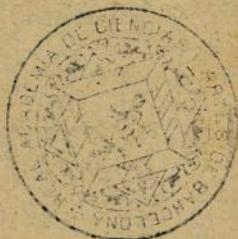
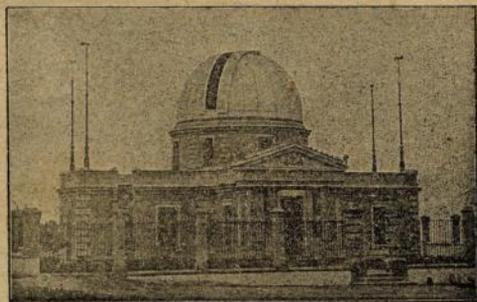


A. M. D. G.

OBSERVATORIO
ASTRONÓMICO, GEODINÁMICO
Y METEOROLÓGICO
DE
GRANADA



Dirigido por Padres de la Compañía de Jesús



(LATITUD N: 37° 10' 43".—LONGITUD E DE MADRID 0^h 0^m 21^s, 6.—ALTITUD EN METROS: 775,5).

BOLETÍN DE SEPTIEMBRE.—AÑO DE 1906.

GRANADA
TIPOGRAFÍA DE LÓPEZ GUEVARA
1906

NOTA.—En adelante la Sección Astronómica publicará sus observaciones
cada trimestre.

Se suplica el cambio con publicaciones de este género.

On prie de bien vouloir établir l'échange.

We should like to exchange papers or publications with you.

Wir wünschen Zeitung mit Ihnen zu wechseln.

SECCIÓN SÍSMICA.

Datos correspondientes á los principales movimientos.

N.º de orden	Sismógrafo.	Fecha.	Principio del terremoto.	GRANDES ONDAS			Amplitud máxima.	Duración total.	NOTAS.
				Principio.	Máximo.	Final.			
59	M. V.	4	0-10-30	»	»	»	0,3	23-49-30	Intranquilo.
60	M. V.	5	0- 0- 0	»	»	»	0,3	24- 0- 0	Id.
61	M. V.	6	19-17- 0	19-17-30	19-21-50	19-22-56	1,7	0-21-50	Terremoto.
62	E. W.	7	19-10-18	19-37-28	19-53-25	19-59-52	17,0	2-40- 0	Id. *
Id.	N. S.	7	19-10-22	19-45- 0	19-52-20	20- 0- 0	13,0	2-40- 0	Id.
63	M. V.	10	8-48- 0	»	»	»	0,2	15-12- 0	Intranquilo.
64	E. W.	12	10-47- 0	»	»	»	0,3	6-30- 0	Id.
65	N. S.	14	?	13-59-42	14- 6- 0	14-10-40	1,0	?	Terremoto cuyo principio y fin se hallan confundidos con ondas pulsatorias.
					17-19-26		41,0		
					17-21-32		67,0		
66	N. S.	14	16-28-32	17-14-15	17-24-59	17-36-36	54,5	>2-44-0	Terremoto. *
					17-29-46		52,0		
					17-34-12		17,0		
67	E. W.	15	19-25-30	19-26- 0	19-26-40	19-31-50	2,0	0-14-30	Id. (1)
68	E. W.	18	11-34- 0	»	»	»	0,2	0- 8- 0	Id. (¿Huarmey y Alija?)
Id.	N. S.	18	11-34- 0	»	»	»	0,2	0-13- 0	
69	P. H.	19	10-20- 0	»	»	»	0,2	?	Id. (Palermo), confundido el final con ondas pulsatorias.
Id.	M. V.	19	10-20- 0	»	»	»	0,2	13-40- 0	
70	M. V.	20	0- 0- 0	»	»	»	0,5	24- 0- 0	Intranquilo.
71	M. V.	21	0- 0- 0	»	»	»	0,4	24- 0- 0	Id.
72	M. V.	22	8-43- 0	»	»	»	0,8	?	Se inutilizó la banda antes de haberla estudiado detenidamente.
73	M. V.	23	8-22-50	»	»	»	0,4	?	
74	M. V.	24	0- 0- 0	»	»	»	0,2	10-34- 0	
75	M. V.	26	?	17-17-30	17-17-45	18- 0- 5	1,3	?	Terremoto cuyo principio y fin se hallan confundidos con ondas pulsatorias.
76	E. W.	26	18-59- 0	19-11-40	19-14-50	19-27-20	1,3	2 30- 0	Terremoto.
77	M. V.	27	0- 0- 0	»	»	»	0,3	24- 0- 0	Intranquilo.
78	E. W.	28	15-44-30	15-56- 5	15-56-15	16-36- 0	5,8	2- 1- 0	Terremoto.
Id.	M. V.	28	15-45- 0	15-46-40	15-47- 0	16- 0- 0	7,0	0-30- 0	Id.
79	M. V.	29	10- 3-20	10- 6-30	10-23- 0	10-23-50	2,0	?	Id.
80	N. S.	30	17-31-20	17-43- 0	17-43-30	17-44- 0	0,2	0-24- 0	Id.
Id.	M. V.	30	17-30-30	17-40-20	17-49-30	18- 0- 0	0,2	?	Id.
81	M. V.	30	22-30- 0	22-40- 0	22-49- 0	23- 0- 0	0,2	?	Id.

ABREVIATURAS.

M. V. - Microsismógrafo Vicentini. P. H. - Péndulos horizontales.
 C. V. - Componente Vertical. NS - Componente NS de los P. H.
 EW. - Componente Este-Oeste de los P. H.

(1) Desde el día 15 al 26 la marcha del cronógrafo ha sido muy irregular, y por lo tanto la hora no es muy exacta.

NOTAS.

(*) Dado el aspecto de las gráficas de este terremoto y de las del grande del 14, ambos han tenido lugar en la América del Sur. Las numerosísimas sacudidas, entre las que se cuentan no pocas de gran violencia, que hoy agitan su porción SW, procedentes de distintos epicentros, no muy distantes entre sí nos impiden el precisarlos, dado que, á no favorecernos nuestros lectores, son muy limitados nuestros medios de información, casi reducidos á las revistas inglesa *Nature* y francesa *Cosmos* y á alguno que otro recorte de periódicos, donde no es raro comprobar errores de horas y aun de días, hecho disculpable, dada la premura con que se transcriben y no rara vez se retocan.

El terremoto del 30 de Agosto debe ser el que se sintió dicho día en Bodø (1) situado en el círculo ártico y en un distrito de la Noruega donde no suelen ser muy frecuentes los sismos, si nos atenemos al mapa de Kolderup (2) y al del Conde de Montessus de Ballore (3).

La distancia que nos separa de Bodø es de unos 3,500 kilómetros y la que se deduce del tiempo transcurrido entre el principio del sismograma y el momento en que en éste aparecen las grandes ondas, de cerca de 3,600, según una de las tablas auxiliares del Profesor W. Laska (4).

Los datos referentes al terremoto del 31 del mismo mes concuerdan, exactamente con los del de San Juan (Argentina), no muy lejos de Santiago y de Valparaíso, donde tuvo lugar á las 9^h 45^m (5) t. m. c. 75° W Gr.

Su violencia parece haber sido mucho menor que la del 16-17 del mismo mes y 14 de Septiembre, ó al menos ser su epicentro más superficial y menos extensa su área de grandes sacudidas, pues las gráficas obtenidas son bastante incompletas.

Lo frecuente que son en Granada las ondas pulsatorias y el hallarse privados nuestros péndulos de un *amortiguador* de aire, del que, siguiendo los consejos del sabio Secretario de la Estación Central de Estrasburgo Profesor E. Rudolph, pensamos proveer á los horizontales, únicos susceptibles de esta reforma, nos dificultan con harta frecuencia la determinación exacta del principio y fin de los movimientos y de las distintas fases y partes en que éstos se dividen con lo que no es posible, muchas veces, la determinación de la distancia que media entre el instrumento y el presunto epicentro.

Esto nos ha ocurrido en este mes con algunos terremotos, y, en especial con el del 7 y en el anterior con el del 31, del que proporcionó la gráfica menos mala el microsismógrafo Vicentini con pantógrafo.

Tomando como base para nuestros cálculos los 10,200 kilómetros que nos separan de San Juan y la diferencia entre las horas en que allí se sintió el terremoto y aquella en que se observa el principio de las grandes ondas, únicas que, con las segundas vibraciones preliminares, á veces singularmente exageradas, suele registrar regular este instrumento, tendremos que la velocidad de aquellas es igual á $\frac{10,200}{15^h 28^m 50^s - (9^h 45^m + 5^h)} = 3,88$ kilómetros \pm 0,10 por segundo, cifra semejante á las de 3,94 que dedujo para las ondas II₁ el Profesor Rudolph de las gráficas del Cabo de Buena Esperanza, con motivo del terrible terremoto de Ceram, 30 de Septiembre de 1893, cuyo epicentro distaba 11,646 kilómetros (6) de la citada colonia inglesa.

El sismograma más notable del presente mes es el de 14 obtenido con el Stiattesi NS. Este péndulo tenía entonces 22,4 segundos de periodo, lo que corresponde á una longitud de $(11,2)^2$ metros = 125 metros y como su aumento externo era de 30 veces, las desviaciones trazadas en las gráficas alcanzan la misma amplitud que les daría un péndulo vertical de 3,750 metros, casi cuatro kilómetros, dimensiones imposibles hoy de alcanzar con los péndulos verticales por perfeccionados que se hallen y por enormes que sean sus masas. Por otra parte, sin exagerar éstas pueden aumentarse mucho tanto el aumento externo como el periodo de los péndulos horizontales, constituyendo palancas amplificadoras apropiadas y alejando del centro de gravedad de sus masas la conexión de estas con aquellas, para lo primero, y montando, convenientemente el péndulo para conseguir lo segundo.

Como quizás pudiera interesar á alguno de nuestros favorecedores el que apoyemos estos asertos con pruebas, daremos algunas, movidos del deseo de que se extienda la afición al estudio de la Sismología, ciencia tan útil como poco conocida en nuestra España.

Entre las condiciones capitales que ha de poseer un sismógrafo que no vaya á emplearse, exclusivamente, para el estudio de fuertes ó aun medianos terremotos locales, descuella la *sensibilidad*, y el criterio admitido para juzgarla se halla basado en la dimensión que marque en la gráfica 1" de inclinación, ó sea el $\frac{1}{206,264^8}$ de la longitud correspondiente al péndulo, medida en la que entra como factor el aparato amplificador (7).

Esto es, simplificando, á cada kilómetro de longitud pendular, corresponde cinco milímetros de amplitud en las gráficas para 1" de desviación de la vertical.

La sensibilidad del péndulo NS de este Observatorio se hallaba representada, cuando el gran sismo del 14 por $\frac{3,750 \times 1,000}{206,264^8}$ mm = 18,1 y los 67 milímetros que mide la desviación máxima en el sismograma obtenido indican una inclinación del suelo de Cartuja de 3",7.

Según el cuadro que trae el famoso Profesor de Göttingen en su ya citada memoria (8), el microsismógrafo del Profesor G. Vicentini sólo marca desviaciones de $\frac{1}{4}$ de milímetro por 1" en modelo de 100 kilogramos de peso por 1,50 metros de longitud y 100 veces de amplificación en su mecanismo inscriptor (9). En el citado terremoto la desviación máxima alcanzaría los 2,8 milímetros, correspondientes á un péndulo simple de 150 metros de longitud, menos del veinteaño de la de uno de los de este modesto Observatorio.

(1) *Nature*, N.º 1923, Sept. 6, 1906.

(2) *Erdbebensforschung in Norwegen im XIX Jahrhundert in Verhand. der erste internat. seismologische Konferenz*, S. 434.

(3) *Les Tremblements de terre*, p. 37.

(4) A. Sieberg, *Handbuch der Erdbebenkunde*. S. 343-344.

(5) *Nature*, loco cit.

(6) *Über das Erdbeben von Ceram, Beiträge zur Geophysik VI* Bd. S. 264-265, citado por el Dr. Sieberg en su precioso *Handbuch*, S. 180.

(7) Prof. E. Wiechert, *Prinzipien für die Beurteilung der Wirksamkeit von Seismographen*, in *Verhand. der erste.* S. 265.

(8) *Loco cit.* S. 269.

(9) El único modelo que constituye desde 1898. v. s. Considerazione sopra l' uniformità di funzionamento dei microsismografi, *Atti del R. I. Veneto (Adunanza del 21 Gennaio 1906)* p. 501-506 (1-6).

NOTA.—En el Boletín de Agosto, al ocuparnos de la distancia que nos separa de Valparaíso, dimos una superior á la verdadera, unos 10,550 kilómetros, por error en un signo. Esto nos hizo adoptar en la gráfica, tan vistosa, como poco clara, uno de los tres puntos que parecían ser el principio de los segundos movimientos preliminares, con preferencia á otros dos, menos distantes del origen.

Los otros sismométrógrafos italianos se hallan en condiciones más desfavorables respecto á los péndulos horizontales, si se les quiere utilizar para el estudio de los terremotos lejanos, exigiéndoles sirvan para lo que no han sido ideados por sus mismos inventores. Su longitud se halla generalmente comprendida entre 10 y 20 metros y alguna vez alcanza la enorme de 50, como en el montado en la torre de una iglesia no há mucho por el ilustre Director del Observatorio de Catania Profesor A. Riccò, mientras que, su aumento no suele pasar de 20 veces en los Cancani y de 10 á 12 en los Agamennone, y como maximum de 70 en el microsismométrógrafo de este último por 10 metros de longitud y 500 kilogramos de peso (1), dimensiones y aumentos combinados que inscriben en las gráficas las desviaciones de estos péndulos verticales como si sus longitudes se hallasen comprendidas entre 100 y 700 metros; esto es, en el terremoto del 14 las amplitudes máximas que trazaran habria medido de 1,9 á 13,3 milímetros en vez de los 67 de nuestro Stiattesi.

Más porque á veces la práctica muestra cosas algo diferentes de las que la teoría hiciera esperar, sobre todo tratándose de aparatos en los que, con no escasa frecuencia, precisa combinar enormes masas con delicadísimos ajustes, aduciremos los testimonios de algunos sismólogos, verdaderos maestros, entre los cuales el primero es, á más, fecundo inventor de aparatos y entre ellos varios péndulos verticales, y ninguno horizontal, cuando escribía lo que citamos más adelante, lo que presta á su testimonio singular valia.

En una importante memoria presentada en la 2ª Conferencia internacional de Sismología, habida en Estrasburgo en 1903, el ilustre Director del Observatorio de Rocca di Papa Profesor Dr. G. Agamennone indicaba que sus péndulos horizontales Cancani de 60 kilogramos le registraban vistosos sismogramas cuando los de su Vicentini eran casi insignificantes (1), y de los 250 sismos que el año 1902 le acusaron sus numerosos sismoscopios y sismógrafos, unos 50 fueron registrados sólo por sus péndulos horizontales (2).

Más explícito aún, el Profesor B. Weigand, de la Estación Central Sismológica de Estrasburgo, asegura que el Vicentini, indicado para registrar los terremotos próximos, no marcaba amenudo más que uno ó ninguno de los 12 á 20 que allí suelen registrar mensualmente los magníficos péndulos horizontales fotográficos Von Rebeur, mientras que su Omori (portátil), y también horizontal, aunque con inscripción mecánica, daba unas 60 gráficas de sismos al año (3).

Esto no obsta para que el microsismógrafo Vicentini sea un excelente instrumento, se muestre superior, alguna vez, á ciertos modelos de péndulos horizontales y haga un buen papel hasta en observatorios de importancia, más en estos mismos suelen estimarse más aquellos, aunque sean de tipos algo secundarios como ocurre en el magnífico Observatorio Solar del Ebro, donde las gráficas de los recientes terremotos de Colombia y California de los péndulos horizontales Grablovitz, de solo 12 kilogramos, son muy superiores á las del Vicentini, á pesar de la sencillez de aquellos que contrasta, singularmente, con los finisimos detalles de la construcción del instrumento del ilustre Profesor de Padua, verdadera maravilla del arte mecánico.

Veamos que deba opinarse de los otros péndulos verticales ó sismométrógrafos aplicados al estudio de terremotos, que ni sean puramente locales, ni pertenezcan á la categoría de esas violentas agitaciones, como las antes citadas y las de Valparaíso, por ejemplo, que haciendo estremecer nuestro lugar de destierro influyen, no poco, en los cambios de latitud, según los Profesores Adolfo Cancani (5), J. Milne (6) y Fr. Omori (7).

Bástenos apelar, nuevamente, al testimonio del Director del Observatorio geodinámico de Rocca di Papa y al del Profesor Cancani.

El primero, al describir un péndulo vertical con registramiento fotográfico, de su invención, se expresaba en los siguientes términos:

«Como se ve, el microsismógrafo (Vicentini), construido especialmente con tal objeto (el de registrar los mínimos movimientos del suelo), y además continuamente mejorado, no sólo ha podido sobrepujar la sensibilidad de los sismométrógrafos (el suyo y el de Cancani), cual se hallan adoptados en los observatorios italianos para el registramiento de los terremotos más ó menos sensibles, donde un aumento de 10 á 12 veces puede ya parecer excesivo, y las varillas deben ser lo suficiente rígidas para no vibrar por cuenta propia, sin hablar de la mayor solidez indispensable en todas las otras partes, sino que podrá rivalizar con el mismo tromómetro fotográfico construido bajo la 2ª forma (8).»

Cancani escribía el mismo año, cuando aún no se habían inventado los magníficos péndulos horizontales de Omori, Stiattesi, Hecker ni tampoco el admirable estático de Wiechert lo siguiente, en la misma acreditada publicación, indispensable al que quiera ocuparse algo en estos estudios:

«Conocido es el hecho de que los péndulos horizontales deben considerarse como aparatos sensibilísimos para registrar las lentas ondulaciones que se propagan por toda la superficie de la tierra. El solo aparato que puede rivalizar con ellos (*) es el microsismógrafo Vicentini (9).

Por el contrario, en los péndulos horizontales el periodo puede aumentarse hasta $1 - \frac{1}{2}$ m sin hacerlo hábil y el aumento llevarse hasta 120 y más, lo que correspondería á un péndulo simple de 243 kilómetros, como en el tromómetro del Profesor Omori (10).

Es más, este sabio japonés consideraba los brillantes resultados que obtuviera como presagio de otros é indicaba que podía muy bien aumentarse los 50 kilogramos de su masa hasta 150 ó 200 y el aumento externo hasta 330 (11), = 667 kilómetros.

Manuel M.ª S-Navarro, S. J.

(1) Nuovo tipo di sismometrografo in Bolletino della Società Sismologica Italiana. VI (1900-1901), pp. 71-83.

(2) L'attività del R. Osservatorio geodinamico di Rocca di Papa, in Verhand. der zweite I. S. K. (S. 353).

(3) loco cit. S. 351.

(4) Ausbreitung der mikroseismischen Beobachtungen, in Verhand. der erste. S. 116.

(5) Sur une relation hypothétique entre les variations de latitude et la fréquence des tremblements de terre in Verhand. der zweite. S. 300-312.

(6) Recent advances in Seismology, Nature May 10, 1906, núm. 1906.

(7) Publications of the Earthquake Investigation Committee, N. 18, Tokyo 1902, pp. 13-21.

(8) Sopra un modello di sismometrografo a registrazione fotografica, in Boll. della S. S. Ital. III. 1897, p. 16.

(9) A Horizontal Pendulum Tromometer, in Publications. N. 21 p. 4, Tokyo 1903.

(10) ibid. p. 5.

(11) I pendoli orizzontali del R. Oss. geod. di Rocca di Papa. Bol. S. S. Ital, III (1897) p. 234.

(*) Entonces los péndulos horizontales se reducían á los suyos, de 25 kilogramos por 13^s, poco más ó menos, de periodo, y sin aparato alguno amplificador; los Grablovitz, más pequeños aun, y con 10 á 12 veces de aumento máximo; los Rebeur primitivos y los Zöllner, muy sensibles, pero con receptor de marcha lentísima (1 á 2 centímetros por hora), que les hacía perder, aparentemente, algunas de sus excelentes cualidades; los Milne primitivos, Gray, Ewing y otros modelos, hay inusitados ó relegados á las estaciones de 3^{er} orden.