

FILIPPO ARREDI

ALCUNE NOTE SUL PROBLEMA DELLA SICUREZZA
DELLE DIGHE DI MATERIALI SCIOLTI
A FRONTE DELLE AZIONI SISMICHE

ESTRATTO DAL *GIORNALE DEL GENIO CIVILE*

Fascicolo 7° - 8° - 9° - Luglio - Agosto - Settembre 1985

FILIPPO ARREDI

**ALCUNE NOTE SUL PROBLEMA DELLA SICUREZZA
DELLE DIGHE DI MATERIALI SCIOLTI
A FRONTE DELLE AZIONI SISMICHE**

ESTRATTO DAL *GIORNALE DEL GENIO CIVILE*

Fascicolo 7° - 8° - 9° - Luglio - Agosto - Settembre 1985

ALCUNE NOTE SUL PROBLEMA DELLA SICUREZZA DELLE DIGHE DI MATERIALI SCIOLTI A FRONTE DELLE AZIONI SISMICHE

FILIPPO ARREDI

SOMMARIO: L'accentuata diffusione delle dighe di materiali sciolti e la sensazione di una accresciuta frequenza delle manifestazioni sismiche in Italia hanno indotto l'A. ad un esame generale del problema della sicurezza di tale specie di strutture a fronte delle azioni dinamiche che esse subiscono da tali manifestazioni. L'esame è svolto in otto distinte note nelle quali vengono trattati i seguenti temi:

- a) risultati degli studi ed osservazioni sul carattere generale della resistenza delle opere in questione, con il riconoscimento di una specifica duttilità da esse posseduta che ne prolunga la resistenza alle sollecitazioni in oggetto notevolmente oltre il limite indicato dalle normali; analisi di stabilità, salvo il caso di presenza di materiali, nettamente individuati, soggetti a decadimento della resistenza propria in conseguenza di azioni vibratorie;*
- b) richiamo della struttura generale delle analisi di resistenza esaurienti e precise; rilievi della attuale insufficienza delle conoscenze per la definizione preventiva delle svariate caratteristiche del sisma critico in un determinato sito, caratteristiche necessarie per le analisi di cui sopra;*
- c) richiamo delle conoscenze attuali sul comportamento dei materiali sciolti sollecitati da azioni cicliche e rilievo delle insufficienze delle nozioni possedute sul tema per le specie di materiali d'impiego normale nelle strutture in questione;*
- d) criteri generali di impostazione di una verifica sismica con introduzione del criterio casuale a colmare delle deficienze di cui in b) e introduzione d'ipotesi semplificative ma cautelative in conseguenza delle deficienze di cui in c);*
- e) analisi della funzione eccitante proposta quale base del modello di sisma a carattere casuale;*
- f) esposizione del metodo di analisi dinamica di semplicissima esecuzione per sisma formato con le funzioni di cui in e);*
- g) estensione del metodo di cui in f) a dighe zonate;*
- h) svolgimento generale della analisi e criteri conclusivi di carattere probabilistico.*

Résumé: La diffusion accentuée des barrages en remblai et la sensation d'une augmentation de la fréquence des manifestations sismiques en Italie ont amené l'A. à un examen général du problème de la sécurité de ce type de structures pour ce qui est des actions dynamiques qu'elles subissent lors de telles manifestations.

L'examen comporte huit notes distinctes où sont traités les thèmes suivants:

- a) résultats des études et observations sur le caractère général de la résistance aux séismes des ouvrages en question; constatation de l'existence d'une ductilité spécifique propre qui en prolonge la résistance aux contraintes considérées très au-delà de la limite à ce qui semble au cours des analyses habituelles de stabilité, sauf dans le cas de présence de matériaux, bien individualisés, sujets à décroissance de la propre résistance à la suite d'actions vibrantes;*
- b) rappel de la structure générale des analyses de résistance complètes et précises; constatation de l'insuffisance actuelle des connaissances pour la définition préventive des multiples caractéristiques du séisme critique dans un site déterminé, caractéristiques nécessaires pour l'analyse sus-mentionnée;*
- c) rappel des connaissances actuelles sur le comportement des matériaux pour barrages en remblai soumis à des actions cycliques et constatation de l'insuffisance des notions existantes à ce sujet quant aux types de matériaux habituellement utilisés dans les structures en question;*
- d) critères généraux pour effectuer une analyse de la résistance aux séismes avec introduction du critère aléatoire pour combler les lacunes (voir b) et introduction d'hypothèses simplificatrices, mais prudentes, en raison des lacunes (voir c);*
- e) analyse de la fonction excitante proposée comme base du modèle de séisme à caractère aléatoire;*
- f) exposition de la méthode d'analyse dynamique, d'exécution très simple, pour séisme formé avec les fonctions dont il est question dans e);*
- g) extension de la méthode dont il est question dans f) à des barrages en terre zonées;*
- h) développement de l'analyse et critères de conclusion à caractère probabiliste.*

- Summary:* The increased spreading of embankment dams and the feeling of a more frequent occurrence of seismic events in Italy have led the Author to carry out a general investigation on the safety problem of such structures in front of the dynamic actions which they undergo because of these events. The investigation is carried out in eight different chapters where are discussed the following topics:
- a) results of studies and observations concerning the general feature of the earthquake resistance of the structures under consideration with the identification of the specific ductility they belong that protracts their resistance towards these factors considerably beyond the limit indicated by the common analysis of resistance except that for those materials, clearly individualized, subjected to the decay of their resistance under vibrant actions;
 - b) reference to the general structure of the resistance analysis that are exhaustive and precise; remark on the present inadequate knowledge for the preventive definition of the several characteristics of the critical earthquake in a given site, characteristics that are required for the above mentioned analysis;
 - c) reference to the present knowledge concerning the materials for embankment dams subject to cyclic actions and remark on the acquired insufficient knowledge on this matter in regard of materials commonly employed in the structures under consideration;
 - d) general criteria for stating an analysis for the earthquake resistance with the introduction of the aleatory criterion to make up for the deficiency mentioned in b) and introduction of a simplifying but conservative hypothesis because of the deficiency mentioned in c);
 - e) analysis of the stimulating function proposed as the basis of the seisma model having a random feature;
 - f) description of the dynamic analysis method very easily applicable for seismas made of the functions mentioned in e);
 - g) application of the method mentioned in f) to the zoned earthfill dams;
 - h) general treatment of the analysis and conclusive criteria having a probability character.

Zusammenfassung: Die grosse Verbreitung der Schüttdämme und die Empfindung einer grösseren Häufigkeit der seismischen Erscheinungen in Italien haben den Verfasser zu einer allgemeinen Prüfung des Sicherheitsproblems solcher Strukturen veranlasst, den dynamischen Wirkungen gegenüber, die sie durch solche Erscheinungen erleiden.

Die Prüfung wird in acht verschiedenen Abschnitten entwickelt, in denen folgende Themen behandelt werden:

- a) Ergebnisse der Forschungen und Bemerkungen über den allgemeinen Charakter des Erdbebenwiderstandes der betreffenden Werke mit der Anerkennung einer von ihnen besessenen spezifischen Geschmeidigkeit, die den Widerstand gegen die betreffenden Kräfte weit über die Grenze verlängert, die von den normalen Sicherheitsanalysen angegeben wird, ausgenommen im Fall von Anwesenheit von genau bekannten Materialien, die infolge von schwingenden Faktoren dem Verfall der eigenen Widerstandsfähigkeit ausgesetzt sind;
- b) Hinweis auf die allgemeine Struktur der ausführlichen und genauen Analysen der Widerstandsfähigkeit; Bemerkung über die gegenwärtige Unzulänglichkeit der Kenntnisse für die Präventivbestimmung der verschiedenen, zur obengenannten Analyse nötigen Eigentümlichkeiten des kritischen Erdbebens in einer bestimmten Sperrenstelle;
- c) Hinweis auf die gegenwärtigen Kenntnisse über das Verhalten des durch zyklische Wirkungen angetriebenen Schuttes und Bemerkung über die Unzulänglichkeit der über das Thema besessenen Kenntnisse bezüglich auf die in den betreffenden Strukturen üblich angewandten Materialien;
- d) Allgemeine Grundsätze für die Formulierung einer seismischen Prüfung mit Einführung des stochastischen Grundsatzes, um die in b) erwähnten Mängel auszufüllen und mit der Einführung von vereinfachenden, aber sicherstellenden Hypothesen infolge der in c) erwähnten Mängel;
- e) Analyse der reizenden Funktion, die als Grundlage des Erdbebenmodells mit zufälligem Charakter vorgeschlagen wird;
- f) Darlegung der auf sehr einfache Weise ausführbaren Methode zu einer dynamischen Analyse für ein mit den in e) erwähnten Funktionen gebildetes Erdbeben;
- g) Ausdehnung der in f) erwähnten Methode auf unterteilte Erddämme;
- h) Allgemeine Entwicklung der Analyse und endgültige Grundsätze der Wahrscheinlichkeit gemäss.