

PER UN SERVEI

per Antoni M. Correig i Blanchar

24 (488 / agost 1981

ciència 8)

Cal fer evident la necessitat d'estructurar un servei de sismologia a Catalunya. Us oferim a continuació els elements que són imprescindibles per a constituir-lo. La resposta a una anàlisi com la que publiquem es troba en les nostres institucions científiques i de govern.

Antoni M. Correig i Blanchar (Reus, 1947) es llicencià en física a Barcelona l'any 1971, on obtingué el doctorat el 1977. Els anys 1972 i 1973 fou coordinador de ciències pures a la Gran Enciclopèdia Catalana. L'any 1974 treballà al Dublin Institute for Advanced Studies, a l'Eire i els anys 1975 i 1976 estigué a Saint Louis, Missouri, on obtingué el grau de *master of sciences (research)*. Des del 1977 és professor de geofísica a la Universitat de Barcelona. És cap del grup de geofísica de la secció de física de la Societat Catalana de Ciències, filial de l'Institut d'Estudis Catalans.

En un seguit de treballs inclosos en aquest número, hom ha anat donant llambregades sobre l'origen dels terratrèmols i la seva localització a escala mundial, així com sobre la metodologia dels estudis de sismicitat i la seva aplicació al cas concret de Catalunya. Aquests treballs s'han enfocat de cara a les repercussions dels terratrèmols sobre la comunitat, en el sentit d'intentar de preveure com els possibles terratrèmols que es puguin produir ens poden afectar a fi de posar-hi remei a temps, tractant així d'evitar catàstrofes i estralls econòmics. Com a exemple recordem la ja tristament cèlebre sèrie sísmica que a finals del novembre proppassat assolà el sud d'Itàlia, o bé, a casa nostra, la sèrie o fòtina del 1427-1428, amb efectes també catastròfics. Ens cal, per tant, incloure els terratrèmols com un dels fenòmens naturals que poden afectar la vida de la comunitat i no pas ignorar-los, ja que, tal com diuen les lleis de Lomnitz, *a*) si una regió ha estat sísmicament activa tornarà a ser-ho, *b*) com més temps ha passat sense reproduir-se l'activitat sísmica, menys en falta per a tornar-hi i *c*) cal esperar que la sèrie sísmica es repetirà amb, com a mínim, la mateixa intensitat que l'anterior.

La lluita per a la prevenció sísmica passa per tres fronts. La tasca d'un sismòleg és la d'estudiar els terratrèmols a fi de quantificar les lleis qualitatives de Lomnitz per tal de poder donar xifres concretes, tant per a poder caracteritzar el moviment del sòl al pas de les ones sísmiques com per a indicar la probabilitat que es produeixin terratrèmols d'unes característiques determinades en un període de temps donat. La tasca del projectista de les estructures, especialment les grans edificacions (com per exemple preses, centrals nuclears, ponts, hospitals, complexos industrials, etc.) serà d'incloure aquestes xifres en els seus càlculs a fi que si es produeix un terratrèmol amb les característiques previstes, les estructures de les

edificacions no en surtin danyades. I, finalment, la tasca dels responsables de la comunitat consisteix a donar unes normes clares que obliguin el constructor a incloure els factors antisísmics deduïts pel projectista a partir de les dades proporcionades pel sismòleg.

En el present treball ens centrarem en les dades sísmiques.

Dades sísmiques

Les dades sísmiques que hom hauria de posar a disposició de l'enginyeria sísmica es poden reduir, en principi, bàsicament a dues: el risc sísmic en un punt (probabilitat que es produeixi un sísmic d'una determinada magnitud en un període de temps donat) i les acceleracions del sòl, en funció del període, al pas de les ones produïdes pels possibles sísmes.

Risc sísmic

Per a fer un estudi de risc sísmic en un punt cal tenir en compte no tan sols els sísmes ocorreguts en una zona propera al punt en qüestió ni tampoc aquells pels quals existeixen descripcions dels danys causats en llocs propers al dit punt, sinó que cal incloure en el càlcul tots els sísmes ocorreguts en una regió extensa al voltant d'aquest punt. Així, per exemple, per a calcular el risc sísmic en un punt de Catalunya, hem de considerar una àmplia zona que inclogui tota l'àrea de Catalunya juntament amb la seva regió sísmica litoral i la totalitat de la cadena pirinenca. Una vegada seleccionada l'àrea adequada, els problemes més importants que hom troba en començar l'estudi del risc sísmic són la selecció de la font de dades i la completesa de la sèrie sísmica, els errors en la determinació epicentral, l'obtenció de les lleis d'atenuació i l'elecció d'una regionalització sísmica adequada.

Font de dades

La informació sísmica catalana disponible la podem dividir en dues parts: la històrica i la instrumental. La part històrica, que comprèn des de l'any 1100 fins al 1907, està reunida a l'excel·lent volum de Fontserè i Iglésies (1971). L'època instrumental comença el 1907 amb la instal·lació d'equipament sísmic als observatoris de l'Ebre i Fabra; a partir d'aquest moment disposem, per tant, de dades macrosísmiques i instrumentals, les quals es complementen.

SISMOLÒGIC A CATALUNYA

Les dificultats amb les quals hom es troba a l'hora de seleccionar les dades de cara a l'elaboració d'un catàleg són grans, donat que per als terratrèmols històrics la informació obtinguda a través de les cròniques sol ser ambigua i la seva interpretació sovint peca de subjectiva. Per altra banda, les sèries històriques pateixen mancances, bàsicament a causa del grau de població de la zona. Tal com ja hem dit, les dades anteriors al 1907 es troben reunides al llibre de Fontserè i Iglésies. A partir del 1907 el catàleg ha estat construït per Roca (1975), que ha agrupat tant les dades macrosísmiques com les instrumentals. A partir d'una anàlisi de les diferents sèries sísmiques hom pot deduir dos importants paràmetres: els períodes de retorn i el risc sísmic, ja sigui per a una zona àmplia o per a determinats punts d'interès. El tipus d'anàlisi estadística a emprar per a la deducció d'aquests dos paràmetres depèn del tipus de dades disponibles. En el cas de Catalunya ens trobem que les dades disponibles formen una sèrie sísmica incompleta i inhomogènia. Incompleta perquè s'ha perdut molta informació sobre sismes de magnitud petita a causa de la baixa sensibilitat dels sismògrafs existents o bé per manca de documentació pel que fa a terratrèmols històrics. Inhomogènia perquè es barregen dades instrumentals i macrosísmiques. En aquestes condicions, la classe d'anàlisi més adequada és la del valor extrem, en la qual hom considera només el major sisme ocorregut en cada interval de temps prèviament fixat. Aquesta anàlisi hem d'aplicar-la a la intensitat i no a la magnitud (tal com fóra desitjable), ja que les dades d'intensitat formen una sèrie més àmplia i completa que no les de magnitud.

L'estudi de la sismicitat i el risc sísmic cal entendre'l des de dos punts de vista, a part dels coneixements d'altre tipus que ens pot aportar: com una acció *preventiva* i com una acció de *vigilància*. Com a acció preventiva, fent estudis de risc sísmic molt acurats en zones de sismicitat elevada així com la seva microzonació i detecció de falles actives, i com a acció de vigilància, per a detectar activitats sísmiques que poguessin arribar a danyar seriosament grans estructures (construïdes sense haver tingut en compte la sismicitat local i no havent pres, per tant, mesures antisísmiques), a fi de poder prendre preventivament les mesures d'emergència, si arribés el cas, per tal d'evitar danys a la població afectada i disminuir possibles estralls econòmics.

Obtenció de les lleis d'atenuació

En realitzar un estudi de risc sísmic en un lloc concret hom necessita disposar d'unes funcions d'atenuació de les intensitats "sentides" en el punt en qüestió. Aquí juguen un paper molt important les descripcions existents dels danys produïts per terratrèmols històrics. A la zona de Catalunya i els Pirineus, moltes de les descripcions històriques se'ns presenten contradictòries. Per altra banda, en contemplar mapes d'isosistes realitzats a partir de descripcions més recents hom observa unes

línees de forma molt complicada, essent aquesta irregularitat molt superior a la d'altres àrees de la península ibèrica (d'alguna manera, aquestes irregularitats podrien ser un reflex de la gran complexitat tectònica que hom observa a Catalunya). A partir d'aquestes isosistes tan complicades és molt difícil la realització d'un estudi rigorós d'atenuació. De moment, com a molt podem arribar a unes corbes d'atenuació màxima i mínima de la intensitat amb la distància epicentral mesurant la distància màxima i mínima entre isosistes consecutives de diferents terratrèmols, basant-nos en unes mesures ponderades.

Hom pot obtenir millors resultats deduint les corbes mitjanes d'atenuació de les descripcions directes, representant en un diagrama les distàncies epicentrals respecte a les diferències entre la intensitat epicentral i la intensitat sentida als diversos punts.

Errors en la determinació epicentral

Respecte a l'època històrica, tenim descripcions exhaustives d'alguns terratrèmols, però de la majoria tan sols tenim escasses referències. El procediment consisteix a identificar l'epicentre amb el centre de l'àrea de màxima intensitat macrosísmica. Si partim, per tant, de determinacions escadusseres, els errors que podem cometre són tan grans que no és possible fer cap acotació.

Si passem a l'època instrumental, la situació no ha canviat gaire. Recordem que el 1907 s'instal·laren els sismògrafs de l'Ebre i Fabra. El 1977 s'instal·là un sismògraf a Susqueda, i el 1980 un altre a Isil. O sigui que, fins el 1980, no hem disposat de la xarxa mínima per a intentar una localització purament instrumental, independent de les dades macrosísmiques. Per tant, durant el període 1907-1980, la localització epicentral l'hem de fer combinant les dades instrumentals amb les macrosísmiques, amb la qual cosa obtindrem una precisió força inferior als 10 km, la màxima tolerable. Val a dir, també, que en alguns casos és més fiable la determinació epicentral a partir de les corbes d'intensitat que el calculat instrumentalment amb una xarxa de sismògrafs insuficient.

Regionalització sísmica

De tot el que hem dit anteriorment sobre les dades disponibles a Catalunya, i especialment en parlar de les grans imprecisions en les determinacions epicentrals, hom pot deduir l'existència de problemes seriosos a l'hora d'intentar una regionalització sísmica.

Donades aquestes imprecisions ens és molt difícil de correlacionar les dades de sismicitat amb la tectònica regional. Per tal de poder fer aquesta correlació hom necessitaria una determinació molt més exacta de les coordenades epicentrals dels terratrèmols petits, tan sols possible si hom disposa d'un nombre

suficient d'instruments d'alta sensibilitat. L'únic que es pot fer actualment és dissenyar una regionalització a gran escala basada en criteris tectònics. Naturalment, de cara a la realització d'una microzonació sísmica, és òbvia la necessitat d'estudis específics amb xarxes locals d'instruments de molt alta sensibilitat.

Acceleracions del sòl

L'única manera d'obtenir dades bones sobre les acceleracions del sòl al pas de les ones sísmiques i la seva variació amb la freqüència és a partir d'una xarxa d'acceleròmetres (sismòmetres que ens mesuren directament les acceleracions del sòl). A Catalunya, una xarxa d'aquest tipus no existeix, i l'única informació possible és a partir de lleis empíriques que ens relacionen les acceleracions amb les intensitats. El mal d'aquestes lleis és que han estat deduïdes de les mitjanes de diverses regions de la Terra, i poden no ser representatives en un lloc concret. Això és degut a la forta variació lateral que pot experimentar el medi en zones tectònicament complexes, tal com és el cas de la Mediterrània i les zones que l'envolten. La conclusió final dels comentaris sobre el tipus de dades de què hom disposa actualment a Catalunya és evident: *cal millorar i ampliar la xarxa sísmica existent a Catalunya.*

Suggeriments per a l'organització d'un servei de sismologia a Catalunya

A la majoria de països, els serveis de sismologia constitueixen una secció d'un centre de geofísica (per exemple, l'Institut de Physique du Globe a França) o bé d'un centre de geologia i geofísica (per exemple, l'U.S. Geological Survey als Estats Units d'Amèrica o l'Institut de Ciències de la Terra a la Unió Soviètica).

A l'Estat espanyol el Servei de Sismologia, així com les altres branques de la geofísica, està englobat dintre de l'Instituto Geográfico Nacional, dependent de Presidencia del Gobierno. A Catalunya, tradicionalment, els estudis de sismologia s'han portat a terme a l'Acadèmia de Ciències, de la qual depèn l'Observatori Fabra, i últimament a la Universitat Central de Barcelona. Cap d'aquests dos organismes no pot, actualment, pensar a millorar els serveis, simplement per falta de recursos econòmics. Per altra banda, considerem que els estudis de sismicitat constitueixen un servei públic, i per tant caldria que se'n responsabilitzés un organisme públic amb capacitat decisòria. Ens referim, naturalment, a la Generalitat.

No anem ara a proposar quin organisme de la Generalitat hauria de responsabilitzar-se d'aquest futur Servei de Sismologia ni quin organigrama hauria de tenir. Anem a enumerar, tanmateix, el que creiem els passos mínims necessaris a fer per a començar a posar en funcionament aquest futur Servei de Sismologia.

1. **Establiment d'una àmplia xarxa d'observadors** que reportessin tot moviment sísmic produït a fi de poder construir els mapes d'isosistes, els quals ens donen informació sobre la intensitat. Bàsicament, la feina de l'observador consistiria a emplenar enquestes i reportar qualsevol deformació del terreny o efectes visibles sobre edificacions (enderrocaments, esquerdes, etc.). Quedaria així assegurada l'obtenció de dades macrosísmiques.

2. **Ampliació de la xarxa sísmica.** Aquest punt és fonamental per a una determinació epicentral precisa. En una primera etapa, que podria durar uns pocs anys, aquesta ampliació podria fer-se amb instruments portàtils (de poc cost). Els resultats obtinguts ens donarien informació sobre el nombre i la localització òptims dels sismòmetres necessaris per a controlar la sismicitat global. Els sismòmetres portàtils ens servirien també per a establir xarxes locals temporals per a vigilància i estudis de zones d'interès.

3. **Promocionar un laboratori d'instrumentació sísmica.** Aquest laboratori hauria de complir dues funcions. Per una banda, el manteniment, la conservació i la calibració periòdica dels aparells existents, evitant així el seu deteriorament i podent conèixer en cada moment què estem mesurant. Per l'altra, el disseny de nou instrumental i la millora de captació de dades, així com l'adaptació de determinats aparells ja existents. Actualment l'instrumental sísmic està constituït en gran part per material electrònic, el qual es pot construir artesanalment en un laboratori, fet que comporta un estalvi econòmic de com a mínim una proporció de 5 a 1 respecte als preus de mercat.

4. **Planificació de la recerca bàsica i teòrica** (som encara a les beceroles pel que fa a Catalunya), així com coordinar-la amb la que es pugui portar a terme a d'altres institucions, com per exemple a les universitats, l'Acadèmia de Ciències, el CSIC, etc.

(Antoni M. Correig)

Materials de lectura

A.M. Correig: *Recerca en Sismologia a Catalunya*, dins M. Porta (Ed.): *Primeres Jornades sobre Recerca, per una política científica i tècnica a Catalunya*. Ed. CES, Barcelona, 1980.

E. Fontserè i J. Iglésies: *Recopilació de dades sísmiques de les terres catalanes entre 1100 i 1906*. Barcelona, Fundació Salvador Vives i Casajuana, 1971.

A. Roca: *Sismicidad de Catalunya 1907-1974 y relación señal-ruido en una estación para el estudio de la sismicidad local*. Tesi de llicenciatura. Universitat Central de Barcelona, 1975.

A. Roca i A. López-Arroyo: *Problemas en la evaluación del riesgo sísmico en Catalunya*, dins *Seminario sobre criterios sísmicos para centrales nucleares y obras públicas*. Madrid, Asociación Española de Ingeniería Sísmica, Ed. Instituto Geográfico Nacional, 1979.