

Via Enrico Mattei, 17
61032 Fano (PU)

VASCA DI ACCUMULO A SERVIZIO DELLO SCOLMATORE DI ACQUE REFLUE URBANE SITO ALLA FOCE DELL'ARZILLA - COMUNE DI FANO

PROGETTO DEFINITIVO

INDICE	DATA	MODIFICHE	DISEGN.	CONTR.	APPROV.
RELAZIONE GEOTECNICA E SULLE FONDAZIONI					
I PROGETTISTI:		HANNO COLLABORATO:		SCALA:	
Dott. Ing. Denis Cerlini		Dott. Ing. Marina Simonetti		-	
Dott. Ing. Alessandro Balbo		Dott. Ing. Daniele Recalcati		DISEGNO:	
Dott. Ing. Giacomo Galimberti				FVA 2.05	
Dott. Ing. Luca Pezzoli					
Dott. Ing. Marta Mirabella					
Dott. Ing. Gaetano Di Franca					
				Marzo 2018	

INDICE

1. PREMESSA	2
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	3
3. RELAZIONE GEOTECNICA.....	4
3.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO	4
3.2 CARATTERISTICHE STRATIGRAFICHE DEL TERRENO.....	4
3.3 CARATTERISTICHE GEOMECCANICHE DEL TERRENO	5
3.4 CARATTERISTICHE IDROLOGICHE ED IDROGEOLOGICHE.....	5
3.5 VALUTAZIONE DEL RISCHIO DI LIQUEFAZIONE DEL TERRENO	6
3.6 INTERVENTI PER LA MITIGAZIONE DEL RISCHIO DI LIQUEFAZIONE DEL TERRENO	6
3.7 CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO	7
4. RELAZIONE SULLE FONDAZIONI.....	8

1. **PREMESSA**

Nel febbraio 2017 è stata affidata all'*R.T.I. Studio Majone Ingegneri Associati – C&P engineering s.r.l. – Majone&Partners s.r.l. – GEO/Tec* l'attività di progettazione preliminare, definitiva ed esecutiva, nonché di Coordinamento per la sicurezza in fase di progettazione, del progetto di *“Realizzazione di una vasca di accumulo a servizio dello scolmatore di acque reflue urbane sito alla foce dell'Arzilla nel Comune di Fano”*. L'incarico riguarda la realizzazione di una vasca di accumulo che raccolga le acque di pioggia che transitano nelle reti miste della zona in sinistra idraulica del Torrente Arzilla in evitando lo sfioro nel corso d'acqua, a monte di una zona balneabile e quindi di particolare sensibilità ambientale.

Le acque raccolte verranno accumulate in una vasca interrata in c.a. e poi inviate alla rete fognaria comunale esistente sulla sponda destra del Torrente Arzilla.

Il progetto preliminare è stato consegnato nel maggio 2017; nel giugno 2017 sono stati revisionati alcuni elaborati a seguito di osservazioni del Committente.

Il presente documento costituisce la Relazione geotecnica e sulle fondazioni.

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Il documento è stato redatto nel rispetto della normativa vigente e, in particolare:

- Legge n. 1086 del 05/11/1971, *“Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica”*;
- Legge n. 64 del 02/02/1974, *“Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche”*;
- D.M. 14/01/2008, *“Norme Tecniche per le Costruzioni”*;
- Circ. Min. n. 617 del 02/02/2009, *“Istruzioni per l'applicazione delle “Norme tecniche per le costruzioni” di cui al D.M. 14 gennaio 2008”*.

3. RELAZIONE GEOTECNICA

3.1 Inquadramento geologico e geomorfologico

L'area di intervento fa parte della pianura alluvionale comprendente il torrente Arzilla ed il fiume Metauro ed è situata alla foce del torrente Arzilla in prossimità di viale Romagna.

Sulla base della relazione geologica a firma del dott. geol. Stefano Giuliani, maggiormente rappresentati risultano i depositi olocenici ascrivibili al IV ordine dei terrazzi alluvionali.

I depositi alluvionali del sito risultano maggiormente ghiaiosi alla base (con intercalazioni limose e sabbiose), mentre presentano verso l'alto frequenti livelli sabbiosi e argillosi limosi a spessore non eccessivamente elevato.

Inoltre, sempre all'interno della relazione geologica, viene evidenziato come l'area in oggetto presenti un *"andamento quasi completamente pianeggiante"*, che *"non permette l'evoluzione di fenomenologie gravitative"*: l'area risulta, pertanto, *"ampiamente stabile"*.

Infine, sempre nello stesso documento, si afferma che *"l'attività tettonica deformativa di tipo compressivo dovrebbe essersi conclusa dal Pleistocene medio"*, sostituita da *"un'attività di sollevamento verticale con qualche locale basculamento"*.

3.2 Caratteristiche stratigrafiche del terreno

Con riferimento alla relazione geologica, si può riconoscere, per la zona di realizzazione della vasca interrata, la seguente sequenza stratigrafica geolitologica:

A) Terreno vegetale	dal p.c. a -0,8 m
B) Sabbie limose	da -0,8 m a -2,8 m
C) Sabbie limose	da -2,8 m a -3,8 m
D) Ghiaie sabbiose	da -3,8 m a -7,6 m
E) Sabbie limose	da -7,6 m a -9,8 m

F) Argille limose	da -9,8 m a -11,4 m
G) Ghiaie e sabbie	da -11,4 m a -15,7 m
H) Argille limose	da -15,7 m a -22,2 m
I) Ghiaie con sabbie	da -22,2 m a -25,0 m

Per la descrizione e le caratteristiche specifiche dei vari strati si rimanda alla relazione geologica.

3.3 Caratteristiche geomeccaniche del terreno

Sempre con riferimento alla relazione geologica, le caratteristiche geo-meccaniche dei litotipi presenti, desunte dai sondaggi e dalle prove in situ, sono le seguenti:

	γ [kg/m ³]	γ_{sat} [kg/m ³]	ϕ' [°]	c' [kg/cm ²]	c_u [kg/cm ²]	E_y [kg/cm ²]	E_{ed} [kg/cm ²]	ν
Litotipo A)	1700	1800	16	-	-	24,8	30,1	0,35
Litotipo B)	1800	1900	20	-	-	24,0	28,9	0,35
Litotipo C)	1800	1900	25	-	-	43,1	55,4	0,34
Litotipo D)	1900	2000	30	-	-	232,7	272,0	0,32
Litotipo E)	1800	1900	27	-	-	66,9	88,2	0,33
Litotipo F)	2100	2200	22	0,15	0,80	70,0	55,0	0,45
Litotipo G)	2000	2100	34	-	-	310,0	400,0	0,26
Litotipo H)	2100	2200	22	0,15	0,75	70,0	55,0	0,45
Litotipo I)	2000	2100	34	-	-	310,0	400,0	0,26

Per quanto riguarda, invece, la spinta delle terre sulle pareti controterra, si adottano i seguenti parametri:

γ [kg/cm ³]	γ_{sat} [kg/cm ³]	ϕ' [°]	c' [kg/cm ²]
1800	1900	20	-

3.4 Caratteristiche idrologiche ed idrogeologiche

Nella relazione geologica, si afferma che, nell'area della vasca e del tracciato del collettore, la falda si trova frequentemente a profondità di 1,8÷2,0 m dal p.c., con risalite fino a 0,5÷1,0 m circa dal p.c. nei periodi di morbida idrogeologica, e anche a quote maggiori del p.c. attuale in condizioni di esondazione fluviale. Pertanto, la

conseguente sottospinta idraulica dovrà essere attentamente presa in considerazione per la progettazione delle nuove opere.

Con riferimento al Piano di Assetto Idrogeologico (P.A.I.) della Regione Marche e come evidenziato anche nella relazione geologica, l'area risulta inclusa nelle zone a rischio esondazione R4 ("molto elevato").

Infine, poiché durante le fasi di esecuzione dei lavori è prevista l'adozione di sistemi di aggotamento della falda (es. wellpoint), data la vicinanza dell'opera con alcuni edifici, prima della messa in funzione di tali sistemi, si suggerisce l'installazione di piezometri nel relativo raggio di influenza, per consentire il monitoraggio del cono di depressione causato dall'abbattimento della falda, al fine di limitare l'incremento delle tensioni efficaci al di sotto degli edifici e, quindi, eventuali possibili cedimenti differenziali.

3.5 Valutazione del rischio di liquefazione del terreno

Per quanto riguarda il rischio di liquefazione del terreno, all'interno della relazione geologica viene evidenziato che *"le verifiche eseguite (...) hanno condotto generalmente a risultati solo parzialmente confortanti, con coefficienti di sicurezza accettabili per le ghiaie e le ghiaie sabbiose sotto falda acquifera"*, mentre *"i livelli prevalentemente sabbiosi limosi localmente argillosi sotto falda (...) hanno condotto a valori del coefficiente di sicurezza alla liquefazione inferiore all'unità (...). Alcuni strati ad ogni modo con spessore prossimo al metro non risultano liquefacibili per effetto geometrico (...)"*.

In definitiva, va evidenziato che lo strato di sabbie limose (litotipo E, rif. §3.2 e §3.3) presente mediamente da -7,5 a -9,5÷10,0 m circa dal p.c. è potenzialmente liquefacibile sotto l'effetto sismico ciclico.

3.6 Interventi per la mitigazione del rischio di liquefazione del terreno

Al fine di scongiurare il fenomeno della liquefazione, si prevede di effettuare un intervento di miglioramento del terreno di tipo passivo, tramite **pali o dreni di ghiaia**.

La tecnica consiste nella realizzazione di dreni verticali di ghiaia nel sottosuolo, al fine di favorire il rapido smaltimento delle sovrappressioni interstiziali indotte dal sisma. I drenaggi possono avere il duplice effetto di limitare l'occorrenza del fenomeno della liquefazione, favorendo la dissipazione delle sovrappressioni interstiziali che ne sono la causa, e di ridurre le eventuali deformazioni indotte.

L'intervento prevede quindi la realizzazione, sotto la vasca in progetto, di pali di ghiaia profondi 5 m circa dal piano di sbancamento (quindi, fino ad una profondità di 10,0 m circa dal p.c.), di diametro 800 mm e disposti a quinconce con interasse di 3,0 m circa. Tale geometria, a seguito di verifica analitica, ha portato a risultati confortanti nei confronti della liquefazione.

3.7 **Caratterizzazione sismica del sito**

Secondo quanto riportato nella relazione geologica, per il calcolo della velocità equivalente delle onde $V_{s,30}$ sono state eseguite due diverse tipologie di indagini geofisiche (HVSR e MASW). Dalla prove effettuate nella zona di realizzazione della nuova vasca interrata, sono emersi risultati non univoci della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio nei primi 30 m di profondità (rispettivamente **342 m/s** e **374 m/s**). Di conseguenza, per i terreni presenti nell'area può essere adottata prudenzialmente la categoria C.

Tuttavia, stante la possibile liquefazione sotto l'effetto sismico ciclico dello strato di sabbia limosa presente mediamente da -7,5 a -9,5÷10,0 m circa dal p.c. (rif. §3.5), il sito in oggetto potrebbe ricadere in categoria S2.

In proposito, comunque, va detto che gli interventi di miglioramento del terreno previsti in progetto possono far escludere tale rischio di liquefazione e, pertanto, in definitiva, si adotta per il sottosuolo la **categoria C**.

Infine, sempre all'interno della relazione geologica, viene indicata per l'area in oggetto la **categoria topografica T1**.

4. **RELAZIONE SULLE FONDAZIONI**

Sulla base della relazione geologica redatta dal dott. geol. Stefano Giuliani nonché di quanto detto al precedente §3.6 circa gli interventi in progetto per la mitigazione del rischio di liquefazione del terreno, si ritiene opportuno adottare per l'opera **fondazioni dirette a platea**, da impostare, visto anche l'approfondimento necessario da progetto, sulle ghiaie sabbiose (litotipo D, rif. §3.2 e §3.3).

La corrispondenza del terreno in situ con quanto riportato nel presente documento andrà verificata a cura della D.LL.; i litotipi indicati potranno essere eventualmente raggiunti tramite idonei spessori di calcestruzzo magro di sottofondo (armati se di spessore elevato).

L'analisi della struttura è stata effettuata con codice di calcolo agli elementi finiti per strutture spaziali (software S.T.S. CDS Win 2014).

I tabulati di calcolo ed i relativi risultati sono riportati nell'elaborato *FVA 2.04 "Calcoli delle strutture"*.