



COMUNE DI FANO
PROVINCIA DI PESARO E URBINO

COMUNE DI FANO (PU)

PROPRIETA': Baldrati Stefano, residente a Fano (PU), Via Paoletti, 47 (cod. fiscale BLDSFN60R28D488P).

PROGETTO: Piano di recupero di iniziativa privata in variante al Piano Particolareggiato del Centro Storico di un fabbricato sito in Fano (PU), Via Della Vica, 39.

MARCO BORGOGELLI INGEGNERE
Via Tevere, 1 – 61030 LUCREZIA (PU)
tel: 0721/899974 _ 333/4711796
e-mail: marcoborgogelli84@gmail.com

T-09

DATA 26.10.2016

RELAZIONE GEOLOGICA

CART: 5009

AGG.:

COMUNE DI FANO

PROVINCIA DI PESARO E URBINO

OGGETTO:	<i>PIANO DI RECUPERO IN VARIANTE AL PIANO PARTICOLAREGGIATO DEL CENTRO STORICO DI UN FABBRICATO DI CIVILE ABITAZIONE</i>
COMMITTENTE:	STEFANO BALDRATI C.F. BLDSFN60R28D488P
UBICAZIONE:	Via della Vica 39 - FANO (PU)
ELABORATO:	<i>RELAZIONE GEOLOGICA E SISMICA</i>
DATA:	Ottobre 2016
	 <i>DOTT. GEOL. LAURA PELONGHINI Via Alessandrini 3 - FANO (PU) tel. e fax 0721/1796562 cell 347/3212936 e-mail: laura.pelonghini@gmail.com C.F. PLN LRA 71H63 D488K P.IVA 01437530411</i>

INDICE

<i>1. P R E M E S S A.....</i>	<i>3</i>
<i>2. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO – GEOLOGICO - IDROGEOLOGICO</i>	<i>5</i>
<i>Topografia</i>	<i>5</i>
<i>Geomorfologia ed idrogeologia</i>	<i>6</i>
<i>Inquadramento geologico.....</i>	<i>7</i>
<i>Analisi del Piano di Assetto Idrogeologico</i>	<i>7</i>
<i>3. RICOSTRUZIONE DEL MODELLO STRATIGRAFICO</i>	<i>10</i>
<i>Tipologia delle indagini.....</i>	<i>10</i>
<i>4. CONSIDERAZIONI SULLA FATTIBILITA' DEL PROGETTO.....</i>	<i>16</i>
<i>Azione sismica.....</i>	<i>16</i>
<i>Verifica del potenziale di liquefazione</i>	<i>20</i>
<i>5. ELEMENTI DI SINTESI PER LA PROGETTAZIONE.....</i>	<i>22</i>
<i>Pericolosità sismica.....</i>	<i>23</i>
<i>6. CONCLUSIONI.....</i>	<i>24</i>

1. PREMESSA

Su incarico del sig. Stefano Baldrati, in conformità alle normative tecniche dettate dal D.M. 14/01/2008, è stata redatta una relazione geologica e sismica relativa al piano di recupero in variante al piano particolareggiato del centro storico di un fabbricato di civile abitazione sito a Fano in via della Vica, 39.

La normativa di riferimento è, sinteticamente, la seguente:

- OPCM n. 3274 del 20/03/2003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione del territorio nazionale e normative tecniche per le costruzioni in zona sismica"
- OPCM n. 3519 del 28/04/2006 "Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone"
- D.M. 14/01/2008 – Testo unitario "Norme tecniche per le costruzioni in zona sismica"
- Circolare n. 617 del 02/02/2009 "Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14/01/2008"
- Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici-Pericolosità sismica e Criteri generali per la classificazione del territorio nazionale;
- Ordinanze Autorità di Bacino nazionale, regionale o interregionale

Lo scopo della presente relazione è quello di fornire un adeguato modello geologico del sito e valutare la stratigrafia dei terreni presenti ricostruendo il loro andamento tramite metodologie proprie del rilievo diretto in campagna ed indagini geognostiche.

L'area in studio appartiene ad una schiera di fabbricati con ridottissimi spazi di accesso che hanno reso impossibile per problematiche tecnico operative l'accesso a macchine operatrici per indagini geognostiche sia per la larghezza delle aperture che per le altezze disponibili all'interno del sito.

Alla luce di quanto sopra e secondo quanto stabilito dalla vigente normativa sulle costruzioni e più precisamente al capitolo 6 paragrafo 6.2.2 del D.M.14/01/08 NTC *"Nel caso di costruzioni o di interventi di modesta rilevanza, che ricadano in zone ben conosciute dal punto di vista geotecnico, la progettazione può essere basata sull'esperienza e sulle conoscenze disponibili, ferma restando la piena responsabilità del progettista su ipotesi e scelte progettuali"*, si è fatto affidamento pertanto a n. 2 indagini penetrometriche DPSH eseguite a poca distanza dal fabbricato in oggetto correlate con informazioni stratigrafiche reperite presso colleghi.

Vista la sostanziale uniformità della situazione stratigrafica del centro storico della città di Fano (riempimenti e cavità sovrastanti i depositi alluvionali) si è ritenuto di poter fare riferimento ad indagini sismiche, dirette dalla sottoscritta, eseguite in aree limitrofe a quella in oggetto.

L'ubicazione delle indagini stratigrafiche e sismiche verrà indicata in una planimetria presente nel proseguo della relazione.

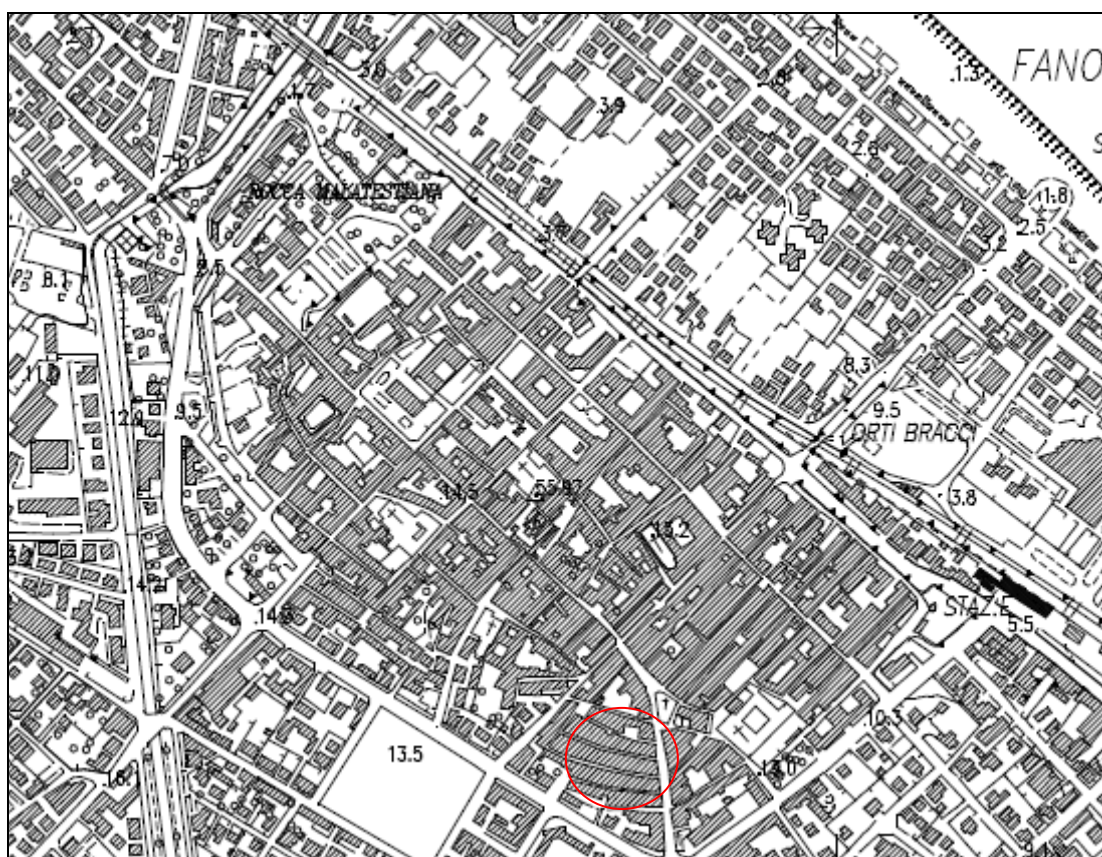


Particolare del sito

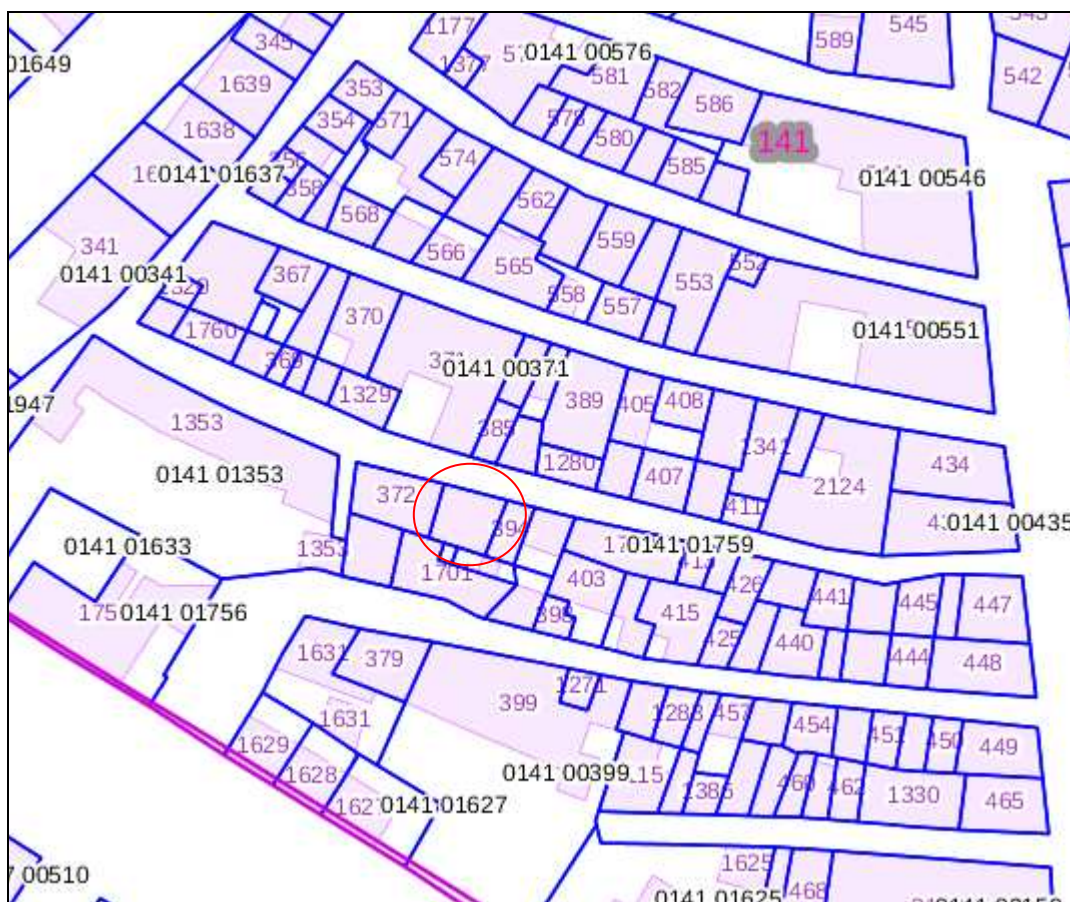
2. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO – GEOLOGICO - IDROGEOLOGICO

Topografia

L'area in oggetto risulta ubicata nel centro abitato di Fano, ad una quota topografica di 14 mt. circa s.l.m.m., come rappresentato nella allegata corografia ortofotogrammetrica, a scala 1 :10.000, REGIONE MARCHE, sez. n° 269130 "Fano" e nello stralcio aerofotogrammetrico del Comune di Fano foglio n. 15 riprodotto allegato di seguito.



Carta Tecnica Regionale – sez. 269130 "Fano"



Stralcio catastale Comune di Fano foglio n. 141

Geomorfologia ed idrogeologia

Sotto il profilo geomorfologico, la zona in studio è posizionata su un'area pianeggiante appartenente ai terrazzi alluvionali frutto della deposizione del Fiume Metauro.

L'intensa urbanizzazione, presente da diversi secoli, ha cancellato tracce di elementi morfologici così come l'idrografia superficiale risulta completamente assente essendo presente infatti una ricca rete di canalizzazioni superficiali artificiali.

Per quanto concerne l'idrogeologia la falda è stimata a quote prossime a -10 m dal piano strada in oggetto, come risulta dall'esame di stratigrafie di pozzi ubicati in aree limitrofe.

L'area interessata dal progetto si trova sul margine sud-occidentale del centro storico, in una zona completamente urbanizzata, e presenta un andamento morfologico pianeggiante riconducibile ad un lembo di terrazzo alluvionale del III ordine del fiume Metauro.

In relazione a tale andamento morfologico locale ed all'assenza, nelle vicinanze, di terreni con significativi valori di acclività, l'area interessata dai lavori presenta sicuri caratteri di stabilità

Inquadramento geologico

Geologicamente l'area in oggetto è collocata sui depositi terrazzati ghiaiosi e talora parzialmente sabbiosi, gerarchicamente classificati di III ordine del Fiume Metauro. I depositi che costituiscono i corpi dei terrazzi sono per lo più alluvioni di natura ghiaiosa. In certi casi la litologia prevalente può essere sabbiosa o sabbioso-limoso-argillosa: questo solitamente avviene in certi terrazzi di tributari minori i cui bacini di drenaggio sono costituiti da terreni prevalentemente argilloso-marnoso-sabbiosi. In ogni caso intercalazioni fini, pur rimanendo quantitativamente subordinate, si associano quasi ovunque alle ghiaie alluvionali e caratterizzano molto spesso la sommità dei terrazzi o, in certi luoghi, gli intervalli basali.

In questa zona le alluvioni terrazzate si presentano con discreti spessori trattandosi di depositi alluvionali della parte terminale delle due aste fluviali, dove i corsi d'acqua allargano la loro valle, perdono velocità idrodinamica e diminuiscono la capacità di trasporto solido provocando così una forte deposizione di sedimenti e sono interdigitate con i depositi marini.

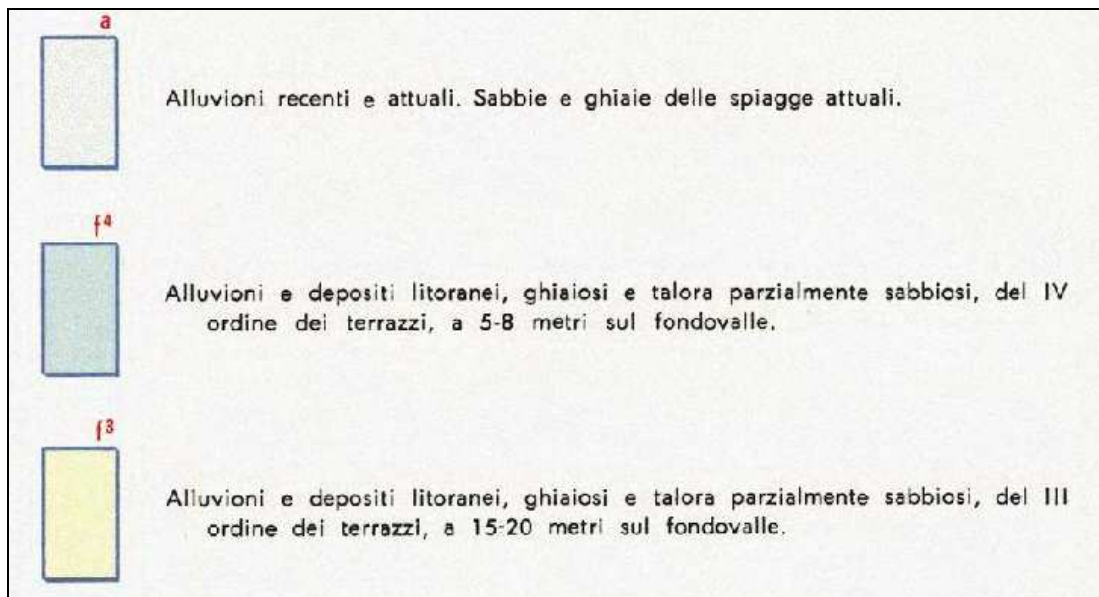
Al di sotto delle coperture alluvionali si trova il substrato geologico ascrivibile alla formazione del Pliocene medio. La Formazione del Pliocene inferiore è costituita da argille marnose azzurre con sabbie ed arenarie talora debolmente cementate.

L'area in oggetto è collocata nel centro storico dove varie età storiche si sono succedute con sovrapposizione di edifici e rimaneggiamento costante dei terreni in posto che si sono sovrapposti alla litologia originaria. Sono presenti pertanto coperture di terreni fini con pietrame, materiale di riporto vario e terreno granulare per uno spessore di circa 8,0 m dal piano strada.

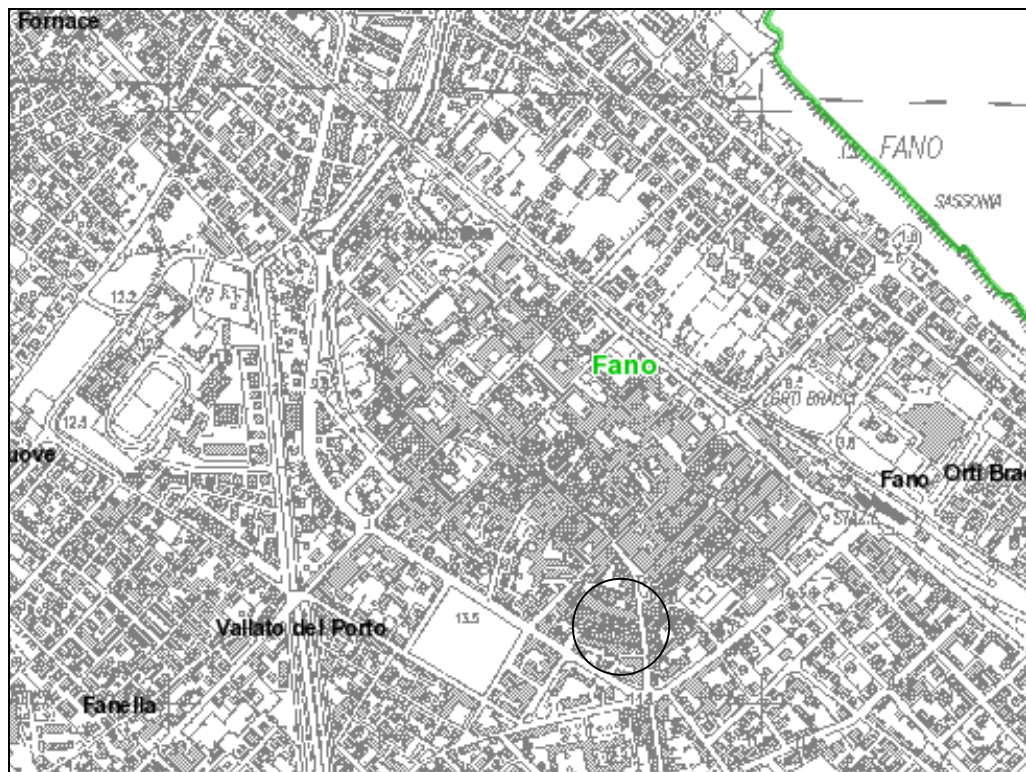
Analisi del Piano di Assetto Idrogeologico

Il Piano di Assetto Idrogeologico della Regione Marche non individua nell'area in oggetto dissesti in atto o potenziali né aree esondabili.

CARTA GEOLOGICA



STRALCIO PAI



3. RICOSTRUZIONE DEL MODELLO STRATIGRAFICO

Tipologia delle indagini

La ricostruzione della situazione stratigrafica è stata resa possibile, oltre che da un rilievo geologico di superficie, dall'esame di due indagini geognostiche realizzate a poca distanza dal fabbricato in oggetto. Le indagini sopra indicate sono state eseguite con sonda penetrometrica Pagani TG63 200KN. Le caratteristiche strumentali della sonda utilizzata sono di seguito elencate :

- *peso del maglio = 63.5 kg*
- *altezza di caduta = 75 cm.*
- *peso asta = 6.3 kg/ml.*
- *angolo punta conica = 90°*
- *sezione della punta = 20 cmq.*
- *avanzamento = 20 cm.*

L'ubicazione delle indagini viene indicata nella figura seguente.



● DPSH1 ● DPSH2 ○ Area in studio

PROVA PENETROMETRICA DPSH1

- da 0.0 mt. a 1.6 mt.** Terreno superficiale di copertura rimaneggiato e di riporto per nulla addensato.
- da 1.6 mt. a 2.6 mt.** Litologia sabbiosa con ghiaia fine con valori di addensamento e granulometria costanti lungo la verticale indagata.
- da 2.6 mt. a 4.6 mt.** Ghiaia a granulometria eterogenea in matrice sabbiosa.

PROVA ... Nr.1

Strumento utilizzato... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)
 Prova eseguita in data 20/01/2015
 Profondità prova 4,60 mt
 Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

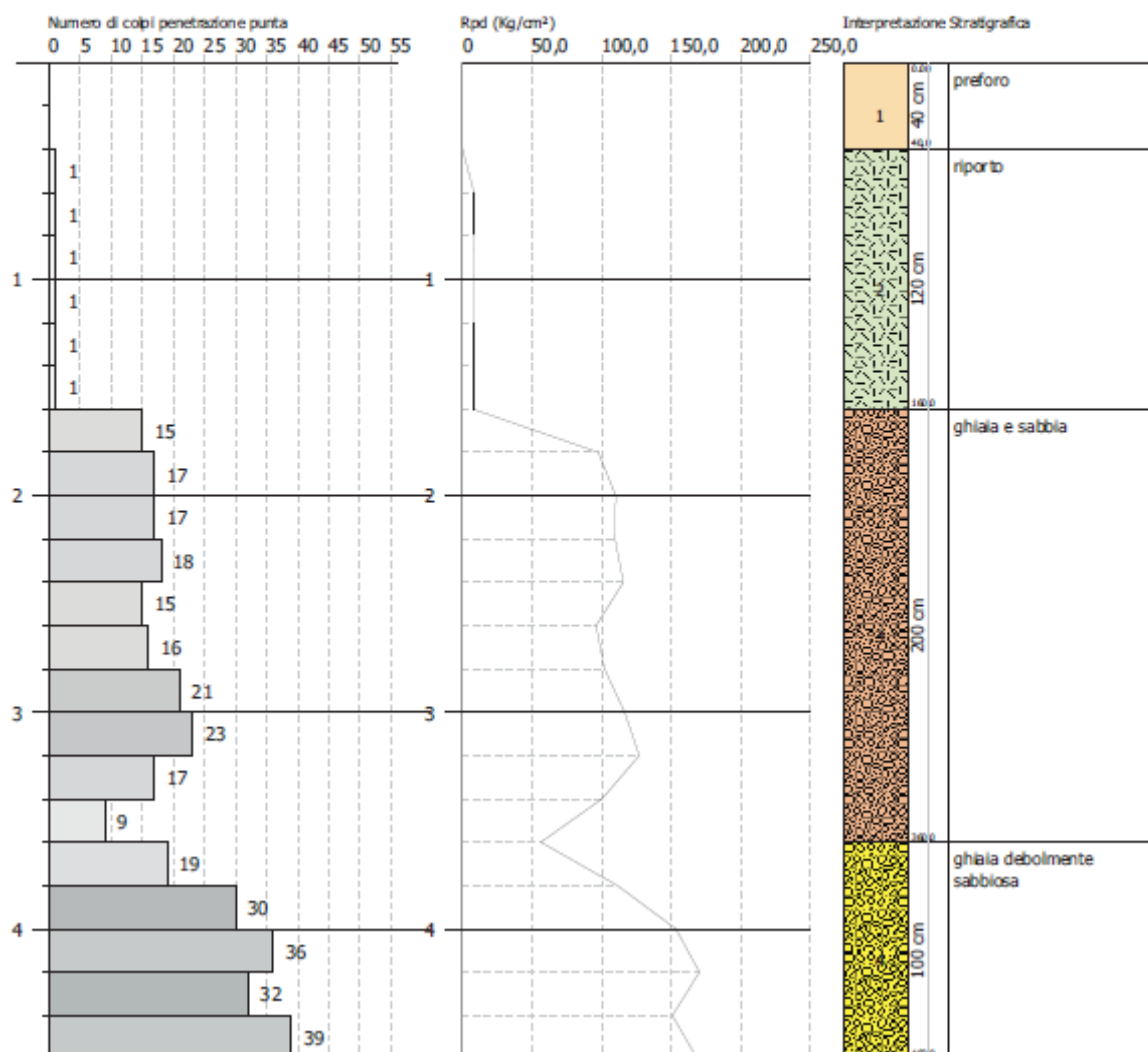
Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm²)	Res. dinamica (Kg/cm²)	Pres. ammissibile con riduzione Heminier - Olandesi (Kg/cm²)	Pres. ammissibile Heminier - Olandesi (Kg/cm²)
0,20	0	0,855	0,00	0,00	0,00	0,00
0,40	0	0,851	0,00	0,00	0,00	0,00
0,60	1	0,847	8,23	9,72	0,41	0,49
0,80	1	0,843	8,20	9,72	0,41	0,49
1,00	1	0,840	7,55	8,99	0,38	0,45
1,20	1	0,836	7,52	8,99	0,38	0,45
1,40	1	0,833	7,49	8,99	0,37	0,45
1,60	1	0,830	7,46	8,99	0,37	0,45
1,80	15	0,776	104,69	134,85	5,23	6,74
2,00	17	0,773	109,93	142,18	5,50	7,11
2,20	17	0,770	109,49	142,18	5,47	7,11
2,40	18	0,767	115,49	150,54	5,77	7,53
2,60	15	0,764	95,87	125,45	4,79	6,27
2,80	16	0,761	101,89	133,81	5,09	6,69
3,00	21	0,709	116,36	164,19	5,82	8,21
3,20	23	0,706	126,96	179,83	6,35	8,99
3,40	17	0,753	100,14	132,91	5,01	6,65
3,60	9	0,801	56,35	70,37	2,82	3,52
3,80	19	0,748	111,18	148,55	5,56	7,43
4,00	30	0,696	153,27	220,21	7,66	11,01
4,20	36	0,644	170,10	264,25	8,50	13,21
4,40	32	0,641	150,67	234,89	7,53	11,74
4,60	39	0,589	168,68	286,27	8,43	14,31

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA N° 1
Strumento utilizzato... DPSH (Dynamic Probing Super Heavy)

Committente: Geol. Laura Pelonghini
Cantiere: Via Bovolto
Località: Fano (PU)

Data: 20/01/2015

Scala 1:30



PROVA PENETROMETRICA DPSH2

da 0.0 mt. a 3.0 mt. Terreno superficiale di copertura rimaneggiato e di riporto per nulla addensato.

da 3.0 mt. a 4.8 mt. Ghiaia a granulometria eterogenea in abbondante matrice sabbiosa.

PROVA ... Nr.2

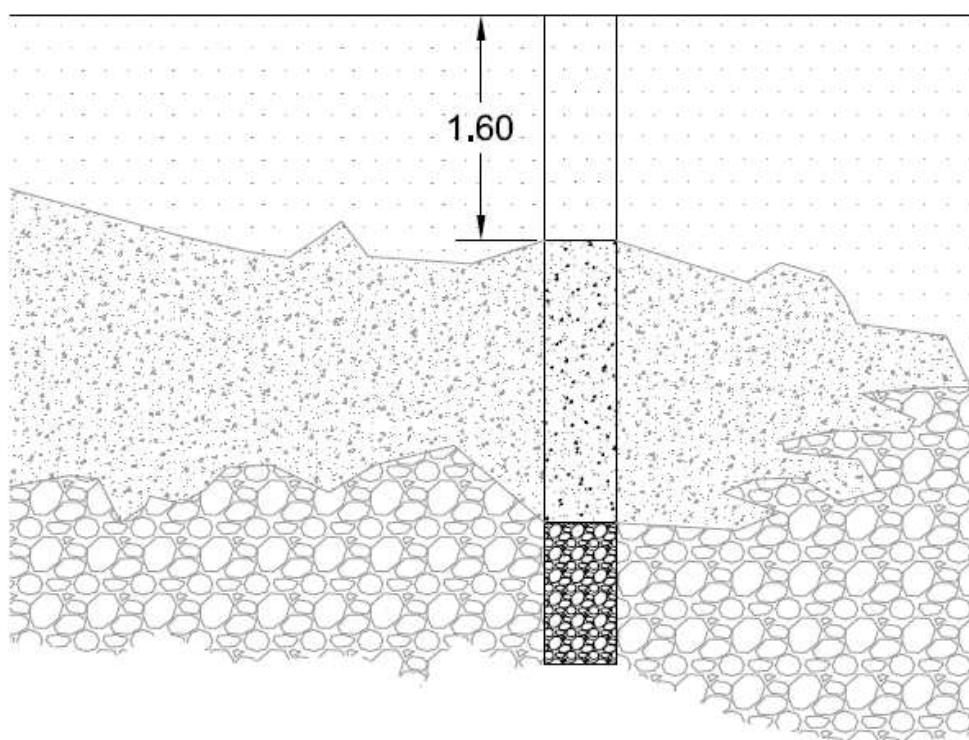
Strumento utilizzato... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)
Prova eseguita in data 20/01/2015
Profondità prova 4,80 mt
Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm²)	Res. dinamica (Kg/cm²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm²)
0,20	1	0,855	8,31	9,72	0,42	0,49
0,40	1	0,851	8,27	9,72	0,41	0,49
0,60	2	0,847	16,46	19,44	0,82	0,97
0,80	1	0,843	8,20	9,72	0,41	0,49
1,00	1	0,840	7,55	8,99	0,38	0,45
1,20	1	0,836	7,52	8,99	0,38	0,45
1,40	1	0,833	7,49	8,99	0,37	0,45
1,60	1	0,830	7,46	8,99	0,37	0,45
1,80	1	0,826	7,43	8,99	0,37	0,45
2,00	1	0,823	6,88	8,36	0,34	0,42
2,20	1	0,820	6,86	8,36	0,34	0,42
2,40	1	0,817	6,83	8,36	0,34	0,42
2,60	1	0,814	6,81	8,36	0,34	0,42
2,80	2	0,811	13,57	16,73	0,68	0,84
3,00	4	0,809	25,29	31,27	1,26	1,56
3,20	11	0,806	69,32	86,00	3,47	4,30
3,40	21	0,703	115,49	164,19	5,77	8,21
3,60	27	0,701	147,95	211,10	7,40	10,55
3,80	35	0,648	177,44	273,65	8,87	13,68
4,00	26	0,696	132,83	190,85	6,64	9,54
4,20	17	0,744	92,80	124,78	4,64	6,24
4,40	20	0,741	108,85	146,81	5,44	7,34
4,60	22	0,689	111,30	161,49	5,57	8,07
4,80	27	0,687	136,17	198,19	6,81	9,91

SEZIONE STRATIGRAFICA INTERPRETATIVA

DPSH1



terreno rimaneggiato e di riporto



sabbia e ghiaia fine



ghiaia in matrice sabbiosa

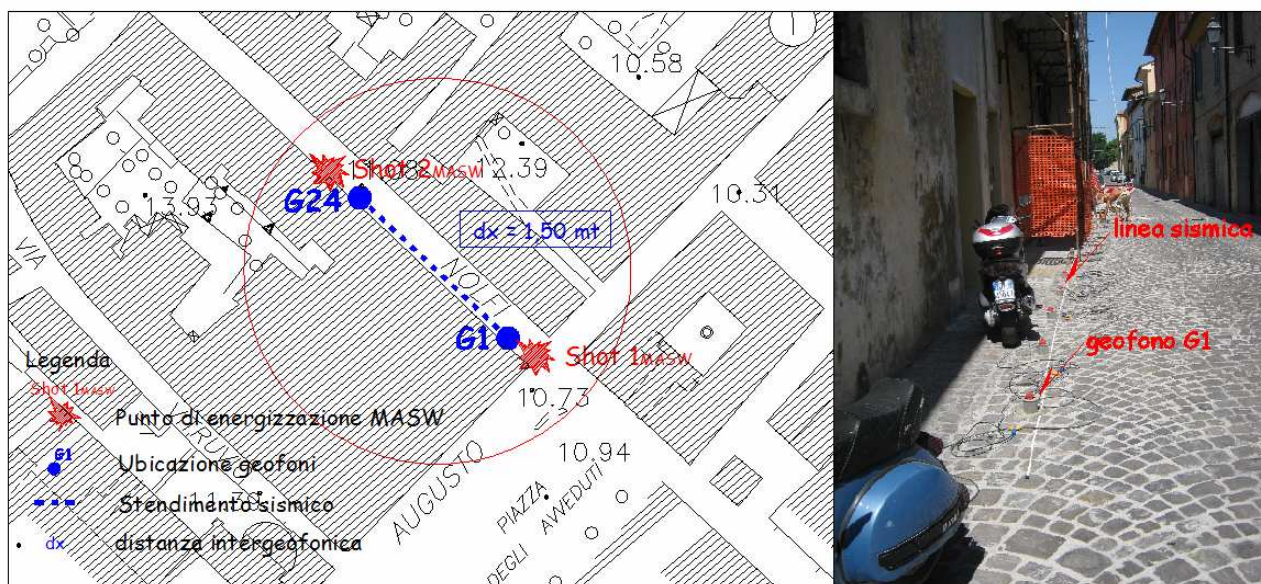
4. CONSIDERAZIONI SULLA FATTIBILITA' DEL PROGETTO

Azione sismica

Per la determinazione dei parametri sismici, per la caratterizzazione del sottosuolo e la determinazione delle coltri di copertura si è fatto riferimento ad una indagine di tipo MASW, eseguita in collaborazione della ditta Servizi Sismici di Sassoferrato, ubicata in area limitrofa.

La classificazione di tale prova trova conferma con i risultati di prove di tipo HVSr reperite sul sito web del comune di Fano (Piano di recupero in variante al piano particolareggiato del centro storico di fabbricato sito in via Garibaldi n. 115-117 – Dott. Geol. Rossano Rocchetti).

Di seguito si descrive la prova MASW eseguita per conto della sottoscritta.



L'indagine sismica di tipo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) si basa sulla propagazione delle onde di superficie rayleigh. Si utilizza uno stendimento lineare di geofoni ed il terreno viene energizzato attivamente attraverso una massa battente.

Le caratteristiche degli strumenti utilizzati, la metodologia e l'acquisizione dei dati sono riportati in maniera esaustiva nel rapporto di indagine allegato alla presente relazione di cui fa parte integrante.

L'interpretazione geofisica individua il modello geofisico dell'area distinguendo le unità geofisiche, a cui si associano intervalli di valore di V_p e V_s e dei relativi parametri elastici.

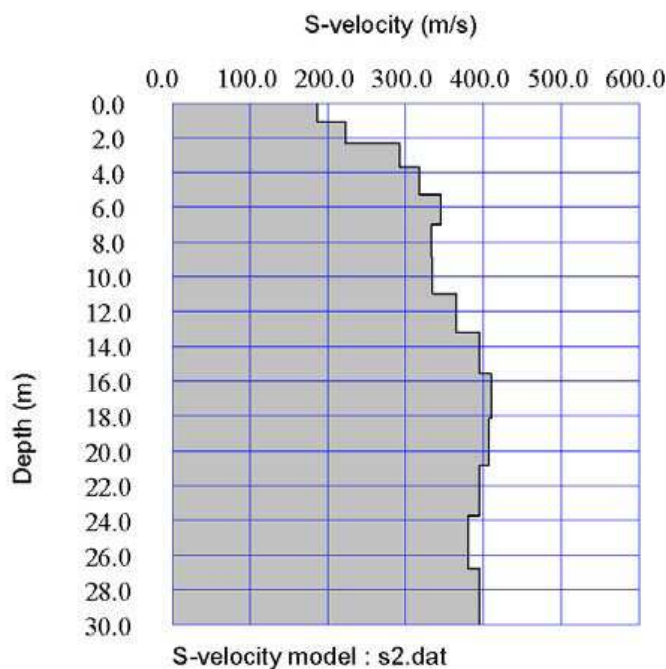
La velocità delle onde di massa dipende dai parametri elastici dei mezzi attraversati che sono a loro volta influenzati da numerosi fattori quali la compattezza o il grado di litificazione, la porosità, la tessitura, il grado di alterazione e/o fratturazione, la composizione mineralogica, il contenuto di fluidi, ecc.. Una corretta determinazione della velocità delle onde di massa (V_p e V_s) consente quindi di ricavare i moduli elastici dinamici che caratterizzano il mezzo in cui si propaga la perturbazione ed ottenere informazioni circa la sua natura e il tipo di risposta alle sollecitazioni dinamiche.

I risultati forniti dall'indagine sismica MASW effettuata permettono di caratterizzare al meglio l'area d'indagine. Gli stessi definiscono la categoria di suolo del sito, in base ai valori di V_{s30} calcolati a partire dal p.c. fino a 30 m di profondità. Ai fini della definizione della azione sismica di progetto, ai sensi del TU sulle Costruzioni D.M. 14/01/2008 (paragrafo 3.2.2 Categorie di sottosuolo), deve essere valutata l'influenza delle condizioni litologiche e morfologiche locali sulle caratteristiche del moto del suolo in superficie.

La prova ha permesso di evidenziare la mancanza di inversioni di velocità nel sottosuolo ed assenza di valori inferiori a 100 m/s. Per tutti i dettagli tecnici della prova si rimanda alla relazione geofisica allegata a fine elaborato di cui fa parte integrante.

Il profilo verticale delle onde di taglio e il valore V_{s30} necessario per la classificazione dei terreni di fondazione dell'area di interesse nelle categorie di suolo descritte al paragrafo 3.2.2 delle N.T.C. 2008 sono riassunti nella tabella di seguito riportata.

Profondità (mt)	h_i (mt)	V_i (m/s)	h_i/V_i	V_{s30} (m/s)
0.00 ÷ 1.07	1,07	186	0,0057	$V_{s30} = 347$ m/s Categoria di sottosuolo "C"
1.07 ÷ 2.31	1,24	224	0,0055	
2.31 ÷ 3.71	1,40	292	0,0048	
3.71 ÷ 5.27	1,57	318	0,0049	
5.27 ÷ 7.01	1,73	345	0,0050	
7.01 ÷ 8.90	1,90	334	0,0057	
8.90 ÷ 10.96	2,06	335	0,0062	
10.96 ÷ 13.19	2,23	365	0,0061	
13.19 ÷ 15.58	2,39	395	0,0060	
15.58 ÷ 18.13	2,55	410	0,0062	
18.13 ÷ 20.85	2,72	407	0,0067	
20.85 ÷ 23.74	2,88	396	0,0073	
23.74 ÷ 26.79	3,05	380	0,0080	
26.79 ÷ 30.00	3,21	394	0,0082	
$\Sigma h_i/V_i = 0,0864$				



Dall'esame dell'andamento delle velocità si può notare una certa uniformità nelle risposte dei terreni ciò a conferma di una discreta omogeneità litologica (ghiaie e sabbie) al di sotto del terreno di riporto qui valutabile in 5,0 m.

Tabella 3.2.II – Categorie di sottosuolo

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

L'area analizzata può essere inclusa nella CATEGORIA C.

Ai fini della valutazione dell'azione sismica le NTC introducono parametri che riguardano l'amplificazione sismica e considerano due parametri variabili in funzione della categoria di terreno come riportato nella tabella sottostante.

Tabella 3.2.V – Espressioni di S_s e di C_c

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

Per quanto concerne eventuali influenze dell'assetto topografico sull'azione sismica le NTC distinguono le categorie sotto riportate.

Tabella 3.2.IV – Categorie topografiche

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

La zona esaminata appartiene ad una **CATEGORIA TOPOGRAFICA T1**.

Per tener conto delle condizioni topografiche Le NTC forniscono valori variabili del coefficiente S_T come riportato nella tabella sottostante.

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

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

Per la zona indagata **S_T RISULTA PARI A 1,0**.

Le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla pericolosità sismica di base dl sito.

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

nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $S_e(T)$, con riferimento a prefissate possibilità di eccedenza PVR. Le forme spettrali sono definite per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento, a partire dai valori dei seguenti parametri:

Valori dei parametri a_g , F_0 , T_C per i periodi di ritorno T_R di riferimento (Elaborazioni effettuate con "Spettri NTC ver.1.0.2" – Consigli Superiore dei Lavori Pubblici)

T_R [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T_C [s]
30	0,046	2,430	0,276
50	0,060	2,583	0,276
72	0,075	2,482	0,282
101	0,092	2,439	0,282
140	0,107	2,466	0,284
201	0,127	2,443	0,286
475	0,181	2,470	0,296
975	0,236	2,510	0,309
2475	0,330	2,498	0,320

Verifica del potenziale di liquefazione

Ai sensi del D.M. 14/01/2008 si vuole prendere in analisi il problema della liquefazione dei terreni. Secondo la definizione data nell'Eurocodice 8, la liquefazione denota una diminuzione di resistenza a taglio e/o di rigidezza causata dall'aumento di pressione interstiziale in un terreno saturo non coesivo durante lo scuotimento sismico, tale da generare deformazioni permanenti significative o persino all'annullamento degli sforzi efficaci nel terreno. Essa dipende essenzialmente dal grado di addensamento, dalla granulometria e dalla profondità della falda (che deve essere prossima al piano campagna).

Secondo quanto stabilito dalle NTC 2008 la verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

1. eventi sismici attesi di magnitudo M inferiore a 5;
2. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;
3. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
4. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N1)_{60} > 30$ oppure $qc1N > 180$ ($(N1)_{60}$ è il

valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;

5. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Figura 7.11.1(a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ ed in Figura 7.11.1(b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$.

Ai sensi del capitolo 7 paragrafo 7.11.3.4.2 del D.M. 14/01/2008 non può venire esclusa la possibilità di liquefazione in quanto non ricorre nessuno dei casi previsti. Si è pertanto provveduto a verificare l'eventualità di liquefazione con la metodologia di il metodo qualitativo di metodo Seed e Idriss, 1982, che considera il valore dei dati penetrometrici N_{SPT} . I valori sono stati dedotti dalla prova DPSH1 alla profondità di 2,0 m; si ottiene un coefficiente di sicurezza superiore al valore limite, pertanto si ritiene di poter escludere il fenomeno di liquefazione dei terreni al di sotto del piano fondale.

VALUTAZIONE DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE					
(da prove dinamiche SPT)					
Metodo semplificato					
Metodo di Seed e Idriss (1982)					
PARAMETRI:					
γ	=	2.2	g/cm ³		
σ_{vo}	=	0.44	kg/cm ²		
σ_{vo}'	=	1.34	kg/cm ²		
profondità dello strato	=	200	cm		
N_{SPT}	=	25			
profondità falda	=	1100	cm		
γ_{H_2O}	=	1	g/cm ³		
Pressione neutra	=	-0.900	kg/cm ²		
z	=	2	m		
				$R =$ Resistenza al taglio mobilitata $T =$ Sforzo di taglio indotto dal sisma $d_{50} =$ Diametro della curva granulometrica corrispondente al passante al 50%	
FORMULE:				RISULTATI:	
Na	=	$(N_{SPT} * (1,7 / (\sigma_{vo}' + 0,7))) + N_r$		=	20.83333333
$N_r =$ 0					
R	=	Na/90		=	0.231481481
T	=	$0,65 * ((a_{max}/g)^2 * (\sigma_{vo}' / \sigma_{vo})) * r_d$		=	0.051757463
$a_{max}/g =$ 0.25					
$r_d =$ 0.97					
1.3	≤	Fs=R/T Sabbie sature		=	4.472427153
				Verificato Fs	
"Software Freeware distribuito da geologi.it" Studio Geologico Dott. Sebastiano Giovanni Monaco Via Torrente Trapani n. 13 - MESSINA (ME) - 98121 - E mail: sebastiano.monaco@inwind.it - Tel: 3394103820					

5. ELEMENTI DI SINTESI PER LA PROGETTAZIONE

Le informazioni contenute nel seguente paragrafo costituiscono una guida per la stesura della relazione geotecnica vera e propria che dovrà essere redatta a corredo del progetto strutturale.

Con la normativa del D.M.14/01/2008 l'analisi del sistema terreno struttura viene trattato con metodi semiprobabilistici e compare il concetto di coefficienti di sicurezza parziali, la procedura da adottare per calcolare la capacità portante del terreno dovrà essere la seguente:

1. ipotizzando che sollecitazioni applicate e portanza siano fra loro indipendenti, si determinano i valori caratteristici dei parametri della resistenza al taglio del terreno, coesione e angolo di attrito interno; per **valore caratteristico** s'intende quel valore al quale è associata una prefissata probabilità di non superamento;
2. per tenere conto di eventuali altre cause d'indeterminazione, si applicano ai valori caratteristici dei coefficienti di sicurezza parziali in funzione dello stato limite considerato;
3. s'introducono i valori così ridotti nella formula di calcolo della portanza ricavando la portanza della fondazione;
4. il valore di portanza ottenuto dovrà essere confrontato con il valore del carico di progetto.

La parametrizzazione geomeccanica, dei litotipi rilevati è stata elaborata sulla base dei dati ottenuti dalle indagini introspettive considerate per il sito, comparate con dati relativi a prove di laboratorio effettuate su litologie simili.

La definizione del quadro geologico stratigrafico permette una ricostruzione del modello geotecnico. Si è ritenuto di adottare il modello geologico semplificato come modello geotecnico del sito:

- A) Terreni fortemente rimaneggiati e di riporto passanti a sabbie con elementi ghiaiosi fini.
- B) Ghiaie e sabbie di deposito alluvionale

Data la natura rimaneggiata e di riporto ed il basso grado di addensamento si forniranno dei parametri che si ritengono validi per la porzione di litotipo più sabbiosa.

Si propongono pertanto come parametri caratteristici valori ricavati dai risultati delle prove penetrometriche precedentemente descritte.

STRATO A

γ_{nom} (peso di volume)

valore nominale 1.5-1.7 t/mc

Φ_{nom} (angolo d'attrito)

valore nominale 20°-23°

STRATO B

γ_{nom} (peso di volume)

valore nominale 2,0-2,1 t/mc

valore medio 1,70 t/mc

valore caratteristico 1,29 t/mc

Φ_{nom} (angolo d'attrito)

valore nominale 28°-36°

valore medio 30,58°

valore caratteristico 18.78°

Pericolosità sismica

Nella figura seguente viene riportata la carta delle pericolosità sismiche dell'area riferita all'intera area d'intervento. Risulta evidente come siano assenti pericolosità sismiche. Lo studio effettuato ha confermato tale previsione urbanistica escludendo anche pericolosità geologiche.

Stralcio cartografia di PRG del Comune di Fano



6. CONCLUSIONI

Per la redazione del progetto descritto in premessa è stata redatta la presente relazione geologica e sismica.

Dall'analisi generale del sito, delle cartografie pubblicate e dal rilievo geomorfologico condotto l'area non presenta particolari criticità geologiche geomorfologiche. Infatti l'esame del Piano di Assetto Idrogeologico restituisce un'area libera da potenziali rischi di esondazione e di dissesto. Dal punto di vista della pericolosità sismica l'area non è interessata da potenziali rischi.

L'area in studio appartiene ad una schiera di fabbricati con ridottissimi spazi di accesso che hanno reso impossibile per problematiche tecnico operative l'accesso a macchine operatrici per indagini geognostiche sia per la larghezza delle aperture che per le altezze disponibili all'interno del sito.

Alla luce di quanto sopra e secondo quanto stabilito dalla vigente normativa sulle costruzioni e più precisamente al capitolo 6 paragrafo 6.2.2 del D.M.14/01/08 NTC *"Nel caso di costruzioni o di interventi di modesta rilevanza, che ricadano in zone ben conosciute dal punto di vista geotecnico, la progettazione può essere basata sull'esperienza e sulle conoscenze disponibili, ferma restando la piena responsabilità del progettista su ipotesi e scelte progettuali"*, si è fatto affidamento pertanto a n. 2 indagini penetrometriche DPSH, eseguite a poca distanza dal fabbricato in studio correlate con informazioni stratigrafiche reperite presso colleghi, per la ricostruzione del modello geologico del sito.

Le risultanze di tali indagini hanno confermato l'assenza di problematiche geologiche ad esclusione della presenza di terreno fortemente rimaneggiato e di riporto per i primi due tre metri di profondità.

In funzione di questo, eventuali consolidamenti fondali e l'installazione di una gru per i lavori dovranno andare ad interessare, con i carichi indotti, i terreni ghiaiosi evidenziati nella ricostruzione stratigrafica.

Le indagini sismiche considerate per la **determinazione della Vs30** nel sito sono state eseguite con metodologia MASW, si è evidenziata una **classificazione dei terreni presenti pari a C**.

Vista la mancanza di interazione diretta tra il progetto e la falda freatica si ritiene che non sussistano problematiche particolari di carattere idrogeologico e che **l'intervento in progetto sia compatibile con l'assetto idrologico ed idrogeologico della zona.**

Questo Studio resta a disposizione per la necessaria assistenza tecnica durante la fase esecutiva della fondazioni.

Fano, ottobre 2016

Geol. Laura Pelonghini

