

# SISMICITAT INDUÏDA

per Fernando González del Campo

30 (494/agost 1981

ciència 8)

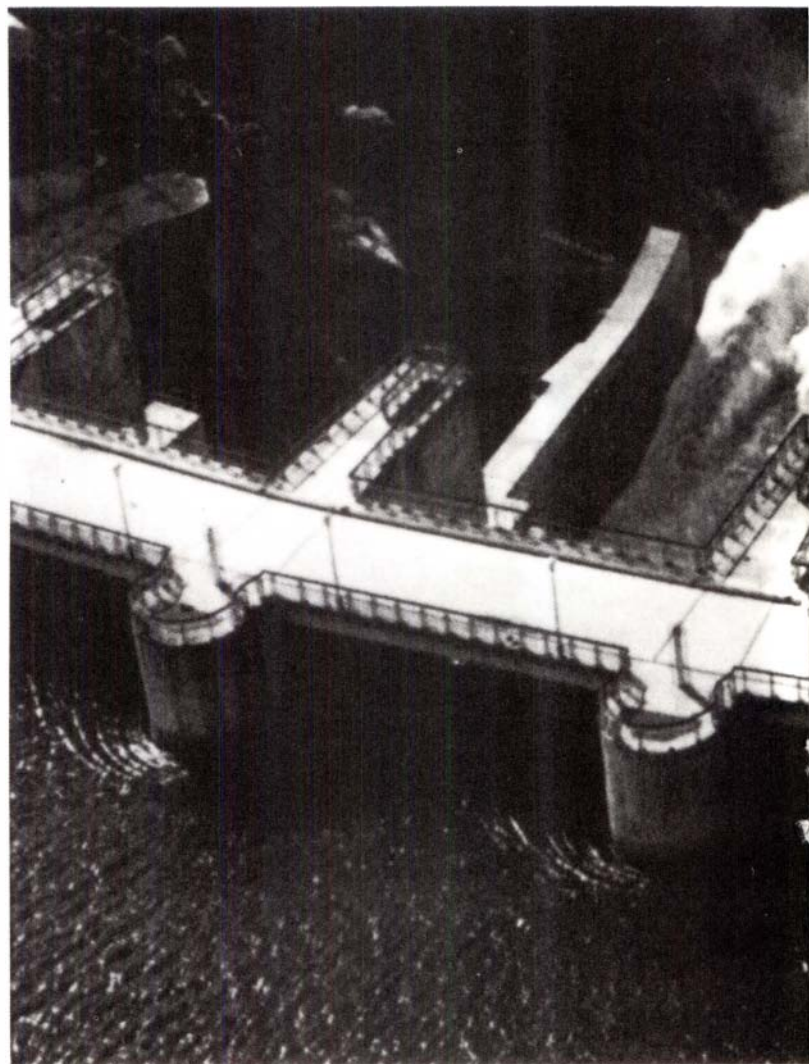
Aquesta nota aborda els principals elements d'aquest important tema, la sismicitat provocada pels grans embassaments d'aigua, una qüestió que potser la nostra revista haurà de tornar a abordar amb més profunditat. La presència a Catalunya i a molts indrets de l'Estat de grans pantans i, potser cal destacar-ho més, la presència de força projectes en aquest sentit, fa que en un número dedicat a la sismicitat aquest aspecte hagi de ser mencionat.

Fernando González del Campo és enginyer tècnic d'obres públiques i llicenciat en física. Treballa a Hidroelèctrica de Catalunya i és col·laborador del departament de geofísica de la Universitat de Barcelona. Ha participat en nombrosos estudis i projectes de rescloses i aprofitaments hidràulics. Ha realitzat el projecte de vigilància sísmica de la resclosa de Susqueda (Girona) i ha instal·lat l'estació de microsismicitat d'Isil (Pirineu de Lleida).

En les últimes dècades s'ha posat de manifest un fet que no era previsible: en certs casos, els primers ompliments d'un embassament generen activitat sísmica, que és l'anomenada sismicitat induïda per embassaments. El nombre d'embassaments als quals s'associa una tal sismicitat és suficientment elevat i és tan àmpliament repartit per la Terra que han estat convocades reunions internacionals d'especialistes en aquesta qüestió. Podem citar, entre altres, embassaments suficientment documentats: els de Koyna, a l'Índia; Kariba, a Rodhèsia; Kremasta, a Grècia i Hsinfengkiang, a la Xina. També a l'Estat espanyol es coneixen alguns casos de sismicitat induïda per embassaments, però solament la resclosa d'Almendra, entre les províncies de Zamora i Salamanca, posseïa instrumentació adequada per al seu estudi.

Les màximes magnituds Richter a les quals s'ha arribat per sismes induïts estan compreses entre 6.0 i 6.5. En general, la capacitat destructora d'aquests sismes és suficient per a causar danys a les edificacions properes a l'embassament. A la resclosa d'Almendra la màxima magnitud registrada ha estat 3.2 en l'escala de Richter. També a l'Estat espanyol cal destacar el sísmic d'intensitat VI que s'associa a la resclosa de Camarillas, a la província d'Albacete, a causa que aquesta resclosa té només una altura de 36 metres.

Sembla que el fet d'omplir un embassament no és per si mateix causa suficient perquè es produeixin terratrèmols, si no es donen simultàniament altres condicions favorables; l'embassament actua com a element determinant quan l'equilibri en la zona és precari. Per tant, a la vora de l'embassament, el règim de tensions inicial



de les roques ha de ser pròxim al crític. En aquest cas és més significativa l'altura màxima de l'aigua a l'embassament que l'extensió que tingui; els sismes induïts amb magnitud Richter per sobre de 5 s'han produït en embassaments l'altura dels quals

# PER EMBASSAMENTS

sobrepassa els 100 metres. Una altra circumstància que influeix favorablement al desenvolupament de la sismicitat induïda és la presència de falles a l'embassament.

Una característica que s'ha observat en aquest tipus de sismicitat és que existeix un retard entre el moment en què s'arriba a les màximes altures d'aigua a l'embassament i la sotragada principal. Aquest interval varia entre uns dies (Kremasta) i un o més anys (Hsinfengkiang, Koyna). Un altre fet característic de la sismicitat induïda és que el terratrèmol principal és precedit

Des d'un punt de vista més científic s'han trobat diferències en alguns dels paràmetres que intervenen en relacions que s'apliquen a la sismicitat i que permeten distingir l'activitat ambiental i la induïda. Aquestes relacions són: relació freqüència-magnitud, relació entre les magnituds del sisme principal i la rèplica major, i la distribució en el temps de precursors i rèpliques.

Instal·lant sismògrafs a les proximitats de l'embassament poden investigar-se els paràmetres que acabem de mencionar i comparar l'activitat sísmica abans i després d'omplir l'embassament. Per a realitzar adequadament aquest estudi, cal començar-lo uns anys abans de la posada en càrrega de la resclosa. Un estudi precís de sismicitat, quan es produeix sismicitat induïda, exigeix una xarxa de sismògrafs constituïda per quatre aparells d'aquest tipus, com a mínim. Els sismògrafs registren l'activitat que no és sentida per l'home i permeten conèixer els punts on s'origina l'activitat (els focus) i l'evolució en el temps.

A l'Estat espanyol actualment estan instrumentades les rescloses de Susqueda i la Baells a Girona i la Pedrera a Alacant. No és possible predir si un embassament generarà activitat sísmica i menys encara el seu grau d'intensitat. Tanmateix, sí que es pot investigar si les condicions locals són favorables perquè es desencadeni una tal activitat. L'estudi geològic que preceptivament ha de realitzar-se per a construir una resclosa conté gairebé tota la informació necessària i, finalment, pot mesurar-se la tensió inicial de la roca de cimentació quan hom ho cregui necessari. Aquesta tensió superficial és la que determina el comportament sísmic en superfície. Per altra banda, com ja hem assenyalat més amunt, el sisme principal va precedit d'activitat que es pot detectar amb els sismògrafs. Una tal activitat constitueix un senyal d'alerta.

( Fernando González del Campo )

## Materials de lectura

B.A. Bolt i D.E. Hudson: *Seismic instrumentation of dams*. "Journal of the geotechnical engineering division", ASCE, vol. 101.

Bufo, E i Udías, A.: *A note on induced seismicity in dams and reservoirs in Spain*. "Bulletin of Seismological Society of America", vol 69, núm. 5, octubre 1979.

González del Campo, F.: *Sismicidad inducida por embalses*. "Cimbra" 165, agost-setembre 1979.

López-Arroyo, A. i Pérez Saiz, A.: *Sismicidad inducida por embalses, métodos de estudio, observación y sistemas de vigilancia*. "Revista de Obras Públicas", setembre i octubre 1975.

Gupta, H.K. i Rastogi, B.K.: *Dams and Earthquakes*. Elsevier Scientific Publishing Company, 1976.

per una activitat sísmica (precursora) i seguit de rèpliques. L'activitat sísmica ambiental no sempre va acompanyada de precursors, el que constitueix un inconvenient per a predir terratrèmols.

