16,1	7,4	PRIVO DI CONSISTENZA	1,53	1,85	-	-	-	-
6	11,6	I	9,0	-	-	46,0	POCO ADDENSATO	1,70	1,91	15,8	30,5	26,6	29,7
7	12,2	I	21,8	-	-	72,3	MODERATAMENTE ADDENSATO	2,02	2,43	31,7	34,1	33,0	33,5

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.1
 Strumento utilizzato... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)

Committente: dott. Geol. G. Montanari
 Cantiere: Fano via da Serravalle
 Località:

Data: 24/04/2013

Scala 1:59



PROVA DPSH 2- via da Serravalle – Comune di Fano (PU)

Prova eseguita in data 02/05/2013
 Profondità prova DPSH -10,80 m
 Falda assente



TABELLA VALORI DI RESISTENZA

Prof. Strato (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. Dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0,2	-	-	-	-	-	-
0,4	-	-	-	-	-	-
0,6	-	-	-	-	-	-
0,8	-	-	-	-	-	-
1,0	-	-	-	-	-	-
1,2	-	-	-	-	-	-
1,4	-	-	-	-	-	-
1,6	-	-	-	-	-	-
1,8	-	-	-	-	-	-
2,0	-	-	-	-	-	-
2,2	-	-	-	-	-	-
2,4	-	-	-	-	-	-
2,6	-	-	-	-	-	-
2,8	11,00	0,811	74,65	92,00	3,73	4,60
3,0	21,00	0,709	116,36	164,19	5,82	8,21
3,2	18,00	0,756	106,39	140,73	5,32	7,04
3,4	21,00	0,703	115,49	164,19	5,77	8,21
3,6	20,00	0,751	117,41	156,37	5,87	7,82
3,8	7,00	0,798	43,70	54,73	2,18	2,74
4,0	4,00	0,796	23,37	29,36	1,17	1,47
4,2	3,00	0,794	17,48	22,02	0,87	1,10
4,4	3,00	0,791	17,43	22,02	0,87	1,10
4,6	3,00	0,789	17,38	22,02	0,87	1,10
4,8	3,00	0,787	17,33	22,02	0,87	1,10
5,0	3,00	0,785	16,29	20,75	0,81	1,04
5,2	3,00	0,783	16,25	20,75	0,81	1,04
5,4	4,00	0,781	21,61	27,67	1,08	1,38
5,6	4,00	0,779	21,56	27,67	1,08	1,38
5,8	4,00	0,777	21,51	27,67	1,08	1,38
6,0	4,00	0,775	20,29	26,16	1,01	1,31
6,2	5,00	0,774	25,30	32,70	1,27	1,64
6,4	6,00	0,772	30,29	39,24	1,51	1,96
6,6	3,00	0,770	15,11	19,62	0,76	0,98
6,8	2,00	0,769	10,06	13,08	0,50	0,65
7,0	3,00	0,767	14,27	18,61	0,71	0,93
7,2	3,00	0,766	14,25	18,61	0,71	0,93
7,4	2,00	0,764	9,48	12,40	0,47	0,62
7,6	4,00	0,763	18,92	24,81	0,95	1,24
7,8	4,00	0,761	18,89	24,81	0,94	1,24
8,0	3,00	0,760	13,44	17,69	0,67	0,88
8,2	4,00	0,759	17,89	23,59	0,89	1,18
8,4	4,00	0,757	17,86	23,59	0,89	1,18
8,6	4,00	0,756	17,83	23,59	0,89	1,18
8,8	4,00	0,755	17,80	23,59	0,89	1,18
9,0	6,00	0,753	25,41	33,73	1,27	1,69
9,2	6,00	0,752	25,37	33,73	1,27	1,69
9,4	7,00	0,751	29,55	39,35	1,48	1,97
9,6	7,00	0,750	29,51	39,35	1,48	1,97
9,8	5,00	0,749	21,05	28,11	1,05	1,41
10,0	6,00	0,748	24,09	32,22	1,20	1,61
10,2	14,00	0,697	52,37	75,18	2,62	3,76
10,4	21,00	0,646	72,79	112,76	3,64	5,64
10,6	22,00	0,644	76,13	118,13	3,81	5,91
10,8	22,00	0,643	76,00	118,13	3,80	5,91

PROVA DPSH 2- via da Serravalle – Comune di Fano (PU)

Prova eseguita in data 02/05/2013
 Profondità prova DPSH -10,80 m
 Falda assente

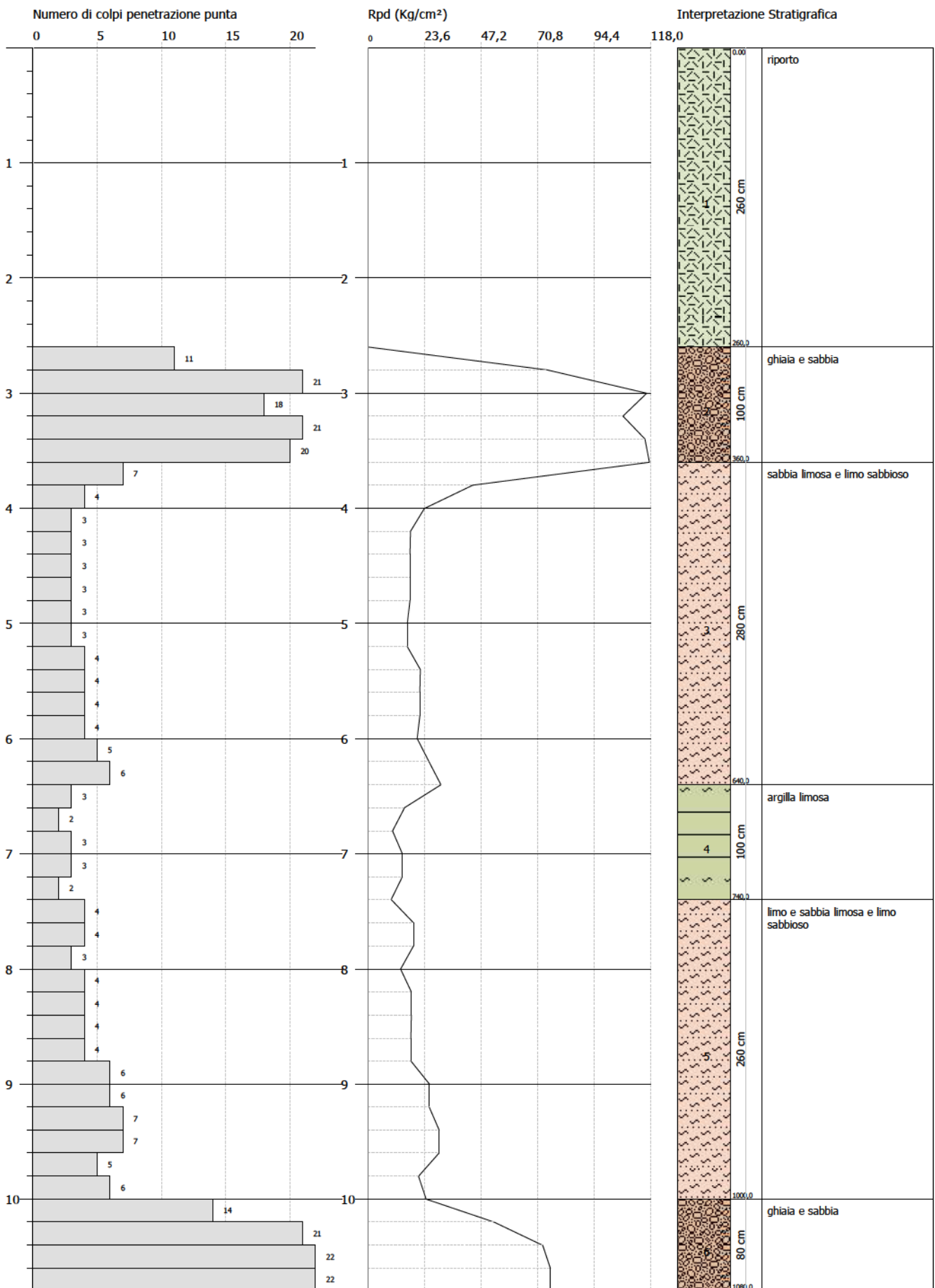


STIMA PARAMETRI GEOTECNICI

Strato			Nspt	Cu	Ey	Mo	Classificazione	Puv	PuvS	Dr	Φ ₁	Φ ₂	Φ ₃
Nr.	Prof.	Tipo	-	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²		t/m ³	t/m ³	%	(°)	(°)	(°)
1	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	0,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	0,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	0,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	1,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	1,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	1,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	1,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	2,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	2,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13	2,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	2,8	I	16,54	-	-	111,77	MODERATAMENTE ADDENSATO	1,92	1,96	45,73	24,73	30,75	31,96
15	3	I	31,58	-	-	178,85	ADDENSATO	2,15	2,5	65,07	29,02	36,76	36,47
16	3,2	I	27,07	-	-	158,73	MODERATAMENTE ADDENSATO	2,1	2,5	60,38	27,73	35,15	35,12
17	3,4	I	31,58	-	-	178,85	ADDENSATO	2,15	2,5	65,07	29,02	36,76	36,47
18	3,6	I	30,08	-	-	300,8	MOLTO ADDENSATO	2,16	2,37	63,59	28,59	36,24	36,02
19	3,8	I-C	10,53	1,24	100,7	105,3	CONSISTENTE	1,98	2,18	34,15	23,01	27,57	30,16
20	4	I-C	6,02	0,88	48,83	75,25	MODERAT. CONSISTENTE	1,81	1,89	23,5	21,72	24,5	28,81
21	4,2	I-C	4,51	0,77	31,47	56,38	MODERAT. CONSISTENTE	1,73	1,87	19,52	21,29	23,22	28,35
22	4,4	I-C	4,51	0,77	31,47	56,38	MODERAT. CONSISTENTE	1,73	1,87	19,52	21,29	23,22	28,35
23	4,6	I-C	4,51	0,77	31,47	56,38	MODERAT. CONSISTENTE	1,73	1,87	19,52	21,29	23,22	28,35
24	4,8	I-C	4,51	0,77	31,47	56,38	MODERAT. CONSISTENTE	1,73	1,87	19,52	21,29	23,22	28,35
25	5	I-C	4,51	0,77	31,47	56,38	MODERAT. CONSISTENTE	1,73	1,87	19,52	21,29	23,22	28,35
26	5,2	I-C	4,51	0,77	31,47	56,38	MODERAT. CONSISTENTE	1,73	1,87	19,52	21,29	23,22	28,35
27	5,4	I-C	6,02	0,88	48,83	75,25	MODERAT. CONSISTENTE	1,81	1,89	23,5	21,72	24,5	28,81
28	5,6	I-C	6,02	0,88	48,83	75,25	MODERAT. CONSISTENTE	1,81	1,89	23,5	21,72	24,5	28,81
29	5,8	I-C	6,02	0,88	48,83	75,25	MODERAT. CONSISTENTE	1,81	1,89	23,5	21,72	24,5	28,81
30	6	I-C	6,02	0,88	48,83	75,25	MODERAT. CONSISTENTE	1,81	1,89	23,5	21,72	24,5	28,81
31	6,2	I-C	7,52	1	66,08	94	MODERAT. CONSISTENTE	1,88	1,9	27,25	22,15	25,62	29,26
32	6,4	I-C	9,02	1,12	83,33	112,75	CONSISTENTE	1,94	2,13	30,79	22,58	26,63	29,71
33	6,6	C	4,51	0,77	31,47	56,38	MODERAT. CONSISTENTE	1,73	1,87	-	-	-	-
34	6,8	C	3,01	0,66	14,22	37,63	POCO CONSISTENTE	1,64	1,86	-	-	-	-
35	7	C	4,51	0,77	31,47	56,38	MODERAT. CONSISTENTE	1,73	1,87	-	-	-	-
36	7,2	C	4,51	0,77	31,47	56,38	MODERAT. CONSISTENTE	1,73	1,87	-	-	-	-
37	7,4	C	3,01	0,66	14,22	37,63	POCO CONSISTENTE	1,64	1,86	-	-	-	-
38	7,6	I-C	6,02	0,88	48,83	75,25	MODERAT. CONSISTENTE	1,81	1,89	23,5	21,72	24,5	28,81
39	7,8	I-C	6,02	0,88	48,83	75,25	MODERAT. CONSISTENTE	1,81	1,89	23,5	21,72	24,5	28,81
40	8	I-C	4,51	0,77	31,47	56,38	MODERAT. CONSISTENTE	1,73	1,87	19,52	21,29	23,22	28,35
41	8,2	I-C	6,02	0,88	48,83	75,25	MODERAT. CONSISTENTE	1,81	1,89	23,5	21,72	24,5	28,81
42	8,4	I-C	6,02	0,88	48,83	75,25	MODERAT. CONSISTENTE	1,81	1,89	23,5	21,72	24,5	28,81
43	8,6	I-C	6,02	0,88	48,83	75,25	MODERAT. CONSISTENTE	1,81	1,89	23,5	21,72	24,5	28,81
44	8,8	I-C	6,02	0,88	48,83	75,25	MODERAT. CONSISTENTE	1,81	1,89	23,5	21,72	24,5	28,81
45	9	I-C	9,02	1,12	83,33	112,75	CONSISTENTE	1,94	2,13	30,79	22,58	26,63	29,71
46	9,2	I-C	9,02	1,12	83,33	112,75	CONSISTENTE	1,94	2,13	30,79	22,58	26,63	29,71
47	9,4	I-C	10,53	1,24	100,7	105,3	CONSISTENTE	1,98	2,18	34,15	23,01	27,57	30,16
48	9,6	I-C	10,53	1,24	100,7	105,3	CONSISTENTE	1,98	2,18	34,15	23,01	27,57	30,16
49	9,8	I-C	7,52	1	66,08	94	MODERAT. CONSISTENTE	1,88	1,9	27,25	22,15	25,62	29,26
50	10	I-C	9,02	1,12	83,33	112,75	CONSISTENTE	1,94	2,13	30,79	22,58	26,63	29,71
51	10,2	I	21,06	-	-	131,93	MODERATAMENTE ADDENSATO	2,01	2,41	52,77	26,02	32,77	33,32
52	10,4	I	31,58	-	-	178,85	ADDENSATO	2,15	2,5	65,07	29,02	36,76	36,47
53	10,6	I	33,09	-	-	185,58	ADDENSATO	2,16	2,5	66,49	29,45	37,28	36,93
54	10,8	I	33,09	-	-	185,58	ADDENSATO	2,16	2,5	66,49	29,45	37,28	36,93

SINTESI PARAMETRI GEOTECNICI

Strato			Nspt	Cu	Eu	Mo	Classificazione	Puv	PuvS	Dr	Φ ₁	Φ ₂	Φ ₃
Nr.	Prof.	Tipo	-	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²		t/m ³	t/m ³	%	(°)	(°)	(°)
1	2,6	-	-	-	-	-	RIPORTO	-	-	-	-	-	-
2	3,6	I	27,4	-	-	185,8	MODERATAMENTE ADDENSATO	2,10	2,37	60,0	27,8	35,1	35,2
3	6,4	I-C	6,0	0,88	48,8	73,3	MODERATAMENTE CONSISTENTE	1,80	1,92	23,34	21,72	24,40	28,81
4	7,4	C	3,9	0,73	24,6	48,9	MODERATAMENTE CONSISTENTE	1,69	1,87	-	-	-	-
5	10	I-C	7,4	0,99	64,8	88,5	MODERATAMENTE CONSISTENTE	1,87	1,99	26,80	22,12	25,45	29,22
6	10,8	I	29,7	-	-	170,5	ADDENSATO	2,12	2,48	62,7	28,5	36,0	35,9





GeCO di Curatolo A. e Gaggiotti M. s.n.c.
Via Selva, 132 - 60037 Monte S.Vito (AN)
P. IVA / C.F. 02541280422



Tel./Fax +39 071 9989975
curatolo.angelo@gecosnc.com - cell. 328.02.82.743
gaggiotti.marco@gecosnc.com - cell. 328.20.40.857



**INDAGINE GEOFISICA AD INTEGRAZIONE DELLA RELAZIONE GEOLOGICA
ESEGUITA IN VIA DA SERRAVALLE PRESSO IL COMUNE DI FANO (PU)**

Oggetto: Indagini geofisica con tecnica *MASW*.

Committente: Dott. Geol. Giovanni Montanari

Commessa: 086-13

Monte San Vito, lì 06 Maggio 2013

La presente relazione è ad uso esclusivo della pratica in oggetto. La pubblicazione integrale o di una sua parte è vietata senza il consenso dell'Autore.

INDICE

1. PREMESSA	3
2. INDAGINE E STRUMENTAZIONE UTILIZZATA	3
2.1 Strumentazione utilizzata.....	3
2.2 Indagine <i>MASW</i> : metodologia ed acquisizione.....	3
3. INTERPRETAZIONE E RISULTATI	5
3.1 Risultati delle analisi	5
3.2 Curva di dispersione	6
3.3 Profilo in sito.....	6
4. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE.....	8

TAVOLE

TAV.1 Ubicazione indagini geofisiche (scala 1:5.000)

1. PREMESSA

Su incarico e per conto del dott. Geol. G. Montanari, è stata eseguita in data 23 Aprile 2013, una indagine geofisica mediante il metodo di analisi spettrale delle onde di superficie (*Rayleigh*) con tecnica *MASW*, in via da Serravalle presso il Comune di Fano (PU).

L'utilizzo di tale metodologia ha permesso di ricavare le velocità delle onde di taglio *S*, le quali sono state utilizzate per il calcolo del valore del parametro V_{s30} , necessario per la definizione della categoria di suolo di fondazione (Nuove NTC -D.M. 14 gennaio 2008 s.m.i.).

2. INDAGINE E STRUMENTAZIONE UTILIZZATA

Per la ricostruzione del modello geofisico del sito è stata eseguita un'indagine di sismica superficiale mediante il metodo di analisi spettrale delle onde di superficie (*Rayleigh*) con tecnica *MASW*.

2.1 Strumentazione utilizzata

L'attrezzatura e la strumentazione utilizzata è costituita da:

- un sistema di energizzazione per le onde *P*: la sorgente è costituita da una mazza del peso di 4 Kg battente verticalmente su piastra circolare in acciaio del diametro di 25 cm posta direttamente sul p.c.;
- un sistema di ricezione: costituito da 24 geofoni verticali monocomponente del tipo elettromagnetico a bobina mobile a massa sospesa (peso della massa 12.2 gr) con frequenza propria 4.5 Hz (*Masw*);
- sistema di acquisizione dati: Sismografo Geometrix ES-2401 con memoria dinamica a 12 bit composto da 12 dataloggers a 2 canali ciascuno per un totale di 24 canali, n° 2 cavi sismici telemetrici di 60 m ciascuno, il sistema è in grado di registrare su memoria il segnale proveniente da ciascun canale dal sistema di ricezione;
- un sistema di trigger: consiste in un circuito elettrico che viene chiuso nell'istante in cui la mazza colpisce la base di battuta (piastra metallica).

2.2 Indagine *MASW*: metodologia ed acquisizione

Il metodo *M.A.S.W.* (*Multichannel Analysis of Surface Waves*) è una tecnica di indagine non invasiva che permette di individuare il profilo di velocità delle onde di taglio V_s , sulla base della misura delle onde superficiali eseguita in corrispondenza di diversi sensori (geofoni nel caso specifico) posti sulla superficie del suolo.

Il contributo predominante alle onde superficiali è dato dalle onde di *Rayleigh*, che viaggiano con una velocità correlata alla rigidità della porzione di terreno interessata dalla propagazione delle onde. In un mezzo stratificato le onde di *Rayleigh* sono dispersive (fenomeno della dispersione geometrica), cioè onde con diverse lunghezze d'onda si propagano con diverse velocità di fase e velocità di gruppo (Achenbach, J.D., 1999, Aki, K. And

Richards, P.G., 1980) o detto in maniera equivalente la velocità di fase (o di gruppo) apparente delle onde di Rayleigh dipende dalla frequenza di propagazione.

La natura dispersiva delle onde superficiali è correlabile al fatto che onde ad alta frequenza con lunghezza d'onda corta si propagano negli strati più superficiali e quindi danno informazioni sulla parte più superficiale del suolo, invece onde a bassa frequenza si propagano negli strati più profondi e quindi interessano gli strati più profondi del suolo.

Il metodo di indagine MASW utilizzato è di tipo attivo in quanto le onde superficiali sono generate in un punto sulla superficie del suolo (tramite energizzazione con mazza battente parallelamente all'array) e misurate da uno stendimento lineare di sensori. Il metodo attivo generalmente consente di ottenere una velocità di fase (o curva di dispersione) sperimentale apparente nel range di frequenze compreso tra 2-100Hz, quindi fornisce informazioni sulla parte più superficiale del suolo, generalmente compresa tra i 10m ed i 50m, in funzione della rigidità del suolo e delle caratteristiche della sorgente e presenta una maggiore affidabilità per profondità di circa 20m. Il risultato finale del processo di elaborazione è il profilo verticale delle velocità delle onde S. I vantaggi della tecnica M.A.S.W. possono essere così riassunti:

- particolarmente indicata per terreni attenuanti ed ambienti rumorosi;
- è in grado di evidenziare inversioni di velocità nel profilo di velocità;
- buona risoluzione.

Schematicamente il processo di analisi è il seguente:

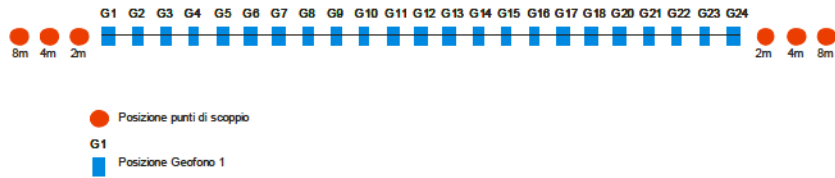
- Creazione dello spettro FK;
- Ricerca del miglior fitting fra la curva di dispersione sperimentale e la curva di dispersione teorica;
- Profilo di velocità delle onde s.

I limiti teorici del metodo MASW fanno riferimento ad un semispazio stratificato con strati paralleli e orizzontali ed omogenei, quindi una limitazione alla sua applicabilità potrebbe essere rappresentata sia dalla presenza di pendenze significative superiori a 20°. Nell'area indagata le condizioni sopra riportate sono quasi del tutto rispettate. Si rammenta in ogni caso che la valutazione delle velocità e degli spessori dei singoli strati viene effettuata con un margine di incertezza, insita proprio nei metodi geofisici, che si aggira generalmente attorno al 10-20 %.

La "copertura" dei tiri sulla base sismica è stata tale da consentire una corretta e dettagliata ricostruzione del campo di velocità locale fino alla profondità stabilita dall'indagine. L'elaborazione è stata eseguita tramite il software MASW (Roma, 2007). L'acquisizione è stata eseguita posizionando i 24 geofoni da 4.5 Hz, secondo la seguente configurazione spaziale e temporale:

Lunghezza stendimento ricevitori: 46 m; n. geofoni: 24; distanza intergeofonica: 2m

n. punti di energizzazione: 6; offset sorgenti: 2 m, 4m e 8m; durata acquisizione: 1024 ms e 2048ms; intervallo di campionamento: 0.5 ms 1 ms



Schema 1 : geometria di acquisizione ed ubicazione punti di energizzazione.

3. INTERPRETAZIONE E RISULTATI

Nome del file delle tracce	5802
Numero di ricevitori	24
Numero di campioni temporali.....	1024
Passo temporale di acquisizione	0,5ms
Numero di ricevitori usati per l'analisi.....	24
L'intervallo considerato per l'analisi comincia a	0ms
L'intervallo considerato per l'analisi termina a	1024ms
Offset.....	8m

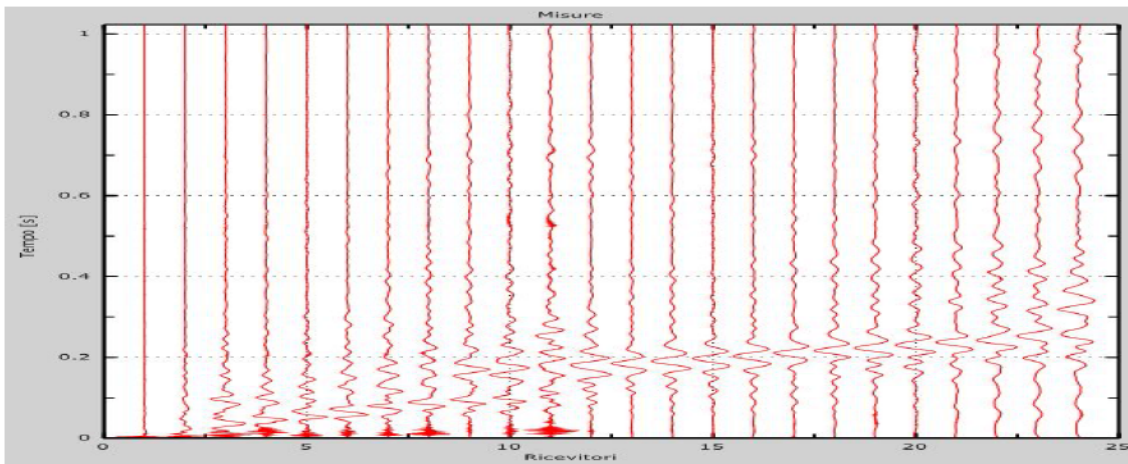


Figura 1:Tracce sperimentali

3.1 Risultati delle analisi

Frequenza finale.....	55Hz
Frequenza iniziale.....	02Hz

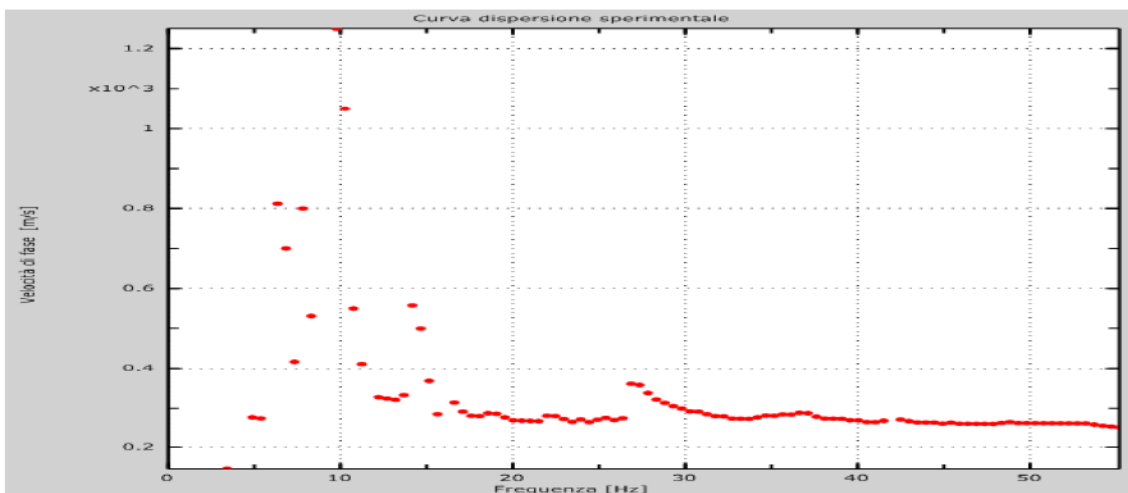


Figura 2:Curva dispersione sperimentale

3.2 Curva di dispersione

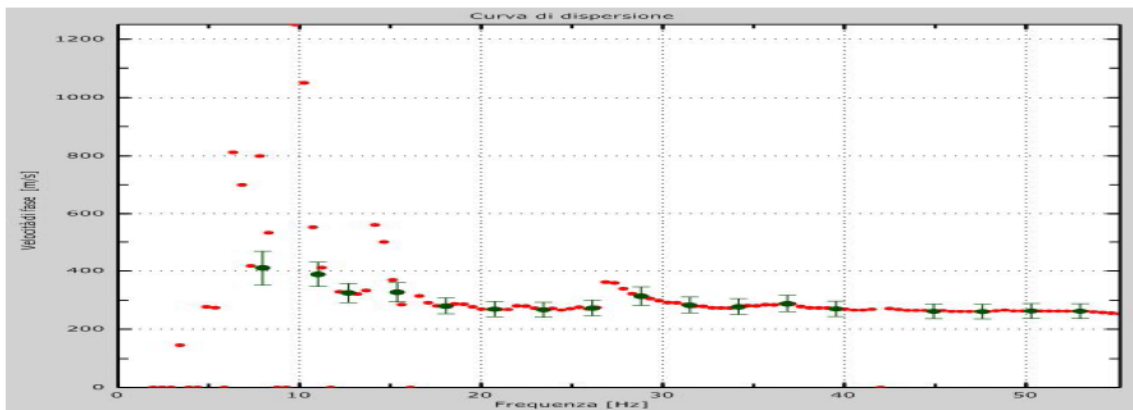


Figura 3: Curva di dispersione.

3.3 Profilo in sito

Numero di strati	6
Numero modi	5
Numero iterazioni	5
Errore tra curva e curva sperimentale [%].....	6

Strato 1

h [m]	2
z [m]	-2
Vp [m/s]	475.53
Vs min [m/s]	145.60
Vs max [m/s].....	582.40
Vs fin.[m/s]	291.20

Strato 2

h [m]	3
z [m]	-5
Vp [m/s]	513.38
Vs min [m/s]	157.19
Vs max [m/s].....	628.76
Vs fin.[m/s]	314.38

Strato 3

h [m]	3
z [m]	-8
Vp [m/s]	508.60
Vs min [m/s]	155.72
Vs max [m/s].....	622.90
Vs fin.[m/s]	311.45

Strato 4

h [m]	4
z [m]	-12
Vp [m/s]	589.69
Vs min [m/s]	180.56
Vs max [m/s].....	722.22
Vs fin.[m/s]	361.11

Strato 5

h [m].....	4
z [m].....	-16
Vp [m/s]	703.75
Vs min [m/s]	215.48
Vs max [m/s].....	861.92
Vs fin.[m/s]	430.96

Strato 6

h [m].....	14
z [m].....	- 00
Vp [m/s]	743.73
Vs min [m/s]	227.72
Vs max [m/s].....	910.87
Vs fin.[m/s]	455.44

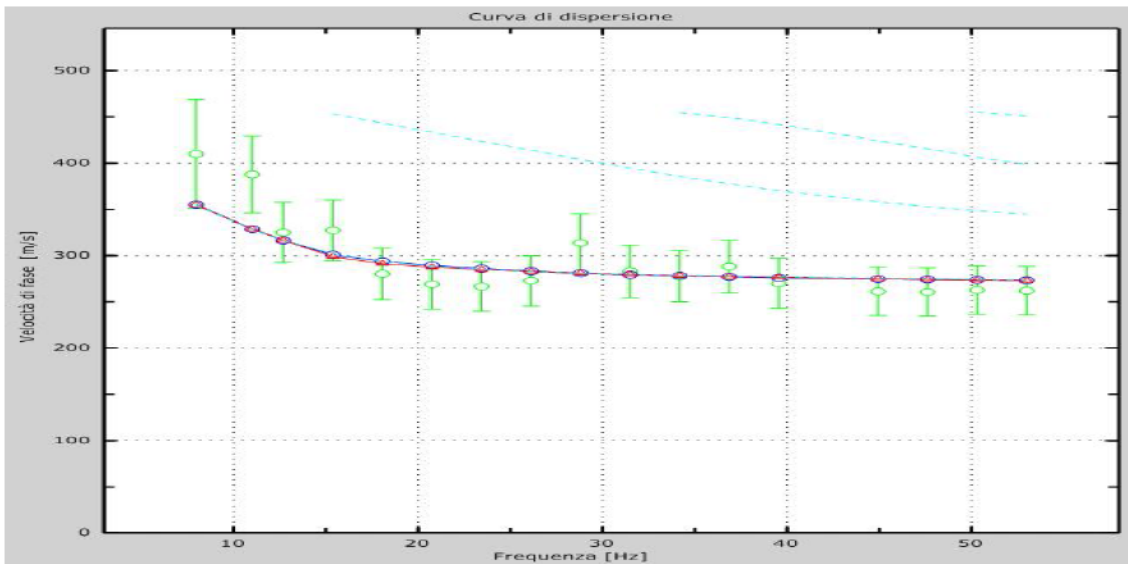


Figura 4: Velocità numeriche – punti sperimentali (verde), modi di Rayleigh (ciano), curva apparente(blu), curva numerica (rosso)

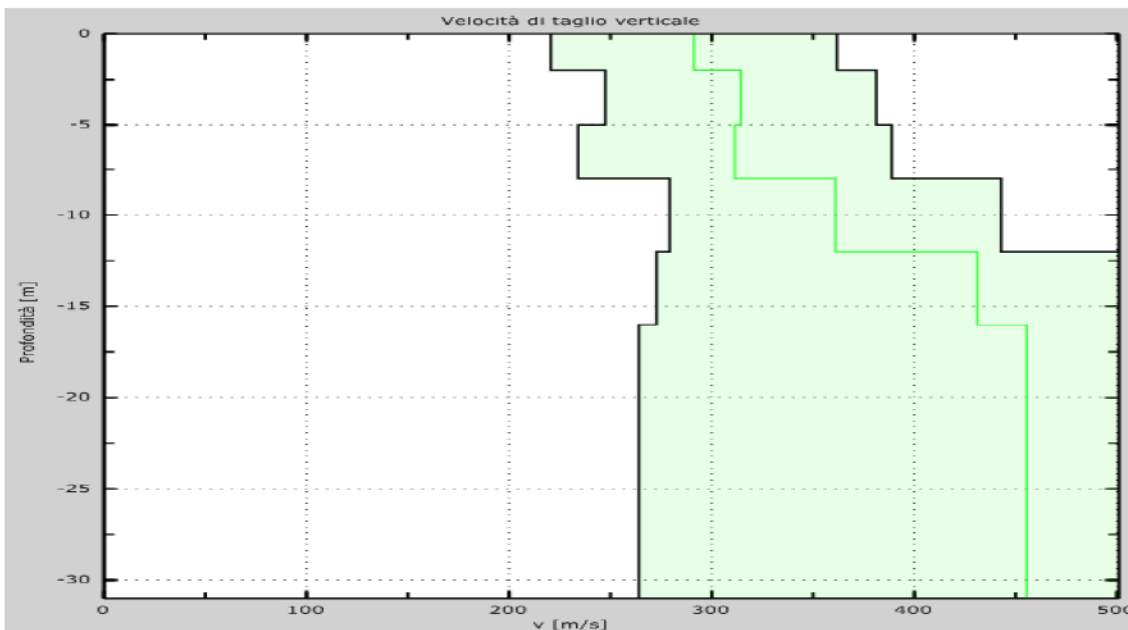


Figura 5: Velocità finali (Verde)

4. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Tale indagine, scaturita da un'analisi comparativa su tutte le soluzioni disponibili, ha permesso di calcolare la velocità in Vs compresa nei primi 30,00 metri di profondità:

$$V_{S30} = 388 \text{ m/sec.}$$

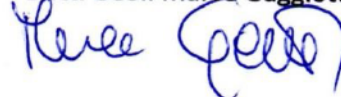
- valore del parametro Vs30 come previsto dalle Nuove NTC -D.M. 14 gennaio 2008 s.m.i..
- La velocità delle onde "Vs30" è stata calcolata dall'attuale piano campagna, non conoscendo la profondità esatta del piano di posa delle fondazioni.
- Per le fondazioni superficiali, tale profondità è riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali è riferita alla testa dei pali. Nel caso di opere di sostegno di terreni naturali, la profondità è riferita alla testa dell'opera.

CATEGORIA B: Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs,30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT,30 > 50 nei terreni a grana grossa e cu,30 > 250 kPa nei terreni a grana fina).

Monte San Vito, li 06 Maggio 2013

Firma

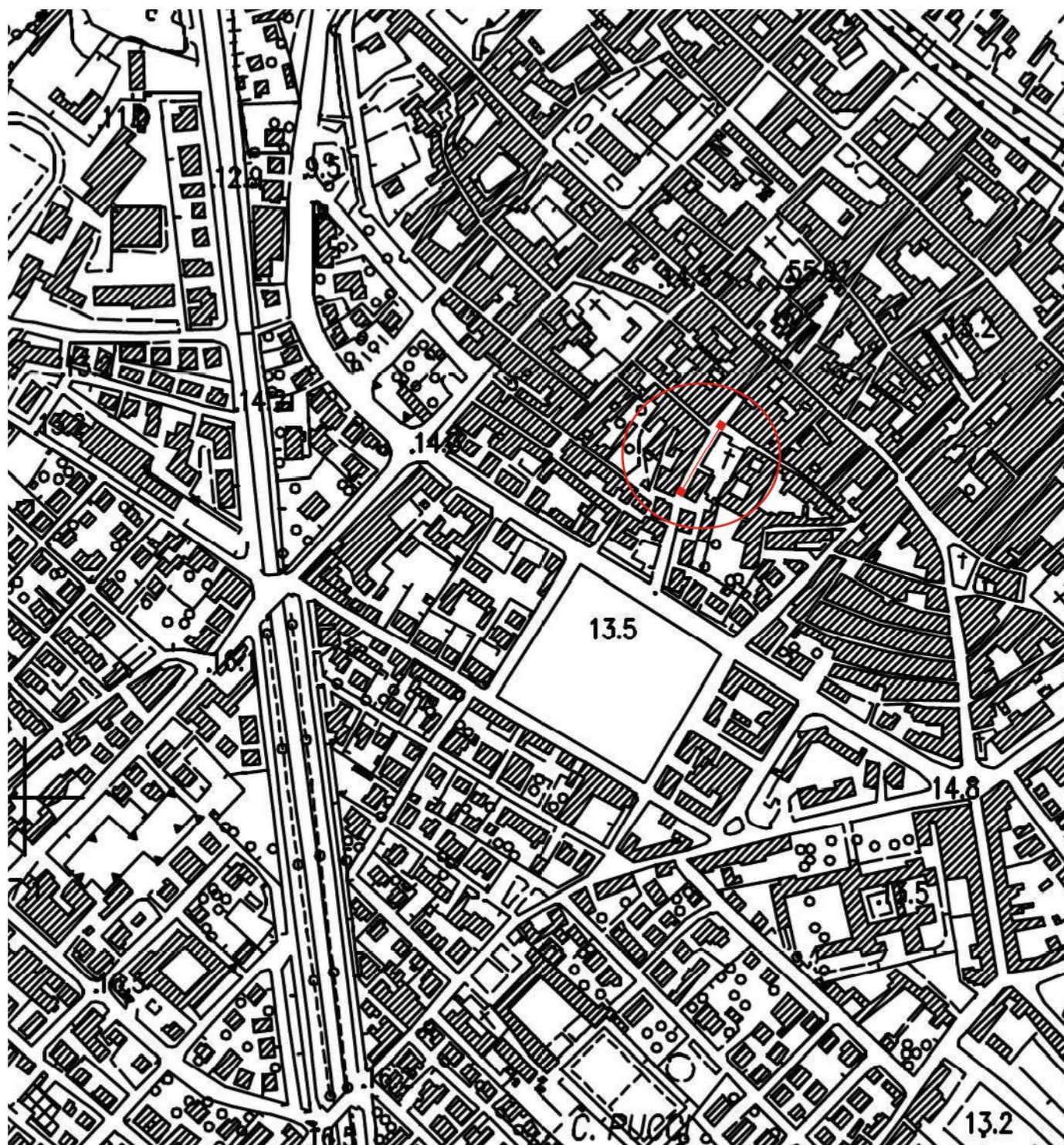
Dott. Geol. Marco Gaggiotti



UBICAZIONE INDAGINE GEOFISICA

Via da Serravalle - FANO (PU)

Stralcio Sezione n°269130 C.T.R. Regione Marche



Scala 1:5.000

Legenda:

----- Direzione stendimento MASW

○ Area di Indagine

TAVOLA 1