

ING. FABRIZIO
TONELLA

*Studio - Asolo (TV) - Via Foresto Nuovo, 32/A - Tel. - Fax. 0423/952442
Abitazione - Crespano d. Grappa (TV) - Via Aldo Moro, 28 - Tel. 0423/53577
n° 846 ordine di Treviso - C.F.TNL FRZ 52E18 D157I - P.IVA 01249070267*

COMUNE DI **GIOIA TAURO**

PROVINCIA DI **REGGIO CALABRIA**

PROGETTO

**OPERE DI FONDAZIONE DELLA SALA OPERATORI
A SERVIZIO DI UN SISTEMA RILOCABILE
PER LA SCANSIONE RADIOGRAFICA DI CONTAINER SU MEZZI DI TRASPORTO
DA COLLOCARSI NELL'AREA PORTUALE DI GIOIA TAURO (RC)**

COMMITTENTE: **AGENZIA DELLE DOGANE**

DITTA: **SMITHS DETECTION - Rue Charles Heller, 36 - Vitry sur Seine Cédex - FRANCE**

INTEGRAZIONE

a seguito istanza n. 28984/2017, n. protocollo 399165/2017

del Genio Civile di Reggio Calabria

emessa in data 22/12/2017

Asolo, li 12/02/2018

PROGETTISTA DELLE STRUTTURE

DIRETTORE LAVORI DELLE STRUTTURE


Ing. Fabrizio Tonella


Ad integrazione e completamento delle relazioni del 31/07/2013 si integrano le stesse con i seguenti adeguamenti.

Documentazione richiesta dal Genio Civile:

- *l'area su cui dovrà sorgere il manufatto è dichiarata dal Geologo e dal Progettista come potenzialmente liquefacibile sino alla profondità di 15 m (pag. 6 relazione geotecnica "i terreni analizzati rientrano all'interno del fuso critico, e quindi sono, dal punto di vista granulometrico, potenzialmente liquefacibili" e pag. 71 relaz. Geologica). La lunghezza dei pali di fondazione, determinata in 15 ml, non si ritiene in grado di trasmettere il carico agli strati non interessati dal fenomeno di liquefazione, stante anche il fatto che nella verifica si tiene conto della portanza laterale dei pali stessi, componete questa che si annulla in fase di liquefazione. E' pertanto necessario che venga adeguata la progettazione a tali aspetti;*
- *non risulta corretta la classificazione del suolo di fondazione da parte del progettista (al momento risulta classificato in categoria C mentre dovrebbe essere classificato S2). Si invita a valutare tale aspetto e adeguare gli elaborati progettuali effettuati, tenendo anche conto che le NTC 2008, per tale categoria di sottosuolo, richiede la predisposizione di specifiche analisi per la definizione delle azioni sismiche;*
- *allegare la certificazione prevista dalle NTC 2008 per il container prefabbricato ovvero procedere alla progettazione esecutiva dello stesso, allegando i relativi elaborati progettuali.*

Dai risultati ottenuti dalle indagini penetrometriche, dalle SPT e dalle analisi granulometriche, è stato rilevato che **i terreni nell'area d'intervento risultano potenzialmente liquefacibili.**

Il fenomeno della liquefazione consiste nella: *“diminuzione di resistenza al taglio e/o rigidezza, causata dall'aumento di pressione interstiziale, in un terreno saturo, non coesivo, durante lo scuotimento sismico, tale da generare deformazioni permanenti significative con l'annullamento degli sforzi efficaci nel terreno stesso”*.

La liquefazione può verificarsi nei primi 10÷15 metri di profondità dal piano campagna, e riguarda depositi sabbiosi aventi densità inferiore alla densità critica, a granulometria rientrante nel fuso granulometrico critico ed in presenza di falda, specie quando i terreni risultano confinati all'interno di strati impermeabili che impediscono la dispersione rapida delle sovrappressioni neutre indotte dalle sollecitazioni cicliche.

Dallo studio effettuato in proposito è emerso che **i terreni analizzati rientrano all'interno del fuso critico, e quindi sono, dal punto di vista granulometrico, potenzialmente liquefacibili.**

Quindi, nel caso in oggetto, il terreno potrebbe essere interessato a diminuzione di resistenza a taglio e/o di rigidezza causata dall'aumento di pressione interstiziale a seguito di un evento sismico, con conseguenti effetti di cedimenti differenziali e diminuzione della capacità portante.

Per quanto riguarda la categoria del sottosuolo, con riferimento ai risultati dell'indagine MASW eseguita dal geologo, al livello del piano di campagna, così come alla quota d'imposta della platea in progetto (~ -0.30 m da quota p.c), essa risulta essere di tipo C (D.M. 14/01/08 punto 3.2.2):

“Depositi 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 $V_{s,30}$ 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).”

Tuttavia, poiché il terreno risulta potenzialmente liquefacibile per uno spessore di circa 15 m, ai sensi del D.M. 14/01/08 punto 3.2.2, il sottosuolo è classificato **S2**:

“Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.”

Per sottosuoli appartenenti alla categoria S2 è necessario:

- predisporre specifiche analisi per la definizione delle azioni sismiche, particolarmente nei casi in cui la presenza di terreni suscettibili di liquefazione e/o di argille d'elevata sensitività possa comportare fenomeni di collasso del terreno;

ed in alternativa:

- effettuare interventi per la diminuzione o l'abbattimento del potenziale di liquefazione.

Per l'abbattimento del rischio della liquefazione di un terreno libero in superficie ci sono diversi metodi.

Le tecniche più efficaci si basano sui seguenti principi:

- miglioramento della compattezza con metodi dinamici;
- abbassamento della falda;
- iniezioni cementizie o con resine sintetiche per il miglioramento dei legami intergranulari;
- aumento della permeabilità interstiziale attraverso installazione di dreni.

Nel caso in oggetto si è optato per la soluzione dei dreni di ghiaia (pali incapsulati drenanti).

Si tratta di pali realizzati con geotessile tubolare flessibile con funzione di armatura e incapsulamento del riempimento in ghiaia, infissi negli strati liquefacibili, usualmente disposti a quinconce, o anche a maglia quadrata.

Il diametro dei dreni, il loro interasse e la profondità sono definiti da opportuni calcoli che tengono conto dei parametri della stratigrafia del sito e dell'entità del sisma.

Un dreno di un diametro d_w e disposto ad un interasse S rispetto agli altri è in grado di drenare un cilindro di diametro equivalente d_e pari a 1.05 volte l'interasse S dei dreni se questi sono disposti a quinconce e pari 1,13 S nel caso essi siano disposti a maglia quadrata.

L'introduzione negli strati liquefacibili dei dreni ha come effetto il passaggio del terreno dalla categoria di sottosuolo **S2** a alla categoria **C**, e la possibilità di calcolare la fondazione come platea superficiale considerando la portata del terreno come da stratigrafia definita.

Il tentativo di progetto di una platea superficiale ha evidenziato dei cedimenti elevati sia in termini assoluti che differenziali.

Ciò è dovuto ai valori del modulo edometrico dei vari strati di terreno sotto quello di riporto, di bassa entità e quindi penalizzante per i cedimenti della fondazione.

Per contenere i cedimenti entro valori accettabili si è deciso di associare alla realizzazione dei dreni di ghiaia quella della palificata in c.a già proposta nell'ultima soluzione, con i pali diametro Ø60 cm allungati di 2 m ($L=17$ m) rispetto alla soluzione precedente, per avere la sicurezza di trasmettere il carico agli strati di terreno non interessati dalla liquefazione.

A favore di sicurezza per i pali, oltre alla portanza di punta, è stata calcolata la portanza laterale solamente per i 3 m di infissione nello strato finale di ghiaie e sabbie con ciottoli, trascurando cautelativamente gli strati superiori interessati dalla liquefazione, nel caso in cui i dreni non dovessero essere sufficienti a contrastare il fenomeno.

In conclusione per la fondazione della sala operatori la scelta progettuale finale è quella di una platea su pali, previo abbattimento del pericolo di liquefazione con dreni di ghiaia.

La platea avrà dimensioni massime in pianta di 13.40x3.00 m ed uno spessore di 25 cm; l'estradosso sarà a quota +10 cm rispetto alla quota media del piano di campagna.

La prima fase prevede la realizzazione dei pali trivellati in c.a., successivamente saranno posti in opera i dreni e quindi si procederà alla costruzione della platea superficiale.

La palificata in c.a. sarà quella proposta nella precedente soluzione strutturale, con la medesima distribuzione dei pali sul sedime della platea e lo stesso diametro ($\varnothing 60$ cm), ma allungati 2 m rispetto alla soluzione precedente ($L=17$ m da quota intradosso platea, anziché 15 m), e quindi infissi per circa 3 m all'interno dello strato di ghiaie e sabbie con ciottoli.

I dreni avranno una disposizione triangolare (a quinconce) e occuperanno tutto il sedime della platea e dell'adiacente container per gli operatori, avranno diametro d_w $\varnothing 80$ cm, interasse $S=320$ cm ($d_e=336$ cm, diametro equivalente del cilindro di terreno che drena).

Saranno realizzati a partire da circa 1 m da quota p.c. ($35\div 65$ cm all'interno dello strato di riporto ghiaioso) ed intestati a a -16.00 m, per una lunghezza di 15 m, così da superare la profondità critica alla quale è possibile il verificarsi del fenomeno della liquefazione, in quanto per profondità superiori la pressione geostatica genera sufficiente compattezza sugli strati granulari tale da impedire che possano divenire liquefacibili.

Il dimensionamento dei dreni è stato eseguito mediante il programma *Geostru Software*.

Il calcolo della platea su pali è stato effettuato secondo l'*Approccio 2*, uno dei metodi previsti dalle *Norme Tecniche per le Costruzioni del 14.01.2008*.

La relazione di calcolo e le verifiche complete dei dreni e della platea sono riportate nella relazione di calcolo "*Calcoli strutturali*".

Si allegano alla presente tutte le relazioni e le tavole grafiche aggiornate e la certificazione CE prevista dalle NTC 08 per la struttura prefabbricata del container.