

Oggetto: Parere in merito alla procedura per la determinazione del rischio di liquefazione nell'ambito di interventi di miglioramento sismico di fabbricati esistenti. (Rif. prot. int. n. 182)

Il Comitato Tecnico Scientifico

Vista la richiesta dell'Area Geologia Suoli e Sismica della Regione Emilia-Romagna, acquisita al prot. 29/11/2022 di esprimere un parere in merito agli argomenti in oggetto e, nello specifico, di chiarire se la sollecitazione indotta per la verifica di stabilità nei confronti della liquefazione possa essere stimata attraverso l'accelerazione utilizzata per il calcolo delle strutture e non l'accelerazione massima attesa alla profondità d'interesse;

Istituita la Sottocommissione del CTS, designata nella seduta del 2 dicembre 2022, costituita dalla Prof.ssa Ing. Claudia Madiari, dalla Prof.ssa Ing. Anna Saetta e dall'Ing. Andrea Bucchi, al fine di approfondire la documentazione presentata per la discussione in Comitato;

Sentita la Sottocommissione che illustra l'attività istruttoria condotta;

Premesso

che le Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC18) per interventi su costruzioni esistenti prevedono:

- al § 8.4.2, con riferimento agli interventi di miglioramento, che *“La valutazione della sicurezza e il progetto di intervento dovranno essere estesi a tutte le parti della struttura potenzialmente interessate da modifiche di comportamento, nonché alla struttura nel suo insieme.”*;
- al § 8.3, che *“Qualora sia necessario effettuare la valutazione della sicurezza della costruzione, la verifica del sistema di fondazione è obbligatoria solo se sussistono condizioni che possano dare luogo a fenomeni di instabilità globale o se si verifica una delle seguenti condizioni:*
 - *nella costruzione siano presenti importanti dissesti attribuibili a cedimenti delle fondazioni o dissesti della stessa natura si siano prodotti nel passato;*
 - *siano possibili fenomeni di ribaltamento e/o scorrimento della costruzione per effetto di condizioni morfologiche sfavorevoli, di modificazioni apportate al profilo del terreno in prossimità delle fondazioni, delle azioni sismiche di progetto;*
 - *siano possibili fenomeni di liquefazione del terreno di fondazione dovuti alle azioni sismiche di progetto.”*;
- al § 8.3, che *“Nelle verifiche rispetto alle azioni sismiche il livello di sicurezza della costruzione è quantificato attraverso il rapporto ζ_E tra l'azione sismica massima sopportabile dalla struttura e l'azione sismica massima che si utilizzerebbe nel progetto di una nuova costruzione.”*;
- al § 8.4.2, sempre riferito agli interventi di miglioramento, che *“Per la combinazione sismica delle azioni, il valore di ζ_E può essere minore dell'unità.”* ossia, in altri termini, che per la verifica della costruzione sia utilizzato un terremoto di progetto avente un tempo di ritorno inferiore rispetto a quello che si utilizzerebbe per una nuova costruzione;

Premesso, altresì,

che le Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC18) e la relativa Circolare con riferimento alla stabilità nei confronti della liquefazione prevedono al Capitolo 7 “Progettazione per azioni sismiche”, paragrafo 7.11 “Opere e sistemi geotecnici”:

- al § 7.11.3.4.1, *“che il sito presso il quale è ubicato il manufatto deve essere stabile nei confronti della liquefazione”*;
- al § C7.11.3.4, *“La sicurezza nei confronti della liquefazione può essere valutata con procedure di analisi avanzate o con metodologie di carattere semi-empirico.”* e, ancora, *“La sollecitazione ciclica è correlata alla massima tensione tangenziale indotta dall’azione sismica alla profondità considerata, τ_{max} , che può essere determinata direttamente, da analisi di risposta sismica locale, o indirettamente, da relazioni empiriche, in funzione dei caratteri del moto sismico atteso al sito.”*

Tenuto conto

che:

- il § 3.2.2 delle NTC18 in tema di definizione della categoria di sottosuolo specifica che *“qualora le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni siano chiaramente riconducibili alle categorie definite nella Tab. 3.2.II, si può fare riferimento a un approccio semplificato che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio, V_S [...]”*, ed al contrario, *“Per qualsiasi condizione di sottosuolo non classificabile nelle categorie precedenti, è necessario predisporre specifiche analisi di risposta locale per la definizione delle azioni.”*;
- che il § C3.2.2 della Circolare 2019 specifica che i terreni suscettibili di liquefazione sono tra quelli non riconducibili alle categorie di Tab. 3.2.II;
- al § 7.11.3.4.3 delle NTC18 è specificato che *“L’adeguatezza del margine di sicurezza nei confronti della liquefazione deve essere valutata e motivata dal progettista.”*

Considerato

che:

- in interventi di miglioramento sismico di fabbricati esistenti è ammissibile il raggiungimento di Stati Limite Ultimi per un’azione sismica inferiore a quella attesa al sito ed assumere un valore di $\zeta_E < 1$ (*“... per le costruzioni di classe III ad uso scolastico e di classe IV il valore di ζ_E , a seguito degli interventi di miglioramento, deve essere comunque non minore di 0,6, mentre per le rimanenti costruzioni di classe III e per quelle di classe II il valore di ζ_E , sempre a seguito degli interventi di miglioramento, deve essere incrementato di un valore comunque non minore di 0,1”*) e, dunque, per un’azione sismica inferiore a quella considerata per la progettazione di interventi di nuova costruzione o di adeguamento sismico;
- definito il valore minimo da raggiungere nell’intervento di miglioramento per il rapporto ζ_E , è possibile determinare il terremoto di progetto caratterizzato da un Tempo di Ritorno T_R cui corrisponde l’accelerazione massima attesa definita dal rapporto ζ_E , accelerazione inferiore a quello da utilizzarsi per nuove costruzioni se $\zeta_E < 1$;

Tutto ciò premesso e considerato, il Comitato Tecnico Scientifico, presieduto dal Prof. Ing. Marco Savoia, all'unanimità dei presenti

è del parere

che:

- qualora si sia in presenza di terreni che risultino liquefacibili sotto un'azione sismica con Tempo di Ritorno pari a quello utilizzato per nuove costruzioni, le azioni sismiche di progetto debbano essere determinate mediante un'analisi di risposta sismica locale (RSL) in modo da tener conto delle specifiche condizioni locali del sito in oggetto;
- per interventi di miglioramento su strutture esistenti, per i quali è ammissibile progettare con un valore di $\zeta_E < 1$, l'azione sismica da assumere nell'analisi della risposta sismica locale per la verifica a liquefazione possa essere quella associata al terremoto di progetto con cui viene verificata la struttura, ovvero ad un evento con Tempo di Ritorno inferiore a quello utilizzato per nuove costruzioni e corrispondente al valore di ζ_E considerato nell'intervento di miglioramento.

Lo scrivente Comitato ritiene opportuno sottolineare che il giudizio sulla stabilità del terreno di fondazione nei confronti della liquefazione dovrebbe essere rapportato ai possibili effetti sulla sovrastruttura. Tali effetti dipendono dalla tipologia e dimensioni della fondazione, dall'estensione dei possibili meccanismi di rottura della fondazione negli strati potenzialmente liquefacibili, dallo spessore e dalla profondità di tali strati, dalla presenza di uno strato superficiale non liquefacibile. In particolare, per stimare il possibile danneggiamento alla sovrastruttura, con riferimento ad una verticale rappresentativa, può essere opportuno l'impiego di indici globali, calcolati in funzione del fattore di sicurezza (ad es. Liquefaction Potential Index LPI, Iwasaki et al., 1982⁽¹⁾; Sonmez 2003⁽²⁾) o della deformazione volumetrica (ad es. Liquefaction Severity Number LSN, van Ballegooy et al., 2014⁽³⁾; Zhang et al. 2002⁽⁴⁾), eventualmente combinati con il valore dello spessore dello strato superficiale non liquefacibile, ove presente (Towhata et al. 2016⁽⁵⁾).

Il Presidente del Comitato Tecnico Scientifico

(Prof. Ing. Marco Savoia)

⁽¹⁾Iwasaki et al., *Microzonation for soil liquefaction potential using simplified methods*. Proc. 3rd Int. Conf. on Microzonation, Seattle 1982; 3, 1319-1330;

⁽²⁾H. Sonmez, *Modification of the liquefaction potential index and liquefaction susceptibility mapping for a liquefaction-prone area (Inegol, Turkey)*, Environmental Geology (2003) 44:862-871

⁽³⁾van Ballegooy et al., *Assessment of Liquefaction-Induced Land Damage for Residential Christchurch*, Earthquake Spectra, Volume 30, No. 1, pages 31-55, February 2014

⁽⁴⁾Zhang et al., *Estimating liquefaction-induced ground settlements from CPT for level ground*, Geotech. J. 39: 1168-1180 (2002)

⁽⁵⁾Towhata et al., *Qualification of residential land from the viewpoint of liquefaction vulnerability*, Soil Dynamics and Earthquake Engineering (2016) 260-271