

Titolo della tesi

Valutazione della sicurezza di sbarramenti di ritenuta nei confronti di onde generate da sisma
(*Assessment of dam safety against seismic-generated waves*)

Tema di interesse ITCOLD

2. Eventi estremi: la sicurezza delle dighe (idraulica idrologica, tracimazione controllata, sismica)

Laureanda

Bertuzzi Fiammetta

(*Corso di laurea magistrale in Ingegneria Civile, Università di Parma*)

Scopo

La tesi si prefigge gli obiettivi:

- di definire linee guida operative per la determinazione del franco netto da garantire in funzione dell'ampiezza e della frequenza dell'azione forzante generata da un potenziale evento sismico di tipo ondulatorio;
- di caratterizzare la componente dinamica aggiuntiva dell'azione esercitata dal corpo idrico sul paramento di monte di uno sbarramento a seguito di un sisma, sempre in funzione dell'accelerazione massima e della frequenza dell'azione sismica;
- di analizzare i potenziali effetti della forma dell'invaso e della presenza di una componente sussultoria nell'azione sismica;
- di mostrare un esempio di applicazione ad una diga in esercizio.

Indice

1. Introduzione
2. Prescrizioni del DM 26 giugno 2014 in merito ad onde generate da sisma
3. Modello matematico ed individuazione dei parametri adimensionali rilevanti
4. Il modello numerico in ANSYS Fluent
5. Risultati
 - 5.1 Caso schematico 2D sul piano verticale
 - 5.2 Caso schematico 3D
 - 5.3 Effetto della forma dell'invaso
 - 5.4 Effetto della presenza di una componente sussultoria dell'azione sismica
6. Applicazione ad una diga in esercizio
7. Conclusioni

Programma di sviluppo

- Febbraio 2020: assegnazione del lavoro di tesi
- Marzo-maggio 2020: indagine bibliografica, analisi teorica del problema
- Aprile-giugno 2020: formazione sull'utilizzo del software ANSYS Fluent
- Giugno 2020: costruzione del modello numerico con ANSYS-Fluent
- Luglio-settembre 2020: simulazioni numeriche
- Ottobre-novembre 2020: analisi dei risultati
- Novembre 2020: redazione della tesi
- Dicembre 2020: esame di laurea e discussione della tesi

Durata presunta

10 mesi

Sommario

La verifica della sicurezza dei bacini artificiali nei confronti delle onde generate da azioni sismiche è un tema di grande interesse nella progettazione delle opere di sbarramento e nella gestione degli invasi. Infatti, la normativa tecnica italiana in materia di progettazione e costruzione di sbarramenti (Decreto del Ministro delle Infrastrutture e dei Trasporti, 26 giugno 2014) prescrive un'apposita verifica relativamente alla riduzione del franco netto causata dalle onde generate da vento o da sisma nel serbatoio.

Tale documento normativo, al paragrafo C.2 (Onde da vento e da sisma nel serbatoio), riporta una tabella che fornisce i valori attesi della massima ampiezza delle onde generate nel serbatoio dal vento in funzione della velocità del vento e del *fetch* del serbatoio. A valle di questa tabella, il paragrafo C.2 recita testualmente: "Si assume che il franco netto così garantito sia sempre adeguato nei confronti dell'onda generata dal sisma". Questa conclusione assume a priori che le onde generate da un sisma abbiano sempre un'altezza inferiore rispetto a quelle generate dal vento. Questa assunzione sembra non totalmente giustificata, soprattutto se riferita a dighe ubicate in zone caratterizzate da elevata sismicità.

Pertanto la tesi si propone di approfondire questo aspetto prefiggendosi anzitutto l'obiettivo di definire linee guida operative per la determinazione del franco netto da garantire in funzione dell'ampiezza e della frequenza dell'accelerazione di un potenziale evento sismico.

Il modello matematico che verrà utilizzato per questo scopo è il modello del fluido ideale incomprimibile, in cui è ovviamente inclusa l'azione forzante del sisma, schematizzata mediante un'accelerazione espressa come funzione sinusoidale del tempo. In questa funzione compaiono due parametri: l'accelerazione di picco e la frequenza dell'oscillazione, che possono essere fissati in ragione del grado di sismicità della zona in cui lo sbarramento in esame ricade. L'adimensionalizzazione delle equazioni del modello suggerisce che corrispondentemente vi sono due parametri adimensionali rilevanti per il problema: un'accelerazione di picco adimensionale e il numero di Strouhal. Si proporrà dunque per le onde generate da un sisma una tabella simile a quella riportata dalla normativa per le onde generate dal vento, dove l'altezza massima adimensionale delle onde alla sezione dello sbarramento (rispetto all'altezza idrica indisturbata alla diga) verrà fornita in funzione del numero di Strouhal e del parametro adimensionale rappresentativo dell'accelerazione massima dell'azione forzante di tipo sismico.

L'analisi verrà concentrata su due invasi di forma schematica: un vaso bidimensionale, cioè prismatico in direzione trasversale, con forma triangolare nella sezione longitudinale verticale, e un vaso tridimensionale, con forma triangolare sia in pianta che in sezione longitudinale verticale. Nel primo tipo di vaso, le grandezze geometriche rilevanti sono l'altezza idrica a tergo della diga in condizioni indisturbate e la lunghezza dell'invaso. Nel secondo caso, ai due parametri menzionati si aggiunge anche la lunghezza della diga.

Le simulazioni numeriche verranno condotte mediante un modello numerico basato sul metodo VOF (*Volume of Fluid*) applicato alle equazioni del moto ideale incomprimibile, costruito mediante il software commerciale ANSYS Fluent.

La ricostruzione del campo della pressione sul paramento di monte dello sbarramento consentirà di determinare la forza massima scaricata dal corpo idrico sul manufatto di sbarramento durante l'evento sismico. Ciò consentirà di valutare un coefficiente correttivo, sempre in funzione del numero di Strouhal e del parametro adimensionale rappresentativo dell'accelerazione massima, da applicare alla forza idrostatica esercitata in condizioni indisturbate al fine di calcolare la forza totale massima attesa durante un sisma.

L'analisi condotta su due diverse geometrie, seppur schematiche, consentirà di valutare l'effetto della forma dell'invaso sia sull'ampiezza delle onde generate dal sisma che sulla componente dinamica da considerare nell'azione totale scaricata dal corpo idrico sulla diga durante un sisma.

VI° PREMIO NAZIONALE AD UNA TESI SULL'INGEGNERIA DELLE DIGHE

Inoltre, verrà studiato anche l'effetto della presenza di un'eventuale componente sussultoria del sisma.

Infine, si mostrerà un'applicazione dell'uso delle tabelle ottenute al caso della diga di Mignano, manufatto murario a gravità ubicato nell'alta valle del torrente Arda in provincia di Piacenza.