

ELS SISMÒGRAFS DE L'OBSERVATORI DE L'EBRE

Josep Batlló; Arantza Ugalde

Escola Universitària de Ciències Empresarials Dr. Manyà; Observatori de l'Ebre.

Paraules clau: *sismògraf, sismometria, història de la sismologia*

The seismographs of the «Observatori de l'Ebre»

Summary: Since its foundation in 1904, the «Observatori de l'Ebre» has been operating different seismographs without interruption. It is the oldest seismic station in Catalonia and its records, almost completely preserved, are of key importance for the instrumental study of the western mediterranean seismicity. Present work introduces a review of the operated seismographs since its foundation up to now, including some new information available through recent research on this topic.

Key words: *seismograph, seismometry, history of seismology*

Introducció

La secció sísmica de l'Observatori de l'Ebre és la més antiga de Catalunya i la seva importància ja s'ha ressaltat en publicacions anteriors (Batlló i Cardús, 1993; Susagna *et al.*, 1997). En el present treball volem descriure més a fons els instruments sísmics que s'han utilitzat al llarg de la història de l'Observatori.

El registre sísmic de l'Observatori de l'Ebre s'ha realitzat sempre al pavelló sísmic, construït a fi i efecte de protegir els aparells d'enregistrament. La seva història pot dividir-se en quatre etapes ben delimitades, segons els aparells utilitzats i les reformes que s'han anat produint a la secció sísmica. El nombre total de sismògrafs que han funcionat no excedeix la vintena, però molts han sofert modificacions al llarg de la seva vida operacional, la qual cosa fa que tècnicament haguem de parlar d'una vintena llarga de diferents equips (taula 1).

Primera etapa (1904-1913)

La primera etapa comença amb el naixement de l'Observatori, el 1904. Els primers instruments instal·lats van ser, per una part, uns pèndols Grablovitz (per una descripció veure Grablovitz, 1896) de període més aviat llarg per l'època i molt útils per enregistrar els telesismes. D'altra banda, hi havia un conjunt format per un microsismògraf Vicentini per a l'enregistrament de les components horitzontals (Pacher, 1897) i un per la vertical (Ferrari, 1992).

ambdós de període curt i útils sobre tot per enregistrar els terratrèmols regionals. Aquest últim aparell enregistra els tres components del moviment del sòl en una única gràfica i l'enregistrament era de tipus mecànic sobre bandes de paper fumat (una fotografia de l'instrument es troba a Batlló, 1995). S'havien adquirit directament dels seus inventors (professor Grablovitz a Ischia i professor Vicentini a Padova) i es trobaven instal·lats a sobre d'uns pilars construïts expressament a l'interior del pavelló sísmic tal i com es pot veure al plànol publicat a Pericás (1910).

Segona etapa (1914-1941)

Atès que, a l'època, l'evolució dels instruments de registre sísmic era ràpida, molt aviat es va fer palesa la necessitat d'actualitzar els sismògrafs de l'Observatori. Això es va fer els anys 1913-14. En aquest cas els nous instruments es van construir al mateix taller de l'Observatori. Es van copiar models d'instruments comuns d'aquell temps que semblaven adaptar-se a les necessitats i possibilitats de l'Observatori, com eren els sismògrafs de tipus Mainka i un pèndol vertical (vegeu fotografia a Puig, 1927). Els dos sismògrafs de tipus Mainka (o pèndols horitzontals bifilars) que van ser construïts permetien enregistrar el component N-S, amb una massa de 1500 kg i el component E-W, amb massa de 150 kg. Hi ha fotografies d'ambdós aparells a Trullàs (1923). El pèndol vertical (el tipus de sismògraf més senzill) era de 316 kg de massa i en un primer moment va enregistrar el moviment del sòl en dues direccions: NW-SE i NE-SW. Molt aviat (1915) i degut probablement a problemes tècnics, es va abandonar aquesta configuració i es va passar a enregistrar només el component N-S del moviment del terra. No sabem qui va dissenyar cap d'aquests aparells o qui va ser l'assessor per a la seva construcció. El que si que sabem és que els va construir el germà jesuïta Narcís Hornós.

Els nous sismògrafs es trobaven penjats de les parets del pavelló sísmic, com es veu al plànol publicat a Romaña (1942), però atès que l'escalfament dels murs del pavelló per la incidència directa de la llum del Sol afectava la qualitat del registre, es va pensar en afegir una construcció exterior que, a la manera d'una caixa, aïllés el pavelló pròpiament dit. Aquest projecte però, no es va arribar a realitzar mai. A la Biblioteca de l'Observatori es conserva correspondència d'aquests anys amb esquemes, plànols i pressupostos del pavelló projectat.

En aquest moment es van reinstal·lar també els sismògrafs que funcionaven durant els primers anys, fet que va ocasionar modificacions que afecten la polaritat del registre (és a dir, a quin sentit del moviment del terra correspon una desviació de la traça del sismograma cap a la dreta o cap a l'esquerra). A la taula 1, a la penúltima columna, hem consignat la polaritat de tots els instruments que ens és coneguda. Els pèndols Grablovitz, que no apareixen al plànol (Romaña, 1942), es trobaven situats al cantó NW del pavelló sísmic, al costat del pèndol Mainka E-W, segons ens consta per una fotografia conservada a l'Observatori. Degut al seu envelliment i al fet de poder disposar d'equips més moderns, els pèndols Grablovitz i Vicentini van anar deixant de funcionar de manera gradual.

La guerra civil suposà una sotragada molt forta per a l'Observatori. El registre sísmic, tot i ser un dels menys afectats, va quedar interromput durant tres mesos i quan es va reprendre (juliol de 1938) les condicions de treball eren ínfimes. No existia una base de temps fiable i mancava fins i tot el paper per confeccionar els fulls per a l'enregistrament dels sis-

mogrames. És per aquest motiu que podríem considerar aquesta època com una subetapa especial, on no hi ha cap millora o reforma en els equips existents, però en què encara es continua treballant.

Tercera etapa (1942-1966)

La tercera etapa comença pròpiament l'any 1942. Passats els primers anys després de la guerra civil i ja establitzat el funcionament general de l'Observatori, es pensà en una reforma general de la instrumentació de la secció sísmica. Començà amb la reforma del mateix pavelló sísmic, la construcció d'una columna per sostenir els sismògrafs i la reforma a fons dels aparells existents. La reforma fou més aviat una millora dels aparells que un canvi radical. Aprofitant les peces ja existents, es van construir dos sismògrafs de tipus Mainka de 1500 kg cadascun per les dues components horitzontals i un pèndol vertical de 635 kg, reforma de l'anterior existent, pel component N-S. La renovació dels sismògrafs es va fer sota la direcció dels jesuïtes Joaquim Lamolla i Ramon Pahí als tallers de fundició de Francesc i Josep Baró, a Tortosa, i de rellotgeria de Blasco, a Roquetes (Romaña, 1942). L'any 1948 s'amplià el pavelló sísmic i s'afegí una sala subterrànea, amb la idea de posar-hi nous sismògrafs de registre magnetofotogràfic (Observatorio, 1949a); però aquest projecte no es realitzà fins als anys seixanta.

Quarta etapa (1966-1999)

L'any 1966 es van introduir a l'Observatori de l'Ebre els aparells electromagnètics amb registre galvanomètric. En primer lloc es van instal·lar dos sismògrafs de període curt de component horitzontal i un altre de vertical del tipus Benioff construïts per la casa Teledyne Geotech. Portaven acoblats galvanòmetres de 0.5 s de període i el seu registre era sobre paper fotogràfic. Els dos components horitzontals portaven també acoblats, en paral·lel, uns galvanòmetres de 20 s. per obtenir millor resposta de l'equip per períodes grans. Més tard, l'any 1968, abandonaren els galvanòmetres de període de 20 s i s'adquiriren dos sismògrafs Sprengnether de període llarg pels components horitzontals que es completaren l'any 1969 amb un altre pel component vertical cedit per l'*Instituto Geográfico y Catastral*, el qual es va substituir l'any 1974 per un altre adquirit per l'Observatori de l'Ebre. Tots disposen de galvanòmetres de 90 s. i el seu registre és sobre paper fotogràfic. Aquest mateix any es transformà l'enregistrament de període curt sobre paper fotogràfic a inscripció en tinta, que suprimí els galvanòmetres, mitjançant uns amplificadors electrònics adquirits a la casa Lennartz.

L'any 1987 i a uns 8 km de l'Observatori, al peu del Mont Caro, l'*Instituto Geográfico Nacional* (IGN) va instal·lar una estació de període curt amb un sensor SS-1 Ranger de la casa Kinematics, que enregistra el moviment vertical del sòl. L'any 1991 es va completar l'estació amb els dos components horitzontals, amb equipament propietat de l'Observatori de l'Ebre (Tejedor y García, 1993). Els senyals d'aquesta estació s'envien per telemetria de ràdio fins a l'Observatori, on s'efectua l'enregistrament en tinta i, des d'aquí, per telemetria de cable (línia telefònica) fins al *Centro de Recepción de Datos* (CRD) situat a l'IGN, a Madrid. Una balisa digital dotada d'algorisme de detecció d'events permet rebre

també les dades d'aquesta estació, mitjançant la línia telefònica, a l'Institut Cartogràfic de Catalunya, a Barcelona.

Altres projectes

Encara hi hagué més projectes. Alguns es van començar a desenvolupar; però no van realitzar-se totalment i altres no arribaren mai a començar-se. L'any 1943, en realitzar-se la reforma de la secció sísmica, es pensa en completar-la amb un sismògraf Wiechert horitzontal i un altre vertical de 2000 kg cadascun (Romañá, 1942). L'any 1945 es construïren dos sismògrafs (un horitzontal i un altre de vertical) pel nou observatori de Villafranca de los Barros (Observatorio, 1949b). Finalment, l'any 1946, en ocasió d'una visita de Dúe Rojo, director de l'observatori de Cartuja, es feren proves amb un sismògraf electromagnètic que no arribà mai a funcionar regularment.

Bibliografia

- BATLLÓ, J.; CARDÚS, J. O. (1993), «Historic seismograms and materials preserved at the seismic station of the Observatori de l'Ebre», *Proceedings of the XXIII General Assembly of the European Seismological Commission*, Praha, 232-235.
- BATLLÓ, J. (1995), «Instruments i altres materials d'interès científic conservats a l'Observatori de l'Ebre», A: PUIG-PLA, A. *et al.* (Ed.): *Actes de les III Trobades d'Història de la Ciència i de la Tècnica*, IEC, Barcelona, 523-532.
- CARDÚS, J. O. (1983), «El Observatorio del Ebro», A: CARDÚS, J. O. (ed.): *Contribuciones científicas para conmemorar el 75 aniversario del Observatorio del Ebro. Memoria nº 14*, Roquetes, Publicaciones del Observatorio del Ebro, 9-19.
- CIRERA, R. (1906), *Noticia del Observatorio y de algunas observaciones del eclipse de 30 de Agosto de 1905*. Memorias del Observatorio del Ebro n.º 1, Barcelona, Gustavo Gili.
- FERRARI, G. (1992), «Vicentini microseismograph for the vertical component 1897». En FERRARI, G. (Ed.): *Two Hundred years of seismic instruments in Italy 1731-1940*, Bologna, SGA Storia-Geofisica-Ambiente, 132-133.
- GARCÍA, O. y TEJEDOR, J. M. (1993), *Funciones de transferencia de las estaciones de la red sísmica nacional*, Madrid, Instituto Geográfico Nacional, 82 p.
- GRABLOVITZ, G. (1896), «Pendoli orizzontali a registrazione meccanica continua», *Bolletino della Società Sismologica Italiana*, 2, 171-179.
- OBSERVATORIO (1949a), «Observatorio de física cósmica del Ebro», *Urania*, 34, 193-195.
- OBSERVATORIO (1949b), «Observatorio geofísico de Villafranca de los Barros», *Urania*, 34, 197-198.
- PACHER, G. (1897), «I Microsismografi dell'Istituto di Fisica della R. Università di Padova», *Bolletino della Società Sismologica Italiana*, 3, 65-131.
- PERICAS, JOAQUÍN (1910), «Sismología», *Boletín mensual del Observatorio del Ebro*. Enero de 1910 con una introducción (vol. I, no. 1), 55-57.
- PUIG, I. (1927), *El Observatorio del Ebro: Idea general sobre el mismo*, Tortosa, Imprenta Moderna de Algueró y Baiges.

- ROMAÑA, A. (1942), «Sismología», *Boletín del Observatorio del Ebro*, vol. XXX, 14-15.
- SUSAGNA, T., BATLLÓ, J. & ROCA, A., (1997), «Seismographs, seismograms and related materials preserved in Catalonia», *Cahiers du Centre Européen de Géodynamique et de Séismologie*, 13, 37-48.
- TRULLÁS, P. (1923), «El gran terremoto del Pacífico del 3 de Febrero de 1923», *Ibérica*, XIX, 136-138.

Sismògrafs de l'Observatori de l'Ebre

Instrument	Anys	T.	Comp.	Massa (kg)	Per. (s)	Esmt.	Freg.	Ampl.	Pol.	Vel. Reg.
Grablovitz	1904-18	M	NE-SW	12	13	-		8		5
Grablovitz	1904-18	M	NW-SE	12	13	-		8		5
Vicentini	1904-36	M	Z	50	0.85	-	0.008	150	Up↑	15
Vicentini	1904-13	M	N-S	100	2.3	-	0.02	90	N↑	15
Vicentini	1904-13	M	E-W	100	2.3	-	0.02	90	E↑	15
Vicentini	1914-16	M	N-S	100	2.3	-	0.02	90	N↓	15
Vicentini	1914-28	M	E-W	100	2.3	-	0.02	90	E↑	15
Mainka	1914-41	M	N-S	1501	14.8	~0.4	0.005	200	N↑	12
Mainka	1914-41	M	E-W	157	7.8	~0.3	0.005	110	E↓	12
P. vertical	1914-15	M	NE-SW	316	(2.5)	-				12
P. vertical	1914-15	M	NW-SE	316	(2.5)	-				12
P. vertical	1915-41	M	N-S	316	2.6	-	0.002	125	N	12
Mainka	1942-66	M	N-S	1500	15.4	~0.4	0.004	275	N↑	12
Mainka	1942-66	M	E-W	1500	10.8	~0.4	0.003	150	E↑	12
P. vertical	1942-61	M	N-S	635	2.5	-	0.004	230		12
P. zenital	1961-66	M	Z	635		-				12
Benioff	1966-	E	Z	15	15		-	50000	Up↑	60
Benioff	1966-	E	N-S	14.75	15		-	50000	N↑	60
Benioff	1966-	E	E-W	14.75	15		-	50000	E↑	60
Sprengnether	1968-	E	N-S	10.7	1.0		-	1500	N↑	15
Sprengnether	1968-	E	E-W	10.7	1.0		-	1500	E↑	15
Sprengnether	1969-	E	Z	11.2	1.0		-	1500	Up↑	15
SS-1 Ranger	1987-	E	Z	1.45	1.0		-			60
SS-1 Ranger	1991-	E	N-S	1.45	1.0		-			60
SS-1 Ranger	1991-	E	E-W	1.45	1.0		-			60

Taula 1. Diferents sismògrafs que han operat a l'Observatori de l'Ebre i les seves característiques. Per columnes: nom dels sismògraf, període de funcionament, tipus (M: mecànic, E: electromagnètic), component del moviment del sòl que enregistra, massa del pèndol en kilograms, període en segons, esmorteïment (Esmt.), fregament (Freg.), amplificació, polaritat (Pol.) i velocitat del registre en mil·límetres per minut.

Si una casella és en blanc significa que es desconeix aquesta dada. Els valors entre parèntesi no es coneixen amb total certesa.