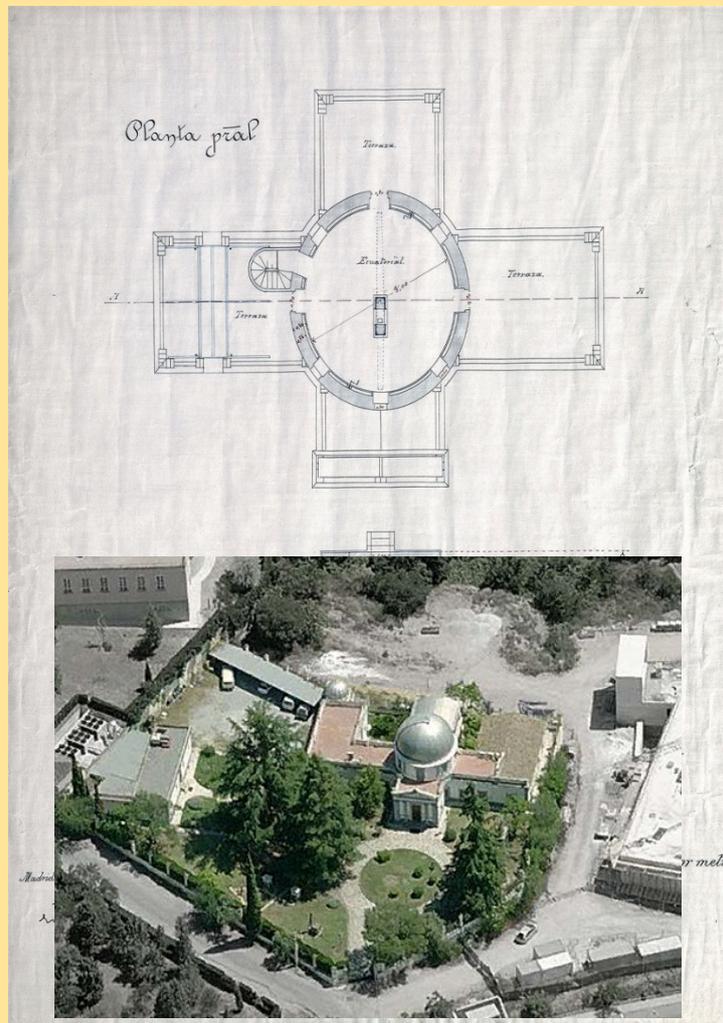


TRABAJOS DE SISMOLOGÍA. III

INTRODUCCION Y VIDA DE MANUEL MARÍA SÁNCHEZ-
NAVARRO NEUMANN POR MANUEL ESPINAR MORENO

MANUEL MARÍA SÁNCHEZ-NAVARRO NEUMANN:

*LA ESTACIÓN SISMOLÓGICA Y EL OBSERVATORIO
ASTRONÓMICO Y METEOROLÓGICO DE CARTUJA (GRANADA) A
CARGO DE PP. DE LA COMPAÑÍA DE JESÚS. MEMORIAS Y
TRABAJOS DE VULGARIZACIÓN CIENTÍFICA (Edición facsímil)*



LIBROS **EPCCM**

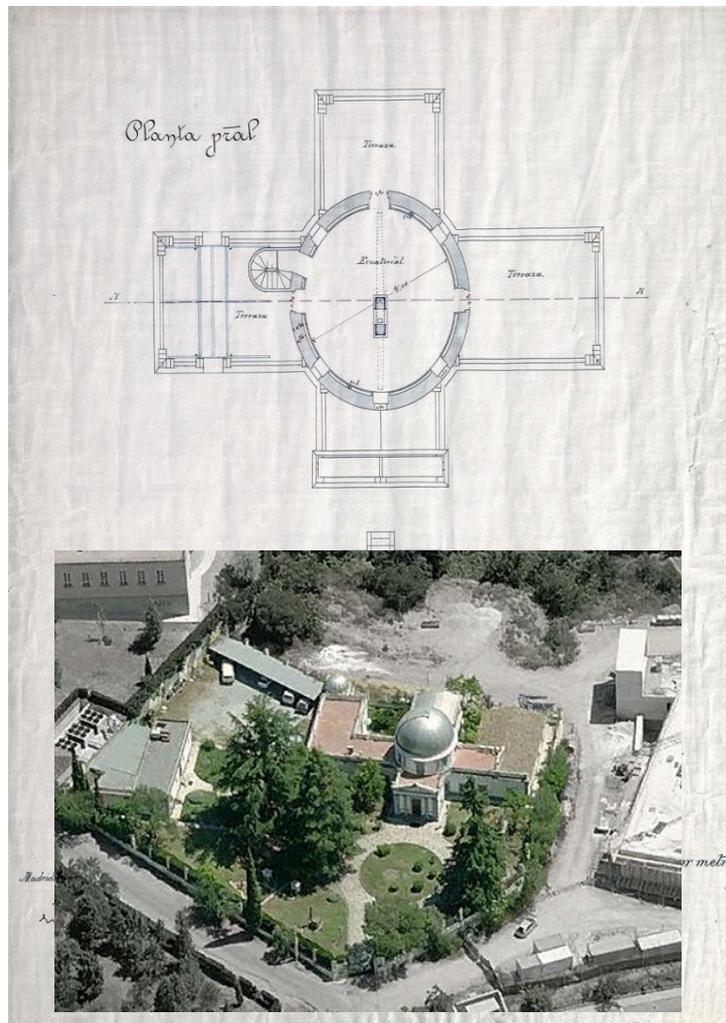
GRANADA, 2021

TRABAJOS DE SISMOLOGÍA. III

INTRODUCCION Y VIDA DE MANUEL MARÍA SÁNCHEZ-
NAVARRO NEUMANN POR MANUEL ESPINAR MORENO

MANUEL MARÍA SÁNCHEZ-NAVARRO NEUMANN:

*LA ESTACIÓN SISMOLÓGICA Y EL OBSERVATORIO
ASTRONÓMICO Y METEOROLÓGICO DE CARTUJA (GRANADA) A
CARGO DE PP. DE LA COMPAÑÍA DE JESÚS. MEMORIAS Y
TRABAJOS DE VULGARIZACIÓN CIENTÍFICA (Edición facsímil)*



LIBROS EPCCM

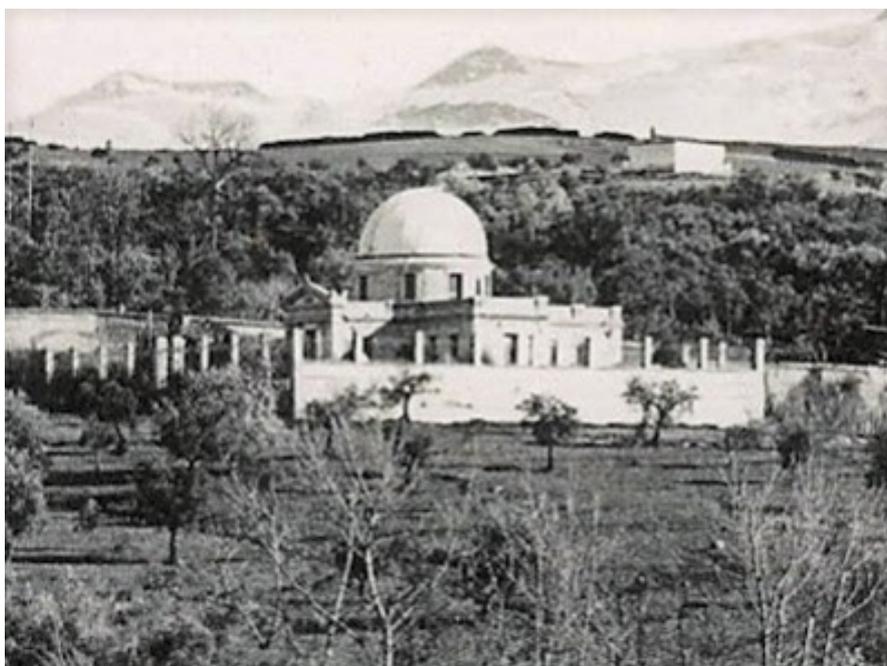
GRANADA, 2021

TRABAJOS DE SISMOLOGÍA. III

INTRODUCCION Y VIDA DE MANUEL MARÍA SÁNCHEZ-
NAVARRO NEUMANN POR MANUEL ESPINAR MORENO

MANUEL MARÍA SÁNCHEZ-NAVARRO NEUMANN

*LA ESTACIÓN SISMOLÓGICA Y EL OBSERVATORIO
ASTRONÓMICO Y METEOROLÓGICO DE CARTUJA (GRANADA) A
CARGO DE PP. DE LA COMPAÑÍA DE JESÚS. MEMORIAS Y
TRABAJOS DE VULGARIZACIÓN CIENTÍFICA (Edición facsímil)*



LIBROSEPCCM
Granada, 2021

Editor: Manuel Espinar Moreno

©HUM-165: Patrimonio, Cultura y Ciencias Medievales

Primera edición: 2021

Trabajos de Sismología.III. Introducción y vida de Manuel María Sánchez-Navarro Neumann por Manuel Espinar Moreno. Manuel María Sánchez-Navarro Neumann: *La estación sismológica y el observatorio astronómico y meteorológico de Cartuja (Granada) a cargo de PP. de la Compañía de Jesús. memorias y trabajos de vulgarización científica.* (Edición facsímil)

© Manuel Espinar Moreno

Diseño de cubierta: Manuel Espinar Moreno.

Motivo de cubierta: Plano y foto del Observatorio de Cartuja sacados de internet.

Maquetación: Manuel Espinar Moreno.

Anexo a la Revista: Estudios sobre Patrimonio, Cultura y Ciencia Medievales (EPCCM), ISSN: 1575- 3840, ISSN: e-2341-3549. Digibug <http://hdl.handle.net/10481/>

Edición del Grupo de Investigación HUM-165: Patrimonio, Cultura y Ciencias Medievales. Colaboración del Centro: “Manuel Espinar Moreno”, Centro Documental del Marquesado del Cenete. Departamento Historia Medieval y CCTTHH (Universidad de Granada), y el Instituto Andaluz de Geofísica y Prevención de Desastres Sísmicos, Universidad de Granada (IAGPDS).

Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta obra sólo puede realizarse con la autorización de sus titulares, salvo excepción prevista por la ley.

Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos. www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra.



© 2018 DOAJ.

The DOAJ site and its metadata are licensed under CC BY-SA

INDICE

Presentación	p. 7
Notas sobre la vida y obras del R. P. Manuel María Sánchez-Navarro Neumann, S. J. (1867-1941)	p. 11
Introducción	p. 11
Ingreso en la Compañía de Jesús y labor como sismólogo en el Observatorio de Cartuja	p. 12
Su trabajo visto por su discípulo P. Antonio Due Rojo	p. 26
Algunas opiniones y pésame sobre el P. Sánchez-Navarro	p. 28
Unos escritos inéditos del P. Sánchez-Navarro Neumann	p. 29
Bibliografía sobre el P. Sánchez Navarro Neumann	p. 35
Publicaciones del R. P. Manuel María Sánchez-Navarro Neumann, S. J.	p. 36
Facsímil de: La estación Sismológica y el Observatorio Astronómico de Cartuja (Granada) a cargo de PP. De la Compañía de Jesús. Memorias y Trabajos de vulgarización científica (edición facsímil)	
Nuestro Plan	p. 1
Bosquejo sísmico de la Península Ibérica	p. 3
Lista de los sismos destructores sentidos en la Península Ibérica	p. 8
Lista de los terremotos más notables sentidos en la Península Ibérica	p. 11
Principales periodos sísmicos sentidos en la Península Ibérica	p. 56
Datos macrosísmicos	p. 66
Somera descripción de Sierra Nevada sacada de un Folleto de principios del siglo pasado	p. 69
Estadística solar. Enero-Diciembre 1920	p. 71
Sobre una regla empírica para averiguar la temperatura media de una localidad, en función de su latitud y de su altura sobre el nivel del mar, aplicable a nuestra España y a la costa N. de Marruecos	p. 83
Beneméritos del Observatorio de Cartuja	p. 88



Presentación

El motivo de subir a Digibug esta obra titulada: Trabajos de Sismología. III. Introducción y vida de Manuel María Sánchez-Navarro Neumann y la edición facsímil de una de sus obras titulada: *La estación sismológica y el observatorio astronómico y meteorológico de Cartuja (Granada) a cargo de PP. de la Compañía de Jesús. memorias y trabajos de vulgarización científica.* es facilitar su consulta por los estudiosos y amantes de la Sismicidad en general. Tratamos de que se puedan consultar por los estudiosos y amantes de este tipo de estudios. Estaban estas obras del padre Sánchez-Navarro agotadas y muchas veces difíciles de consultar. Fueron en su día trabajos novedosos y se convirtieron en obras de obligada consulta pues en todo el mundo era su autor referencia obligada por su buen hacer y constante trabajo como buen hijo de san Ignacio al que podemos aplicar la máxima medieval de: Ora et Labora. A la mayor Gloria de Dios dedico sus trabajos pues tenían un componente social que nos permite ver como fue un adelantado de su tiempo. Creo que los miembros de la Compañía de Jesús estarán encantados de ofrecer la oportunidad de que esta obra pueda ser consultada por aquellos estudiosos sobre Sismicidad y Sismología, facilitando de esta manera a los jóvenes investigadores el acceso a este tipo de trabajos tan necesarios en ocasiones para la Historia, la Arqueología, la Física y la Edificación entre otras disciplinas. Fue una de las facetas de aquel insigne médico escogido por Dios para desarrollar su labor en la fiebre de la Tierra, en las manifestaciones de enfermedades de nuestro planeta como ya apuntaban los humanistas. Tampoco creo que el Instituto Andaluz de Geofísica, ni la Universidad tengan inconveniente en que esta compilación vea la luz pues el Grupo HUM-165, que dirijo, y el Centro que lleva mi nombre está totalmente de acuerdo que este tipo de obras se editen ya que permiten que todos podamos tener acceso a ellas.

De este modo nuestro esfuerzo se ve en cierta manera compensado y a la vez nos permite anunciar que editaremos otros trabajos relacionados con la Sismicidad y la Sismología que cada día gana más adeptos y está totalmente de moda en muchas universidades de todo el mundo. La nuestra no podía ser menos como se puede ver en los numerosos trabajos de los distintos miembros del Instituto Andaluz de Geofísica y P.D.S., queremos dar las gracias a su Directora y equipo de Dirección.

Muchos años después de su edición, una centena concretamente, nos atrevemos a editarla tal cómo fue concebida, lo hacemos junto con unas notas sobre este personaje en la colección de trabajos que ofrece Digibud de la Universidad granadina. Los centros de investigación a los que los autores están o estuvieron ligados igualmente quieren que obras como esta estén al alcance de todos los investigadores y lectores que se interesan por el pasado de las tierras granadinas. Sin otro particular espero que se saque alguna enseñanza de esta obra que al fin y al cabo fue fruto de algunas horas de trabajo para conocer mejor el Observatorio de Cartuja y al director de la parte sismológica, así esperamos lograr que esta obra que fue una gran realidad en su día permanezca hoy gracias a los modernos sistemas de edición.

Hace algunos años dimos a conocer junto al profesor Juan de Dios Morcillo Puga otra de las grandes obras de este autor: *Terremotos, sismógrafos y edificios*, que editó la editorial Método ediciones. Queremos agradecer al padre Eduardo Moores las notas que nos pasó sobre las obras del Padre Manuel María Sánchez-Navarro Neumann pues gracias a ellas pudimos ir enarbolando y componiendo como fue su vida, sus obras, sus pensamientos e inquietudes sociales como buen soldado de Cristo al que le tocó lidiar con muchos problemas, pero siempre tuvo fe y confianza en Dios para acercarse a los hombres como mejor sabía: con su trabajo constante y su ciencia que realizaba para mayor gloria de Dios.

Manuel Espinar Moreno, Septiembre 2021.

TRABAJOS DE SISMOLOGÍA .III.



NOTAS SOBRE LA VIDA Y OBRAS DEL R. P. MANUEL MARÍA SÁNCHEZ-NAVARRO NEUMANN, S. J. (1867-1941)¹.

Introducción.

El 23 de Enero² de 1867 nace en la ciudad de Málaga una de las figuras más prestigiosas de la Sismología española y mundial, más tarde conocido como el R. P. Manuel María Sánchez-Navarro Neumann, S. J. Tras sus años de infancia completó sus estudios de Bachillerato y se decidió por la Medicina. Para ello se matriculó en la Facultad de Medicina de Cádiz donde curso las respectivas materias de esta carrera con gran brillantez para ejercer como médico. Pronto decidió doctorarse en Medicina y comenzó sus trabajos y estudios que compatibiliza con otras tareas que le aportaron un gran éxito en su profesión. Su Tesis se publicó pronto en Madrid cuando contaba 26 años.

Nos dice el P. Due que desde joven se aficionó al estudio de las Ciencias Naturales y a los de Historia. Sus trabajos de investigación le proporcionaron grandes satisfacciones y pronto publicó dos obras muy interesantes en 1889 y 1893. La primera de ellas se titula *Apuntes sobre el origen y antigüedad del hombre*, que elaboró y dio a la imprenta en Cádiz, y la segunda, *Estudio sobre las secreciones esquizofíticas*, que fue presentada como Tesis o Memoria de Doctorado en Medicina y Cirugía en la Facultad de Medicina de Madrid y pronto fue editada. Este bagaje cultural le acompañó durante toda su vida pues además de las Ciencias Naturales y la Historia pronto sus inquietudes personales y científicas le llevan al mundo de la Geofísica y de la Meteorología. En estas últimas comienza a destacar muy pronto y le aportaron un gran prestigio en el mundo de la ciencia.

¹ Sobre la figura del Padre Manuel María Sánchez-Navarro Neumann ya hemos llamado la atención en varios de nuestros trabajos, así puede consultarse: *Historia del Observatorio de Cartuja, 1902-2002. Nuevas investigaciones*. Manuel Espinar Moreno, José Antonio Esquivel Guerrero y José Antonio Peña Ruano (Editores), Granada, 2002, ISBN: 84-688-1738-4. Publicamos el trabajo: “El Observatorio entre 1906 y 1940. La etapa del R. P. Manuel María Sánchez-Navarro Neumann, S. J.” y “Notas sobre la vida y obras del R. P. Manuel María Sánchez-Navarro Neumann, S. J.” y con Juan de Dios Morcillo: “Prólogo, introducción y notas al libro del R. P. Manuel María Sánchez-Navarro Neumann, S. J.: *Terremotos, Sismógrafos y Edificios*, Madrid, 1916, Reedición, Granada, 2003. ISBN 84-7933-254-9, DL.: GR-604-2003.

² En otros documentos dice que Junio.

Ingreso en la Compañía de Jesús y labor como sismólogo en el Observatorio de Cartuja.

Sin embargo, cuando todo un mundo se abría a este médico investigador los designios divinos le hicieron cambiar su trayectoria humana, la llamada divina le llevan a tomar la decisión de hacerse sacerdote. Uno de sus principales colaboradores y biógrafo, Antonio Due, nos cuenta como ingresó en la Compañía de Jesús en 1900 y transcurridos varios años fue ordenado sacerdote³. Tras su ordenación sus superiores lo envían a Granada para que se dedicara a los estudios de Sismología en el recién creado Observatorio de Cartuja, dependiente del Colegio Noviciado de los jesuitas de Granada. El mismo nos refiere años más tarde como por obediencia se dedicó a esta nueva materia desde mediados de 1905. Los últimos votos los realizó el 15 de Agosto de 1910. Desde 1900 a 1901 reside en Granada en el Colegio Noviciado, en 1902-1903 se traslada al Colegio de Madrid, en 1903-1905 lo encontramos en Murcia en el Colegio de San Jerónimo y desde 1905 vuelve a Granada, se ordena y es destinado al Observatorio de Cartuja.

A partir de ese momento comienza con gran ardor y entusiasmo una labor que perdura durante toda su existencia. Al recibir el encargo de sus superiores empezó a relacionarse con otros estudiosos del extranjero y de otros observatorios españoles. El trabajo constante, su amor al estudio y su clara intuición en todo lo que hacía le llevaron a conseguir una sólida formación en el mundo de la Sismología. Desde muy pronto se inmiscuye en los problemas de esta ciencia y buscó siempre planteamientos teóricos y soluciones prácticas que hicieran posible una aplicación real de esta en la sociedad. Esta iniciativa y su larga trayectoria investigadora hizo que pronto comenzara a dar sus frutos. Su inventiva y esfuerzo le hicieron superar innumerables problemas de índole científica y sobre todo económicos, casi siempre salió airoso de aquellos trances gracias a su constancia, esfuerzo y tesón, fue superando poco a poco aquellos obstáculos en especial el de la escasez de medios materiales con el que se encontraba en el Observatorio cada día. La puesta al día de los aparatos dedicados a la Sismología y la construcción de otros nuevos lo consiguió gracias a su tarea diaria y a la ayuda de sus ayudantes mecánicos que le seguían en todas las iniciativas que se le ocurrían.

³ En el Expediente del P. Sánchez Navarro no dice que ingresó en la Compañía de Jesús el 8 de Febrero de 1900 en la Provincia de Toledo-Andalucía.

Desde 1905 a 1908 vive una etapa difícil pues además de la penuria de instrumentos sismológicos tiene que dedicarse a una larga tarea de estudio para conseguir una adecuada preparación. El resultado de este enorme esfuerzo fue la reorganización de la Estación Sismológica y la publicación de varios trabajos en revistas nacionales y extranjeras que hicieron que su nombre y el del Observatorio fueran conocidos en el mundo de la Sismología. Desde 1902 publicaba en Razón y Fe, el Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural, la Revista de la Real Sociedad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales, el Boletín del Observatorio de Cartuja, en la Revista Broteria, en Ciel et Terre, Cosmos, Bolletino della Società Sismologica Italiana y en la Union Géodésique et Géophysique International entre otras.

Sus constantes estudios sobre los instrumentos que iba conociendo a través de las publicaciones y viajes le llevaron a desarrollar una adecuación de los sismógrafos de Cartuja. Sin embargo, pronto se dio cuenta que había que dotar a esta estación de nuevos materiales por lo que a partir de 1908 comienza su ingente labor de diseño, montaje, estudio y comprobación de los nuevos sismógrafos. En todo momento fue ayudado y secundado por los HH. Coadjutores que le siguen con laboriosidad y dócil obediencia. Sus indicaciones eran órdenes y gracias a ello el Observatorio de Cartuja se fue dotando de sismógrafos sensibles y potentes que llevaron a Cartuja en un breve tiempo a obtener registros de un gran número de terremotos con lo que se superó a otras estaciones europeas y españolas mejor dotadas en instrumental, personal y en dinero.

A partir de 1907 lo encontramos como Director del Observatorio de Cartuja. El Jefe de Astronomía es el P. Mier y Terán, su ayudante el H. Luis López, Jefe de Meteorología el P. Ramón Martínez y su ayudante el H. Luis Hurtado y Jefe de Sismología el P. Manuel M^o Sánchez Navarro Neumann y su ayudante P. Emilio Ortega. Continúa de Director hasta 1920 y sus ayudantes fueron en Sismología el P. Emilio Ortega hasta 1911, desde 1912 a 1921 el H. Antonio Sola. En 1921 aparece como Director del Observatorio el P. Manuel Grund, como Jefe de Sismología encontramos desde 1921 a 1931 al P. Sánchez Navarro y en 1928 como ayudante al H. Juan Francisco Martínez Dornacu.

Como decía el propio Sánchez-Navarro su mayor satisfacción fue ver como el Boletín del Observatorio de Cartuja era citado y consultado por multitud de estudiosos y que sus instrumentos permitían obtener material suficiente y exacto. Su espíritu español le llevaba a exponer como sus instrumentos se podían llamar españoles puesto que habían sido construidos aquí y presentaban en ocasiones más

ventajas que los modelos extranjeros, aunque a veces servían de punto de partida a los que adaptaba o inventaba, casi todos ellos se convertían en modelos originales.

En la etapa de 1910 a 1916 se intercambian las publicaciones de Cartuja con las de otros observatorios e instituciones de Alemania, Austria, China, Estados Unidos, Filipinas, Italia, España, Canadá, Hungría, Inglaterra, Japón, Malta, Perú, Portugal, Rusia, Egipto, Francia, Haití, Rumania, Hawai, Chile, Méjico, Serbia, Uruguay, Siria, San Salvador, Noruega, Costa Rica, Dinamarca, Turquía Asiática, Grecia, Bolivia, Brasil, Bélgica, Australia, etc.

Sabemos por sus propios escritos que contaba con un gran número de informadores y favorecedores que le enviaban datos a Cartuja, entre ellos cita muy a menudo al H. Esteban Tortosa de Málaga, antiguo ayudante del P. Sánchez- Navarro. Cuando ocurrió el terremoto de 16 de Junio de 1910 se produjeron averías en los sismógrafos que fueron reparadas por el H. Luis López, S. J., arregló los bifilares Cartuja pero no el Wiechert. Otro de sus colaboradores, el H. Alfonso Pérez, construyó un sismógrafo pequeño. Se lamenta el P. Sánchez-Navarro de no poder dedicar todo su tiempo al estudio de los terremotos pues se lo requieren *"los deberes de la enseñanza y otras múltiples e ineludibles ocupaciones"*.

Con sus nuevos sismógrafos logró aumentar el número de terremotos recogidos en las bandas, así contabiliza 177 en 1908, 159 en 1909 y 285 en 1910, nos dice que parecía cierta la existencia de un aumento real atribuible al más esmerado cuidado de los sismógrafos y a los buenos servicios del personal. Hace especial énfasis en la necesidad de recoger y estudiar estos fenómenos de la Naturaleza, nos dice: *"De desear sería que la prensa seria tomase con empeño y encargase a todos sus correspondientes como preferentes todos los datos que se refieran a terremotos, sobre todo españoles, con los que realizarían una labor verdaderamente científica y que había de redundar en honor de la patria"*. Continuamente solicita intercambio de publicaciones y añade que este debe de hacerse con el de otras ciencias como las Matemáticas, Física, Química, Geología, Geografía, Historia, Arte de Construir, etc., por la gran relación que tienen en este campo con la Sismología.

Una cuestión que le preocupó siempre fue el de saber la hora exacta en que ocurría el terremoto. Por estos años trabajó con el P. Ricardo Garrido y su ayudante Salvador Parra, que le proporcionan la hora exacta por teléfono. En Cartuja se estaban construyendo una serie de piezas muy delicadas para un péndulo tipo Cartuja con destino al colegio de los jesuitas de Cienfuegos y se enviaron copias y

fotografías para el del Colegio de Campolide en Lisboa según las anotaciones del propio Navarro Neumann. Las noticias que siguen están sacadas de sus publicaciones.

En 1910 participó en la Exposición Universal de Bruselas enviando 6 fotografías y recibió un Diploma de Honor por esta colaboración. La fama del Observatorio se iba ampliando y fue visitado por los alumnos de la Escuela Superior de Guerra y por los de la Artillería de Marina, que vinieron acompañados de su Coronel, Director y profesorado. El subdirector del Observatorio de Marina de San Fernando hizo en 1910 tres visitas para ver el funcionamiento de los sismógrafos y también estuvo en Cartuja el P. B. Berloty, S. J., Director del Observatorio de Ksara (Siria)⁴.

En 1911 se hicieron algunas mejoras y entre ellas se colocó un hilo entre el Observatorio de Cartuja y la Estación Sísmica, que estaba situada a unos 420 metros en uno de los patios del Colegio Noviciado, se grababan en las bandas las señales horarias y se evitaba tener que llamar constantemente por teléfono. Se arregló un cronógrafo por parte del H. Luis Hurtado, se donaron al Observatorio varios alburnes y 100 pesetas para iniciar un nuevo sismógrafo de 1000 kilogramos. Uno de sus colaboradores, el H. Antonio Sola, construyó un mecanismo multiplicador destinado a completar el Cartuja vertical. En 1911 se registraron un total de 257 terremotos. Las visitas fueron muy numerosas. El P. Juan Murillo, S. J., profesor de Física fue nombrado Director del Observatorio Meteorológico de Cartuja. Los modelos de sismógrafos Cartuja siguen siendo imitados y copiados en América, así conocemos uno en Puerto Príncipe (Haití) y el de La Paz en Bolivia.

En 1912 estaba todavía roto el Wiechert de 200 kilogramos. Fue trasladado el H. Luis López a Madrid por motivos de salud y se repartieron sus cargos y trabajos los HH. Salvador Parra y Antonio Sola. Desde Estrasburgo se pide que se cambie el modelo de Boletín de la estación granadina pero las dificultades económicas lo impiden por el momento. Se registraron 152 terremotos en 1912. Los problemas de espacio llevaron a trasladar algunos sismógrafos a las dependencias del Colegio Noviciado. El P. Sánchez trataba de formar algunos discípulos en Sismología y así nos cuenta:

".. la Estación Sismológica de Cartuja (Granada) dentro de lo limitadísimo de su esfera, ha tratado también de difundir la Ciencia, por otros medios además de los referidos, ya por medio de Conferencias públicas, dadas por el entonces discípulo nuestro en Geología P. Juan Murillo, S. J., en 1909 y 1911, ya también

⁴ Debe de haberse equivocado pues Ksara está en Libia.

proporcionando datos para la construcción de instrumentos e instrucciones para la interpretación de sismogramas, como hicimos en 1910 durante varios días con el P. B. Berloty, S. J., Director del Observatorio de Ksara (Siria) y en 1911 con el P. Ricardo Cirera, S. J., y el H. Hornos, Director y Mecánico respectivamente del Observatorio del Ebro (Tortosa) y con el Subdirector del Observatorio de Marina de San Fernando Sr. Francisco Graiño y hemos practicado también en 1914".

En aquellos momentos difíciles de 1914 recuerda a sus antiguos colaboradores, ya fallecidos algunos de ellos, así en sus escritos dedica un recuerdo a los días en que trabajaron junto en Granada, entre ellos destaca a algunos de sus predecesores como fue el P. Ramón Martínez (1903-1906), los antiguos ayudantes HH. Esteban Tortosa (1906-1908), Miguel Jiménez (1908), Luis López (1908-1912) y Antonio Sola (1912-1913), además de sus colaboradores actuales el H. Salvador Parra y al antiguo mecánico del Colegio H. Alfonso Pérez y al P. Descotes.

La desastrosa guerra tiene consecuencias más o menos remotas pues no llegaban publicaciones a Granada desde Bruselas, París, China, Apia, Austria, Rusia, etc., y no se podía publicar en las revistas internacionales. La estación se encuentra en un local de difícil acceso y no pueden entrar al recinto nada más que muy pocas personas, por ello se han llevado al Observatorio dos modelos de demostración, albunes con copias de sismogramas y las publicaciones. Nos dice que durante 1914 visitaron la estación 1803 personas además de los padres jesuitas y a todos los había atendido personalmente. Entre ellos estuvieron los alumnos de la Escuela Superior de Guerra, Profesores y alumnos de la Escuela Normal y de las Escuelas del Ave María, la Visitación, Domínicas, etc. Entre las personalidades estuvo el arzobispo, el obispo de Guadix, varios astrónomos entre ellos D. José Galbis, Jefe del Servicio Meteorológico Español y del Observatorio Central de Madrid "*venido especialmente para conferenciar con nosotros sobre la instalación que proyecta de unos sismógrafos en el importante Centro a su cargo*". Otros sismólogos de la Compañía de Jesús estuvieron en Granada y otros pedían se les enviaran diapositivas de los instrumentos para conferencias.

Su tiempo lo pasa dedicado a las observaciones sismológicas, a sus tareas en el confesionario y en los trabajos de la residencia, por ello no podía estar dedicado por entero a la Sismología, este hecho lo lamenta y nos transmite sus pensamientos y explicaciones sobre sus tareas de esta forma:

"reduciéndola al tercio o quizás menos de lo que debiera haber sido, fue el mal estado de nuestra salud, siempre enfermiza y que nos impide desarrollar iniciativas y trabajar con la continuidad y tesón que tanto edifica en nuestro Ayudante y que

constituye una de las características que deben adornar a un buen religioso de la Compañía de Jesús".

En varios de sus trabajos nos expone lo que pensaba sobre el quehacer científico y en especial sobre los que tienen la Ciencia como *modus vivendi*. Anima a todos los que tengan ganas de trabajar sin trabas ni complejos pues la laboriosidad diaria suple en ocasiones a lo realizado por los superdotados. En el siguiente párrafo tenemos un resumen de lo que defendía en estos casos:

".. el investigar y el tantear tan poco está vedado a las medianías de buena voluntad amantes del trabajo que en casi todos los países resulta condición sine qua non para obtener el título de doctor. Abundando en estas ideas y con tanta mayor razón cuanto que si nos dedicamos a estos estudios es por disposición de nuestros Superiores, lo que nos asegura, en medio de nuestros achaques y deficiencias, hemos emprendido algunas investigaciones parte publicadas o en prensa y parte inéditas y aun apenas esbozadas".

Su salud delicada, los muchos trabajos al margen del Observatorio y, sobre todo, la falta de sismólogos le llevaron a organizar unos cursos de Sismología en 1914, así nos cuenta: *"Este año hemos comenzado a dar una clase dos veces por semana a tres de nuestros HH. estudiantes, con carácter principalmente, práctico y más especialmente dirigido para ponerlos rápidamente en estado de hacerse cargo de una Estación Sismológica y aun añadir a la marcha rutinaria alguna investigación personal, sirviéndoles de texto nuestra obra inédita de Sismología práctica"*. Estos estudiantes el 18 de diciembre ante el Provincial y la comunidad jesuita dieron estos HH. Una conferencia. A pesar de todo aquel esfuerzo en 1915 estaba prácticamente solo como personal científico en el Observatorio.

El 13 de Mayo de 1915 escribe a D. Salvador Raurich comentándole que había recibido de sus superiores autorización para poder formar parte de la Sociedad Astronómica de Barcelona y le pide que presente la candidatura de la Estación Sismológica de Cartuja como socio protector. El 21 de Mayo le vuelve a escribir para que en su nombre de las gracias al Presidente Torné y Fontseré por haber apadrinado la solicitud de la Estación Sismológica de Cartuja.

Constantemente nos recuerda que el valor práctico de los instrumentos radica en que estén bien contruidos y que por lo menos lo hayan sido por sus inventores y añade que se les cuide bien.

En noviembre de 1919 asistió al Congreso Nacional de Ingeniería de Madrid, allí se expusieron algunos instrumentos del Observatorio de Cartuja y resultados de las investigaciones desarrolladas en los años de funcionamiento. Este hecho hizo que el rey conociera de primera manos el trabajo. El P. Sánchez-Navarro nos relata:

"Tampoco podemos olvidar las halagüeñas frases que S. M., a quien nos acababa de presentar el eximio inventor y buen amigo Excmo. Sr. D. Leonardo Torres Quevedo, se dignó pronunciar en la Exposición celebrada durante el Congreso Nacional de Ingeniería (Noviembre 1919), al mostrarle el álbum de sismogramas obtenidos con nuestros péndulos españoles, y el macrotrémetro "P. J. Granero, S. J.", que también expusimos".

Hacia poco que había vuelto al Observatorio el P. Ricardo Garrido, tras un intervalo de Septiembre de 1912 a Agosto de 1919, y hacerse cargo de la Dirección del Observatorio Astronómico y Meteorológico de Cartuja además de sus clases de Física, Química y Astronomía.

Toda aquella labor comienza a ser reconocida pues el 13 de Octubre de 1920 fue declarada de Utilidad Pública la Estación Sismológica de Cartuja (Granada) por R. O. publicada en la Gaceta de Madrid del 16. El rey Alfonso XIII y el Gobierno daban este importante espaldarazo a la Estación Sismológica y su Director era nombrado poco después Vocal de la Comisión Nacional de Geodesia y Geofísica. Muchas asociaciones científicas lo incluyeron entre sus miembros y con el paso del tiempo le honraron con distinciones, nombramientos y premios.

Esta etapa fue calificada por Sánchez Navarro Neumann como de expansión científica española, nos expone como la ciencia de nuestro país era imitada en el exterior sobre todo en Sismología. Cuando asistió a la Segunda Asamblea General de la Asociación Internacional de Sismología en Manchester visitó Londres y París donde estuvo en los Museos de Historia Natural y tomó apuntes sobre todo de la sección de Paleontología. En muchos de los congresos defendió que aparecieran las fallas reflejadas en los mapas geológicos por la importancia que tenían en los sismos.

Sobre las líneas de investigación de la moderna Sismología debían de trazarse tratando de sacar unas enseñanzas prácticas de esta ciencia. En uno de sus párrafos encontramos las principales ideas sobre todo esto, nos lo expone así:

"Sacar fruto práctico de los conocimientos anteriores que sean susceptibles de ello, de las más horrendas catástrofes, para evitar que se repitan, construyendo edificios capaces de resistir la acción destructora de los más violentos sismos, aprovechando datos recogidos, digámoslo así, entre escombros y ruinas, tal vez tumbas prematuras que nos muestran lo que debemos evitar, o de las construcciones que se conservan incólumes, o con averías menos importantes y que nos sirven de modelos dignos de imitación; utilizar el sismógrafo y sus derivados para estudiar la resistencia a los estremecimientos de los materiales de construcción, el estado de las vías de comunicación y del material móvil afecto a las mismas, y aun de las naves que surcan el proceloso piélago, a veces menos agitado que la tierra, llamada firme, he aquí las principales aplicaciones de la Sismología, o sea el fin de la Sismología aplicada".

" Y cuanto no queda por hacer con respecto a los pasados! Revisar archivos parroquiales, municipales, provinciales, bibliotecas, etc., etcétera; estudiar en los monumentos y aun edificios particulares, y más en el mismo suelo, los efectos de sismos antiguos es labor que está por comenzar, o poco menos".

Por estos años se lamenta de falta de espacio y de problemas con los sismógrafos pues los nuevos construidos a partir de 1907-1908 tuvieron que llevarse a un local más apropiado, construido expresamente en uno de los patios interiores del Colegio Noviciado del Sagrado Corazón, situado a unos centenares de metros del Observatorio Astronómico donde habían estado desde 1902.

Tomó parte activa en numerosos Congresos nacionales e internacionales entre los que destacan el de la Unión Geodésica y Geofísica Internacional de la Haya (1907), Manchester (1911) y Madrid (1924), el de Geología de Madrid (1926), los de la Asociación para el Progreso de las Ciencias en diversas ciudades españolas y portuguesas desde 1911 a 1927, Primer Congreso de Ingeniería de Madrid (1919) y otros. Además de sus ponencias y comunicaciones presentó trabajos, gráficas e instrumentos en las respectivas exposiciones de los congresos, entre ellos destaca el organizado por la Sociedad Astronómica de España y América que se celebró en Barcelona en 1921 y el de la Exposición Iberoamericana de Sevilla de 1929-1930 donde obtuvo el Gran Premio para el Observatorio de Cartuja y en varios instrumentos de su Estación Sismológica. Estos aparatos fueron muy celebrados por muchas personalidades de la vida científica y política de aquellos momentos pero en especial por el rey de España Alfonso XIII. Su prestigio era tal que era continuamente invitado por diferentes entidades docentes y culturales que aprovechaban su asistencia a congresos para organizar actividades especiales, así sus conferencias son muy numerosas, las acompañaba de proyecciones y materiales gráficos para hacer llegar la ciencia al pueblo. Entre ellas destacan las dictadas en

Madrid, Barcelona, Cádiz, Granada, Sevilla, Valencia y otras ciudades y pueblos. En su destierro dictó conferencias en Nápoles y en Roma sobre todo en la Universidad Gregoriana.

A pesar de todo ello siempre que podía ocultaba su nombre en el anonimato pues no se dedicó ninguno de sus aparatos sino que los denominó con el nombre de otros padres de la Compañía de Jesús canonizados o no: Berchmans, Belarmino, Canisio, Granero, etc. Su modestia era tan grande que cuando nos habla de las estaciones sismológicas elogia siempre a sus directores y al llegar al de Cartuja dice "*restando esta de Cartuja (Granada), por cierto no tan afortunada en su dirección*".

Su incesante labor y sabios consejos se ponen de manifiesto por muchos de sus colegas, así el Comandante del Estado Mayor y Jefe de la Estación Sismológica de Toledo, D. Vicente Inglada y Ors, escribió una obra interesante en 1919, lo cita en varias ocasiones entre los impulsores de la moderna Sismología, entre otras personalidades nos habla de aquel impulso de la nueva ciencia gracias a los trabajos del P. Sánchez-Navarro Neumann, el Prof. Gerland, Tomás de Azcarate, el P. Cirera, José Comás Sola y Eduardo Fontseré entre otros⁵. En una reseña sobre algunos de sus trabajos publicada en la prestigiosa revista belga Ciel et Terre de 1920 se dice de él que es "*un espíritu bastante ingenioso y trabajador infatigable, es el principal creador en España de la Ciencia Sismológica, que brilla hoy gracias a su esfuerzo y tesón*".

Sabemos que tuvo un papel destacado en la refundación de la Asociación Sismológica Jesuita de América. Esta asociación contaba con un Boletín que era considerado como una de las mejores publicaciones mundiales en Sismología. La Asociación se trató de formar en 1909 por el P. Odenbach que contaba con algunos aparatos sismológicos desde 1900 pues lograron poner el primer sismógrafo gracias al H. Rueppel en el colegio de San Ignacio, más tarde Universidad John Carrol de Cleveland (Ohio). Como muchos colegios de jesuitas y Universidades se iban dotando de sismógrafos el P. Odenbach pensó en crear una red sismológica basada en los centros de enseñanza de los jesuitas y escribió a los directores de colegios con la idea de reunirse el 2 de febrero de 1909 para hacerla realidad. Con todo ello se creó el llamado Jesuit Seismological Service que funcionó durante un corto período de tiempo hasta que desapareció por discrepancias y falta de medios económicos.

⁵ INGLADA Y ORS, Vicente: *El interior de la Tierra según resulta de las recientes investigaciones sismométricas*. Dirección General del Instituto Geográfico y Estadístico. Madrid, 1919.

La idea de reflotar o rehacer la Asociación surge de nuevo tras la Primera Guerra Mundial, así a partir de 1921 se comienza a gestar una nueva cooperación en el campo científico. En 1925 el P. Macelwane propuso a los Superiores de la Compañía de Jesús en Estados Unidos un plan de reorganización y funcionamiento del Servicio Sismológico.

En aquellos momentos sabemos que contribuyó especialmente en el relanzamiento de la Asociación una carta enviada por el P. Sánchez-Navarro al P. Macelwane y su contenido fue dado a conocer a todos los Superiores de la Compañía. Las ideas y prestigio del entonces Director del Observatorio de Cartuja hizo que se reunieran en Chicago los Colegios y Universidades el 24 de Agosto de 1925. La nueva asociación fue bautizada como Jesuit Seismological Association, su primer Presidente fue el P. Sullivan de la Universidad de Orleans y el Secretario el P. Macelwane de la de Saint Louis. El centro estaba en Saint Louis Missouri y se creó el Departamento de Geofísica. A partir de 1944 se convierte en Centro e Instituto de Tecnología Geofísica.

Aunque las ideas del P. Sánchez-Navarro fueron primordiales para el nacimiento de esta asociación pronto se tomó la determinación que los centros y observatorios situados fuera de Estados Unidos y Canadá no podían formar parte de ella, pues tras ver los pros y contras, se decidió que fuera una sociedad netamente americana⁶.

En los resúmenes y memorias elaboradas por el P. Sánchez Navarro nos encontramos que en 1923 se registraron 142 terremotos, en 1924 un total de 343, en 1925 fueron 353 y en 1926 un total de 419, la cifra más alta hasta aquellos momentos. Funcionaban a pleno rendimiento los sismógrafos Berchmans, Javier y Belarmino, aunque este último no estaba acabado. Los problemas de espacio llevaron a construir un edificio adecuado que cree que se comenzará en 1927, estaría parte excavado en la roca para dar más fiabilidad a los registros. En 1927 llegaron cambios en el personal y la solución a los problemas de los sismógrafos se agrandaron por el encendido de los hornos del Colegio Noviciado. El P. Provincial dio una limosna y con otros pequeños fondos se empezó a construir el nuevo pabellón. Nos da las coordenadas del nuevo edificio y una altura de 772 metros sobre el nivel del mar, tiene forma de T con fachada al norte. Se emplearon para desmontar la roca 70 barrenos. La sala tiene una superficie de 6 x 4'30 x 3'50, tejado a dos aguas, cielo raso y capa de corcho aislante para evitar los cambios bruscos de temperatura. Contaban con un salón de 12 metros cuadrados y una sala

⁶ DUE ROJO, Antonio, S. J.: "El vigésimo quinto aniversario de la 'Jesuit Seismological Association'", *Urania*, 1950, pp. 266-269.

para laboratorio fotográfico. El proyecto lo habían hecho dos HH. uno ingeniero agrónomo y el otro estudiante de Ingeniería de Caminos.

El año 1927 trae a Cartuja importantes visitas entre las que descuellan las del Ministro de Gracia y Justicia, Excmo. Sr. D. Galo Ponte, acompañado del Director General de Penales, el Gobernador Civil, el Presidente de la Diputación y los Presidentes de las dos Audiencias, que reciben una explicación del Director del Observatorio. Continuaron otras como la del ex-Ministro de Instrucción Pública, Excmo. Sr. D. Natalio Rivas, el profesor y escritor D. Fidel Fernández Martínez, el Rector de la Universidad, Dr. D. Fermín Garrido, las del P. Luis Rodés, S. J. y la del P. Ignacio Puig, S. J., la del Prof. G. Alberti y Andrea, Director del Observatorio de Arcetri (Florencia) y de un grupo de profesores de Lisboa.

En 1928 se registraron 364 terremotos. Entre las visitas a destacar se encuentra la del Prof. Dr. P. Zeeman, de Amsterdam, Premio Nóbel del que dice Navarro Neumann que "*permaneció más de una hora en nuestra estación sismológica*". En 1929 funcionaban perfectamente los sismógrafos y se registraron en total 400 terremotos, se incrementó la tirada del Boletín por su demanda, se envía relación de terremotos a D. José Galbis para preparar el trabajo sobre el Congreso de Estocolmo de 1930, recibieron la visita del Sr. García de Lomas, Jefe de la Estación Sismológica de Málaga. Se preparó y asistió a la Exposición Ibero-Americana de Sevilla. El pabellón era bellísimo como obra de D. Leopoldo Torres Balbás y les cedieron un local por parte del Presidente de la Excma Diputación Provincial de Granada, D. Francisco Martínez Lumbreras. Se presentaron el Belarmino, barógrafo Loyola, macrotremómetro Granero y otros materiales además de sismogramas, publicaciones, curvas, etc. Entre los ilustres visitantes descuellan los reyes y sus hijos. El P. Sánchez Navarro nos dice:

"SS. MM. los Reyes (q. D. g.) D. Alfonso XIII y Doña Victoria Eugenia, en unión de sus augustos hijos los Infantes D. Jaime, Doña Beatriz y Doña María Cristina, los Infantes D. Carlos y D. Alfonso de Borbón, Doña María Luisa y D. Alfonso de Orleans, Príncipe D. Carlos de Borbón, Ministro de Fomento Excmo Sr. Conde de Guadalhorce y brillante séquito, honraron con su visita, nuestra modesta instalación el 2 de Noviembre, interesándose S. M. el Rey (q. D. g.), más especialmente, por el sismograma del terremoto antipodal del 16 de Junio, y por la gráfica de la depresión del 1 al 2 de Febrero, registrada por el Loyola, con 9 veces de aumento, a pesar de la sencillez de su construcción".

También visitaron la exposición el Cardenal-Arzobispo de Granada, Dr. D. Vicente Casanova y Marzol, el Gobernador Civil, D. Manuel G. de Longoria, el Alcalde, D. Mariano Fernández Sánchez- Puertas y el Presidente de la Diputación D. Francisco Martínez Lumbreras.

Las visitas al Observatorio que destacan son las de S. A. R. el Infante D. José Eugenio de Baviera, el ex-Ministro D. Natalio Rivas, el Gobernador Militar, y otros muchos ilustres directores de estaciones.

Durante el año 1930 ocurrieron algunos acontecimientos notables. El primero de ellos fue el nombramiento como Vocal de la Comisión Nacional de Geodesia y Geofísica del P. Manuel Sánchez-Navarro por orden del monarca Alfonso XIII de acuerdo a la R. O. de 26 de Enero publicada en la Gaceta de Madrid del 5 de Febrero, pág. 981. La segunda es la colaboración firme del P. Antonio Due Rojo desde principios de septiembre como subdirector del Observatorio. La tercera es que el último día del año se recibió un hermoso diploma que acredita haber concedido el Jurado Superior de recompensas de la Exposición Ibero-Americana de Sevilla (1929-1930) Gran Premio a la Estación Sismológica de Cartuja (Granada) por sus instrumentos de Sismología. Se registraron 377 terremotos este año. Se estaban estudiando mediante ampliaciones fotográficas los más cercanos lo que suponía una gran importancia desde el punto de vista científico.

Tras muchos años de trabajo a finales de 1931 finalizaba la llamada tercera componente con el Canisio, va a llegar uno de los peores momentos de su vida cuando la República en 1932 expulsó a la Compañía de Jesús de España e incautó el Observatorio. Nos relata el P. Due:

*"Humanamente considerado, esto equivalía a segar en flor las ilusiones de un hombre de ciencia, consagrado a ella toda su vida con el mayor entusiasmo y ardor; más su espíritu fuerte, confortado con la energía sobrenatural de su sólida virtud, venció y sobrellevó esta dura prueba dando a todos un alto ejemplo de magnanimidad, cuyo mérito pocos podrán apreciar tan exactamente como el que esto escribe, discípulo y auxiliar del Padre Sánchez Navarro durante 15 años en que participó en sus empresas e investigaciones con mayor intimidad que otro alguno"*⁷.

⁷ DUE ROJO, Antonio, S. J.: "Un gran sismólogo español", *Boletín del Observatorio de Cartuja*, Abril-Junio, 1939, pp. 1-2.

A partir del 2 de Febrero de 1932 el Observatorio pasó a manos del Gobierno. Se nombró Director del mismo a D. Félix Gómez Guillamón, Ingeniero Geógrafo, y se dotó al centro con personal del Instituto Geográfico. El resumen de la labor científica de la Estación Sismológica de Cartuja (Granada) durante el año de 1931 está firmado por D. Félix Gómez Guillamón. Se registraron 444 terremotos y cita los trabajos del P. Due y del P. Sánchez Navarro. Las visitas fueron numerosas y entre ellas descuella la de algunos profesores y alumnos. Entre los especialistas destaca la del distinguido sismólogo D. Alfonso Rey Pastor que vino hasta Granada en Comisión Oficial.

En el curso 1931-1932 lo encontramos en Nápoles, en 1934-1936 en Ruysbroeck (Belgica) en un Colegio , en 1936-1937 está en Entre-os-Rios (Portugal) para volver a Granada en 1937-1938 a la Residencia de los Jesuitas. En 1939-1940 es destinado por problemas de salud al Puerto de Santa María donde murió. En una nota se dice que era científico y asceta, entre sus méritos estaba el tener la colección de fotos más completa del mundo en la especialidad de Meteorología, Astronomía y Sismología y el redactor de la nota nos dice: "*Era un asceta rigurosísimo, sin que ello restara nada a su humor fino y oportuno, como buen gaditano-malagueño*".

A pesar de todo dio un magnífico ejemplo y sobrellevó esta dura prueba durante el destierro y a su vuelta en 1938, así repetía en sus escritos y conferencias la frase latina: Dominus dedit, Dominus abstulit. El 11 de Agosto de 1938 se hizo entrega del Observatorio al Provincial P. José Fernández Cuenca que estuvo acompañado por el P. Sánchez Navarro y otros jesuitas.

A partir de ese momento y venciendo dificultades de toda índole entre las que destacan las económicas se entraba en otra etapa difícil por la Guerra. A pesar de todo se fueron normalizando los servicios. A partir de 1940 el estado de salud del P. Sánchez Navarro se vio empeorado y tuvo que ser sustituido por el P. Due Rojo. Se le restableció la subvención que el Estado sufragaba para hacer frente a algunos gastos materiales.

A finales de 1939 tuvo que dejar la Dirección del Observatorio y se preparó su traslado al Puerto de Santa María donde había un clima más benigno que en Granada. Sobre su enfermedad sabemos pocas cosas pero si nos dicen sus biógrafos que acabó el jueves, 30 de Enero, a las 8'10 de la tarde. Su salud estuvo siempre minada por habituales achaques. Sabemos que a pesar de la fiebre y mal estado celebró el día de Navidad tres misas y entre ellas la de media noche. No pudo levantarse más. Fue poco a poco perdiendo su energía y vitalidad, la fiebre lo

debilitaba por días y fueron frecuentes los insomnios, agudísimos dolores desde la cadera a los pies que no le permitían reposar y por fin quedó el cuerpo sin movimiento alguno de cintura para abajo. Con todo ello la gangrena no tardó en manifestarse. A pesar de ello siempre conservó las facultades mentales hasta su muerte y decía a los que le rodeaban: "*Las relaciones entre el muerto (así llamaba a la parte inferior de su cuerpo) y el vivo son muy tirantes, y vencerá el muerto, pero podrá durar la lucha hasta veintidós años: ? Y sin poder trabajar ni leer, porque ya no veo!*".

Sus últimos días fueron mortificantes pues se encontraba que no podía trabajar y además era inútil en la Religión según su opinión, a pesar de eso emborronaba innumerables cuartillas con temas científicos, históricos y apologeticos de gran actualidad con ánimo de publicarlos en revistas y periódicos. Se preocupaba por no poder celebrar misa ni aún poder ir a rezar. Además, todo se complicó cuando la parálisis le impidió poder hacer nada y ver como tenía que resignarse a que todo se le hiciera. Su recato y modestia le llevaron a sufrir enormemente y le proporcionaron humillaciones que no es dado imaginar. Todos los días se confesaba, comulgaba y rezaba las tres partes del Rosario con gran recogimiento y fervor. Daba las gracias a los que le rodeaban, su amor y vocación crecían y en los últimos días de su enfermedad escuchó a otros padres que podía salir la Compañía de Jesús de nuevo al destierro, ante esto se enfervorizaba y pedía al Señor y a la Virgen Santísima mil veces la muerte. Con ello se purificaba su alma, recibió los Santos Sacramentos y murió sin agonía como la lámpara que se agota. Le falló el corazón y durmió el sueño de los justos.

Tras su larga y penosa enfermedad murió en el Puerto de Santa María (Cádiz) el 30 de Enero de 1941 cuando contaba con la edad de 74 años. Su fallecimiento puso de manifiesto como en el mundo científico era muy estimado y querido por lo que numerosos investigadores transmitieron el pésame a los superiores de la Compañía de Jesús "*en las que se pone de manifiesto el aprecio que universalmente se hacía de su labor cultural y la admiración hacia el que supo reunir a un alto nivel científico de la labor constante de toda su vida, las virtudes de religioso y sacerdote ejemplar*", pues no hay que olvidar que estuvo casi treinta años al frente del Observatorio y de Director de la Estación Sismológica granadina. Nos han dejado por escrito los que lo conocieron que no tuvo una salud firme sino que estuvo siempre aquejado de molestas dolencias pero que a pesar de ello estaba diariamente en su trabajo y al frente de cuantas situaciones se presentaban.

Su trabajo visto por su discípulo P. Antonio Due Rojo.

A poco de su muerte, el P. Due publico "Labor científica del R. P. Manuel María Sánchez-Navarro, S. J." en el Boletín del Observatorio de Cartuja, publicación interna, Compañía de Jesús, Granada, 1942, en donde nos pone de manifiesto sus largas horas dedicado no solo a la investigación sino a la preparación de instrumentos nuevos y tareas diarias. Nos dice su biógrafo:

*"En el mismo Boletín sísmico, que representaba el fruto de su labor cotidiana en la interpretación de los sismogramas, hallamos las huellas de un trabajo minucioso, paciente y perseverante, traducido en un análisis más esmerado que el que solían hacer otros centros similares, y un aprovechamiento atento y pudiéramos decir extremado, de los elementos facilitados por las demás estaciones en sus telegramas y datos preliminares; laboriosidad y exactitud de la que fue testigo el que esto escribe, durante los años en que, a partir de 1925, desempeñó el cargo de subdirector del Observatorio"*⁸.

Entre las opiniones que tiene su discípulo de su ingente labor de investigación destaca:

*"Otra nota característica en muchos de sus escritos es el acendrado patriotismo, manifestado por el cariño y entusiasmo con que trata de asuntos relacionados con los intereses de España, con sus glorias históricas y científicas, y el empeño con que a veces supo poner de relieve y en su justo lugar cuanto podía realzar el prestigio y autoridad españoles en el campo de los valores intelectuales y morales"*⁹.

Además de su labor como diseñador de sismógrafos y aparatos, preparación de numerosas conferencias sobre el mundo de la Sismología, tareas propias del orden sacerdotal, muchas horas de estudio y reflexión, viajes, etc., hay que destacar su ingente labor investigadora que se vio plasmada en gran número de revistas nacionales y extranjeras que sobrepasan el número de 300 artículos en varias lenguas: francés, italiano, inglés, alemán, portugués y castellano relacionados con los campos de la Geofísica y Astronomía se puede destacar que publicó el primer

⁸ DUE ROJO, Antonio, S. J.: "Labor científica del R. P. Manuel M? Sánchez-Navarro, S. J.", *Boletín del Observatorio de Cartuja (Granada)*. Publicación interna, Compañía de Jesús, Granada, 1942, pág. 1.

⁹ *Ibíd.*

manual de Sismología en castellano: *Terremotos, sismógrafos y edificios* en 1916. Cuando se hace un repaso de su bibliografía llama la atención su dilatado y amplio conocimiento de los campos del saber pues se dedicó a varias ciencias del conocimiento humano. Tenía una memoria privilegiada, mucha afición al estudio y a las lecturas, le apasionan los problemas difíciles y siempre busca una explicación racional y didáctica de los mismos para exponerlos de la manera más sencilla a los demás. En todos sus trabajos nos encontramos su originalidad, sus propios pensamientos, sus investigaciones, un nuevo modo de exponer las cuestiones, etc.

El archivo de las bandas de los bifilares Cartuja llegó a tener 35.000 gráficas, su péndulo invertido Berchmans suministraba excelentes aportaciones sobre todo para los terremotos españoles y a partir de 1924 comienzan a funcionar los de registro magneto-fotográfico con el Belarmino, el mayor éxito instrumental de todos los fabricados, y el Canisio. En su diario anotaba fielmente los cálculos, las tentativas y los resultados de cada uno de los aparatos para mejorarlos y tenerlos a pleno rendimiento. Por todo ello muchos sismólogos decían que era uno de los hombres que no se contentaban con repetir lo que veía fuera de España sino que pensaba por su cuenta y por ello desarrolló esta tarea tan original y provechosa. Sus normas y orientaciones fueron aceptadas y seguidas en otros centros sismológicos del mundo, se imitaron sus modelos de sismógrafos y se solicitaban con gran interés. Sus aparatos recibieron menciones honoríficas y premios y por ello la Estación de Cartuja fue declarada de Utilidad Pública el 13 de Octubre de 1920 por R. O., recibió varios premios en Barcelona y sobre todo el Gran Premio de la Exposición Iberoamericana de Sevilla en 1929-1930.

La mayor parte de sus estudios se encaminaron a conocer el suelo español y por ello los terremotos españoles ocuparon la mayor parte de su investigación. Publicó varios trabajos sobre terremotos históricos con lo que se le puede denominar, creo, como uno de los padres de la llamada Sismicidad Histórica.

Además de todo lo dicho hay que añadir que el Archivo y la Biblioteca se fueron enriqueciendo con el paso de los años. Se conservaban miles de negativos de la actividad solar y otras de Astronomía que correspondían al paso de los cometas Halley, Brooks y Delevan además de muchas fotografías de nubes. La biblioteca contaba con un fondo muy importante por el gran número de revistas científicas y las separatas de los trabajos de los PP. que trabajaban en el Observatorio sobre todo en Astronomía y Geofísica. El intercambio con otros centros iniciado por el P. Sánchez Navarro continuó con sus sucesores. Nos dice el P. Due que en el fichero doble de autores y materias se contabilizaban unas 70.000 fichas. Esta es la herencia

que nos dejaba uno de los mejores sismólogos españoles que desarrolló su actividad ligado a Granada.

En conjunto sus principales publicaciones se hicieron en las siguientes congresos y revistas: Congresos de la Asociación para el Progreso de las Ciencias, revistas *Razón y Fe*, *Ibérica (Revista semanal ilustrada)*, *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, *Memorias de la Academia de Ciencias y Artes de Barcelona*, *Revista de la Real Sociedad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, *Revista de la Sociedad Astronómica de España y América*, *Sal Terrae (Revista mensual de cultura eclesiástica)*, *Producción (Revista de Agricultura, Industria e Ingeniería)*, *Boletín del Observatorio de Cartuja*, *Atti della Pontifizia Accademia delle Scienze*, *Broteria (Revista contemporánea de cultura)* y *Ciel et Terre (Bulletin de la Societé Belge d'Astronomie)*.

Algunas opiniones y pésames sobre el P. Sánchez-Navarro Neumann

Tras su muerte se recibieron en la Compañía de Jesús numerosos telegramas de pésame por la muerte de este admirado científico. El primero de ellos no en orden de llegada sino por la categoría de quien lo envía es el siguiente: "*En nombre del Sr. Ministro de Justicia y en el mío propio, testimonio a V. R. el más sentido pésame por la muerte del virtuoso y sabio P. Manuel M. Sánchez Navarro, verdadera gloria de España. Respetuosamente salúdale: Puigdollers*".

Otro lo envió el Director General de Asuntos Eclesiásticos al R. P. Provincial de la Compañía de Jesús. Otro es enviado al P. Due por el Director del Observatorio Astronómico de Madrid.

D. Félix Gómez Guillamón que lo había conocido ante la noticia de su fallecimiento escribe lo siguiente: "*Profundamente conmovido noticia fallecimiento sabio sismólogo Padre Sánchez Navarro, expreso mi nombre y todo personal esta Estación, nuestro sincero dolor tan sensible pérdida. Saludos*".

El Director de la Estación Sismológica de Málaga escribe al P. Due dándole el pésame por aquella pérdida. Otro es enviado por el Director del Observatorio de San Fernando (Cádiz) al R. P. Rector del Colegio Noviciado de Cartuja: "*Exprésole profundo sentimiento fallecimiento Padre Sánchez Navarro, pérdida irreparable ciencia española. Respetuosamente. Director Observatorio San Fernando*".

En otras obras nos ofrecen opiniones sobre este eminente sismólogo, así D. José Galbis Rodríguez, Inspector General del Cuerpo de Ingenieros Geógrafos, lo

calificó en varias ocasiones como: *".. el más competente e infatigable sismólogo español"*. El Contralmirante D. Wenceslao Benítez, Director del Observatorio de San Fernando expresa: *"su pérdida para la Compañía, es irreparable"*. Su hermano de religión y también, miembro de la Compañía de Jesús, Director del Observatorio del Ebro, R. P. Romana, dijo: *".. sus grandes méritos e infatigables trabajos, elevaron a grandes alturas el Observatorio"*. Eduardo Fontseré, Director del Observatorio Fabra, en Barcelona, expuso: *".. con su infatigable trabajo dio renombre universal a ese Centro y contribuyó eficazmente al progreso científico"*. Por último D. José María Lorente, del Observatorio Meteorológico de Madrid nos dice: *"..fue uno de esos hombres que no se contentan con repetir lo que ven fuera de España, sino que realizan obra original"*.

Su labor y ejemplo fue para muchos un acicate de trabajo, así le dedicaron algunos libros y dedicatorias de las que pasamos a exponer las siguientes:

"Al sabio P. Sánchez Navarro y Neumann, S. I., homenaje respetuoso de su admirador, Salvador G? Francos, Astrónomo de la Armada, autor de: Terremotos y aparatos para registrarlos".

"Al sabio sismólogo, inspirador de este modesto trabajo, con todo afecto y admiración, le dedica este ejemplar su discípulo: Alfonso Rey Pastor, Director de la Estación Sismológica de Toledo, autor de: Traités sismiques de la Péninsule Iberique".

"Ao eminente sismologo espannol e sabio ilustre, D. Manuel María Sánchez Navarro Neumann, con o maior apreço pola sua obra notavel, muito afectuosemen, e affmo. Dr. Raul de Miranda, Catedratico de Física del Globo en la Universidad de Coimbra, autor de: Tremores de terra".

" A mi buen amigo y sabio sismologo R. P. Manuel S. Navarro, en testimonio de consideración y afecto: D. Vicente Inglada y Ors, Teniente Coronel de Estado Mayor e Ingeniero Geógrafo, autor de: Observaciones gravimétricas".

Unos escritos inéditos del P. Sánchez- Navarro Neumann

Entre las anotaciones que manejamos para reconstruir la vida de este eminente sismólogo nos encontramos dos folios mecanografiados con alguna anotación a mano, se titulan "A nuestros favorecedores", queremos darlos a conocer pues en ellos el autor, indudablemente Sánchez-Navarro. nos dice en el primero de ellos:

"
+ JHS. A nuestros favorecedores.

Al serle devuelto a la Compañía de Jesús el Observatorio de Cartuja (Granada) por decreto del Exmo. Sr. Jefe del Estado de 3 de Mayo del corriente año de 1938, III Triunfal, que anula el Presidencial de expoliación del 23 de Enero de 1932, puesto en ejecución el 2 de febrero del mismo año, parte del personal del antiguo vuelve a reanudar sus tareas, después de seis años y medio de ausencia, pasados por los mas en gran parte en el destierro, y en las circunstancias anómalas que atravesamos, las que vedan aumentarlo por la penuria de sujetos, empleados en ministerios sagrados o en la enseñanza, cuando no prestando servicios mas directos a la Patria. Todo ello tiene que influir en nuestras publicaciones, hasta que el triunfo definitivo y avallador de la nueva Cruzada, en pro de la Civilización Católica, la única que merece tal nombre, por ser las otras barnices de Cultura, sepulcros blanqueados, permita volver a la vida normal.

El que esto escribe, en el momento de la incautación, acababa de terminar la construcción de un barógrafo extra-sensible el Bonona y planeaba otros nuevos instrumentos, cuando se vio despojados del archivo de sismogramas de más de 5.000 terremotos, registrados por sismógrafos ya originales, ya importantes modificaciones de otros, cuya construcción había dirigido y que le valieron a la Estación Sismológica un GRAN PREMIO “por sus instrumentos sismológicos, en la Exposición Ibero-Americana de Sevilla (1929-1930), precisamente cuando iba a comenzar el estudio sistemático del dicho archivo, auxiliado por un padre joven, de excelentes dotes y con la formación científica más apropiada para el caso. Aunque haya intentado continuar su labor, tanto en Nápoles, como en Ruysbroeck (Brabante) y en Entre-os-Rios (Douro), gracias a los envíos tan frecuentes como generosos de sus antiguas relaciones, (que mucho agradece, rogándoles continúen favoreciéndole), esos trabajos han adolecido del no contar ni con material científico propio, ni con la buena biblioteca especializada que había llegado a formar. Hoy vuelve a dedicarse mas de lleno a la Sismología, con sobra de años (72) y de enfermedades, por no permitir las circunstancias del momento reemplazarle por sujeto más idóneo, ya que casi solo cuenta en su abono el trabajar con instrumental construido bajo su dirección y por el H. H. Coadjutores de la Compañía de Jesús, esto es españolísimo, un gran puñado de artículos y la experiencia que debiera haber adquirido durante los 25 años que ha dirigido una estación sismológica.

Durante toda la incautación, el Observatorio ha estado bajo la inmediata posesión del Instituto Geográfico y Catastral, llamándose primero Estación Sismológica y Meteorológica de Cartuja (Granada), y después Observatorio Geofísico, nombre que se le conserva, por no cambiar más, por más que convenga recordar el que posee una ecuatorial bastante potente, y otros instrumentos astronómicos, y que carece de secciones magnética y de electricidad atmosférica, incompatibles con las otras como que influyen con las vecinas líneas de alta tensión y los tranvías

eléctricos de Granada. Fuera de los cambios de nombre, ha sufrido notables modificaciones, que se traducen por la adición de un local adosado al antiguo, destinado a servir de morada al Ingeniero Geógrafo Director, y de otro para cobijar a todos los sismógrafos, los que dejamos, parte en el mismo Observatorio, parte, y precisamente los más potentes, en el entonces Colegio Máximo, hoy utilizado por los militares, distante unos 400 metros, casi al N.

Aparte de resultar en su interior muy atenuados los violentos cambios térmicos del clima granadino, no rara vez superiores a los 20° entre la máxima y la mínima del mismo día, y de aparecer ingeniosa la distribución de los instrumentos al que no tenga que cuidarlos, adolece del grave defecto de su estrechez, que hace muy incómodos los delicados ajustes necesarios con harta frecuencia.

Al remontar en el nuevo pabellón los sismógrafos de registro mecánico se aumentó de los 280 kilogramos la masa del Cartuja vertical a 370, reemplazando por plomo el caldero viejo, lleno de hierro de desecho y gravilla que le servía de masa, a la vez que se hacía lo mismo con el Berchmanss, elevando de 3000 a 4260 kilogramos el peso de su masa. Lástima que la cantidad nada despreciable empleada no lo hubiera sido en adquirir mejores muelles que los muy malos (trozos de hoja de sierra puestos dobles, para reforzarlos) que tenía y le dejaron, y que empleamos por solo contar con muy escasos recursos cuando lo construimos. Ese pédulo sufrió, en su porción multiplicadora-inscriptora, una poco feliz modificación, que ha reducido considerablemente su eficiencia, y que ha sido preciso cambiar, para dejar al sismógrafo tal cual lo dejamos, y necesitará un muy penoso y largo arreglo para recobrar su primitiva sensibilidad, lo mismo que los otros sismógrafos de registro mecánico, bastante descuidados, parte por las dificultades antedichas del local, como por lo extraordinario de las circunstancias, que han obligado al personal, y mucho más a su dignísimo Director, el Comandante de Ingenieros Don Félix Gómez Guillamón a asumir otras más urgentes ocupaciones, y últimamente a muy largas ausencias. Si a este cuidado insuficiente se añade por algún tiempo la falta de papel sensible, y aun del bueno ordinario, y el poco amortiguamiento y aumento relativo con que encontramos a la componente vertical Belarmino, debidos al haber dejado demasiado separados los imanes inductores, se comprenderá la natural desilusión que tuvimos al hallarnos con un material de estudio muy inferior al que nos había venido dando el mismo instrumental, cuando corría a nuestro cargo.

Por otra parte, mucho antes del glorioso levantamiento salvador del 18 de julio de 1936, principio de una nueva Era histórica, habían comenzado a publicarse resúmenes sismológicos, en vez de los que publicábamos más completos y continuó publicando unos años, bien bajo la forma impresa, primero, y después hectografiada, y publican las estaciones sismológicas más acreditadas, y aun usa la de Toledo, a pesar de las terribles peripecias por que tuvo que pasar durante su

largo y doloroso cautiverio. Por eso faltan datos, fuera de las copias de los telegramas cifrados, y el último boletín provisional solo abarca hasta el fin del pasado año de 1937. Todas esas circunstancias, unidas a las que antes apuntamos, motivarán el que solo los ocupemos de los terremotos cuyas gráficas prometan suministrar datos utilizables, y no del montón de los vulgares, que solo sirven para llenar páginas y más páginas, a ser recubiertas por el polvo de los archivos, y que nadie consulta.

Quiera el Sagrado Corazón bendecir nuestra modesta labor y hacer que redunde en su Mayor Gloria, y, por tanto en el aumento del crédito científico de la Nueva España, la de los Mártires y los Héroes, la Maestra de las Naciones que no quieran perecer esclavas de masones y judíos, entre torrentes de sangre y avenidas de podredumbre, en medio de la más oprobiosa tiranía de la hez de la sociedad, y eso a título de Democracia y de la Libertad.

*El Director del Observatorio Geofísico de Cartuja, S. J.
Apartado N° 32- GRANADA”.*

Junto a este escrito se encuentra otro que parece ser una corrección y apunte del anterior pues son prácticamente lo mismo, pero tienen diferencias y por ello lo recogemos aquí, pues de esta forma los investigadores pueden conocer ambos, el segundo dice así:

“ + *JHS. A nuestros favorecedores.*

Al serle devuelto a la Compañía de Jesús el Observatorio de Cartuja (Granada) por decreto del Exmo. Sr. Jefe del Estado de 3 de Mayo del corriente año de 1938, anulando el despojo de que fue objeto el 2 de Febrero de 1932, volvemos a reanudar en él nuestra antigua labor científica como miembros de la Compañía de Jesús después de seis años y medio de ausencia. Hemos vuelto del destierro y nuestro deseo es el mismo de siempre: trabajar por la Mayor Gloria de Dios.

De momento tenemos que participar de las circunstancias de la guerra en nuestras publicaciones, hasta que el triunfo definitivo y avasallador de la Nueva Cruzada en pro de la Civilización Católica, nos permita volver a la vida normal.

Poco antes de la expoliación acabábamos de construir un barógrafo extra-sensible y planeábamos otros nuevos instrumentos, a la vez que ensayábamos, con éxito el aumentar de 15 a 25 milímetros los minutos en las bandas de nuestro péndulo invertido Berchmans. Después, privados de toda clase de material y de los sismogramas de más de 5.500 terremotos registrados por nuestros aparatos y desposeídos de la biblioteca especializada que se había formado lentamente, apenas si hemos podido trabajar algo en nuestro destierro trashumante de Nápoles, Ruysbroeck (Brabante) y Entre-os-Rios (Douro). Sentimos y deseamos manifestar en estas líneas un vivo agradecimiento a nuestras antiguas relaciones por sus envíos tan frecuentes como generosos, y a quienes rogamos que continúen

dispensándonos la misma benevolencia en adelante, así como lo haremos nosotros en cuenta las circunstancias lo vayan permitiendo.

No estará de más el que recordemos que, tanto nuestros sismógrafos, como sus accesorios y receptores, son de fabricación doméstica, y, por tanto jesuita, y, en nuestro caso netamente española. Todos se hicieron (1908-1931), bajo nuestra dirección por diversos H. H. Coadjutores de la Compañía de Jesús, y son, o modelos nuevos o notables modificaciones de otros existentes, y obtuvieron un GRAN PREMIO en la Exposición Ibero-Americana de Sevilla (1929-1930). (Suprimir lo que sigue, menos el tramo final).

Durante la incautación el Observatorio ha estado bajo la inmediata posesión del Instituto Geográfico y Catastral, llamándose primero ESTACIÓN SISMOLÓGICA Y METEOROLÓGICA DE CARTUJA (GRANADA), y después OBSERVATORIO GEOFÍSICO, nombre que es el actual. Sin embargo debemos recordar que posee tres ecuatoriales, la una bastante potente y otros importantes instrumentos astronómicos, recibiendo un GRAN PREMIO en la ya citada Exposición: por sus aparatos astronómicos. Además, no se han podido montar las secciones magnética y de electricidad atmosférica y telúrica, que, unidas a las ya existentes caracterizarían un observatorio geofísico, por la proximidad de los tranvías de la vecina Granada, que perturbarían tanto las observaciones, como para inutilizarlas por completo.

Una innovación ha sido la de la construcción de un pabellón donde se cobijen todos los sismógrafos, y que imponía el tener que trasladarlos del antes Colegio Máximo, que se había adjudicado a la Universidad de Granada, sin haber lugar para los mismos en el Observatorio, distante sus 400 metros, y donde ya se hallaban los menos sensibles. En el nuevo local, gracias a su acertada construcción con muros dobles y gruesa capa aisladora sobre el cielo raso, se ha conseguido atenuar los perniciosos efectos de los cambios de temperatura del clima granadino, los que, aun a la sombra, pasan, con frecuencia de los 20° centígrados y aun alguna vez de los 25, en el mismo día.

En cambio, la colocación de los sismógrafos, en particular de los de registro magneto-fotográfico con sus lámparas, galvanómetros y receptores, y aun de los bifiliares Cartuja, aunque a primera vista parezca ingeniosa, y, resulta hasta artística, es muy poco práctica, por lo que dificulta los finos ajustes exigidos por instrumentos tan potentes como delicados, si han de dar el máximo rendimiento de que son capaces.

Al remontar en el nuevo pabellón los sismógrafos de registro mecánico, se proveyó al Cartuja vertical de una nueva masa, reemplazando por 370 kilogramos de plomo la cuya consistente en un caldero de deshecho, relleno de hierro viejo y gravilla y que pesaba 280, a la vez que se le aumentaba la longitud pendular, con notable pérdida de sensibilidad para los temblorcillos cercanos, por no presentarse tan

fácilmente el fenómeno de la resonancia, procurado adrede por carecer de amortiguamiento. Al remontar el péndulo invertido Berchmans, se cambió por otro más homogéneo el contenido del recipiente cúbico de palastro, que le sirve de masa, reemplazando el hierro de deshecho y las piedras, por roblones de hierro, con lo que el peso de la dicha masa pasó de los 3.000 a los 4.200 kilogramos. Lástima que la cantidad nada despreciable empleada en ambas mejoras no se hubiese gastado en adquirir en la Fábrica Nacional de Armas de Toledo unos muelles como los que tanto contribuyen a que el Wiechert de dicha Ciudad Imperial sea el mejor del Mundo: Nosotros, cuando montamos el Berchmans solo contábamos con una exigua cantidad para ello, y nos fue preciso utilizar trozos de hoja de sierra puestos dobles, por no ser suficientemente fuertes para soportar tanto peso, y teníamos intención de cambiarlos, pero después de la construcción de los instrumentos que proyectábamos y que nos prometían más. Lástima, también, que a un sismógrafo tal no le hubieran, entonces, colocado el nuevo motor de marcha rápida que teníamos, en vías de adaptación, que bien se lo merece un tan potente sismógrafo para el estudio de los sismos cercanos. Por cierto que la innovación de aplicarle unas piezas de un Wiechert de 200 kilogramos de masa, que resultó muy inferior a nuestros bifiliares, le ha hecho trabajar mal durante no poco tiempo, y necesitará de un largo y penoso arreglo, para recobrar la sensibilidad con que lo dejamos, y lo mismo los otros sismógrafos de registro mecánico; con esto, y la falta de amortiguamiento, extensiva a la componente vertical Belarmino, unida a una notable decrecimiento de aumento, por haber dejado demasiado espacio entre los polos conjugados de los imanes inductores, se ha perdido la ocasión de registrar no pocos sismogramas y estropeado muchos más, causándonos una triste disilusión el examen de las bandas, en particular más recientes, y más cuando quedaron en el Observatorio el mismo que nos cuidaba de los sismógrafos y el mecánico que había construido no pocos de ellos. Han debido influir bastante las anómalas circunstancias por las que atravesamos, otras ocupaciones del personal, en parte ocupado en construir piezas para montar otros sismógrafos fuera, y las múltiples ocupaciones y largas ausencias de nuestro dignísimo antecesor el Comandante de Ingenieros e Ingeniero Geógrafo Don Félix Gómez Guillamón, debidas a empleos de incomparable trascendencia.

(+) Quiera el Divino Corazón de Jesús bendecir nuestra nueva labor, y hacer que esceda, o, a menos no resulte inferior a la nuestra antigua, y sirva también para el aumento del crédito científico de la Nueva España, la de los Mártires y Héroes, Maestra de las Naciones, Mas Grande que cuando el Sol no se ponía jamás en sus inmensos dominios.

El Director del Observatorio Geofísico de Cartuja, S. J.

A. M. D. G. “

Bibliografía sobre el P. Sánchez-Navarro Neumann

DUE ROJO, Antonio, S. J.: "Un gran sismólogo español", *Boletín del Observatorio de Cartuja*, Abril-Junio, 1939, pp. 1-2.

- "El R. P. Manuel Sánchez Navarro", *Cincuentenario Cartuja, 1894*. Granada, 1994, pp. 81-83.

- "Labor científica del R. P. Manuel M? Sánchez Navarro, S. J.", *Boletín del Observatorio de Cartuja (Granada)*, Enero-Septiembre, 1940, pp. 1-8.

- "El R. P. Manuel Sánchez Navarro, S. J.", *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, Tomo XXXIX (1941), pp. 117-120.

- "Um grande sismólogo espanhol", *Broteria*, Vol. XXXII, fasc. 3, Março, 1941, pp. 284-287.

Anónimo: "Padre Manuel M? Sánchez Navarro + 30-1-1941", Establecimientos Cerón y Librería Cervantes, S. L. Cádiz-Madrid, pp. 20-24. (Ad usum privatum).

A ello hay que añadir lo reseñado en la nota 1 de este trabajo donde citamos algunos de nuestros trabajos sobre este personaje.

Muchas de las noticias biográficas las hemos sacado de los trabajos del P. Sánchez Navarro Neumann, S. J., como complemento ofrecemos una relación de trabajos lo más completa que hemos podido, aunque somos conscientes de que faltan algunos. Su obra clasificada por años queda de la siguiente manera:

**PUBLICACIONES DEL R. P. Manuel María SANCHEZ-NAVARRO
NEUMANN, S. J.**

Año 1889

Apuntes sobre el origen y antigüedad del hombre. Cádiz, 1889.

1893

Estudio sobre las secreciones esquizofíticas. Memoria presentada para optar al grado de doctor en Medicina y Cirugía. Madrid, 1893.

1902.

- "Observatorio de Granada. Sección geodinámica", *Razón y Fe*, Tomo III (1902), pp. 512-520.

1906.

- "El desastre de California registrado en el Observatorio de Cartuja (Granada), *Razón y Fe*, Tomo XV, julio 1906, pp. 355-360.

- "Notas sobre el terremoto de Valparaíso", *Boletín del Observatorio de Cartuja*, 1906, Agosto, p. 1.

- "Notas sobre el terremoto de Bodö (Noruega)", *Boletín del Observatorio de Cartuja*, Septiembre, pp. 1-2.

1907

- "El gran terremoto mejicano del 15 de Abril de 1907", *Razón y Fe*, junio 1907, fig. 1, pp. 1-3.

- "Os terremotos observados sem ó auxilio de instrumentos". *Broteria*, vol. VI, 1907, p. 217-250.

- "Association Internationale de Seismologie. Première Assemblée Générale", *Cosmos*, A. LVI, 26 Octubre 1907, pp. 465-467.

- "La segunda Conferencia de la Comisión permanente y Primera Asamblea general de la Asociación Internacional de Sismología", *Razón y Fe*, núm. 77, Noviembre, 1907, pp. 1-11.
- "El último congreso internacional de Química", *Razón y Fe*, Tomo XVII, (1907), p. 504-512.
- "Crónica científica", *Razón y Fe*, Tomo XVIII, 1907, pp. 507-513.
- "Recensión de "Compendio de Historia Crítica de la Medicina, por J. Rodríguez Fernández", *Razón y Fe*, Tomo XVII, 1907, p. 382-384.
- "Note sur la Station Sismologique de Cartuja (Granada), Espagne", *Comptes rendus des Scéances ... de l'Association Internationale de Sismologie ... á La Haye*, 1907, pág. 153-154.
- "Quelques causes d'erreur dans la détermination de l'heure dans les séismogrammes", *Comptes rendus des Scéances ... de l'Association Internationale de Sismologie*, 1907, pp. 1-3.

1908

- "Die neue Erdbebenwarte in Cartuja", *Die Erdbebenwarte*, Laibach, 1907-1908, pp. 75-78.
- "Estudio comparativo de los instrumentos más usados en Sismología", *Revista de la Real Sociedad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de Madrid*. Marzo, abril, mayo, junio y julio de 1908, Madrid, 1908, pp. 1-80.
- "Les sismographes construits á Cartuja (Grenade)", *Cosmos*, A. LVII, 8 Juillet 1908, pp. 87-90, fig. 5.
- "Les pendules Stiattessi á l'Observatoire de Cartuja (Granada)", *Bolletino della Società Sismologica Italiana*, vol. XII, Modena, 1908, pp. 409-416 (pp. 1-10).
- "Datos sobre macrosismos españoles". *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, Tomo VIII, 1908, pp. 884-888.
- "Las borateras de Chilcaya", *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, Tomo VIII, 1908, pp. 440-442 (1-2).

- "Datos sobre los macrosismos españoles", *Boletín de la Real Sociedad española de Historia Natural*, Octubre 1908, pp. 385-388.
- "La teoría de M. Oddone et les observations de Cartuja en 1907", *Ciel et Terre (Bulletin de la Société Belge d'Astronomie)*, A. Febrier 1908, p. 84-85.
- "Le pendule bifiliare de Cartuja", *Ciel et Terre (Bulletin de la Société Belge d'Astronomie)*, A. 1908, pp. 299-301.
- "La nouvelle Station Sismologique de Cartuja (Grenade)", *Ciel et Terre (Bulletin de la Société Belge d'Astronomie)*, A. 1908, pp. 369-372.
- "Primera Asamblea General de la Asociación Internacional de Sismología", *Razón y Fe*, Tomo XX, (1908), pp. 93-103.
- "Notas y noticias científicas", *Razón y Fe*, XXI, 1908, pp. 488-495.
- "Recensión de "Memorias del Observatorio del Ebro" por el P. Mariano Balcells, S.J.", *Razón y Fe*, Tomo XXII, 1908, pp. 517-519.

1909.

- "Le nouveau Pendule vertical de la Station Sismologique de Cartuja (Grenade)", *Ciel et Terre. (Bulletin de la Société Belge d'Astronomie)*, números 9 y 10, 1909, pp. 397-405, fig. 3. (pp. 1-11).
- "Aperçu des Instruments le plus usités en Sismologie", *Ciel et Terre. (Bulletin de la Société Belge d'Astronomie)*, números 7 y 8, 1909, pp. 295-326, figuras 8. (pp. 1-34).
- "La composante verticale Vicentini de la station sismologique de Cartuja (Grenade)", *Beiträge zur Geophysik*, X, 2, 1909, pp. 78-85.
- "Note sur le temblement de terre de Constantine", *Annuaire de la Société Météorologique de France*, Mai 1909, pp. 114-117, fig. 1.
- "O recente terremoto de Messina", *Broteria*, vol. VII, 1909, pp. 100-110, fig. 4. (pp. 1-10).

- "Nota sobre el terremoto de Mesina del 28 de Diciembre de 1908", *Boletín de la Real Sociedad española de Historia Natural*, Diciembre de 1908, Marzo 1909, pp. 130-136.

- "Le nouveau pendule horizontal de Cartuja (Grenade)", *Bolletino della Società Sismologica Italiana*, Tomo XIII, Modena, 1909, pp. 207-218, fig. 1. (pp. 1-14)

- "El nuevo péndulo vertical de la Estación Sismológica de Cartuja (Granada)", *Boletín de la Real Sociedad española de Historia Natural*, Tomo IX, Octubre 1909, pp. 386-394.

- "Le séisme hispano-portugais du 23 Avril enregistré à Cartuja (Grenade) par un petit jouet scientifique", A. LVIII, *Cosmos*, 22 Mai 1909, pp. 568-569, fig. 4.

- "La nueva estación sismológica de Cartuja (Granada)", *Razón y Fe*, Tomo XXIII, 1909, p. 230-235 (1-5).

1910.

- "Le tremblement de terre iberique du 23 d'avril de 1909", *Ciel et Terre*, núm. 2, 1910, pp. 81-92, fig. 2. (pp. 1-28).

- "Datos macrosísmicos sobre el terremoto ibérico del 23 de Abril de 1909", *Boletín de la Real Sociedad española de Historia Natural*, Enero 1910, pp. 81-88.

- "Aperçu général des Phénomènes sismiques enregistrés à Cartuja en 1909", *Ciel et Terre (Bulletin de la Société Belge d'Astronomie)*, num. 2, 1910, pp. 84-86.

- "Les Tremblements de Terre ressentis en Espagne pendant l'année 1909", *Ciel et Terre*, núm. 7, 1910, pp. 277-288. (pp. 1-14).

- "Enumeración de terremotos sentidos en España en 1909" *Boletín de la Real Sociedad española de Historia Natural*, X, Junio 1910, pp. 293-301.

- "Noticias Científicas: Sismología", *Razón y Fe*, Tomo XXVIII, Octubre 1910, pp. 212-221 (pp. 1-9).- "Les récents tremblements de terre du sud-est de l'Espagne á la station sismologique de Cartuja (Grenade)", *Cosmos*, num. 1328, 9 Juillet 1910, pp. 32-34, fig. 2.

- "Estación Sismológica de Cartuja (Granada). El terremoto del 16 de Junio de 1910", *Boletín mensual del Observatorio de Cartuja*, Junio, 2 págs.

- "Estación Sismológica de Cartuja (Granada). Resumen del año 1910", *Boletín mensual del Observatorio de Cartuja*, Diciembre, 4 págs.

- "Boletín Sísmico de Febrero-Marzo-Abril de 1910", *Boletín del Observatorio de Cartuja*, 1910.

- "Bulletin Sismique. Février- Mars-Avril 1910", *Ciel et Terre. Bulletin de la Société Belge d'Astronomie*, num. 3, 4 et 5, Bruxelles 1910, pp. 1-8.

- "Bulletin Sismique. Mai-Juin-Juillet 1910", *Ciel et Terre. Bulletin de la Société Belge d'Astronomie*, num. 6, 7 et 8, Bruxelles 1910, pp. 1-10.

- "Bulletin Sismique. Août-Septembre-Octobre 1910", *Ciel et Terre. Bulletin de la Société Belge d'Astronomie*, Bruxelles 1910, pp. 1-5.

1911.

- "Enumeración de los terremotos sentidos en España en 1910", *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, XI, Noviembre 1911, pp. 459-470.

- "La Segunda Asamblea General de la Asociación Internacional de Sismología", *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, Noviembre 1911, pp. 471-474.

- "La Segunda Asamblea General de la Asociación Internacional de Sismología", *Razón y Fe*, Tomo XXXI, Octubre 1911, pp. 196-204 (1-9).

- "Datos macrosísmicos", *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, Diciembre 1911, pp. 531-538.

- "Nota sobre algunos temblores de tierra sentidos en Tenerife en 1909 y 1910", *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, Diciembre 1911, pp. 538-543.

- "Les Tremblements de Terre enregistrés á Cartuja (Grenade) pendant l'année 1910", *Ciel et Terre (Bulletin de la Société Belge d'Astronomie)*, num. 3, 1911, pp. 108-119, fig. 2.

- "Les Tremblements de Terre ressentis en Espagne pendant l'année 1910", *Ciel et Terre (Bulletin de la Société Belge d'Astronomie)*, num. 10, 1911, pp. 330-340. (pp. 1-14)
- "La récente éruption du volcan Taal", *Ciel et Terre (Bulletin de la Société Belge d'Astronomie)*, num. 11, 1911, pp. 1-5. (pp. 380-385).
- "Les Tremblements de Terre enregistrés á Cartuja (Grenade) pendant l'année 1910", *Ciel et Terre (Bulletin de la Société Belge d'Astronomie)*, num. 3, 1911, pp. 136-143.
- "Nota sobre el terremoto del 3-4 de Enero de 1911", *Revista de la Sociedad Astronómica de España y América*, num. 1, pp. 12-14, fig. 1.
- "Los recientes terremotos granadinos", *Revista de la Sociedad Astronómica de España y América*, num. 4, pp. 53-56, fig. 3.
- "La segunda Asamblea general de la Asociación Internacional de Sismología", *Revista de la Sociedad Astronómica de España y América*, num. 6, pp. 87-89.
- "Los recientes terremotos murcianos", *Revista de la Sociedad Astronómica de España y América*, num. 8, pp. 119-122, fig. 4. 6, pp. 87-89.
- "Tremomètre Cartuja (Grenade)", *Cosmos*, A. LX, 19 Mars 1911, pp. 289-291, fig. 4.
- "Quelques causes d'erreur dans la détermination de l'heure dans les sismogrammes", *Comptes rendus.....*, Manchester, 1911, pp. 233-236.
- "El terremoto destructor de Santafé del 31 de Abril de 1911", *Boletín Mensual de la Estación Sismológica de Cartuja (Granada)*, numeros 5 y 6, 1911, pp.
- "Notas y noticias científicas", *Razón y Fe*, XXX, 1911, pp. 226-236.
- "Los recientes terremotos granadinos", *Revista de la Sociedad Astronómica de España y América*, I, 1911, pp. 53-55.
- "La Segunda Asamblea General de la Asociación Internacional de Sismología", *Revista de la Sociedad Astronómica de España y América*, I, 1911, pp. 87-89.

- "Bulletin Sismique. Janvier 1911", *Ciel et Terre. Bulletin de la Societé Belge d'Astronomie*, Bruxelles 1911, pp. 1-10.
- "Bulletin Sismique. Février- Mars-Avril 1911", *Ciel et Terre. Bulletin de la Societé Belge d'Astronomie*, Bruxelles 1911, pp. 1-8.
- "Bulletin Sismique. Mai-Juin-Juillet 1911", *Ciel et Terre. Bulletin de la Societé Belge d'Astronomie*, Bruxelles 1911, pp. 1-11.
- "Bulletin Sismique. Septembre-Octobre-Novembre 1911", *Ciel et Terre. Bulletin de la Societé Belge d'Astronomie*, Bruxelles 1911, pp. 1-9.
- "Bulletin Sismique. Decembre 1911", *Ciel et Terre. Bulletin de la Societé Belge d'Astronomie*, Bruxelles 1911, 1 pág.
- "Estación Sismológica de Cartuja (Granada). Resumen del año 1911", *Boletín del Observatorio de Cartuja*, Granada, 1911, pp. 1-4.
- "Macrosismos españoles", *Boletín del Observatorio de Cartuja*, Abril 1911, 1 pág.

1912

- "La Sismología como auxiliar de la Geofísica", *Congreso de Granada, Congreso de la Asociación para el Progreso de las Ciencias*, Granada, 1912, Tomo III, pp. 5-24.
- "St. Louis University", *Bulletin of....., Razón y Fe*, Octubre 1912, pp. 258-259.
- "Algunas indicaciones sobre la construcción de un sismógrafo para los terremotos locales y cercanos, y el estudio de los sismogramas", *Revista de la Sociedad Astronómica de España y América*, A. II, 1912, números 13 y 15, pp. 54-58 y 103-108, fig. 12.
- "El terremoto granadino del 14 de Septiembre de 1912", *Revista de la Sociedad Astronómica de España y América*, numero 19, pp. 171-173, fig. 1.
- "Sismographe Cartuja á composante veticale", *Cosmos*, A. LXI, 5 Diciembre 1912, pp. 635-636, fig. 1.

- "Noticias científicas", *Razón y Fe*, Tomo XXXIII, 1912, pp. 500-511 (pp. 1-11).
- "Notas astronómicas. Estrellas nuevas", *Razón y Fe*, Tomo LII, Madrid, Octubre 1912, p. 204-210.
- "Enumeración de los terremotos sentidos en España durante el año de 1911", *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, XII, Noviembre, 1912, pp. 508-524.
- "Recensión del "Bulletin of St. Louis University" April 1912. The Geophysical Observatory", *Razón y Fe*, Tomo XXXIV, 1912, p. 258.
- "El cometa Brooks", *Sal Terrae (Revista mensual de cultura eclesiástica)*, I, 1912, pp. 81-83.
- "Un sismógrafo para los terremotos locales y cercanos, y el estudio de los sismogramas", *Revista de la Sociedad Astronómica de España y América*, II, 1912, pp. 54 y 103 (pp. 1-8).
- "El terremoto granadino del 12 de Septiembre de 1912", *Revista de la Sociedad Astronómica de España y América*, II, p. 171.
- "Le nouveau pendule vertical de la Station Sismologique de Cartuja", *Revista de la Sociedad Astronómica de España y América*, 1912, pp. 1-2.
- "Bulletin Sismique. Janvier-Février-Mars 1912", *Ciel et Terre. Bulletin de la Société Belge d'Astronomie*, Bruxelles 1912, pp. 1-7.
- "Bulletin Sismique. Avril-Mai-Juin-Juillet 1912", *Ciel et Terre. Bulletin de la Société Belge d'Astronomie*, Bruxelles 1912, pp. 1-10.
- "Bulletin Sismique. Août-Septembre-Octobre 1912", *Ciel et Terre. Bulletin de la Société Belge d'Astronomie*, Bruxelles 1912, pp. 1-7.
- "Estación Sismológica de Cartuja (Granada). Resumen del año 1912", *Boletín del Observatorio de Cartuja*, Granada, 1912, pp. 1-4.

1913

- "Les Tremblements de Terre enregistrés á Cartuja (Grenade) pendant l'année 1912", *Ciel et Terre*, num. 25, 1913, pp. 85-94.
- "La estación Sismológica de Pulkovo", *Revista de la Sociedad Astronómica de España y América*, numero 25, 1913, pp. 67-69, fig. 3.
- "La Estación Sismológica de Cartuja (Granada)", *Sal Terrae (Revista mensual de cultura eclesiástica)*, Tomo II Mayo 1913, pp. 466-469.
- "Enumeración de los terremotos sentidos en España durante el año 1912", *Boletín de la Real Sociedad española de Historia Natural*, Abril 1913, pp. 238-248.
- "Nota sobre los efectos causados en los edificios por algunos movimientos artificiales", *Congreso de la Asociación Española para el Progreso de las Ciencias*, Madrid, 1913, T. IX, p. 169-183, 13 págs.
- "L'Astronomie et la Physique du Globe au IVe Congrès de l'Association espagnole pour l'avancement des Sciences (1913)", *Ciel et Terre (Bulletin de la Société Belge d'Astronomie)*, num. 7, 1913, pp. 1-8.
- "Sur quelques application du Sélénium en Astrophysique", *Ciel et Terre (Bulletin de la Société Belge d'Astronomie)*, num. 12, 1913, pp. 369-373 (pp. 1-4).
- "Enumeración de los terremotos sentidos en España durante el año de 1912", *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, XIII, Abril, 1913, pp. 238-249.
- "La Astronomía y la Física del Goblo en el IV Congreso de la Asociación Española para el Progreso de las Ciencias", *Sal Terrae (Revista mensual de cultura eclesiástica)*, II, 1913, pp. 655-661.
- "Notas y noticias científicas", *Razón y Fe*, Tomo XXXVI, 1913, pp. 362-367.
- "Association Espagnole pour le progrès des Sciences. IX Congrès", *Cosmos. Revue des Sciences et de leurs application*, A. LXII, 1913, pp.

- "Bulletin Sismique. Novembre-Decembre-Janvier-Février 1912-1913", *Ciel et Terre. Bulletin de la Société Belge d'Astronomie*, Bruxelles 1912, pp. 1-11.
- "Bulletin Sismique. Mars-Avril-Mai 1913", *Ciel et Terre. Bulletin de la Société Belge d'Astronomie*, Bruxelles 1913, pp. 1-7.
- "Bulletin Sismique. Juin-Juillet-Août-Septembre 1913", *Ciel et Terre. Bulletin de la Société Belge d'Astronomie*, Bruxelles 1913, pp. 1-9.
- "Bulletin Sismique. Octobre-Novembre-Décembre 1913", *Ciel et Terre. Bulletin de la Société Belge d'Astronomie*, Bruxelles 1913, pp. 1-8.
- "Estación Sismológica de Cartuja (Granada). Resumen del año 1913", *Boletín del Observatorio de Cartuja*, Diciembre, Granada, 1913, pp. 1-4.
- "Datos Sísmicos 1912", *Boletín del Observatorio de Cartuja*, Enero, Granada, 1913, 1 pág.
- "Escala de Sieberg", *Boletín del Observatorio de Cartuja*, Febrero, Marzo, Abril y Mayo, Granada, 1913, pp.1-5.

1914

- "Os ultimos descobrimentos em Sismologia", *Broteria*, vol. XII, Braga, 1914, pp. 36-53 (pp. 1-17).
- "Enumeración de los terremotos sentidos en España durante el año de 1913", *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, XIV, 1914, pp. 519-526.
- "Apuntes de Sismología aplicada", *Razón y Fe*, Tomo XXXVIII, 1914, pp. 69 y 347 (pp. 1-25).
- "Boletín sismológico" *Ibérica. Revista semanal ilustrada*, A. I., vol. I, 17-I-1914, pp.1-3.
- "El calor y la luz de las estrellas", *Ibérica. Revista semanal ilustrada*, A. I., vol. I, 21-II-1914.
- "Rosa Ursina", *Ibérica. Revista semanal ilustrada*, A. I., vol. II, 8-VIII-1914, pp. 1-2.

- "El cometa Delavan", *Ibérica. Revista semanal ilustrada*, A. I, vol. II, 10-X-1914, p. (0'5).
- "El planeta Saturno", *Ibérica. Revista semanal ilustrada*, A. I, vol. II, 19-XII-1914, pp. 1-3.
- "Determinación del epicentro de un terremoto", *Revista de la Sociedad Astronómica de España y América*, IV, 1914, p. 35.
- "El cometa Delaván (1913 f)", *Revista de la Sociedad Astronómica de España y América*, IV, 1914, p. 125-127.
- "Cálculo de algunos elementos sísmicos", *Revista de la Sociedad Astronómica de España y América*, IV, 1914, pp. 137-144.
- "Les Tremblements de Terre enrégistrés á Cartuja (Grenade) pendant l'année 1913", *Ciel et Terre (Bulletin de la Societé Belge d'Astronomie)*, A 1914, pp. 51-59.
- "Estación Sismológica de Cartuja (Granada). Breve noticia y resumen de los trabajos realizados en 1914", *Boletín del Observatorio de Cartuja*, Diciembre, Granada, 1914, pp. 1-4.

1915

- "El terremoto italiano del 13 Enero de 1915", *Boletín de la Real Sociedad española de Historia Natural*, Abril 1915, XV, pp. 191-195.
- "Nota sobre el terremoto italiano del 13 de enero de 1915", *La Gaceta del Sur*, Granada.
- "Essai de quelques formules aux tremblements de terre de Messina et d'Avezzano", *Bolletino della Societa Sismologica Italiana*, vol. XIX, fasc. 1-2, Modena, 1915, pp. 1-8.
- "Essais Géophysiques. Travail produit par un tremblement de terre", *Bolletino della Societa Sismologica Italiana*, vol. XIX, fasc. 5-6, Modena, 1915, pp. 1-15.
- "Essai de quelques formules applicables aux macrosismes", *O Instituto*, vol. LXII, núm. 10, Coimbra, 1915, pp. 1-7.

- "Algunos datos sobre la sismicidad de España durante los años 1909-1914", *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, XV, 1915, pp. 450-458.
- "El V Congreso de la Asociación Española para el Progreso de las Ciencias", *Razón y Fe*, XLIII, 1915, p. 501-506.
- "Motores y edificios", *Ibérica. Revista semanal ilustrada*, A. II., vol. III, 22-V-1915, pp.1-5.
- "La catástrofe de Avezzano (13-1-1915)", *Revista de la Sociedad Astronómica de España y América*, V, 1915, pp. 9-13.
- "1903-1912.- Diez años de actividad de la Estación Sismológica de Cartuja", *Asociación Española para el Progreso de las Ciencias, Congreso de Madrid*, Madrid 1915, Tomo III, pp. 245-260 (pp. 1-15).
- "Trabajo desarrollado por un terremoto", *Revista de la Sociedad Astronómica de España y América*, V, 1915, pp. 85-90.
- "Estación Sismológica de Cartuja (Granada). A cargo de los PP. de la Compañía de Jesús. Resumen de los trabajos realizados en 1915", *Boletín del Observatorio de Cartuja*, Diciembre, Granada, 1915, pp. 1-3.
- "Datos macrosísmicos", *Boletín del Observatorio de Cartuja*, Diciembre, Granada, 1915, pp. 1-2.

1916

- "Tronometro "Cartuja" (modelo pequeño)", *Congreso de la Asociación Española para el Progreso de las Ciencias*, Madrid, T. IX, 1916, pp. 183-196 (pp. 1-14)
- "Enumeración de los terremotos sentidos en España durante el año de 1914", *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, XVI, 1916, pp. 333-340.
- "Enumeración de los terremotos sentidos en España durante el año de 1915", *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, XVI, 1916, pp. 342-349.
- *Terremotos, sismógrafos y edificios*. Madrid, 1916, 256 págs.

- "Las causas de los terremotos y el trabajo que producen", *Ibérica. Revista semanal ilustrada*, A. III, vol. V., 11-III-

- "El Príncipe B. Galitzin", *Ibérica. Revista semanal ilustrada*, A. III., vol. VI., 26-VIII-1916, pp. 1-2.

- "Varios datos sismológicos relacionados con la constitución interna de la Tierra", *Revista de la Sociedad Astronómica de España y América*, VI, 1916, pp. 17-23.

- "Macrotronometro "Granero", *Congreso de la Asociación Española para el Progreso de las Ciencias*, Bilbao, 1916, T. X, pp. 167-173.

1917

- "Ensayo sobre algunas fórmulas aplicables a los macrosismos", *Congreso de la Asociación Española para el Progreso de las Ciencias*, Valladolid, T. IV, 1917, p. 93-105.

- "Algunos datos sobre los temblores de tierra sentidos en España durante el sexenio 1909 a 1914, recogidos por la estación sismológica de Cartuja", *Congreso de la Asociación para el Progreso de las Ciencias*, Valladolid, 1917, T. IV, pp. 55-76 (pp. 1-21).

- "El observatorio astronómico de Cartuja", *Congreso de la Asociación para el Progreso de las Ciencias*, Valladolid, 1917, T. IV, pp. 83-92.

- "Ensayo sobre la sismicidad del suelo español", *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, XVII, 1917, pp. 83-106.

- "El P. J. de la Cruz Granero, S. J. y el Observatorio de Cartuja", *Ibérica. Revista semanal ilustrada*, A. IV., vol. VII, 31-III-1917, pp. 1-7.

- "Las series de Fourier en Meteorología", *Revista de la Sociedad Astronómica de España y América*, VII, 1917, pp. 65-68.

1918

- "Efectos de los terremotos sobre las cañerías", *Ibérica. Revista semanal ilustrada*, A. V., vol. IX, 5-IX-1918, p. 1.

- "Los temblores granadinos de 26 y 28 de abril de 1918 y sus réplicas", *Ibérica. Revista semanal ilustrada*, A. V., vol. IX, 15-VI-1918, pp.1-2.

- "Macrotrerómetro "P. Granero, S. J.", *Ibérica. Revista semanal ilustrada*, A. V., vol. X, 13-VIII-1918, pp. 1-2.

- "Voladura de unos polvorines (Sismología aplicada)", *Revista de la Sociedad Astronómica de España y América*, VIII, 1918, pp. 32-35.

1919

- "Trerómetro "Granero"", *Congreso de la Asociación Española para el Progreso de las Ciencias*, Sevilla, T. X., 1919, p. 119-123.

- "Sismología pura y sismología aplicada (nuevas prientaciones)". Discurso inaugural de la Tercera Sección. *Congreso de la Asociación Española para el Progreso de las Ciencias*, Bilbao, T. I, 1919, pp. 37-62.

- "Ensayo crítico de los sismógrafos más en uso. Generalidades y péndulos verticales de registro mecánico", *Congreso de la Asociación para el Progreso de las Ciencias*, Sevilla, T. IV, 1919, pp. 33-67.

- "Contribución al estudio de las ondas sísmicas", *Congreso de la Asociación para el Progreso de las Ciencias*, Sevilla, T. IV, 1919, pp. 121-127.

- "Enumeración de los terremotos sentidos en España durante el año de 1916", *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, XIX, Madrid, 1919, pp. 216-223.

- "La estrella más cercana", *Razón y Fe*, Tomo LIV, Madrid, Julio y Agosto 1919, pp. 365-375 (pp. 1-10).

- "Enumeración de los terremotos sentidos en España durante el año de 1917", *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, XIX, 1919, pp. 222.

- "Les tremblements de terre", *Ciel et Terre (Bulletin de la Société Belge d'Astronomie)*, 1914-1919, pp. 51, 112, 142, 172 y 255. (pp. 33)

- "El VII Congreso de la Asociación Española para el Progreso de las Ciencias", *Razón y Fe*, Tomo LV, 1919, pp. 229-235.
- "La sismicidad del suelo español durante el decenio 1909-1918", *Ibérica. Revista semanal ilustrada*, A. VI., vol. XII, 19-VII-1919, pp. 1-2.
- "Los terremotos alicantinos de septiembre de 1919", *Ibérica. Revista semanal ilustrada*, 8-II-1919, p. 1.
- "Estudio de algunos gráficos de explosiones", *Memorias de la Academia de Artes y Ciencias de Barcelona*, XV, n. 6, 1919, pp. 1-14.
- "Algo de Sismología Aplicada (movimientos artificiales)", *Producción (Revista de Agricultura, Industria e Ingeniería)*, I, n. 15, 1919, pp.
- "Los terremotos sentidos en las provincias de Alicante y Murcia en Septiembre de 1919", *Revista de la Sociedad Astronómica de España y América*, IX, 1919, pp. 85-87.
- "Datos referentes a la sismicidad de la porción oriental de la Península Ibérica", *Memorias de la Academia de Artes y Ciencias de Barcelona*, Tomo XIII, número 8, pp.1-8

1920

- "El Congreso Nacional de Ingeniería", *Razón y Fe*, Tomo LVI, Madrid, Enero y Febrero 1920, pp. 212-218 (pp. 1-7).
- "Ensayo crítico sobre los sismógrafos más en uso: Péndulos horizontales e invertidos de registro mecánico", *Congreso de la Asociación Española para el Progreso de las Ciencias*, Bilbao, T. IV, 1920, p. 51-87.
- "Les tremblements de terre", *Ciel et Terre (Bulletin de la Société Belge d'Astronomie)*, 1920, pp. 55-61 y 120-132.
- "Les principaux macrosismes des années 1915-1918 enregistrés à Grenade", *Ciel et Terre (Bulletin de la Société Belge d'Astronomie)*, 1920, p. 14-25.

- "Una fórmula para la temperatura media de una localidad en función de su latitud y de su altura sobre el nivel del mar", *Memorias de la Academia de Artes y Ciencias de Barcelona*, XVI, n. 5, 1920, pp. 1-5.

- "El macrotremetro P. J. Granero, S. J.", *Producción (Revista de Agricultura, Industria e Ingeniería)*, II, n. 28, 1920, pp. 1-2.

- "Recensión de "Bibliografía general de Temblores y Terremotos", *Ibérica. Revista semanal ilustrada*, A. VII, vol. XIV, 28-VIII-1920, p. (1-5).

1921

- "Formule empirique pour le calcul de la temperature moyenne d'une localité, en fonction de sa latitude et de sa altitude", *Ciel et Terre (Bulletin de la Société Belge d'Astronomie)*, 1921, p. 137-139 (2)

- "Un appareil pratique de sismologie appliquée", *Ciel et Terre (Bulletin de la Société Belge d'Astronomie)*, 1921, p. 14-21 (pp. 1-7)

- "Exposition International d'Astronomie de Barcelona", *Ciel et Terre (Bulletin de la Société Belge d'Astronomie)*, 1921, p. 209-213 (pp. 1-4).

- "La Exposición de Astronomía y ciencias afines de Barcelona", *Razón y Fe*, Tomo LXI, 1921, pp. 483-491.

- "El sismógrafo "Berchmans" de la estación sismológica de Cartuja", *Congreso de la Asociación Española para el Progreso de las Ciencias*, Oporto, 1921, pp. 1-8.

- "La estación sismológica y el Observatorio Astronómico y Meteorológico de Cartuja", *Congreso de la Asociación Española para el Progreso de las Ciencias*, Granada. Granada, 1921.

- "El sismógrafo "Berchmans" de la estación sismológica de Cartuja", *Congreso de la Asociación Española para el Progreso de las Ciencias*, S.l., 1921, pp. 1-8.

- "Datos referentes a la sismicidad de la porción oriental de la Península Ibérica", *Memorias de la Academia de Ciencias y Artes de Barcelona*, XIII, n. 8, 1921, pp. 1-10.

- "Recensión de "Nuevas fórmulas para abreviar el cálculo de la profundidad aproximada del foco sísmico por el método de Kövesligethi y su aplicación a algunos temblores de tierra" por Vicente Inglada Ors", *Ibérica. Revista semanal ilustrada*, A. VIII, vol. XVI, 8-X-1921, p. (0'5).
- "Radiotelelepter Hurtado", *Ibérica. Revista semanal ilustrada*, A. VIII, vol. XVI, 19-XI-1921, p. 1.
- "Una estación sismológica española", *Revista de la Sociedad Astronómica de España y América*, XI, 1921, pp. 92-103.
- Bosquejo sísmico de la Península Ibérica", *La estación sismológica y el Observatorio Astronómico y Meteorológico de Cartuja (Granada)*, Granada, 1921, pp. 1-7.
- "Lista de los sismos destructores sentidos en la Península Ibérica entresacados textualmente del 'A Catalogue of destructive Earthquakes A. D. 7 to A. D. 1899, by John Milne, D. Sc. F. R. S.", en *La estación sismológica y el Observatorio Astronómico y Meteorológico de Cartuja (Granada)*, Granada, 1921, pp. 8-10.
- "Lista de los terremotos más notables sentidos en la Península Ibérica desde los tiempos más remotos hasta 1917, inclusive, con ensayo de agrupación en regiones y períodos sísmicos", en *La estación sismológica y el Observatorio Astronómico y Meteorológico de Cartuja (Granada)*, Granada, 1921, pp. 11-65.
- "Datos macrosísmicos", en *La estación sismológica y el Observatorio Astronómico y Meteorológico de Cartuja (Granada)*, Granada, 1921, pp. 66-68.
- "Somera descripción de Sierra Nevada sacada de un folleto de principios del siglo pasado", en *La estación sismológica y el Observatorio Astronómico y Meteorológico de Cartuja (Granada)*, Granada, 1921, pp. 69-73.
- "Sobre una regla empírica para averiguar la temperatura media de una localidad, en función de su latitud y de su altura sobre el nivel del mar, aplicable a nuestra España y a la costa N. de Marruecos", en *La estación sismológica y el Observatorio Astronómico y Meteorológico de Cartuja (Granada)*, Granada, 1921, pp. 83-87.

1922

- "Le sismographe inverti "Berchmans" de la station sismologique de Cartuja", *Ciel et Terre (Bulletin de la Societé Belge d'Astronomie)*, 1922, p. 277-281 (pp. 1-5)
- "Nueva aplicación de la sismología", *Ibérica. Revista semanal ilustrada*, A. IX., vol. XVIII, 25-XI-1922, pp. 1-2.
- "Las estaciones sismológicas alemanas y austríacas", *Ibérica. Revista semanal ilustrada*, A. IX, vol. XVIII, 24-II-1922, p. (0'5).
- "Nuevo sismógrafo", *Ibérica. Revista semanal ilustrada*, A. IX, vol. XVII, 25-II-1922.
- "Terremotos registrados por el observatorio de Roca di Papa", *Ibérica. Revista semanal ilustrada*, A. IX, vol. XVIII, 11-III-1922, p. 1.
- "La sociedad "Erda" y su "Revista de Geofísica Aplicada", *Ibérica. Revista semanal ilustrada*, A. IX., vol. XVIII, 16-XII-1922.
- "The Berchmans Seismograph "Bulletin of the Seismological Society of America", Abril 1922, pp. 24-28.

1923

- "Calcule du travail produit par un tremblement de terre", *Atti della Pontifizia Accademia delle Scienze*, LXXVI, 1923, pp. 99-109.
- "Noticias científicas (Sismología aplicada)", *Razón y Fe*, Tomo LXV, Madrid, Enero 1923, pp. 84-87.
- "Aprovechamiento de los gases volcánicos como fuerza motriz", *Ibérica. Revista semanal ilustrada*, A. X., vol. XX, 14-XII-1923, p. 1.
- "El barógrafo de mercurio de la estación sismológica de Cartuja", *Memorias de la Academia de Artes y Ciencias de Barcelona*, XVII, n. 22, 1923, pp. 1-4.
- "El barógrafo "Loyola", *Ibérica. Revista semanal ilustrada*, A. X, vol. XIX, 17-II-1923.

53

- "Recensión del "Annuaire général des universités, grandes écoles, academies, archives, bibliothèques, etc.", *Ibérica. Revista semanal ilustrada*, A. X, vol. XIX, 17-II-1923, p. 1.
- "Sinmeteoroscopo Hurtado, S. J.", *Ibérica. Revista semanal ilustrada*, A. X, vol. XIX, 17-III-1923, p. 1.
- "Recensión de "Untersuchungen über die Bodemunruhe mit perioden von 4s-10s in Europa" von B. Gutenberg", *Ibérica. Revista semanal ilustrada*, A. X, 5-VII-1923, p. 1.
- "A propósito de la catástrofe aeronáutica de Bruselas", *Ibérica. Revista semanal ilustrada*, A. X, vol. XX, 8-XI-1923, p. (0'5).
- "Recientes terremotos del Japón", *Ibérica. Revista semanal ilustrada*, A. X, vol. XX, 10-II-1923, pp. 1-3.
- "Recensión de "Geologische physicalische und angevandte Erdbebenkunde" von Dr. August Sieberg", *Ibérica. Revista semanal ilustrada*, A. X, vol. XX, 2-VIII-1923, p. 1.
- "Gráfica del terremoto del día 10 de julio de 1923", *Revista de la Sociedad Astronómica de España y América*, XIII, 1923, p. 85.
- "Celajes y puestas de Sol", *Revista de la Sociedad Astronómica de España y América*, XIII, 1923, p. 82.

1924

- "Le tremblement de terre de Japon (1-IX-1923)", *Ciel et Terre (Bulletin de la Societé Belge d'Astronomie)*, 1924, p. 46-50 (pp. 1-4).
- "Phénoméne géologique à Monachil", *Ciel et Terre (Bulletin de la Societé Belge d'Astronomie)*, 1924, p. 208-212 (pp. 1-5).
- "Congresos científicos en España. Unión Geodésica y Geofísica Internacional. Segunda Conferencia", *Razón y Fe*, Tomo LXX, 1924, pp. 474-488.

- "Datos macrosísmicos para el estudio de un terremoto destructor", *Congreso de la Asociación Española para el Progreso de las Ciencias*, Salamanca. T. IV, 1924, pp. 59-63.
- "Los fenómenos geológicos de Monachil (Granada)", *Ibérica. Revista semanal ilustrada*, A. XI., vol. XXI, 24-VII-1924, pp. 1-8.
- "El sismógrafo "Javier" de la Estación Sismológica de Cartuja", *Ibérica. Revista semanal ilustrada*, A. X, vol. XXI, 21-VI-1924, pp. 1-5.
- "Bendición de sismógrafos", *Ibérica. Revista semanal ilustrada*, A. XI, vol. XXI, 14-VI-1924, p. (0'5).
- "II Asamblea de la Unión Geodésica y Geofísica Internacional", *Ibérica. Revista semanal ilustrada*, A. XI, vol. XXII, 15-II-1924, pp. 1-8.
- "La station sismologique de Cartuja (Granada)", Union Géophysique Internationale. Section de Sismologie. Seconde Assemblée Générale de Madrid. Octubre, 1924. Publié dans le *Rapport sur l'organisation du Service Sismologique en Espagne*, Madrid, 1924, pp. 1-14.
- "La Astronomía y la Geofísica en la exposición de material docente del primer congreso nacional de educación católica", *Revista de la Real Sociedad Astronómica de España y América*, A. XIV, 1924, pp. 46-48 (pp. 1-2).
- "Phénomènes sismo-géologiques á Monachil", 1924. Conferencia ilustrada con proyecciones.
- "Le tremblements de terre du Japon (1-IX-1923)", *Materiaux pour l'Etude des Calamités*, A. I, 1924, pp. 54-60.
- "Mouvements du sol d'origine extra-seismique en général", *II Congreso de la U. G. G. I.*, Conferencia en Madrid, 1924, pp. 17-20.
- "De l'influence des mouvements du sol d'origine extraseismique sur les determinations de la latitude d'un lieu et plus particulièrement sur la "Polodie"", *II Congreso de la U. G. G. I.*, Conferencia en Madrid, 1924, pp. 121-122.

1925

- "Notes seismologiques", *Ciel et Terre (Bulletin de la Société Belge d'Astronomie)*, 1925, pp. 93-100 y 127-133. (pp. 1-13).

- "Los terremotos de Orihuela", *Congreso de la Asociación Española para el Progreso de las Ciencias*, Valencia, 1925, pp. 1-10.

- "La componente vertical "Belarmino" de la estación sismológica de Cartuja", *Ibérica. Revista semanal ilustrada*, A. XII, vol. XXIII, 4-IV-1925, pp. 1-5.

- "Recensión de "Zeitschrift für Geophysik", *Ibérica. Revista semanal ilustrada*, A. XII, vol. XXIII, 3-I-1925, p. 1.

- "Recensión de "Terremotos y aparatos para registrarlos" por Salvador García Franco", *Ibérica. Revista semanal ilustrada*, A. XII, vol. XXIII, 18-IV-1925, p. (0'5).

1926

- "El XIV Congreso Internacional de Geología", *Razón y Fe*, Tomo LXXV, Madrid, Junio 1926, pp. 527-541 (pp. 1-14).

- "XIV Congreso Geológico Internacional. Madrid, 1926. Geofísica", *Ibérica. Revista semanal ilustrada*, A. XVII, vol. XXVI, 31-VII-1926, pp. 1-5.

- "Los terremotos y sus efectos", *Ibérica. Revista semanal ilustrada*, A. XIII, vol. XXVI, 9-16-X-1926, pp. 1-10.

- "Un pseudo sismograma interesante", *Ibérica. Revista semanal ilustrada*, A. XIII, vol. XXVI, 13-XI-1926, pp. 1-4.

- "Sur quelques contributions de la Géophysique á la Géologie", *Congrés I de Géologie á Madrid*, 1926, pp. 1-3.

- "La seismicité de l'Espagne", *Materiaux pour l'Etude des Calamités*, A. III, 1926, pp. 255-265.

56

- "Estación Sismológica de Cartuja (Granada) a cargo de un P. de la Compañía de Jesús y su labor científica durante el año de 1926", *Boletín del Observatorio de Cartuja*, Diciembre, Granada, 1926, pp. 1-3.

1927

- "Notes seismologiques", *Ciel et Terre (Bulletin de la Societé Belge d'Astronomie)*, 1927, p. 128-136.

- "Algunos problemas de vital interés para nuestra España, relacionados con la Geofísica", *Congreso de la Asociación Española para el Progreso de las Ciencias*, Cádiz. T. II, 1927, pp. 83-103.

- "Algunos problemas de vital interés para España", *Ibérica. Revista semanal ilustrada*, A. XIV, vol. XXVIII, 12-XI y 17-XII-1927, pp. 1-18.

- "El XI Congreso de la Asociación Española y Portuguesa para el progreso de las Ciencias", *Ibérica. Revista semanal ilustrada*, A. XIV, vol. XXVII, 25-VI-1927, pp. 1-4.

- "Recensión de las "Observaciones gravimétricas" por B. Inglada Ors", *Ibérica. Revista semanal ilustrada*, A. XIV, vol. XXVII, 1-I-1927, p. (0'5).

- "El Profesor Alfredo Quervain", *Ibérica. Revista semanal ilustrada*, A. XIV, vol. XXII, 12-III-1927, p. 1.

- "La expedición del Dr. Quervain a Groenlandia", *Ibérica. Revista semanal ilustrada*, A. XIV, vol. XXVII, 16-IV-1927, p. 1.

- "Recensión de "Grundlagen der Erdenkunde" von B. Gutenberg", *Ibérica. Revista semanal ilustrada*, A. XIV, vol. XXVII, 11-VI-1927.

- "La XIVe Session du Congrès Géologique International (Espagne, 1926)", *Extrait de la Revue de Questions scientifiques*, avril 1927, pp. 1-12 (de Armand Renier).

- "Les études de Géophysique au XIVe Congrès Géologique International", *Extrait de la Revue de Questions scientifiques*, avril 1927, pp. 12-21.

- "Les séismographes de la station sismologique de Cartuja (Granada), extrait du *Bulletin de l'Union Géodésique et Géophysique Internationale. Section de Séismologie*, Fasc. 4, 1927, pp. 119-131 (pp. 1-12).

- "Quelques remarques sur les accélérations maximales des différentes phases dans quelques seismogrammes", *Bulletin de l'Union Géodésique et Géophysique International. Section de Séismologie*, Fasc. 5, 1927, pp. 92-98 (pp. 1-6).

- "Les études de géophysique au XVI Congrès Géologique International", *Revue des questions scientifiques*, 1927, Avril, pp. 1-7.

- "Estación Sismológica de Cartuja (Granada) a cargo de un P. de la Compañía de Jesús y su labor científica durante el año de 1927", *Boletín del Observatorio de Cartuja*, Diciembre, Granada, 1927, pp. 1-2.

- "Terremotos en las Islas Palaos", *Boletín del Observatorio de Cartuja*, Abril, Granada, 1927, 1 pág.

1928

- "La estación sismológica de Cartuja y su labor científica (1903-1928)", *Razón y Fe*, Tomo LXXXII, Madrid, Enero 1928, pp. 59 y 242, (pp. 1-16).

- "Intervención del Beato Cardenal Roberto Belarmino, S. J. en el primer proceso de Galileo Galilei", *Razón y Fe*, Tomo LXXXIV, 1928, p. 377 y Tomo LXXXV, pp. 193 y 410 (pp. 38).

- "Actual cooperación de la Compañía de Jesús a los estudios sismológicos", *Ibérica. Revista semanal ilustrada*, A. XV, vol. XXIX, 28-I y 4 y 11-II-1928, pp. 1-11.

- "Emilio Wiechert (1861-1928)", *Ibérica. Revista semanal ilustrada*, A. XV, vol. XXX, 20-X-1928, pp. 1-2.

- "Julio Grablowitz (1840-1928)", *Ibérica. Revista semanal ilustrada*, A. XV, vol. XXX, 20-X-1928, pp. 1-2.

- "Recensión de "Seismes et sismographes" par H. Bouasse", *Ibérica. Revista semanal ilustrada*, A. XV, vol. XXX, 1-IX-1928, p. (0'5).

- "Recensión de "Ètude sur la pluie en China (1873-1925)" par E. Gherzi, S. J.", *Ibérica. Revista semanal ilustrada*, A. XV, vol. XXX, 24-XI-1928, p. 1.

- "Un quart de siècle d'activité sismologique á Grenade (1903-1928), *Ciel et Terre (Bulletin de la Societé Belge d'Astronomie)*, A., 1928, pp. 53-59.

- "Estación Sismológica de Cartuja (Granada), a cargo de un P. de la Compañía de Jesús y su labor científica, durante el año de 1928", *Boletín del Observatorio de Cartuja*, Diciembre, Granada, 1928, pp. 1-3.

1929

- "Les preuves de la théorie wegenerienne du déplacement des continents sont elles évidentes?", *Ciel et Terre (Bulletin de la Societé Belge d'Astronomie)*, A, 1929, pp. 195-203.

- "Notas sísmológicas", *Ciel et Terre (Bulletin de la Societé Belge d'Astronomie)*, A., 1929, pp. 251-258.

- "Valor de las pruebas principales de la Teoría de Wegener", *Ibérica. Revista semanal ilustrada*, A. XVI, vol. XXXI, 20-IV-1929, pp. 1-2.

- "Estado actual de la determinación de epicentros", *Ibérica. Revista semanal ilustrada*, A. XVI, vol. XXXI, 29-VI-1929. pp. 1-5.

- "¿Se pueden utilizar los péndulos Galitzin para el registro de terremotos cercanos?", *Ibérica. Revista semanal ilustrada*, A. XVI, vol. XXXII, 28-IX-1929, pp. 1-5.

- "La Exposición Ibero-Americana de Sevilla", *Ibérica. Revista semanal ilustrada*, A. XVI, vol. XXXI, 11-XII-1929, pp. 1-14.

- "Recensión de "Discurso del Sr. Inglada Ors en su recepción en la Academia de Ciencias Exactas", *Ibérica. Revista semanal ilustrada*, A. XVI, vol. XXXI, 3-III-1929.

- "Recensión de "Libro en honor del Dr. D. Juan Creus y Manso", *Ibérica. Revista semanal ilustrada*, A. XVI, vol. XXXI, 25-5-1929, p. (0'5).

- "Recensión de "Handbuch der Geophysik" von B. Gutenberg", *Ibérica. Revista semanal ilustrada*, A. XVI, vol. XXXII, 5-X-1929, p. (0'5).

- "Estación Sismológica de Cartuja (Granada), a cargo de un P. de la Compañía de Jesús, y su labor científica durante el año de 1929", *Boletín del Observatorio de Cartuja*, Diciembre, Granada, 1929, pp. 1-3.

1930

- "O estado actual da Sismologia", *Broteria (Revista contemporanea de cultura)*, XI, 1930, pp. 29-34.

- "El terremoto italiano de 23 julio 1930", *Ibérica. Revista semanal ilustrada*, A. XVII, vol. XXXIV, 16-V-1930, pp. 1-2.

- "La Exposición Ibero-Americana de Sevilla, 1929-1930", *Razón y Fe*, Tomo XC, 1930, p. 524-539.

- "El P. Juan Jorge Hagen, S.J. (1847-1930)", *Razón y Fe*, Tomo XCIII, 1930, pp. 270-272.

- "P. Francisco A. Tondorf, S. J.", *Ibérica. Revista semanal ilustrada*, A. XVII, vol. XXXIII, 25-I-1930, p. (0'5).

- "Recensión de "50 ans de travail scientifique de l'observatoire de Zi-Ka-Wei", *Ibérica. Revista semanal ilustrada*, A. XXVII, vol. XXXIII, 15-II-1930.

- "Recensión de "Anais do Observatorio Astr. da Universidade de Coimbra", *Ibérica. Revista semanal ilustrada*, A. XXII, vol. XXXIV, 7-VII-1930.

- "L'astronomie et la physique du globe á l'Exposition ibero-américaine á Sevilla, 1929-1930", *Ciel et Terre (Bulletin de la Société Belge d'Astronomie)*, A. 1930, pp. 11-17.

- "Estación Sismológica de Cartuja (Granada), a cargo de un P. de la Compañía de Jesús, y su labor científica durante el año de 1930", *Boletín del Observatorio de Cartuja*, Diciembre, Granada, 1930, 1 pág.

1931

- "Revue séismologique de l'année 1929", *Ciel et Terre (Bulletin de la Société Belge d'Astronomie)*, A. 1931, pp. 124-132.
- "El sismógrafo de registro fotográfico del P. Alfani, Sch. P.", *Ibérica. Revista semanal ilustrada*, A. XVIII, vol. XXXV, 7-III-1931.
- "Notas sismológicas del años 1930", *Ibérica. Revista semanal ilustrada*, A. XVIII, vol. XXXV, 16-V-1931, pp. 1-9.
- "Registro de una turbonada por meteorógrafos y sismógrafos", *Ibérica. Revista semanal ilustrada*, A. XVIII, vol. XXXVI, 26-IX-1931.
- "La previsión de las olas anormales en las costas de nuestras posesiones y Protectorado de Marruecos", *Ibérica. Revista semanal ilustrada*, A. XVIII, vol. XXXVI, 31-X-1931, pp. 1-2.
- "San Roberto Belarmino y el primer proceso de Galileo Galilei", *Ibérica. Revista semanal ilustrada*, A. XVIII, vol. XXXVI, pp. 1-12 y 19-XII-1931, pp. 1-14.
- "Algunos problemas sismológicos", *Congreso de la Asociación Española para el Progreso de las Ciencias*, Barcelona. T. III, 1931, pp. 171-177.
- "Notas y noticias científicas", *Razón y Fe*, XCVI, 1931, pp. 350-360.
- "El P. Estanislao Chevalier, S.J.", *Razón y Fe*, Tomo XCIV, 1931, pp. 264-266.
- "Recensión de "Una rectificación de la longitud de La Paz, y otras longitudes del Continente Sudamericano" por M. Descotes, S. J.", *Ibérica. Revista semanal ilustrada*, A. XVIII, vol. XXXV, 7-III-1931, p. (0.5).
- "Un petit grain blanc enregistré par des sismographes", *Zeitschrift für Geophysik*, A. VII, 1931, pp. 26-32.
- "Resumen de la labor científica de la estación sismológica de Cartuja (Granada) cargo de los PP. de la Compañía de Jesús durante el año de 1931". Mecanografiado, inédito, 1 pág.

1932

- "Arquitectura antisísmica", *Ibérica. Revista semanal ilustrada*, A. XIX, vol. XXXVII, 30-I y 6-II-1932, pp. 1-10.
- "La motonave "Augustur", *Ibérica. Revista semanal ilustrada*, A. XIX, vol. XXXVII, 30-IV-1932.
- "Un nuevo variógrafo", *Ibérica. Revista semanal ilustrada*, A. XIX, vol. XXXVII, 14-V-1932, pp. 1-4.
- "El Instituto Vulcanológico Friedlander", *Ibérica. Revista semanal ilustrada*, A. XIX, vol. XXXVII, 21-B-1932.
- "Una visita al observatorio Vesubiano", *Ibérica. Revista semanal ilustrada*, A. XIX, vol. XXXVII, 25-VI-1932, pp. 1-10.
- "El Instituto de Física Terrestre de la Universidad de Nápoles", *Ibérica. Revista semanal ilustrada*, A. XIX, vol. XXXVIII, 2-VII-1932, pp. 1-2.
- "Una gran fiesta marítima", *Ibérica. Revista semanal ilustrada*, A. XIX, vol. XXXVIII, 5-IX-1932.
- "La Station Séismologique de la Compagne de Jesus a Cartuja (Espagne)", extrait de la *Revue des Questions Scientifiques*, septembre 1932, pp. 247-253 (pp. 1-7).
- "Le vairographe Brebeif", *Atti della Pontifizia Accademia delle Scienze*, LXXXV, 1932, pp. 220-225.
- "Notas sismológicas del año 1930", *Bolletino della Società Sismologica italiana*, Tomo XXX, 1931-1932, pp. 1-12.
- "El Instituto vulcanológico Friedlander", *Bolletino della Società Sismologica italiana*, Tomo XXX, 1931-1932, pp. 1-4.
- "La station Séismologique de Cartuja", *Ruvue des questions scientifiques*, 1932, Septiembre, pp. 247-254.

- "Le R. P. Richard Cirera, S. J. ", *Ruvue des questions scientifiques*, 1932, Noviembre, pp. 231-237.

1933

- "A exposiçao fascista", *Broteria (Revista contemporanea de cultura)*, XXXVIII, 1933, pp. 81-88.

- "El Excmo. Sr. General D. José Elola y Gutiérrez", *Atti della Pontifizia Accademia delle Scienze*, LXXXVI, 1933, pp. 451-453.

- "Notas sismológicas y vulcanológicas (primer semestre de 1932)", *Ibérica. Revista semanal ilustrada*, A. XX, vol. XXXIX, 21-I-1933, pp. 1-7.

- "Notas sismológicas y vulcanológicas (segundo semestre de 1932)", *Ibérica. Revista semanal ilustrada*, A. XX. vol. XL, 1-VII-1933, pp. 1-8.

- "Trabajos de desecación en Italia. Las Lagunas Pontinas (Littoria)", *Ibérica. Revista semanal ilustrada*, A. XX, vol. XL, 8-VII-1933, pp. 1-3.

- "El Profesor Juan Luis Palazzo", *Ibérica. Revista semanal ilustrada*, A. XX, vol. XL, 22-VII-1933, pp. 1-2.

- "Una exposición única en su clase en Roma", *Razón y Fe*, Tomo CII, 1933, pp. 492-503.

- "Ciclones y otros fenómenos meteorológicos más importantes del año 1932", *Ibérica. Revista semanal ilustrada*, A. XX, vol. XXXIX, 1-IV- 1933, pp. 1-3.

- "Les macroseismes à Grenade", *Atti della Pontifizia Accademia delle Scienze*, LXXXVI, 1923, pp. 225-236.

- "L'enregistrements des plésioséismes", *Bolletino della Società Sismologica Italiana*, Tomo XXXI, 1933, pp. 7-21.

1934

- "La sección de Vulcanología en la Asamblea de Lisboa de la Asociación Geodésica y Geofísica Internacional", *Ibérica. Revista semanal ilustrada*, A. XXI, vol. XLI, 27-I-1934, p. 1.

63

- "Ciclones y otros fenómenos meteorológicos más importantes del año 1933", *Ibérica. Revista semanal ilustrada*, A. XXI y XXII, vol. XXII y XXIII, pp. 1-14.
- "La cooperación belga al Año Polar, 1932-1933", *Ibérica. Revista semanal ilustrada*, A. XXI, vol. XLII, 20-X-1934.
- "La Sismología. Ojeada retrospectiva. Recientes progresos", *Ibérica. Revista semanal ilustrada*, A. XXI, vol. XLIII, 3-X, 17-XI, 1 y 8-XII de 1934, pp. 1-15.
- "El Vesubio. El Observatorio Vesubiano", *Razón y Fe*, Tomo CIV, 1934, pp. 225-242.
- "Recensión de "Tempête sur le monde" por L. de Poncins", *Razón y Fe*, Tomo CVI, 1934, pp. 559-563.
- "Distinción al P. Guido Alfani", *Ibérica. Revista semanal ilustrada*, A. XXI, vol. XLI, 20-I-1934, p. (0'5).

1935

- "El Museo Real de Arte e Historia de Bruselas", *Razón y Fe*, Tomo CIX, 1935, pp. 246-260.
- "La Exposición Universal de Bruselas", *Razón y Fe*, Tomo CIX, 1935, pp. 108-116.
- "La Exposición Universal de Bruselas", *Ibérica. Revista semanal ilustrada*, A. XXII, vol. XLVI, 20-VII-1935, pp. 1-8.
- "El Museo Real de Historia Natural de Bruselas. Sección de Vertebrados", *Ibérica. Revista semanal ilustrada*, A. XXII, vol. XLIV, 12-IX-1935, pp. 1-6.
- "Notas sísmicas de 1934", *Ibérica. Revista semanal ilustrada*, A. XXII, vol. XLIV, 2-XI-1935, pp. 1-5.
- "El P. Buenaventura Berloty, S. J.", *Ibérica. Revista semanal ilustrada*, A. XXII, vol. XLIII, 15-II-1935, pp. 1-2.
- "El R. P. Buenaventura Berloty, S. J.", *Revue des questions scientifiques*, Tomo XVII, 1935, pp. 275-277.

- "Rodolfo de Koveslighety Rado", *Ibérica. Revista semanal ilustrada*, A. XXII, vol. XLIV, 31-VII-1935, p. 1.
- "La repartition des épices centres sismiques calamiteux en Italie", *Ciel et Terre (Bulletin de la Societé Belge d'Astronomie)*, A. 1935, pp. 32-34.
- "Notas sísmicas de 1933", *Ibérica. Revista semanal ilustrada*, A. XXII, vol. XLIII, 9-III-1935, pp. 1-6.
- "Notas vulcanológicas de 1933", *Ibérica. Revista semanal ilustrada*, A. XXII, vol. XLIII, 18-V-1935, pp. 1-5.

1936

- "El Museo del Ejército de Bruselas", *Ibérica. Revista semanal ilustrada*, A. XXIII, vol. XLV, 20-VI-1936, pp. 1-2.
- "Recensión de "The Brunner focal depth time-distance chart" by G. J. Brunner, S. J. and J. B. Macelwane, S. J.", *Ibérica. Revista semanal ilustrada*, A. XXIII, vol. XLV, 2-V-1936, p. 1.
- "Apuntes de Sismología para una conferencia", Manuscrito, inédito, 7 págs.
- "Sur les causes des tremblements de terre", *Bolletino della Societé Sismologica Italiana*, Tomo XXIV, 1936, pp. 87-101.

1937

- "Os jesuitas e a sismologia", *Broteria (Revista contemporanea de cultura)*, XXIV, 1937, pp. 145-153.
- "Jesuitas astrónomos", *Broteria (Revista contemporanea de cultura)*, XXIV, 1937, p. 433-457.

1938

- "La cruzada española en el mar", *Razón y Fe*, CXV, 1938, pp. 267-279.
- "Sur le tremblement de terre du Dogger Bank (7-VI-31)", *Bolletino della Società Sismologica Italiana*, Tomo XXXVI, 1938, pp. 14-17.
- "A nuestros favorecedores", Mecanografiado, inédito, 2 págs. (existen dos copias con pequeñas variantes y correcciones).

Además publicó muchos trabajos en los Boletines del Observatorio de Cartuja desde 1908 a 1931 que se calculan en total unos 65. Se titulan:

- Datos macrosísmicos y resúmenes anuales.

Obras inéditas.

- "Algunos puntos de Apologética, relacionados con las Ciencias Físico-Naturales", ejemplar mecanografiado, 36 págs.
- "La Séismicite de l'Espagne par le P. Emm. S-Navarro Neumann, S. J., Directeur de la station Séismologique de Cartuja (Granada)", publicado en parte en *Materiaux pour l'étude des calamités* (Ginebra). Mecanografiado, inédito, 7 págs.
- "La estación sismológica de Cartuja (Granada), a cargo de un P. de la Compañía de Jesús, y su labor científica (1903-1928)", Conferencia pronunciada con motivo del XXV aniversario del Observatorio. Granada, texto mecanografiado, 8 págs.
- "A nuestros favorecedores". Texto mecanografiado, 2 págs. (Hay dos versiones con pequeñas variantes).
- "Los terremotos y sus efectos", Conferencia pronunciada en el Instituto Católico de Artes e Industrias, Madrid, 1926.
- "Sobre Sismología", Conferencia pronunciada en el Observatorio de Marina de San Fernando (Cádiz), San Fernando, 1927.
- "El papel de la Sismología en el mundo actual", Conferencia pronunciada en el Centro Escolar y Mercantil de Valencia, Valencia, 1927.

- Tres conferencias sobre temas sismológicos, una en Orihuela y dos en Sevilla en 1929.

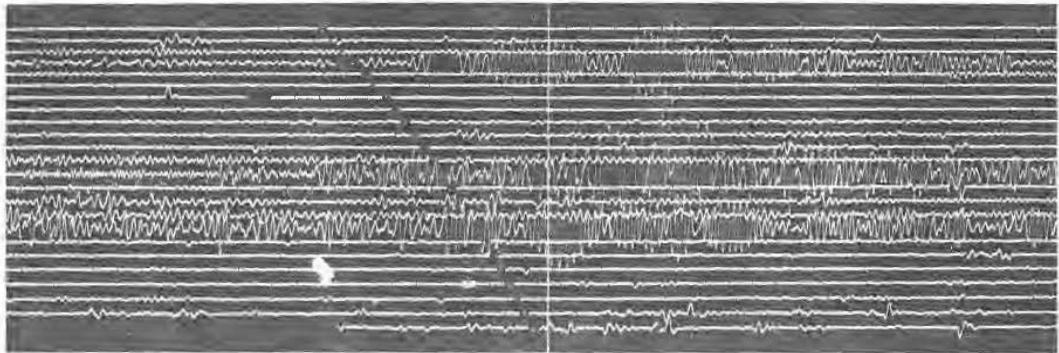
Imágenes y fotos de Sánchez-Navarro, sismograma y sismógrafo Berchmans





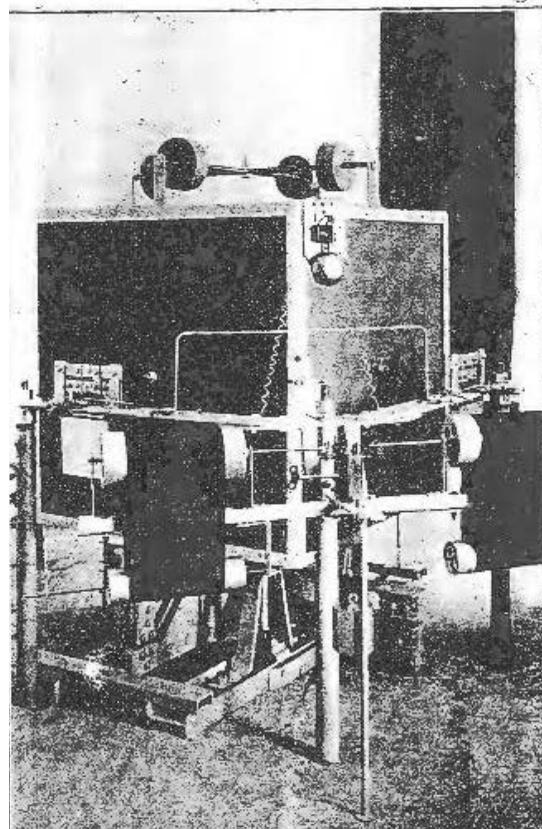


STATION SISMOLOGIQUE DE CARTUJA (GRANADA)



Sismographe «Javier» à enregistrement magnéto-photographique.

Partie du graphique réduit, avec le commencement du tremblement de terre du 6 Juillet 1924 (R. H. 41 m. 49.4),
à 6.530 kms. On voit également une partie de deux autres graphiques.





•••• La Estación Sismológica ••••
y el Observatorio Astronómico y Meteo-
rológico de Cartuja (Granada) ••••
a cargo de PP. de la Compañía de Jesús

MEMORIAS Y TRABAJOS DE
VULGARIZACIÓN CIENTÍFICA

158
5
22

A. M. D. G.

IMPRESA
GRÁFICA
GRANADINA
ROS

Se suplica el cambio.

L'échange est supplié.

Exchange requested.

Man tausch die Verkehr

Si priega il ricambio.

Dirección:

Observatorio de Cartuja

Apartado N.º 32

GRANADA

N. B.—Se ruego no omitir *Apartado N.º 32*.

On est prié instamment de ne pas oublier pas dans l'adresse *Apartado N.º 32*.



• • • • La Estación Sismológica • • • •
del Observatorio Astronómico y Meteorológico
de Cantuja (Granada) • • • •
a cargo de P. de la Cueva de 1891

MEMORIAS Y TRABAJOS DE
VULGARIZACIÓN CIENTÍFICA

158
5
22



A. M. D. C.

158-5-22

⁺
M^g
Los P. P. que dirigen el Observatorio tienen especial deseo en que esta publicación llegue a sus manos por el conducto de su hijo que muchísimo le quiere y no le olvida

Ramón M^a S^g.

Castro Alvil. 1921 -

Lám. I

Observatorio de Cartuja

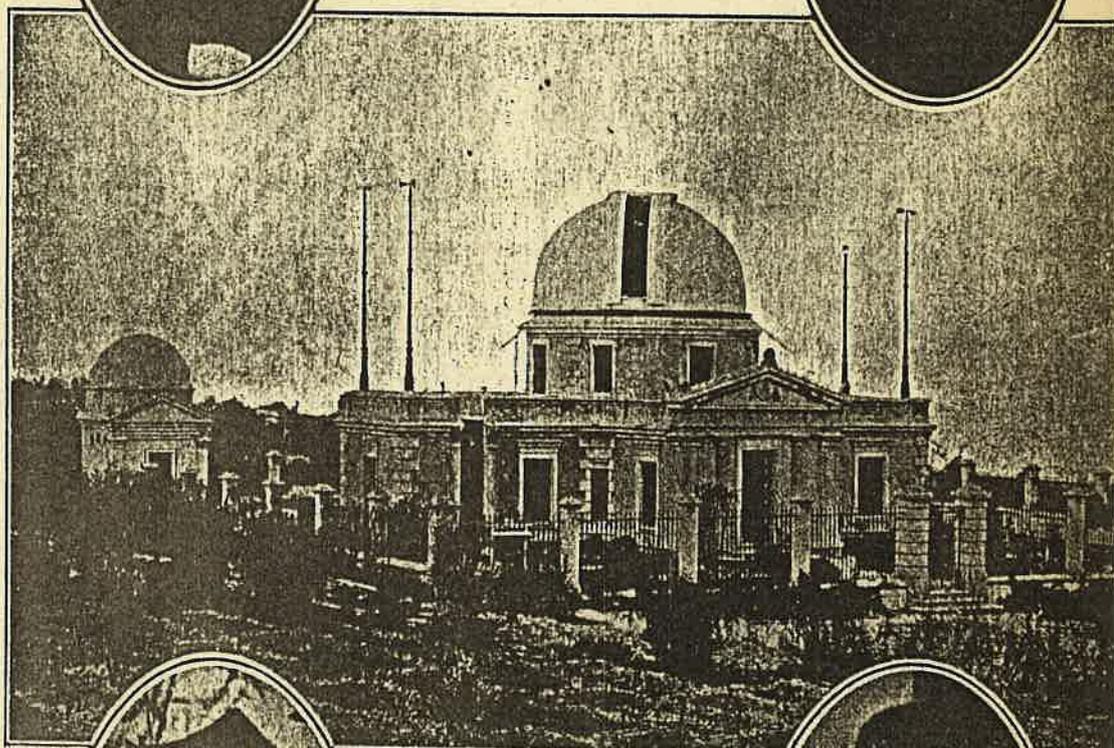
GRANADA



I



II



III



BENEMÉRITOS DEL OBSERVATORIO



IV

I. R. P. Juan de la Cruz Granero, S. J. — II. P. Ramón Marín, S. J. — III. Hermano escolar Rafael Barraquer, S. J. — IV. Hermano coadjutor, Salvador Parra, S. J.

Al Excmo Sr Don Manuel Allende Alazar,
reuerdo respetuoso

†
JHS.

Manuel M^a S. Warranca

NUESTRO PLAN

Fundado en 1902 por el R. P. Juan de la Cruz Granero, S. J., de santa memoria. el Observatorio Astronómico, Meteorológico y Geodinámico de Cartuja (Granada); ha recorrido en los diez y ocho años que lleva de existencia diferentes etapas, formando unas veces un solo observatorio; como en sus comienzos, otras dos y aun tres, con sus respectivos directores. Desde 1908, la sección geodinámica, reducida a simple aparato destinado al estudio del magnetismo, funciona con entera independencia del resto. Hoy tenemos un Observatorio Astronómico y Meteorológico, con su director, y una Estación Sismológica, con el suyo, encargados también de la presente publicación.

Hecha esta aclaración, una vez por todas, añadiremos unas palabras sobre el pasado, sin perjuicio de volver más adelante, y con la debida atención sobre el asunto; eso servirá de preliminar al programa que pensamos desarrollar.

Desde 1902, todos los años se ha venido publicando algo; ya bajo la forma de boletines mensuales, o resúmenes trimestrales y anuales, ya bajo la de artículos de vulgarización, memorias y aun libros, se ha comunicado datos instrumentales por el correo y el telégrafo y dado referencias científicas; por fin se han ideado e instalado nuevos instrumentos construidos en los talleres, que a cargo de HH. Coadyutores de la Compañía de Jesús, tenemos instalados en nuestra misma casa. Toda esta labor se ha realizado, casi siempre, en medio de las mayores dificultades, entre las cuales figuran como las principales la escasez de personal, de ordinario ocupado en otros muchos trabajos, y más aun la de medios materiales, debida, esta última, a carecer de rentas. Hoy, al mismo tiempo en que, gracias a un generoso bienhechor, hemos emprendido la construcción de potentes sismógrafos, españoles, también, como los actualmente en servicio, haremos, DEO IUVANTE, por inaugurar una nueva era de publicaciones, para que nuestros trabajos lleguen más fácilmente a conocimiento de nuestros hermanos de Religión, centros científicos, y principales favorecedores.

Aunque sin renunciar a la inserción de «boletines», que, con sus correspondientes cuadros numéricos, aparecerán de vez en cuando, daremos cabida principal a trabajos de investigación científica, esto es, a «memorias», en unión de otros de

vulgarización, y aun de bibliografía, lo que acaso resulte de mayor utilidad para los profesores de nuestros colegios y bienhechores, y aun quizás de mayor interés para los que nos honren, ocupándose de nuestra modestísima cooperación al progreso científico de España.

Sin excluir otros temas científicos, los referentes a la Astronomía, Meteorología y Sismología serán los preferidos, y si estos es probable salgan con mayor extensión, y aun frecuencia, será esto debido a ser sismólogo de oficio el redactor que tiene más tiempo que dedicar a esta labor científica, al mayor interés que reviste lo menos estudiado, por tratarse de una ciencia nacida ayer, y también a la importancia relativa del material con que cuenta la Estación Sismológica, y mas del que espera tener (1), que de merecer la bendición de Dios Nuestro Señor, podrá contarse entre los mas potentes. Mas aun, el haberse dignado declararla de «utilidad pública», por R. O. del 13 de Octubre, publicada en «La Gaceta de Madrid» del 16 Su Majestad el Rey Don Alfonso XIII (q. Dios g.), en cierto modo nos obliga a intensificar nuestra labor en el terreno de la Sismología, y en lo que se refiere mas particularmente al estudio de la sismicidad de nuestro suelo, precisamente tema con que damos comienzo a esta nueva serie de publicaciones. Tampoco podemos olvidar las halagüeñas frases que S. M., a quien nos acababa de presentar el eximio inventor y buen amigo Excmo. Sr. D. Leonardo Torres Quevedo, se dignó pronunciar en la Exposición celebrada durante el Congreso Nacional de Ingeniería (Nbre. 1919), al mostrárle el album de sismogramas obtenidos con nuestros péndulos españoles, y el macroterómetro «P. J. Granero, S. J.», que también expusimos.

El fin principal que nos propinemos en esta Revista es dar a conocer la labor científica de la Estación Sismológica y del Observatorio Astronómico y Meteorológico de Cartuja (Granada), lo que nos inclina a no admitir, al menos por ahora, suscripciones, ni tampoco mas cooperación científica que el envío de datos sobre terremotos, asi como de libros, memorias y folletos que traten de las ciencias que cultivamos o de análogas (Matemáticas, Física, Química, Geología, Ingeniería, Arquitectura, Historia, Geografía...), y el cambio de publicaciones. La razón de lo uno y lo otro es la naturaleza misma de la publicación, y en manera alguna la abundancia de medios materiales. Si despertásemos las simpatías de algunos favorecedores, que nos permitiesen mejorar esta publicación, tanto en el número de sus páginas, como en el de los grabados, y aun en su mismo material científico (v. g. placas lentas, extra-sensibles, orto y pancromáticas, para la fotografía astral, papel extra-sensible, para sismógrafos y terómetros, de registro fotográfico, cámara de mano, máquina de escribir, un potente muelle de «linvar» para una componente vertical, asi como para adquirir, ya algún aparato científico que no podamos construir, ya también libros y revistas, etc., etc.) no solo haria con ello una obra de caridad, sino que, y aún a pesar de nuestras deficiencias, esa obra seria de finalidad científica, y a lo que esperamos, muy AD MAJOREM DEI GLORIAM.

(1) La construcción de un sismógrafo de 200 kilogramos de masa está muy adelantada, y una vez terminado éste, pensamos emprender la de otro, mucho mayor, y la del local para instalarlos, juntamente con otros aparatos auxiliares, en proyecto.

†
JHS.

Bosquejo sísmico de la Península Ibérica

I

POCO después de la instalación del primer sismógrafo español en la Estación Sismológica de Cartuja (Granada), esto es en 1909, comenzamos a recoger, y a publicar en su *Boletín Mensual* datos sobre los macro-sismos españoles, los que, un tanto ordenados, y menos incompletos, han ido apareciendo después en el *Boletín* de la Real Sociedad Española de Historia Natural; labor prolongada por un decenio largo, con muy medianos resultados, aunque ciertamente superiores a lo que nuestros escasísimos medios de información nos daban derecho a pretender, y tal vez no sin utilidad para el conocimiento de la sismicidad de nuestro suelo. El haber hallado sin buscarlo, a los principios, no pocas citas de terremotos españoles, realmente notables, y que no figuran en la última obra importante del célebrísimo sismólogo inglés, Profesor John Milne (*A Catalogue of destructive Earthquakes A. D. 7 to A. D. 1899. p. 192. British Ass for the Adv. of Sc. 1911*), nos animó a extender retrospectivamente nuestras investigaciones, y fruto del escaso tiempo que les pudimos dedicar y de las poco numerosas fuentes a que nos fué dado recurrir, han sido dos trabajos (*Datos referentes a la sismicidad de la porción oriental de la Península Ibérica. Mem. de la R. Acad. de C. de Barcelona, XIII, y Ensayo sobre la sismicidad del suelo español, Bol. de la R. Soc. Esp. de H. N., 1917. p. 83-109*), el uno abarcando los sismos de una parte, y el otro los de todo nuestro territorio peninsular, desde los tiempos más remotos, hasta 1915. En este tercero damos cabida a los sismos portugueses más notables, aunque no lo hayan sido en España, por constituir toda la Península una unidad geográfica, en el sentido más estricto de la palabra. Quizás hubiera sido preferible el haber incluido los terremotos más notables sentidos en Marruecos, y sobre todo en sus costas, pero la penuria de citas, aun de fechas relativamente modernas, darían a esta parte un carácter tal, que excluiría toda comparación posible, y por ello preferimos reservar las citas recogidas para una nota preventiva, evitando así el derroche del tiempo gastado en recopilarlas.

Mas aun, la inclusión de los terremotos portugueses ha sido única y exclusivamente motivada para dar unidad al conjunto, puesto que, por una parte, los da-

los que poseemos sobre los mismos, si exceptuamos los más recientes, aun son más deficientes que los correspondientes a los terremotos españoles, y por otra fuera atrevimiento, si no mediara el tal motivo, emprender la dicha tarea, para llevarla a cabo menos que medianamente, contando la nación hermana con sismólogos capaces de desarrollarla con tanta brillantez, como los profesores Pereira de Souza y Bensaude.

Aunque nos copiemos en muchos puntos, el actual trabajo, sin bien deficientísimo, pretende serlo menos que los anteriores. Si atendemos al número de períodos sísmicos añadidos, éstos son 63 españoles y 54 portugueses, los que sumados con los 130 contenidos en el *Ensayo...* alcanzan la cifra de 247, y si a los datos, éstos son mucho más abundantes, sobre todo en los referentes a efectos geológicos; además hemos añadido muchas citas, completando otras, de acuerdo con las amables indicaciones de nuestro buen amigo, el eminente sismólogo francés, y Jefe del Servicio Sismológico de Chile, conde de Montessus de Ballore, y cambiado de opinión en algunos puntos, en vista de otros datos más completos, localizando mejor algún epicentro (1), eliminando un pseudo-sismo, (2) etc.

A pesar de esas mejoras, en manera alguna pretendemos presentar una memoria un tanto completa, que hubiera exigido años de asidua labor en escudriñar y revolver bibliotecas, archivos, registros parroquiales, colecciones de periódicos y revistas, y más todavía en estudiar *in situ* las regiones, en otro tiempo sacudidas, y buscar en el terreno y en los edificios los vestigios, con frecuencia indelebiles, e inconfundibles, de pasadas catástrofes, cuando tenemos otras ocupaciones, tan sagradas como ineludibles, a más de una salud achacosa, y que resta harto tiempo a nuestra labor científica, reduciendola a menos de la mitad, y contribuyendo, poderosamente, a que resulte tan insignificante.

Nuestras buscas se han reducido a las publicaciones que forman la modesta biblioteca de la Estación Sismológica de Cartuja (Granada), a las de la biblioteca del Colegio-Noviciado del Sagrado Corazón de Jesús, de la que aquella forma parte, un poco a las de la Universidad de Granada, y durante una corta estancia en Madrid, las de la Real Sociedad Española de Historia Natural y Casa Profesa de la Compañía de Jesús, además de algunos datos comunicados por cartas, muy en particular por el profesor de la Universidad de Lisboa y fecundo y muy notable sismólogo Sr. Pereira de Sousa, y por el P. Constantino Bayle, S. J.

Cual lo indica el título adoptado, trátase de un esbozo, o mejor de cuatro groseros trazos, cuyo fin es ofrecer una idea, *del orden*, como dicen los matemáticos, sobre la sismicidad de la península ibérica en los tiempos históricos. Otros, con más salud y talento se encargarán de lo que falta, y quizás reconozcan en nuestro modesto trabajo algo de buena voluntad y de originalidad, dentro de su naturaleza de mosaico *abigarrado* de datos recogidos acá y allá.

(1) El terremoto de 1504, de Carmona (N.º 24 del «Ensayo...»)

(2) El N.º 21, el que fué, en realidad un ciclón, que ocasionó grandes destrozos en Sevilla, en 1467.

Como la base de nuestro catálogo razonado de períodos sísmicos es el del gran Milne, y hemos de citarle a cada paso, lo designaremos con una M y ahora pasaremos a indicar algo sobre el mismo.

Las fuentes a que recurrió Milne, para los sismos de la Península, son los catálogos generales de Sir Robert Mallet (tomados del profesor Alexis Perrey de Dijon) para los años 7 a 1843 de nuestra era cristiana; del dicho profesor desde la fecha indicada hasta 1864, del profesor C. V. Fuchs hasta 1885, y últimamente de la prensa periódica inglesa y en particular del diario de Londres «The Times».

Milne usó como distintivos los numerales romanos I, II, III, admitiendo para los primeros una máxima aceleración de 100 gals (o sea un diez por ciento de la de la gravedad, efecto destructor confinado, de ordinario, a una sola población y radio del área de acción realmente nociva, inferior a cinco millas inglesas (8 kms.). Según este sabio sismólogo, esa intensidad produce ligeras quebraduras en el suelo, grietas en los muros, caída de chimeneas, y aun lesiones importantes y hasta destrucción en los edificios en mal estado por su vetustez.

En los terremotos del tipo II la aceleración asciende ya a 150 gals, y sus efectos perjudiciales se extienden hasta un radio de 20 millas (32 kms.). Los edificios pueden perder sus tejados, quedar parcialmente destruidos y derrumbarse alguna vez, mientras el suelo presenta en tal cual sitio grandes rajaduras y también hundimientos y pequeñas desviaciones. Los terremotos III son capaces de destruir poblaciones enteras y devastar extensas regiones, producen importantes fallas y quebraduras en el suelo, con frecuencia corrimiento de terreno, de ser éste algo accidentado. La aceleración de la gravedad puede exceder de 300 gals, y desde los límites del área mezosísmica hasta una distancia de 100 millas (160 kms.) los efectos producidos son semejantes a los de un terremoto I.

Si prescindimos por un momento de la relación que pueda haber entre la intensidad máxima de un sismo y la extensión de su área mezosísmica, tendremos que a los tipos o clases I, II, III, M, vienen a corresponder los grados VII-VIII y IX-X y XI Forel-Mercalli, y aun el XII, añadido por el profesor Adolfo Cancani (1), y por tanto a máximas aceleraciones de 10 a 25 gals (I), 25 a 100 (II), y 100 a 1000 (III), cifras bien diferentes de las anteriores, probablemente excesivas al menos donde abunden los edificios de mampostería de mala calidad, como desgraciadamente ocurre en no pocos sitios de la península ibérica, por más que en otros países, y más especialmente en Italia, nos hagan ventaja, si es que el tal calificativo se merece tamaña nota, nada envidiable.

Siendo el terremoto un movimiento del suelo, regido por las mismas leyes que los demás, y trasmitiéndose por el medio de ese mismo suelo, no estará de más el que recordemos que casi nunca es este homogéneo en grandes extensiones, sino que se presenta formado por materiales, en unos casos nada elásticos como lo son las arenas sueltas, y en otras tan en sumo grado como las rocas más duras, existiendo infinitos matices intermedios como tierras sueltas, duras o recias, etc. Además la porción de suelo que entra directamente en movimiento, esto es, el bloque de la *marquetenia terrestre*, cuyo reajuste, en grá-

(1) Sur l'emploi d'une échelle sismique... (Beiträge zur Geophysik, Erg. I. 281.

fica expresión del ilustre profesor Alberto Lapparent, origina el terremoto, puede tener muy variadas dimensiones y formas, y verificarse el fenómeno con amplitud y velocidad diferentes, con lo que cambia no poco la modalidad del terremoto, y prodúcense efectos muy distintos, aun en el caso en el que el trabajo producido fuese idéntico, idéntica también la distancia, y aun el medio conductor hasta las condiciones de resistencia de los edificios, etc. etc. Fácil es figurarse lo que ocurrirá cuando tantas y tantas variables tengan valores diferentes, y por cierto que la relación entre la intensidad máxima de un terremoto destructor y la extensión de su área meizosísmica es de las menos constantes: así el terremoto de Ischia del 28 de Julio de 1883, clasificado por Milne como III de su escala, apenas produjo daños más que en un radio de menos de 5 kilómetros, y en Nápoles, distante unos 35, apenas se le sintió, lo que le colocaría entre los de la clase I, esto es entre muy medianos temblores, a los que el gran sismólogo inglés concedía con harta facilidad la tal denominación. Pues bien en Ischia, o más propiamente, en Casamicciola y sus cercanías, situadas en la costa N. de la dicha isla, hubo nada menos que 2313 víctimas, las más soterradas bajo las ruinas de un teatro.

Todo lo dicho no ha sido más que presentar (porque nos hacía falta para dar alguna razón de divergencias de criterio) un lunarillo insignificante, que en nada amengua el haber sido el profesor Milne *el padre de la Sismología moderna* (1), en frase del mismo sismólogo de primer orden, el príncipe Boris B. Golícyn (2), y cualquiera que haya estudiado algo esta ciencia, se verá precisado a reconocer que no hay punto medianamente importante que no haya abordado con su clarísimo talento práctico e indomable energía, unida a grandes dotes organizadoras, y a la no muy frecuente cualidad de saber comunicar a otros su entusiasmo, manteniéndolo vivo por largo tiempo.

Como introducción, copiamos literalmente del catálogo de Milne todos los terremotos de la península ibérica, conservando cuidadosamente la ortografía original, aún en las erratas manifiestas, por considerar el dicho texto como fundamental, y no nuestros comentarios y aclaraciones al mismo.

A los datos de Milne añadimos otros de diversas fuentes, las más citadas como se acostumbra de ordinario, otras las designan letras o signos. Así *P* está por Pereira de Sousa; y *P*§, si los datos tomados de este distinguido profesor lo fueron de algún manuscrito, así como *g* *mg* *d* se refieren a los terremotos *grandes* (muy fuertes), muy grandes, (violentos) y (destructores) de su *Señales de los principales terremotos....* (3). Muchas citas de terremotos catalanes designados con una *R*, seguida ordinariamente de un número romano (intensidad máxima del terremoto en grados de la escala Forel-Mercalli), están tomadas de una interesante memoria del profesor doctor D. Mariano Faura Sans, Pbro (4); otras de sismos andaluces principalmente, ya de un trabajo histórico de nues-

(1) Knias B. B. Golícyn, The principles of instrumental seismology, 357. Comptes rendus de l'Acc. Impér. des Sciences, S. Petersbourg 1913, T. 5, Liv. III.

(2) El príncipe B. Galitzin, «Ibérica» N.º 139-141, 6g. 4.

(3) Muchos de ellos tomados de la «Historia geral dos terremotos» de Moreira de Mendoga. Efectos do terremoto de 1755 nas construções de Lisbon, lám. I.

(4) Sismología catalana.

tro hermano de religión el P. Francisco A. Hitos, S. J. (1), ya del doctor don Cristóbal Conde Herrera, Pbro., publicado por éste bajo el pseudónimo de García de la Leña (2), ya de un tomo en pergamino, con el número 22, y que debió formar parte de una numerosa colección, cuyo paradero ignoramos, y que encierra muchos impresos con temporáneos referentes al famoso terremoto de Lisboa. Las citas tomadas de éste, en general, esto es cuando abarcan varios trabajos, las designamos con una *T*, con una *H*, las del P. Hitos, y una *L*, las del presbítero Conde Herrera.

Para generalidades nos referimos a nuestros trabajos anteriores «1902-1912, *Diez años de actividad de la Estación Sismológica de Cartuja (Granada)*, *Algunos datos sobre los terremotos sentidos en España durante el sexenio de 1909 a 1914, recogidos por la Estación Sismológica de Cartuja (Granada)*, y más especialmente a nuestra obrilla *Terremotos, Sismógrafos y Edificios* (3).

En la división en regiones se introduce una importante modificación: las regiones I, integrada por el macizo galáico-lusitano y la meseta ibérica, la II (fosa tectónica del Ebro), constituida, en su mayor parte por terrenos mesozóicos, y la III (fosa del Guadalquivir), al S. de la ingente falla de ese nombre y que abraza el sistema penibético, accidente de los más modernos de nuestro suelo y de gran importancia sismogénica, permanecen sin variación, lo mismo que la V (fosa del Ródano), más no así la IV. Un estudio detenido nos inclina a separar los muchos y muy importantes terremotos de porción SW, de la Península, según su origen probable o seguramente submarino, o más bien relacionados con la fosa del Tajo. Estos últimos continúan localizados en la región IV: los otros por su procedencia integran la VI, a la que denominaremos, como el profesor Pereira de Sousa, fosa lusitano-hispano-marroquí.

Agradeceremos a nuestros lectores el que nos comuniquen los datos que pudieran ir recogiendo sobre terremotos de la Península, los que pensamos ir publicando (Deo volente), para perfeccionar así estos groseros trazos, hechos a la ligera, y con inexperta mano.



-
- (1) Nuestra Señora de las Angustias (Granada, 1913). Contiene muchos documentos inéditos poco conocidos.
- (2) Conversaciones malagueñas.
- (3) A cargo de «Ibérica».



LISTA de los sismos destructores sentidos en la Península Ibérica

entresacados textualmente del "A Catalogue of Destructive Earthquakes A. D. 7 to A. D. 1899, by John Milne, D. Sc., F. R. S."

-
- | | | |
|------------|-----------|--|
| 579 or 580 | | France, Bordeaux and Pyrenees I M. |
| 1356 | Aug. 24 | Portugal, Lisbon II M. |
| 1372 | | Spain, district of Ribagorca (Aragon) I M. |
| 1395 | Dec. 18 | Spain, Province of (Valencia) and at Tortosa II M. |
| 1420 | | Spain, Province of (Catalonia) Amer II M. |
| 1427 | May. 15 | Spain, especially at Olot in (Catalonia), also at Montpellier in France II M. |
| 1428 | Feb. 2 | Ditto II M. |
| 1431 | Abril. 24 | Spain (Catalonia, Aragon and Roussillon) also Ciudad Real in (New Castille) I M. |
| 1504 | Abril. 5 | Spain, in (Andalusia) especially at Carmona, Seville and Triana on the Guadalquivir II M. |
| 1504 | Abril. | End of autumn Portugal I M. |
| 1531 | Ján. 26 | Spain and Portugal, Lisbon, 1,500 houses destroyed; the remainder of Portugal, Spain, the opposite coast of Africa, the Canton du Vaud in Switzerland, and Flanders; the sea was greatly agited III M. |
| 1515 | Jan. 28 | Portugal, Lisbon; 200 houses thrown down II M. |
| 1670 | Oct. 9 | Throughout the whole of Spain, principally in the kingdom of (Grenada), Malaga II M. |
| 1721 | Mar. 24 | Island of Mayorca, R. Selva I M. |
| 1722 | Dec. 27 | Portugal, Villanova and all the south coast from Cape St. Vincent; the sea was agited; Albufeira, Loule, Silves, Faro, Tavira II M. |
| 1724 | Oct. 12 | Portugal, Lisbon I M. |
| 1732 | Ján. 10 | Spain, Seville I M. |

- 1751 Dec. 19 Portugal (Traz-as-Montes), *Torre-de-Moncorvo* I M.
- 1752 Mar. 27 Portugal, at the mouths of Mondego and Vouga, *Averro* II M.
- 1755 Nov. 1 Portugal, the Great Earthquake of *Lisbon, Faro, Sentual, Cascaes*, slight damage at the most of the towns in Portugal, *Seville, St. Lucar, Xeres*, strong in the south Spain; sea waves M.
- 1755 Nov. 8 Spain, *Lisbon* II M.
- 1755 Nov. 17 Spain, *Gibraltar* II M.
- 1755 Nov. 19 Spain, *Gibraltar* I M.
- 1755 Dec. 21 Switzerland *Brieg*, also violent shocks on the whole country round, also *Lisbon* and *Algarbia, Algarve?*
- 1756 Feb. 18. The Alps, Paris of France and Germany, Netherland, England, Portugal, *Liege, Cologne* I M.
- 1756 Mar. 11 Portugal, *Lisbon* II M.
- 1756 Dec. 4 Portugal, *Cascaes, Cintra, Colares, Ozyral and Sezimbra?* II M.
- 1757 Mar. 18 Portugal, *Lisbon, Cascaes* II M.
- 1761 Mar. 31 Spain and Portugal, *Lisbon Oporto*, felt as far as *Madrid Santa Cruz* in Barbary, *Bordeaux* in France, *Amsterdam* in Holland, *Cork* in Ireland, *Funchal* in Madeira, and the *Azeres* II M.
- 1762 Nov. 6 Spain, *Aquila* II M.
- 1772 April 5 Portugal, *Lisbon* I M.
- 1778 Nov. 12 Spain, *Granada* I M.
13 and 14
- 1790 Oct. 8 South coast of Spain and North Africa; *Oran, Carthage*na *Malaga «Santa Fe»* and *Malta* II M.
- 1800 Mar. 8 Portugal, *Lisbon* I M.
- 1800 Oct. 17 France, *Eaux-Chaudes* and some other places in the Valley of *Ossau* in the *Pyrenees* I M.
- 1804 Aug. 25 Spain (*Granada*), *Almeira* and the surrounding district of *Malaga* and *Carthage*na, *Castel del Popolo* or *Castillo, Enix, Dalias* and *Roquetas* II M.
- 1804 Sept. 16 Spain (*Granada*) I M.
- 1806 Nov. 1 Spain (*Granada*) II M.
- 1817 Mar. 18 N. Spain, *Santander* to *Tarragona Rioja* (*Castille*), *Vizcaya* (*Aragon, Catalonia*), *Arnedo, Arnedillo* and *Logrono* II M.
- 1828 July. 29 Spain, *Granada* I M.
- 1828 Sept. 14 y 15 Spain (*Murcia, Valencia*), *Lorca, Orihuela, Torrevieja, La Mata, Guardamar* II M.
- 1829 Mar. 21 Spain (*Murcia, Valencia*), Valley of the *Segura*, *Guardamar, La Mata, Torrevieja* III M.
- 1845 Spain, *Tivisa, Vandellos, Pradip* I P.
- 1847 July 28 Spain, *Seville Jean. Badajoz* I P.
- 1847 Dec. 20 Portugal, *Sabserra* II P.

- 1847 Dec. 27 Spain (Alava), Orduna and (Delica) I P.
1848 July. 19 Spain, (Aragon), Torres I P.
1851 May. 15 Spain, Majorca Island II P.
1853 Jan. 27 Spain, Barcelona I P.
1854 Jan. 13 Spain (Andalusia), Finana I P.
1855 Nov. 11 Spain, Granada I P.
1855 Dec. 6 Spain, Barcelona I P.
1856 Jan. 12 Portugal (Algarve), Soule, Faro, Albufeira and Tavira II P.
1856 Oct. 9 Spain, Murcia I P.
1858 Nov. 11 Portugal and Spain, Lisbon, Cintra, Mafra, Belem, Setuval,
Seville II.
1861 Oct. 17 Spain, Alicante I P.
1862 Aug. 22 Spain (Seville), Villa Nueva II P.
1863 April 17 Spain, Granada, Alhendin, Goja and Ojijares I P.
1863 June 20-27 Spain, Almeria, Albox, Arboleas, Vera, Huercal-Overa I P.
1863 July 9 Spain, (Almeria), Seron I P. Same series as June 20.
1863 Aug. 8 Spain (Granada), Albulol, Albondon, Mamola, Castel de Fe-
rro I P.
1864 Jan. 12 Spain, Murcia, *Lebrilla*, to *Carthagena*, Alhama I P.
1871 Dec. Spain, Cordova, also Oran III Ti.
1875 June. 9 Spain, Barcelona I Ti.
1884 Dec. 25-27 Spain (Malaga and Granada), *Alhama*, *Malaga*, Seville; 40-50
towns damaged III F.
1884 Dec. 30 Spain, Granada I E. Continuation of Dec. 25.
1884 Dec. 31 Spain, Velez, Torrox, Albuñuelas III F. Continuation of Dec.
1885 Jan. 1 Spain, Velez, Nerja, Torrox II F. Continuation of Dec. 25, 1884
1885 Jan. 5 Spain (Andalusia), Nerja, Trijiliano II F.
1885 Jan. 12 Spain, Malaga and Granada I F.
1885 Jan. 27 Spain, Tejeda, boundaries of (Malaga and Granada) II F.
1885 Jan. 29 Spain (Andalusia), Motril, Alhama I F.
1885 Feb. 8 Spain, Malaga, Meluna I F.
1885 Feb. 13 Spain, Torre del Campo II F.
1885 Feb. 21 Spain (Andalusia), Loja and Alhama II F.
1885 April. 5 & 6 Spain (Malaga), Velez, Antequera II F.
1885 April. 19 Spain (Malaga) Andalusia, Villanuova I F.
1885 Nov. Spain (Malaga), Velez, Malaga (Andalusia) and opposite Afri-
can Coast I N.
1886 Jan. 29 Spain, Velez, Malaga I Ti & N.
1886 Mar. 14 Spain (Granada) I N.
1886 July. 6 Spain (Malaga) T.
1892 Sep. 29 Spain, Huelva I N, Ti.
1895 Dec. 25 Spain (Orense, Galicia) I N.
1899 Aug. 1 Portugal, Lisbon I Ti.

LISTA de los terremotos más notables sentidos en la Península Ibérica

desde los tiempos más remotos, hasta 1917, inclusive,
con ensayo de agrupación en regiones y períodos sísmicos.

No. 1.—VI.—Año 500. *Andalucía (costas del mar)* dP. Florián de Ocampo, II Cap. XL cita grandes terremotos en toda la costa, con destrucción de muchos edificios y desviación de algún río.

«2.—II.»—500. —*Pirineos*.— En este mismo año, o mejor dicho, por ese tiempo, y según transcribe el citado autor, se abrieron grandes grietas y hubo desprendimientos notables, a los que añade algún hecho ciertamente fabuloso como el que corrieran arroyos de plata fundida. Las lavas de los volcanes de Olot, aunque es muy posible las hayan visto correr seres humanos, parecen muy anteriores a la fecha citada. Los terremotos fueron violentísimos en España.

3.—II.—349.—*Costas del Mediterráneo y en particular Sagunto*.— Terrible, según F. de O., III, Cap. XXV.

4.—VI.—215.—*Andalucía* dP.—Hubo muchos y muy violentos temblores, sumergiéndose parte de la isla gaditana. Epicentro en el golfo o «saco» de Cádiz.

5.—VI.—216.—*Isla de Cádiz y costas adyacentes*.—Grandes terremotos que derrocaron edificios, mataron gentes, e hicieron daños terribles. La mar anegó muchos lugares. F. de O., IV, Cap. XLV.

6.—VI.—209.—*Isla de Cádiz*.—Según el mismo autor, V, Cap. I., durante dicho año los vecinos de Cádiz padecieron algunos terremotos, acompañados de maremotos.

7.—196.—*España m. g. P.*

8.—1.—60.—*Costas de Portugal y Galicia* dP.—Horrible, arruinó muchos edificios y hasta pueblos enteros, cubriendo el mar, y descubriendo después en su retirada considerable extensión de terreno. Las gentes aterrorizadas se huían a los montes.

9.—VI.—33.—*Portugal* gP.—Sentido en todo el orbe, formidable en Portugal.

10.—VI.—109.—11.—22.—*Portugal* mg. P.—Espantoso en Portugal, sentido en toda Europa.

11.—VI.—332.—*Portugal y Andalucía* dP.—Desaparición de unas islas frente al Cabo de San Vicente. Epícentro en el saco de Cádiz.

12.—II. 580 o 585.—*Francia y España*.—Según Ambrosio de Morales, XI, Cap. LXXI, de quien es la fecha última, hubo grandes terremotos en Francia, que llegaron hasta España, *desde cayeron de los Pirineos grandes peñascos, haciendo harto destrozo en gentes y ganados*. M. trae: 579 o 580, Francia, Burdeos y Pirineos. I. M. Probablemente X Forel-Mercalli, o a lo menos IX.

13.—VI.—831—VI—10.—*Porción S y SW de la Península*. Según el Dr. Conde (1) (Historia de la dominación de los árabes en España, 1310), *el año 267, jueves 22 de la luna de Nawal tembló la tierra con espantoso ruido y tal estremecimiento, que cayeron muchos alcázares y magníficos edificios y otros quedaron muy quebrantados; se abrieron peñascos y la tierra se hundió y tragó pueblos y alturas; el mar se retrajo y apartó de las costas y desaparecieron islas y escollos en el mar... se arruinaron muchos pueblos de la costa meridional y occidental de España... Nunca se vió pánico semejante, del que participaron las mismas fieras*. El valiente Almondir no pudo persuadir a los suyos que lo mismo temblaba para los musulimes como para los cristianos, y para las inocentes criaturas como para las fieras, y que eran cosas naturales, aunque poco frecuentes sin influjo ni relación con los hombres y sus empresas, sino por su ignorancia y vanos temores. Parece pasar del grado X, y aun tal vez del XI de la escala indicada, y añadida en un grado más, para las grandes catástrofes sísmicas, por el profesor Mercalli. Según P *España* mg.

14.—¿VI.—757.—*España*—Según Conde III, ben Alathir, escritor muy diligente en anotar sucesos curiosos, cuenta que el año 316 de la hégira el mar menguó 80 brazas descubriendo islas y escollos nunca vistos. Aparte de la exageración evidente, si los tales 150 metros eran en sentido vertical, y de ser muy posible eso, de tratarse de una playa o costa de poca pendiente, nada nos autoriza a negar un maremoto; fenómeno rarísimo en las costas de la Península, pero ciertamente observado en las SW y S, y con terribles efectos, cuando el terremoto de Lisboa de 1755.

15.—III.—1080.—V—X u XI.—*Andalucía y Málaga*.—Según Conde, II, 61, en la luna segunda de Rabié del año 472 de la hégira *fué el gran temblor de tierra que los hombres no le vieron semejante: destruyó los edificios y pereció mucha gente bajo las ruínas: cayeron los domos y alminares, y no cesó de sacudir y asligir el*

(1) Los fenómenos sísmicos citados por don Antonio Conde están tomados, principalmente, de los escritos de Abú Abdalá Muhamed ben Abi Nasr el Homaidi, de Córdoba, del valenciano Aben Alabar el Codai; del cordobés Abú Cassem Chalaf ben Abdelmelic ben Pascual; y del malagueño Abdalá Algiozami. Lástima que no rara vez entremezcla unos textos con otros, casi nunca cite el autor, y omita el título de la obra, etc. Las fechas las hemos recalculado, con arreglo a las *Hilftafeln der Hamburger Sternwarte, 1916*, si bien, y por economizar tiempo, hayamos efectuado los cálculos con el círculo de Ross, en vez de hacerlo con la tabla de logaritmos.

Según Gerónimo de Zurita (Anales de la Corona de Aragón, X, Cap. XVI), de quien es la fecha adoptada, *cayeron grandes peñascos de los Pirineos en el Condado de Ribagorza, y murieron muchas gentes en las montañas y en tierra llana y fue muy grande el daño que se recibió.* Según los antiguos cronistas Pujadas, Marca y Corbera se derrocaron y derribaron en la región NE. de Cataluña multitud de torres y castillos (v. s. Calderón y F-Navarro) *Memoria sobre las formaciones volcánicas de la provincia de Gerona*, Mem. de la R. Soc. Esp. de H. Nat., 290, IV..

30.--1395-VIII-20.--*Portugal*. Gran terremoto, que no hizo estragos, por haber sido de corta duración, P§.

31.-II.-1395-XII-18.--*Provincia de Valencia y Tortosa II M.* Nipho lo pone en 1394, y añade que derribó muchas casas en Valencia y en los confines de Castilla. Zurita, X, Cap. LXIII, dice hubo grandes terremotos en todo el reino de Valencia (Valencia, Alicante y Castellón) hasta Tortosa, hundiéndose varias casas y el Monasterio de Valdigua (VIII y aun quizás IX). Los terremotos principales fueron tres, y se sucedieron entre las primeras horas de la mañana y de la tarde.

32.-II.--1396-V-2.--*Gerona*.--Una sacudida sísmica derribó la antiquísima torre la *Gironella*, la que reedificada hubo de desempeñar tan brillante papel en la heroica defensa de 1808. Como los judíos prestasen a crecidos réditos, y con la extraña cláusula de poder exigir su capital sin demora, si algún día se venía al suelo la dicha torre, tenida por indestructible, y tuviesen el mal acuerdo de hacerlo, el pueblo se amotinó, y hubo gran matanza de aquellos infelices. (Calderón... o. c.) (Probablemente VIII, o más, y de origen olotino o pirenaico).

33.-III.--1396-VIII-24.--*Sevilla*. Según Zurita y Caro, en sus *Anales...* se cayeron las *manzanas de metal* de lo alto de la Giralda. Además quedó arruinada la iglesia del Salvador.

33 bis.-VI.--V-1404.--*Portugal* gP§.

34.-II.-1410-III-30.--*Barcelona, VII F.* Como Milne no lo cita, y debió pasar del grado VIII en su area pleistósista, es probable sea el siguiente, al que por dicha razón no asignamos número de orden, y que una de las dos fechas esté equivocada, y mas probablemente la segunda, pues los datos de F son de *primera mano*, y muchos de acuerdos de antiguos municipios, libros de cuentas, etc., y por consiguiente de primera clase, y ofrecen garantías muy superiores.

34.--II.--1420.--*Cataluña, II M.*

35.--II.--1425.-II-9.--*Barcelona, F.*--En las Actas del Consejo Municipal de Barcelona se menciona una procesión *general* que hubo allí por razón del mismo terremoto, lo que indica que lo sintieron como VII, y aun tal vez VIII, en algún punto de la misma ciudad, y que alcanzó o sobrepujo el dicho grado en otras partes, aun en el caso en que sus réplicas, tanto por su número como por su violencia, aumentaran considerablemente el pánico e influyesen en provocar aquella manifestación religiosa en acción de gracias por haber salido en bien del peligro.

35.--II.--1427-V-15.--*Olot (P.^a de Gerona)*.—Este período sísmico, hasta la fecha el más notable de todos los de Cataluña, y de los más de toda la Península Ibérica, con haberlos sufrido tan destructores, comenzó el primer domingo del mes de Marzo de 1426, según consta de documentos contemporáneos, mientras que no hay pruebas de se iniciase en 1421, como afirmó el geólogo francés Mr. Saint-Malo en la *Revista de Gerona*; T. XX p. 162-169, citado por los profesores Calderón y F-Navarro, en su notable trabajo. Los temblores fuertes comenzaron el 23 de Febrero 1427, y el más destructor, de los varios que lo fueron, se sintió el 15 de Mayo del mismo año, siendo numerosísimas las réplicas, algunas violentísimas, lo que contribuyó poderosamente a que los efectos fueran desastrosos. El rey Don Alfonso el de Antequera tomó la villa bajo su Real protección y expidió un privilegio para su reconstrucción, en unión de otro que regula la aplicación del mismo, ambos fechados en Valencia a 30 de Sbre. de 1427, y conservados en el Archivo Municipal de Olot (pergaminos N.ºs 201 y 202) y citados también por D. Andrés Bofarull en su *Historia de Olot*.

37.--II.--1427-XII-25 (a las 11 h.)-- Después de unos meses de calma sísmica hubo un muy grande y espantoso terremoto, al que F asigna el grado VIII en Barcelona, distante unos 70 kilómetros, lo que indica un área de acción destructora bastante extensa, y mucho mayor macrosísmica.

37 (bis.)--II.--1428-II-2.--*Olot II M.*--Más violento aun que el del 15 de Mayo anterior acabó de asolar a Olot y a Castellfullit, destruyendo gran parte de lo reedificado. Fué violento en la Cerdaña, Canigó y en el bajo Rosellón. En Barcelona arruinó algunos edificios, con bastantes víctimas, 15 de las cuales perecieron bajo los escombros de una O (rosácea gótica), que había sobre la puerta principal de Santa María del Mar. Hubo procesiones de penitencia, siendo extremado el pavor que causaron estos sismos tanto por su violencia cuanto por su número, y sobre todo por la enorme duración del período sísmico, el que con muy cortas intermitencias abarcó unos 7 años. Villanueva en su *Viaje literario a las Iglesias de España* T. XIV. p. 33. (citado por Calderón), copia un documento bastante largo de la época, que trata de estos sismos y termina con la siguiente frase: *Duravit ista tribulatio usque ad annum MCCCCXXVIII.*

38.--III.--1431-VI-24 (a las 11 h.) *Granada*. dP.--M trae: *Cataluña, Rosellón y, además Ciudad Real, I M.* Esteban de Garibay, XX, Cap. L. (citado por Conde II. 181), dice *hubo gran terremoto, que sintió el Rey en Ciudad Real*, y en la Crónica de Juan II de Castilla por Alvar García de Santa María, Cap. XIII del año 1431. (Colección de Documentos inéditos para la Hist. de España, T. T. 100. 277) se añade: *Estando el Rey en su alcázar de Ciudad-Real, en veinte e cuatro dias del mes de abril de este año que la historia habla (1431) a... (en blanco) horas del día tembló la tierra, y cayeron dos almenas de la cerca (muralla) e del alcázar, e muchas tejas de los tejados de las salas donde el Rey posaba. e abriose una pared en el Monasterio de S. Francisco de esta cibdad e cayeron del piedras de la bóveda de la Capilla de la Iglesia de San Pedro. El Rey lo sintió e saliose al patio del Alcázar.* (VII u VII-VIII) Coincidió con la guerra entre este Monarca y el de Gra-

nada Muhamed Alhaiziri, acabado de derrotar en Alarcos por las huestes cristianas, cuando se sintió este terremoto, al que acompañó un muy intenso ruido sísmico; ambas circunstancias han debido influir en los historiadores musulmanes, quienes lo calificaron de mal augurio y además de terrible, sin duda por haber sido mucho más violento que en Castilla en la parte S. de España que entonces detentaban. Este sismo parece granadino o almeriense, y fué muy violento en Granada y en Almería y bastante notable en Murcia, distante unos 230-250 Km. y 200 Ciudad Real, lo que le hace acreedor al grado III M.

39.--II.--1448-V-24.--*Barcelona y Vallés (Llinás) VIII F.* Adoptamos la fecha 24, en vez de la de 25, que trae F, por ser la que aparece en el *Llibre d' accorts del Concell de Vich* (1421-1451), citado por *Ibérica*, No. 189, p. 98. En el Vallés 108 personas sufrieron graves daños (sic) por las casas destruidas, especialmente en Llinás. El Castillo Nuevo de Barcelona sufrió mucho y entre otros edificios notables el Monasterio e Iglesia de *Madonà Santa Maria del Stany* quedaron derribados. Interesó principalmente la región costera catalana hasta el Rosellón. Los perjuicios fueron grandes, y muchas las víctimas.

40.--III?--1466.--Según el prof. Calderón (c. c.), hubo en dicho año un terremoto, sentido en toda España, si bien poco por Cataluña, el que hizo estragos en el Alcázar de Madrid. Es posible relacionarle con el *terremoto en huracán* citado por Zurita y Caro en sus *Anales...*, como del año 1464, y que cita T, el que produjo destrozos en el Alcázar, la Giralda y otros muchos edificios de Sevilla, y la rotura de 40 arcos de los célebres caños de Carmona, aunque más bien parece tratarse de un ciclón.

41.--II.--1477-XII-16 (por la noche). *Valencia*. Citado por Escolano *Historia de Valencia*, III. 533.

42.--III.--1494.--*Málaga*. P y M no lo citan. En las *Conversaciones Malagueñas* del Pbro. García de la Leña (pseudónimo del Dr. D. Cristóbal Conde Herrera), se dice ocasionó grandes perjuicios, prorrogándose por dos años la franquicia de derechos. De los fueros monarcas se conserva la Real Cedula dada en Medina del Campo, a 30 de Abril de 1494, en la que ordenaban se reparasen los muros y torres del daño que habían padecido por el terremoto. (Conservada en el Archivo Municipal de Málaga, T. I. orig. fol. 178., según el Dr. Morales de Goyena. (*Documentos Históricos de Málaga*, I, p. 104). Probablemente VIII en Málaga, y IX o X en la región pleistocénica, posiblemente la misma que la del gran terremoto de 1884.

43.--III.--1504-IV-5. *Andalucía baja y en particular Sevilla y Carmona. II M.* Los notables trabajos de D. Jorge Bonsor *El terremoto de 1504 en Carmona y en los Alcores*, Bol. de la F. Soc. Esp. de H. nat., Enero-Feb. 1918 y del profesor Hernández Pacheco (Nota adicional a la del Sr. Bonsor respecto al terremoto de 1504 en Carmona y en los Alcores, id. p. 123-126), nos han hecho rectificar la opinión de que este sismo proceda del hundimiento oval lusitano-hispano marroquí del profesor Pereira de Sousa, como indicábamos, si bien con dudas, en el *Ensayo...* p. 10 (92). Trátase de un sismo con epicentro en Carmona, y producido por un movimiento de reajuste de la falla del Guadalquivir, no dejando

las fallas y otras huellas de tan terrible terremoto, conservadas a despecho de los cuatro siglos transcurridos, la menor duda sobre tan importante punto para la Sismología y Geología españolas.

Se ocupan muy en particular del terremoto los historiadores contemporáneos, como Zurita, en su *Historia de Fernando V.* lib. V. cap. LXXXIV, Hernán Pérez del Pulgar, cap. CCI. y el bachiller Andrés Bernáldez, cura de los Palacios y confesor de la reina, en su *Historia de los Reyes Católicos D. Fernando y D.^a Isabel* (cap. CXCIX. *Del espantoso temblor de tierra...* T. II, p. 109 III, de la ed. de Granada, 1856), de la que copiamos lo que sigue, respetando la ortografía del original.

En cinco días de Abril del año de 1504, Viernes Santo, entre las nueve y diez del día, tembló la tierra en España muy espantosamente, e fue el mayor terremoto en esta Andalucía, e fue tan grande espanto que las gentes se caían al suelo de temor, e estaban como fuera de sentido, e fue de esta manera. Fue oído un grande ruido que iba por el aire, e junto con el, todos los edificios, fortalezas, iglesias e casas se estremecieron y dieron tres o cuatro baibenes al un cabo y al otro, uno acostándose hacia el medio día, y otro enderezándose, y esto pareció en las iglesias, porque estaban a la lengua hacia delante...

En la villa de Carmona se sintió este terremoto mas que en toda España, ca fue tan terrible y espantoso, que parecia que todos los edificios andaban en goznes, y la tierra no tenía asiento y cayeron tantos edificios de las fortalezas, de las Iglesias e de las casas, que de aquí a cien años no se restauraran ni haran, y cosas quedaran en testimonio de ello, mientras la villa durare. Cayó la Iglesia de Santa Maria de Gracia, que es Monasterio de los frayles de San Isidro, fuera de la villa, e mató dos frayles. En la villa de Carmona, como por cada parte cayeron casas, murieron algunos, e duró allí un gran rato el terremoto, de manera que andavan los hombres e las mugeres por la villa, abrazándose unos con otros, enojados, sin sentidos, perdida la color, como gente de otra vida, que con el espanto pensaban era la fin del mundo; e cesando el terremoto, buscaron y enterraron los muertos, e curaron los heridos, e quedó de daño hecho en la villa de valor de mas de veinte cuentos de maravedís. E en algunos lugares de cerca de Guadalquivir, desde Alcalá del Rio arriba, fue de la manera de Carmona, así como en Castellana, Tozina y Pa'na, fue en toda Castilla y en Medina del Campo, por donde estaban el Rey y la Reina, también fue grande espanto ..

En el desastre de 1504 perdió Carmona cuatro de sus cinco puertas del recinto amurallado, grandes trozos fueron rodando a la vega, y en el Alcázar principal los desperfectos fueron muchos e importantes, cayéndose algunas torres y partiéndose otras. A la derecha de la Plaza de Armas por el S. se observa hoy un hundimiento del terreno con 50 metros de muralla, dejando en

el suelo una profunda grieta, de un metro de anchura. El descenso fué, en este sitio, de 1,80 m., notándose, además, una desviación lateral de E a W, de 1,40 m.

La orientación de la falla en el alto del Alcázar, es de E a W, pero después casi por un kilómetro sigue la dirección SE a NE. La grieta mayor en la caliza dura, que forma allí el suelo, mide hoy 6.6 m. de ancho en la parte superior, y 3,5 en el fondo (a unos 8m de profundidad)

En la importante necrópolis del Acebuchal, sita 3 km al W, se notan profundas grietas que han destruido varias sepulturas y silos, y una de estas, que aparece en la superficie del suelo por unos 200 metros de largo en roca viva y con anchura variable entre 0,5 y 1,5 metros, conserva aun, a pesar de los años transcurridos que tanto favorecen los rellenos etc., tal profundidad, como para que desapareciesen en aquella sima tres ovejas, cuando las exploraciones del Sr. Bonsor, quien presencié el hecho, y vió sacar dos a costa de grandes trabajos, mientras que hubo que abandonar la tercera, por no poder llegar el pastor al fondo de aquella hondonada. Estas últimas rajadas en unión de otras más antiguas, si bien posteriores a la dominación visigoda, así como numerosos desprendimientos de rocas, algunos prehistóricos, como la *Peña del Sacrificio* del Acebuchal, indican presentarse en aquella región, aunque de tarde en tarde, violentísimos terremotos, que bien merecen el calificativo *IIIM*.

En Sevilla hubo salida de las aguas del Guadalquivir, choque violento de algunas embarcaciones con otras y mortandad en los peces. Tocaron las campanas solas y hubo bastantes edificios destruidos con algunas víctimas. Hubo hundimientos notables en el terreno, salida de agua y fango por las grietas y por agujeros redondos (*craterlets*), y se enturbiaron las aguas en los pozos, en particular en Almadén y Cazalla. En Medina del Campo a unos 500 kilómetros del epicentro todavía causó intenso pánico, y en los Palacios, no mucho más cerca, alcanzó el grado VII F. M. Destructor en los Algarves y muy violento en el N. de Marruecos, Málaga y Granada, todavía muy notable en Murcia.

1504-VI-21.—*Sevilla*.—Entre las muy numerosas réplicas que necesariamente hubo de tener el terremoto anterior, cita el Ldo. Espinosa en su *Historia de Sevilla* p. 79, que en día antes indicado, y a las once de la noche *se estremeció la tierra tres o cuatro veces horriblemente* y con gran pánico. No hubo desgracias, ni daños materiales importantes.

44-VI-1504-fin del Otoño.—*Portugal*.—I M, dP.

45.-III.-1522-IX-22.—*Almería*.—No lo traen ni M ni L, mientras que Casiano de Prado dice asoló a Almería, y P§ lo califica de uno de los mayores terremotos que se hayan sentido en España, añadiendo el que produjo destrozos en las comarcas de Granada, Almería, Baeza y Guadix. Sandoval en el tomo I de la *Vida de Carlos V* trae lo siguiente: *En estos mismos días, podía ser mediados de septiembre, en el reino de Granada hubo un temblor de tierra, el mayor y más furioso que nunca los hombres vieron, ni se habla que en este tiempo haya acontecido; porque pasó así, que en la ciudad de Almería derribó la fortaleza y casi todas las torres y muros de la cerca de la ciudad y la iglesia mayor y todos los otros*

templos, con ser los más de ellos de fuerte y excelente labor..... Según el insigne humanista y embajador de Venecia a Carlos V, el, como entonces se decía, Magnífico Micer Andrés Navagiero, en su *Viaje por España* (ed. Fabié, Madrid 1879, p. 300): *el río de Almería se secó y de la cima de un monte, en parte donde no había gota de agua, mandó un nuevo río, que se llevó después por el antiguo cauce, supliendo así al primero, y el dicho río arrastra en su corriente piedras labradas y otros materiales, de suerte que se conoce que cuando viene bajo tierra atraviesa cimientos de edificios. Se resintieron con el terremoto y se arruinaron muchas torres y casas y pereció no poca gente. En Marchena se arruinó el castillo...*

46.-II.-1523. — *Valencia*.—Escolano, III, 591 ni precisa más la fecha, ni añade otros datos.

47.-III.-1526-VII-4.-*Granada* T.—Estando el Emperador en Almería con su corte y con ella Navagiero, hubo otro terremoto, pero mucho menor que el de 1521, el que cita Pedraza en su *Historia eclesiástica de Granada* (1639). El Dr. Velázquez Echevarría, en sus *Paseos por Granada*. P. XXXIII, 264 (1767), dice, que hizo caer muchas torres de la ciudad, y entre ellas la llamada Turpiana (de tan poca envidiable celebridad, por lo de los *plomós apócrifos*) de la que se desprendió una campana, la que vino a caer a su pié.—Probablemente VIII F. M., y sismo granadino y no almerieuse.

48.-VII.-1531-I-236.—*Portugal y España* -1500 casas destruidas en Lisboa, o sea el 25 por 100 de las que había entonces, según P.; destructor también y con víctimas en otros sitios de Portugal y de España y Marruecos, y violento hasta en Santander (700 Km.). Muy notable en Málaga, Granada, Almería y Murcia. Sentido hasta en el Cantón del Vaud y en Flandes (1600 Km.). Mar muy agitada. Epicentro submarino.

49.-III.-1533.—*Almería* (Diccionario. ., Montaner).—Fuerte terremoto que cerró las fuentes de Alhama la Seca, motivando el abandono de la dicha población, según Casiano del Prado. Otros terremotos las hicieron reaparecer al cabo de unos treinta años, repoblándose a poco.

50.-VI.-1551-I-28.—*Portugal, Lisboa II M.*—Se hundieron unas doscientas casas en Lisboa, según P. murieron allí más de dos mil personas, cifra excesiva de ser exacta la anterior.

51.-III.-1558-XII-19-30-31.—*Almería* (D).—Intensísimas sacudidas.

52.-III.-1556.—*Granada*.—Según un manuscrito de fines del siglo XVI, intitulado *Historia suscita y compendiaria del Colegio de Granada*, que se conserva en la biblioteca de la Universidad de Granada, obra anónima a la par que inédita debida a un Hermano Coadjutor de la Compañía de Jesús, sagaz observador y testigo, cuando no parte, de los hechos interesantísimos que relata, hubo dicho año numerosos y violentos terremotos durante varios días con inmenso pánico fomentado por algún predictor de catástrofes a fecha fija. Las gentes abandonaron sus casas y se refugiaron en los campos, fuera de las torbas que invadieron las iglesias, y entre ellas la nuestra de entonces, ansiosa de poner a buen recaudo sus almas; ya que daban por cierta la pérdida de sus vidas. Aquella noche no pasó nada, fuera de un par de sacudidas más alarmantes que peligrosas,

y el período sísmico terminó con daños más o menos considerables en muchos edificios y rotura de infinidad de objetos, pero sin desgracias personales, fuera de alguna contusión menos importante. Resulta muy posible que estos sismos fuesen almerienses, y tuviesen relación con la reaparición de las fuentes de Alhama la Seca (v. s. N.º 49).

53.-VI.-1575-VI-7.-*Lisboa, mgP.*

54.-III.-1580-IV-19.-*Almería (D).*—Si este sismo es el mismo que se sintió en Cornellá (Pa. de Gerona) (*Curiosidades*, (revista de Gerona), año VI p: 468, cit. por el prof. Calderón, o. c.), debió ser violentísimo en su área pleistocénica, dada la distancia que media entre ambas poblaciones. En los libros parroquiales de Cornellá (en catalán), consta *hubo muy grande terremoto a tantos (sic) de Abril, pero no duró más que un paternoster (15-20 segundos) y aun no tanto.*

55.-III.-1581-VI-18.-*Málaga l. II.*—Averías muy importantes en los Mártires, Palacio Episcopal, y otros muchos edificios y casas; caída de varios trozos de murallas; pánico intensísimo. (Conversaciones malagueñas, IV, 22), (VIII, probablemente). En Granada causó bastantes desperfectos, y aun derrumbó algún edificio ruinoso (VII). No lo citan ni P ni M.

56.-III.-1587-XI.-*Algarve oriental.*—Desastroso, principalmente en Loulé.

57.-I.-1597.-VII-28.-*Lisboa, dP.*—Hundimiento completo de un gran peñasco, sobre el cual asentaba la Iglesia de Santa Catalina de Monte Sinai y 110 casas. M lo califica de II, siendo así que si el número de víctimas fue considerable, el área macrosísmica hubo de ser muy restringida, por ser relativamente pequeño el trabajo desarrollado por el tal derrumbe, causa aquí de la catástrofe, y producido por la disgregación de las rocas:

58.VI.-1598-VII-8.-*Lisboa,*—Violento, P§.

59.-II.-1599-I.-*Gandia (Valencia) (D).*—Ruina de alguna casa y otros edificios en Gandía y sus alrededores, y en particular del Convento de San Jerónimo de Cotalúa (VIII). Intenso pánico.

60.-II.-1615.-*Onteniente (Valencia) (D).*

61.-II.-1620.-*Alcoy (Alicante) (Escolano, III, 735)*

62.-III.-1624-V-11.-*Sevilla, gP.*—Intenso pánico, P§.

63.-II.-1628-VI-5.-*Barcelona V F.*—Lo retenemos, a pesar de su poca importancia en la Ciudad Condal, por haber debido pasar del grado VI en su epicentro.

64.-II.-1654-X-20. (De madrugada).—*Menorca.*—En Alayor muchas casas desplomadas, con numerosas víctimas, habiendo sido tal el estragó, que se ordenó a los alfareros fabricar únicamente tejas, hasta que se volviesen a techar de nuevo las casas. Destruyó totalmente la iglesia de San Lorenzo de Binixeus, a unos 5 km. al NE. de Alayor. En el informe al Rey se habla del *lastimoso suceso que el año 1664 sucedió en aquella isla del uracan que se levantó en el mar y con terremoto espantoso entrando por una parte de la Isla salió por otra arrancando robles y demás árboles y derribando hasta los simientos todas las casas y edificios que topó en que murieron muchas personas* (IX F. M.) (Prof. Dr. Fontseré, *Nota suelta de Sismología Balcar*, (N. B.).—Nos lo hace muy sospechoso lo

del *uracán* (sic), y es posible se tratase de un espantoso ciclón (notables, por cierto, en eso de echar abajo las cubiertas de las casas), por el estilo del de Sevilla de 1464, citado por Zúñiga y Caro, en los *Anales*...., y que produjo destrozos en el Alcázar, la Giralda y otros muchos edificios; rompió cuarenta arcos de los *Caños* de Carmona, arrancó muchos árboles, trasponeando algunos por encima de las tapias, y hasta hizo *volar buen trecho una carreta con la junta de bueyes*. Es posible, sin embargo, se trate de un verdadero sismo, y el arrancamiento de árboles no deja de presentarse en los auténticos, registrados a varios millares de kilómetros (v. s. Oddone *Il terremoto dell'Alta Valle del Tevere* Bol. Soc. Sism. Ital. XXI, I-2, lám. I y IV).

65.—II.—1656.—*Pa. de Valencia* (D).—Gran terremoto; en la villa de Ademuz, derribó la Iglesia, y más de 40 casas, y hubo muchos heridos (VIII, y aun tal vez IX).

66.—II.—1660-III-18 (a las 14, repitiéndose el 19, 26 y 28 (por la noche).—*Mayorca*. Más fuerte en Campos. En Palma cayeron dos arcos de la Catedral, cerca del frontis (VII, por lo menos). Prof. Fontseré, o. c.

67.—III.—1680-X-9 (7 1/2 h).—*Málaga*. L, T, H.—Según M y T, se sintió en toda España, pero con mayor violencia en Málaga, calificándolo M de II, y asignándole, equivocadamente, al año 1679. Según L destruyó en Málaga 852 casas, dejando inhabitables 1259 y otras tantas muy averiadas, cifras que constituyen respectivamente, el 20-34 y 34 por 100 de las entonces existentes, y le asigna allí el grado IX. Según relación impresa contemporánea (impresos que recogió el P. Pedro de Montenegro, S. J. (1619-1684), y conservados, en unión de sus manuscritos y publicaciones, y de otros trabajos más recientes, en la Biblioteca de la Universidad de Granada, formando el todo 30 tomos in-fol., la torre de la Iglesia de los Trinitarios al caer desplomó el claustro, el barrio del Perchel quedó asolado, y se derrumbó la torre de la Iglesia de San Juan, así como muchas almenas de la Alcazaba y del Gibralfaro. Hubo alguna víctimas, aunque pocas, en relación al número de edificios destruidos, y un pánico tal, que las gentes se refugiaron en la playa, sin cuidar muchos del vestido. En la bahía, a pesar de hallarse el mar tranquilo y el cielo muy sereno, sintieron a bordo fuertes estremecimientos, como si pasaran por un bajo (V Rudolph). Grandes destrozos en las poblaciones cercanas, y en particular en Alaurín, Cómpeña, Cartama y Alora, y menos en Autequera y Ronda, y además notables quebrajas en el suelo, y corrimientos de terrenos por la falda de los montes.

En Sevilla hubo bastantes averías en los edificios, y algunos heridos.

En Granada, el mismo P. Montenegro, S. J. que lo sintió, dice *duró 40 segundos, produjo gran pánico y aunque no hubo hundimientos, no quedó edificio que no sufriera algo* (VII).

68.—VI.—1699-X-27.—*Portugal, mg. P.*—Fueron muchos, y muy fuertes, sin causar daños notables, P 5. El principal corresponde a la fecha indicada, y se sintieron todo el mes.

68.—III.—1714-XI-4 (20 1/2 h).—*Sevilla y Granada, T.*—Repitióse el día siguiente, a las 2 y 3/4.

70.--III.--1715-IV-II.--*Sevilla y Granada, T.*

71.--III.--1719-III-6.--*Algarves, dP, II M.*---Sentido en toda la costa del Algarve occidental, en la región de Villa Nova de Portimao-Lagos. Destrucción parcial de varias casas y otros edificios, con tres víctimas: Formidable ruido sísmico, que venía del mar, sin maremoto. (Prof. P. de Sousa, *Sur les megasismes du XVIII siècle dans les environs de l'effrondement en ovale lusitano-hispano marrocaïn*, Comptes rendus de l'Acc. des Sc. de Paris, T. 163, p. 709 (4 dec. 1916).

72.-II.-1721-III-24.—*Isla de Majorca, I. M.*—En Selva derribó varias casas, oyéndose al mismo tiempo ruido subterráneo. Aunque los campos estaban inundados, las aguas desaparecieron inmediatamente después del terremoto (Prof. Fontseré, l. c.) (VIII F. M. y aun tal vez más en algún punto).

73.-III.-1722-XII-27.—*Algarve oriental, dp, IIM (Portugal, Villanova y toda la costa S. del cabo de San Vicente. El mar se hallaba agitado: Albufeira, Loulé, Silves, Faro, Tavira.*—Según P (o. c.) este temblor parece haberse propagado principalmente a lo largo de la línea sismo-tectónica Albufeira-Estoy-Tavira-Villa Real de Santo Antonio-Castro Marín, a lo largo de la costa. Hubo algunos muertos y destrucción de muchos edificios. X en Tavira, IX en Faro, VIII en Loulé y Lagoa, VII en Vila Nova de Portimao. Desviación y desaparición, entre grandes rajadas del suelo, de los riachuelos de Tavira y Faro, quedando algunas pequeñas embarcaciones en seco. No hubo maremoto.

74.-II.-1723-III-23 (6 3/4).—*Valencia.*—Destructor, T. (En la *Bibliografía general de terremotos y temblores* del Conde de Montessus de Ballore, 280-281, figura con el N.º 1718 una monografía anónima sobre este terremoto, y con el 1719, Carrasco Estevan, Félix. *Relación de las ruinas causadas por los terremotos en Valencia, 23 de Marzo 1723 y 2 de Abril 1748.*

75.-II.-1724-II-Gandia (Valencia), T.

76.-III.-1724-I-27.—*Sevilla.*—Con esta fecha, y la denominación de *megasismo del estrecho norte-bético* (aludiendo a épocas geológicas no muy lejanas, indica P, tomándolo de «*A Gazeta de Lisboa*», de aquel tiempo: *hubo un terremoto, el que se hizo sentir más principalmente en la zona sísmica de Sevilla; hubo casas destruidas, sobre todo en la Parroquia de Todos los Santos, detrás de S. Juan de Dios.* Se nos ofrece ser posible hubiese exageración notable, ya por parte del correspondiente sevillano, ya por la redacción de *A Gazeta*... a pesar del carácter oficial de la dicha publicación mensual, pues T no lo cita, con traer otros muchos, sobre todo en la *Relación*... del Marqués de Villa Panés, el *Despertador y recuerdo de dormidos* de D. Pablo Rodríguez González Ossorio, y la *Prevención espiritual para los Temblores de Tierra, dispuesta por un Devoto este presente año de 1755.* a pesar de haber sido todas impresas en Sevilla 31 años después.

77.-VI.-1724-X-12.—*Portugal. Lisboa. I M.*

78.-III.-1732-I-10.—*Sevilla, I M.*—No debió ser muy violento, por no traerlo los autores antes citados.

79.--III.-1743-III-9.—*Murcia.*—Varios edificios de la capital quedaron arruinados (R. S.-Lozano y A. Marín *Estudio relativo a los terremotos ocurridos en la Provincia de Murcia en 1911*, (Bol. del Inst. Geol. de España, T. XXXII, p. 179-214, fig. 7).

80.-III.-1746.—*Murcia*.—Produjo notable pánico, y quebrantó varios edificios. (o. c.)

81.-II.-1748-III-23 (entre 6 y 7.—*Valencia*.—P, T. y Escolano lo ponen a 22 o 23 de Marzo, y Carrasco (o. c.) a 2 de Abril; adoptamos la fecha que trae en su página 77 el *Mercurio Histórico y Político* de Marzo de 1748, de quien es la hora, y lo califica de *notable estrago ocasionado por un terrible temblor de tierra en diferentes pueblos, con muerte de muchas personas y ruina de edificios*. Según T hubo muchos templos arruinados, y no pocas víctimas, siguiéndole gran número de réplicas. Con esta ocasión eligió la ciudad de Valencia por patrono a San Francisco de Borja, lo que indica fué allí lo menos VII F. M. En Montesa se rajó la peña sobre la que se erguía el famoso Castillo-Convento de los Caballeros de igual nombre, con lo que quedó al rás, con algunas víctimas (X). Es notable lo haya omitido M, con ser, hasta la fecha, el más notable de todos los sismos valencianos, si exceptuamos, tal vez, el del año 349 (a. de N. S. J-C), envuelto entre las sombras de la antigüedad.

82.-III.-1748-X-7 (2h.).—*Granada y Sevilla*.—Repitió dos veces.

83.-III.-1750-V-9.—*Huelva D*.—Arruinó la Iglesia de Ntra. Sra. de la Concepción. No lo citan ni M ni P.

84.-IV.-1751-V-9.—*Portugal (Traz-os-Montes) Torre de Moncorbo, I M*.

85.-IV.-1751-XII-19—*Portugal, en las desembocaduras del Mondego y del Vouga. Aveiro, II M*.

86.—VI.—1755-1 (1 Oh.)—*Gran terremoto de Lisboa, dP, III M*.—Terrible sismo, destructor en buena parte de Portugal, España y Marruecos. Olas sísmicas que causaron en las costas más víctimas que el derrumbe de los edificios. Epicentro submarino, y probablemente el mismo que el del terremoto del 26 de Enero de 1531, con el que guardó gran semejanza, si bien su área de sacudimiento fué algo más extensa, unos diez y seis millones de kilómetros cuadrados, según el Prof. H. F. Reid (*The Lisbon earthquake... Bull. Seism. Soc. of America, June 1914*), esto es 27 veces la extensión superficial de la Península Ibérica, dado que se sintió efectivamente hasta en Hamburgo, distante unos 2500 kilómetros. Según P. autor de varios importantes trabajos sobre este terremoto (*Ideia geral dos effeitos do Megasismo de 1755 em Portugal*) se ha exagerado mucho el número de víctimas que produjo, sobre todo en Lisboa, donde fueron unas 4000, según sus cálculos. En España los derrumbes de edificios y casas a penas costaron la vida a 50 personas, pereciendo muchas más a consecuencias del maremoto.

Extraclaremos y aun copiaremos algunos párrafos referentes al sismo del Diario Oficial de Madrid de entonces, o sea del *Mercurio Histórico y Político*, así como lo referente a efectos del sismo sobre el terreno, por considerar a estos últimos de los más dignos de estudio.

En Lagos, de diez iglesias no quedó ni un altar, y murieron muchas gentes, y entre ellas 36 religiosas. La barra se cerró con los montones de escombros, tanto de las casas derruidas, como de las murallas, habiéndose abierto naturalmente otra boca distinta.

En Cádiz, dentro de la ciudad, hubo 7 muertos, y de 16 a 18 en el camino de la Isla (San Fernando), y algunos más por otros sitios, por el terrible maremoto que inundó principalmente el barrio de la Viña, y algunos trozos de la carretera.

De Huelva se decía que habían perecido los más de los pescadores de la costa, en número sobre 2000 personas, casi todos en las Jábegas de la Sardina, por la Tula etc. siendo de 130 a 150 de ellos vecinos de la misma Huelva. Estos datos vienen bien con los de la *Relación verídica del terremoto... en la ciudad de Ayamonte... impresa por Joseph Padrino* (Sevilla 1755), la que contiene muchos datos curiosos, razonablemente expuestos, si bien queda muy por bajo de los 3000 ahogados en Trigueros y en sus alrededores, de que habla otro curioso documento contemporáneo, también impreso en Sevilla, las *Coplas del terremoto acaecido en Sevilla, en Cádiz, en Lisboa, en Trigueros, Huelva y Orán, compuestas por Antonio Muñoz del Toro*.

Copiamos del *Mercurio*... «En la Dehesa de Montañina, término de Bollullos, rebentó en la fuerza del Terremoto una columna o begiga de ayre, que dexó abierta una boca de 30 a 40 varas de circunferencia, cuyo fondo no se alcanza a ver.

En el Palacio del Duque de Bejar, en Gibráleon, otra, aunque no tan grande, pero con un espantoso estrépito; y en la Isla de Saltes, o la Cascajera, frente de esta Villa de (Huelva), otras varias, habiendose notado, que toda el agua que arrojó el Mar, se sumergió por ellas, y se van cerrando (Ayamonte p. 78). Por diferentes partes se observó abrirse la tierra, (p. 75), y por sus bocas (especialmente en las Marismas), salían crecidas porciones de Agua...

P. 80. Por los Entierros que se han hecho en esta Ciudad y pueblos inmediatos de la misma Costa de Redondela y Lepe, así en sus Iglesias como en los Campos y Playas, se regula, y tiene por cierto pasan de 400 los muertos, y entre ellos dos Religiosos, que hacían de Capellanes en dichas playas»,

Tuvo este terremoto numerosísimas réplicas, de las que van a continuación las más principales, y duró, según los diversos observadores, de cinco a diez minutos, cifra esta última a la que se inclinan los más.

86.-VI.-1755.-XI.-8.— *España y Portugal*.

»» »» »»--17 o 27.—L da las segundas fechas y las horas, coincidiendo las suyas con las de otros, lo que no ocurre con las de M (10 1/2)

»» »» --19 o 29.—El terremoto del 27 causó inmenso pánico en Málaga, por temerse un maremoto, que no hubo. En general se aprecian las réplicas como mucho mas intensas que lo fueron realmente.

»» »» »» XII-3-8-11.—De estas violentas réplicas, la última lo fué mucho en Sevilla, según T.

»» »» 25.--*Lisboa y los Algarves. IIIM.*--Violentísimo en Sevilla, y de tres minutos de duración.

»» »» 1756-II-18.--*Portugal*. Transcribimos en inglés, y sin cambiar nada la curiosa cita de Milne, que dice: *The Alps, parts of France and*

Germany, Netherlands. England, Portugal, Liege, Cologne, IM. Como resulta inverosímil que un solo terremoto I M haya podido sentirse en un área tan enorme, con la particularidad de haber sido más fuerte que en otras partes en Lieja y en Colonia, esto es en uno de los bordes de la misma, precisamente el opuesto a Lisboa, de admitir la realidad del hecho se imponen tres terremotos: uno inglés, otro portugués (muy probablemente réplica del grande de Lisboa), y otro tercero, con epicentro en el Eifel, hipótesis plausible, pero nada más.

86.—VI.—1755.—III-11.—*Portugal, Lisboa, IIM.*

» » ».—XII-4.—*Portugal, Cascaes, Cintra, Colares, Orizat (sic), Oezimbra, IIM.*

» ».—1757.—III-18.—*Portugal, Lisboa, Cascaes, IIM.*

87.—VI.—III-1761—III-31.—*España y Portugal Lisboa y Oporto IIM.* Según M sentido hasta Madrid, Burdeos, Amsterdam, Cork (Irlanda), Funchal (Madera) y Santa Cruz de Mar Pequeña. El área macrosísmica parece excesiva, para un solo terremoto, que no citan ni P, ni L, ni H, ni el *Mercurio Histórico*... Posible fuesen varios. Según P § se sintió principalmente en Beja, como VIII FM.

88.—III.—1762—XI-6.—*España (Aquila (sic), IIM.*—¿Será Aguilas (Pa. de Murcia)? De todos modos su clasificación como II es exagerada, y el sismo dudoso como destructor.

89.—VI.—1772—IV-5.—*Portugal Lisboa, IIM.*

90.—III.—1773—IV-12.—*España y Africa, Cádiz, Puerto de Santa María, Puerto Real, Lisboa, Madrid, Málaga, Salé y Tanger. IIM.* No lo traen ni L ni P, si bien es posible haya sido el 1783 g de este último, y que haya habido error en la fecha. Adolfo de Castro, en su *Historia de Cádiz* tampoco lo cita.

91.—II.—1773—7 y 8.—*Palma de Mayorca.* (Prof. Fontseré, o. c.).—Ligero temblor, según Campaner, quien dice: *se sintió en Palma un ligero terremoto: las oscilaciones, semejantes a un ruido sordo, corrieron de Norte a Sur y duraron algunos segundos. Sintióse más en algunos puntos de la ciudad que en otros. Asustáronse mucho las Religiosas de San Gerónimo y hubo que sangrar a varias de ellas. No hubo desgracias ni notables desperfectos. El día siguiente se sintió de nuevo el temblor de tierra.* Por asustadizas que fuesen aquellas buenas monjas, el temblor hubo de pasar del grado V (VI, y aun muy probablemente llegar al VII), para necesitar la aplicación de tan suave *anti-espasmódico*, como el que se les propinó.

92.—III.—1778—XI—(12-13-14).—*España, Granada, IM.*—Según D. José Ponce de León, Catedrático de la *Escuela Químico-Botánica* o como hoy diríamos Facultad de Farmacia de Granada, el que publicó en 1806 una MEMORIA SOBRE LOS TERREMOTOS se vió aquella ciudad muy afligida por los repetidos y frecuentes movimientos con que la tierra se sacudía desde el 13 de Noviembre en adelante; pero todos ellos eran de poca duración. Su fuerza, a excepción del primero y segundo, no era considerable, ni tampoco pareció ninguno de los edificios».

93.—III.—1787—VII-17.—*Mula (Pa. de Murcia).* Muy notable, abriéndose una cima de 80 palmos de circunferencia; de mediana fuerza en Murcia (Lozano y

Marín), o. c. (los datos anteriores a 1911, están tomados de la *Huerta de Murcia* de D. Pedro Díaz Casou).

94.—III-1790-X-9.—*M. le asigna el 8, y añade: Costa S. de España y N. de Africa, a la 114, Orán, Cartagena, Málaga, Santafe y Malta, II M.* Según D, este terremoto y su violentísima réplica del 23 del mismo mes (no citada por M, ni por el *Mercurio*...) arrasaron a Orán, y fueron notables en Almería. Ponce de León, o. c., dice haberlos habido muy frecuentes en el dicho año de 1790; lo que nos inclina a admitir al temblor del 23, en unión de otros no citados, un epicentro granadino.

El *Mercurio Histórico*... de Nbre. 1790, pág. 616-617 (del que es la fecha adoptada), dice se desplomó casi toda la ciudad de Orán, repitiéndose hasta 20 veces el terremoto, con pequeños intervalos. Hubo 2000 víctimas, y entre ellas el Comandante General interino, 22 oficiales y 203 soldados, indicando los nombres de algunos, los cuerpos a que habían pertenecido y las bajas correspondientes a cada uno de éstos lo que le presta un carácter de exactitud nada frecuente aun en nuestros tiempos, avalorado más aun por su carácter de publicación oficial, y en asunto bien ajeno a cuestiones políticas. La ruina y desolación fueron tales, que los meros fronterizos creyeron poder apoderarse de la plaza mediante un asalto repentino, el que fué bizarramente rechazado con tremendas pérdidas. Ciertamente merece el grado IIIM, y no el II, y con mayor razón si efectivamente fué ese terremoto el que se sintió también en Malla, situada a enorme distancia.

95.—VI.-1791... *Lisboa, gP.*

97.—II.-1798-VIII-12 (a las 14'51).—*Provincia de Gerona.*—Tuvo réplicas el 13, a las 23 12, y el 15, a las 0. Tomamos del Prof. Fontseré el siguiente párrafo: *Bolós lo cita como sentido en Olot, y también consta como sentido en Gerona, en los archivos municipales de esta última. La sacudida fué esencialmente fuerte en la costa de la provincia de Gerona (¿grado VI?), citándose el hecho en Malgrat y en otras poblaciones: Bolós cree fué muy distante y seguramente por bajo de los mares. En Caldas de Malavella está citado este temblor y sus réplicas...* (Catálogo provisional de terremotos catalanes, ocurridos en los siglos XVIII y XIX, *Mem. de la R. Acad. de C. de Barcelona, XIII, N.º 18,5*).

97.—VI.-1800-II-26.—*Portugal, Lisboa IM.*

98.—III.-1801-VI-20.—*Granada.* Debió ser muy notable, pues P. de León escribió con ese motivo su antes citada *Memoria*... la que no publicó hasta fines de 1806. Dice se sintió *el 19 de Junio a las doce y algunos minutos*, o sea el 20, según nuestra manera ordinaria de contar.

99.—III.-1802-I-17.—*Torre de la Mata y Torrevieja (Ca. de Alicante), IM.*

100.—III-1803-III-11.—*Almería, D.*

101.—III.—1804.—1-13 (a las 17 38).—*Las Alpujarras.* (Ponce de León).—Le siguieron otros muchos el mismo día y en los siguientes. Hizo muchos estragos en la porción indicada de la provincia de Granada, y en la misma capital quebrantó la Catedral, según el autor que citamos, y produjo averías importantes en buen número de edificios, y entre ellos el magnífico templo de Nuestra

Señora de las Angustias, cuya media naranja se rajó, cayendo la cruz que la remataba (H). Sentido en Andalucía, D.; M. no lo trae, a pesar de que fué VIII en Granada, y a flo menos IX en algún punto.

102.—III.—1804-II-18.—*Almería, D.*

103.—III.—1804-VIII-25.—*Granada, Almería y parte de Murcia y Málaga, Castel del Pópolo o Castillo, Enix, Dalias y Roquetas, IIM.*—Dalias quedó asolada con muerte de 162 personas (X.F. M.), y los daños sufridos en otros pueblos de la de Almería fueron tales, que a muchos de ellos se les eximió por un año de toda contribución. En Granada P. de León lo calificó de *muy grande y largo*, indicando lo primero que ciertamente no pasó del grado VII, y aun probablemente del VI.

103.—III.—1804-IX-16.—*Granada IM.*—Lo más probable es que se trate de una fuerte réplica del anterior, no muy notable, por no citarla P. de León. Si atendemos a lo ocurrido cuando el temblor del 16-VI-1910 del mismo epicentro, aunque dos grados menos intenso en su área pleistosista, el número de réplicas debió pasar de un centenar, de ellas lo menos una docena sentidas en Granada distante unos 80 kilómetros del epicentro probable.

104.—III.—1806.-X-27.—*Santafé (Pa. de Granada).*—M trae:—1806-XI-1.—*Granada IM.*—Según P. de León, desde el 4 de Agosto del mismo año se venían sintiendo terremotos muy molestos en Santafé, de los cuales los más fuertes se percibían también en Granada y Loja, hasta que el 27 de Octubre a la madrugada se sintieron dos temblores, no muy violentos, a los que siguió uno a las 12 1/2, con *fuerte sacudimiento con dos movimientos verticales, a que siguieron otros dos horizontales acompañados de una gran trepidación y de un ruido formidable. Se sintió este temblor en Málaga, Loja, Almuñécar, Guadix y otros pueblos distantes, de suerte que puede asegurarse que su impulso conmovió la superficie de 900 leguas cuadradas. A su esfuerzo cayeron Santa Fé, Iinos, Asquerosa y Ansola, quedando en ellos muy pocos edificios habitables: parte de Chauchina y Belicena, y los edificios de Granada muy consentidos (resentidos).* Fué lo menos II M, si no III, y alcanzó muy probablemente el grado IX, y aun el X. Se abrió una hendidura (falla) desde *el pie de Sierra Elvira, que mira á Santafé, hasta más allá del puente de Pinos (Pinos Puente)*, según el catedrático granadino, que venimos citando, hecho que veremos repetirse, si bien en menor escala, cuando el terremoto semi-destructor del 31-V-1911, el más violento de los procedentes del mismo epicentro desde 1806, si bien durante este período sísmico antiguo el temblor principal no se presentó sino después de mucho tiempo (casi tres meses) de iniciado, mientras que en el casi reciente el primer temblor fué con mucho el más violento.

105.—VI.—1816-II-2.—*Lisboa.*—A. Sieberg, en su *Handbuch der Erdbebenkunde*, 27, cita este terremoto entre los más notables, y añade hubo maremoto. No lo mencionan ni M ni P.

106.—II.—1817.—III.—18.—*N. de España de Santander a Tarragona, en la Rioja, Vizcaya, Aragón y Cataluña, (mayores daños) en la Rioja, Arnedo, Arnedillo y*

Loqroño, IIM.—El Conde de Montessus de Ballore (*Les Tremblements de Terre* 303), le asigna Mayo por fecha, y añade haber sido violento en las inmediaciones de Calahorra. F no lo cita entre los macrosismos catalanes.

Paréce exagerado el grado II que le asigna M, pues aunque se trate de un sismo notable, esto más por la extensión de su área de sacudimiento sensible, notablemente alargada NW. a SE. que por su violencia, pues no parece excedió del grado VII en ninguna parte.

107.-III.-1821-X-8.—*Murcia.*—Ese día se inició una serie de temblores, cuyos efectos se observaron por 26 días en la misma Murcia y en varios pueblos de su provincia, según los Sres. Lozano y Marín (o. c.).

108.-III.-1822-VII-29.—*Granada, IM.*—Según D también se sintió en Almería.

109.-III.-1823-I-10.—(*Murcia y Valencia, Orihuela, Cártagena y Alicante (sic). IIM*—Notable en Murcia (D).

110.-III.-1826-V-16.—*Granada, IM.*—Según H fueron muchos los temblores, y el más violento de todos uno de los de la noche del 16, cuando ya había días que se venían sintiendo sacudidas. El pánico fué intenso e insignificantes los daños materiales. (VI, o a lo sumo VII).

111.-II.-1827.—*Mayorca.*—Este temblor hizo caer algunos objetos al suelo y aun muebles (VI) en Sinen, habiéndose sentido en otros pueblos del centro de la isla de Mayorca. (Prof. Fontseré, o. c.).

112.-III.-1828-X-14.—*Torrevecija.*—Desde el 14 de Septiembre de 1828 hasta el 7 de Junio de 1829 hubo una serie de movimientos sísmicos que arruinaron por completo a la dicha población, y a sus vecinas Guardamar y Torre de la Mata, produciendo notables daños en otras y en muchos caseríos, también de la Pa. de Alicante, y aun de la de Murcia. Primero se sintió un pequeño temblor a las doce, y a éste siguió el más violento de todos a las 18 50, y a continuación réplicas tan continuadas que hubo quien contó cuatrocientas hasta el amanecer del siguiente día, y de treinta a cuarenta en cada uno de los días 15, 16 y 17. De cuando en cuando se presentaba un terremoto destructor, entre los que se cuentan como más notables los del 21 de Marzo y 11 y 18 de Abril de 1829, con lo que las ruínas aumentaron sobremanera y con ellas el terror, y quedó la región desolada.

Hubo en Torrevecija y en los pueblos circunvecinos 839 muertos y 375 heridos graves, con 57 ermitas arruinadas, 4 puentes y 96 molinos destruidos, 2965 casas asoladas y 2396 quebrantadas. (Lozano... o. c.) Fue preciso reedificar a Torrevecija, Guardamar y otras poblaciones, que se hizo con sólidas casas de un solo piso, y anchas calles a cordel.

En la huerta de Murcia quedaron arruinados sobre 3500 edificios, según Sieberg (o. c. 27). M trae lo siguiente sobre este período sísmico, uno de los más luctuosos para toda España, y aun para la Península:

1828 Sept. 14 & 15 *España (Murcia, Valencia) Lorca, Orihuela, Torrevecija, La Mata, Guardamar IIM.*

1829 Mar. 21 España (Murcia, Valencia), Valle del Segura, Guardamar, La Mata, Torrevieja, III M.

113.-II.-1831-IV-7 (a las 23 1/2).—*Menorca*.—Duró muy poco, más consternó a casi todos los habitantes, a pesar de no haber ocasionado desgracias. Sentido en Mahón, Villa Carlos, Alayor y Ciudadela. (Prof. Fontseré, o. c.)

114.--III.-1834-X-31 (a la 1).--*Murcia*. Dirección N-S, duró de 8 a 10 segundos y siguieron otras réplicas, tanto dicho día, como en los siguientes 1 y 2 de Noviembre, hasta el número de 40. (Lozano... o. c.) El último dato citado, teniendo en cuenta la modalidad de los terremotos de la Huerta de Murcia, permite afirmar, a falta de más noticias, se trató de un VII F. M. a lo menos, en su epicentro, muy probablemente al N. y en *Huerta*.

115.-II.-1845-V-23.--*Teruel* I M.

116.-II.-1845-X-3.-*Tivisa*. VI-VII en dicha localidad, y seguido de muchas réplicas, que hubo en los 15 días siguientes. Sentido en Falsel y en Barcelona, donde se hizo sentir más una de las réplicas del 7 de Junio (Prof. Fontseré, *Catálogo...*) M trae:... Junio 7, Tivisa, Vandellós, Pratolip, IP.

117.-III.-1847-VII-28. *Sevilla, Jaén, Badajoz*, IP (M).

118.-IV.-1847-XII-20.-*Portugal, Sabseira*, IP (M).

119.-II.-1847-XII-27.-*Alava, Orduña y Delica*. IP (M).

120.-II.-1848-VII-19.-(*Aragón*), *Torres*, (IM). Fueron muchos y notables, sobre todo en el Albarracín. (Montessus de Ballore, o. c.)

121.-II.-1851-V-15 (a la 1 3/4). *Isla de Mayorca*, IIM. Duración unos 10 segundos, notable ruido sísmico, área macrosísmica muy restringida, pues no se sintió, o fué débil en la parte llana de la isla, y en especial en Felanix, Manacor y Artá. En la capital hubo algún edificio totalmente destruido y muchos gravemente dañados, como la Catedral, San Francisco, Montesión..., y pruebas evidentes de haber alcanzado allí el movimiento de abajo-arriba, o vice versa (componente vertical), notable intensidad. Inmenso pánico. Corresponde este terremoto al grado VIII, y a lo sumo, en algún punto, al IX, de acuerdo con los numerosos datos publicados, a raíz del suceso, por *El Balcar* y el *Diario Constitucional de Mayorca*, cuya copia íntegra debemos a nuestro hermano de religión P. Vicente Guimerá, S. J.

122.-IV.-1851-IX-13.-*Portugal, zona sísmica de Vimeiro*, VII F. M. P §.

123.-II.-1852-I-20 (a las 21). *San Juan de las Abadesas*. V-VI, con réplica más importante el 25 a las 10 20. Sentida también la réplica en Olot, *Diario de Barcelona*.

El 29 del mismo mes, a las 14 15, hubo otro temblor, de igual intensidad, pero que se sintió en todo el partido de Olot, y en Barcelona como III. (Prof. Fontseré... o. c.)

124.-II.-1853-I-6 (a las 7 10). *Cuenca del Pallars*. Grandes desprendimientos de rocas en los montes de Llesuy; sentido en varios puntos de Cataluña, según el *Postillón* de Gerona, el *Correo de Barcelona*, el *Diario de Villanueva*, y el *Brusi*, y lo menos VII en su epicentro, según el Prof. Fontseré (o. c.) M trae:

Barcelona IM, con fecha 27, cuando positivamente no llegó a IV en la Ciudad Condal, y tuvo lugar el 6. F, como es natural, no lo cita.

125.-III-1850-I-13.-*Andaluca, Fíñana IM.*

126.-III-1855-XI-11.-*Granada, IM.*

127.-III-1855-XI-23.-*Murcia.* Le siguieron 10 réplicas, hasta el 5 de Enero de 1856, y le había precedido otro temblor, menos fuerte, el 11 Nbre. (Lozano).

128.-II-1855-XII-5 (6,45).—*Cuenca del Sid.*— Intensidad máxima VI-VII. Sentido con alguna intensidad en Balagner, Cervera, Solsona e Igualada, y con menos en Villanueva y Barcelona. (Prof. Fontseré, o. c.). M trae: «1855 Dec. 6 *Spain, Barcelona IP.*» La fecha se debió tomar del diario que narrase el hecho, una fecha posterior al mismo.

129.-III-1856-1-12.—*Portugal (Algarve), Loulé, Faro, Albufeira y Tavira, IIM.*

130.-III-1856-X-9.—*Murcia, IM.*—Citado sin detalles, por Lozano y Marín (o. c.).

131.-VI-1858-XI-11.—*Portugal y España, Lisboa, Cintra, Mafra, Belén, Setúbal, IIM.* Destructor en Setúbal y en sus alrededores, y aun algo en Lisboa; fuerte en buena parte de Portugal, y también en Cáceres y Sevilla; sentido hasta en Madrid (unos 470 kilómetros), habiendo sido indudablemente el sismo portugués más notable de todo el siglo XIX. Epicentro submarino.

132.-III-1861-X-17.—*Alicante, IM.*

133.-III-1863-IV-17.—*Granada, Alhendín, Gójar y Ogijares, IM.*

134.-III-1863-VI-12.—*Huércal-Overa (Pa. de Almería), D.*—Entre este día y mediados de Septiembre del mismo año, hubo un notable período de agitación sísmica, durante el cual se sintieron algunos centenares de temblores, los más sólo perceptibles en Huércal-Overa y sus cercanías, mientras que algunos se dejaron sentir en toda o casi toda la Pa. de Almería y en buena parte de las de Granada y Murcia. M indica terremotos los días 20 y 27 de Junio, y 9 de Julio, fecha probable de los más violentos, y los cita como de la Pa. de Almería: Vera, Huércal-Overa...

135.-III-1863-VIII-8.—*Granada, Albuñol, Albondón, Mamola, Castel de Ferro, IM.*

136.-III-1864-I-11.—*Murcia, de Librilla a Cartagena, Alhama (de Murcia), IM.*

137.-III-1871-XII.—*España. Córdoba y además Orán, IIM.*—Este terremoto, para dejarse sentir en puntos distantes entre sí 500 kilómetros, y merecer encima el grado IIM, hubiera debido ser formidable, y sin embargo, ni H'lo cita en Granada, ni D en Almería (donde fué muy notable el terremoto de Orán de 1790) por lo que la narración del *Times* es, cuando menos, exagerada. El sismo africano ciertamente no se sintió en Córdoba, aunque sea posible hubiese el mismo día otro, poco importante, y español o portugués.

138.-II-1872-V-19-23.—*Pa. de Valencia, D.*—Varios terremotos que hundieron algunas casas en Carlet, y fueron violentos en Benimodo, Alginet y Alcudia. No los cita M.

139.-III.-1873-I-28.—*Granada*.—Violento, lo menos, pues motivó un voto del Excmo. Cabildo Catedral, que viene cumpliéndose. Tampoco lo cita M.

140.-II.-1873-XI-26.—*De Tarragona a Tolosa (Francia)*, se sintió en la fecha indicada un temblor, seguido de varias réplicas, algunas de las cuales se sintieron asimismo, en Barcelona (Prof. Fontseré, o. c.) Nos inclinamos a suponer su epicentro por los Pirineos y Valle de Ossau? por más que en los terremotos de este origen las áreas macrosísmicas suelen ser mucho más largas que anchas, y medir su mayor extensión paralela a los Pirineos, o siguiendo el mismo eje de la cordillera.

141.-II-1875--VI-7 (21 10.—*Costa de Tarragona hasta Besós*, cuando menos, epicentro submarino. Signióle una réplica a las 23 10, y fué más intenso en la región marítima, y en particular en el bajo Llobregat, donde alcanzó el grado VI F. M. La fecha 9, que le asigna M, se debe a haber confundido el correspondiente del *Times* la fecha del terremoto, con la de los diarios que se ocuparon del temblor, como el *Diario de Tarragona*, el *Diario de Villanueva* y el *Brusi*. (Prof. Fontseré).

142.-III.-1883-X-20.—*Huelva, D.*—Caida y agrietamiento de algunos tabiques y techos (VII. por lo menos). No lo citan M ni P, indicando la omisión de este último, a lo que parece, el que no debió ser muy fuerte en Portugal.

143.-VI.-1883-XII-22 (3 1/2).—*Portugal. IM.*—Algo de pánico en Lisboa, y quebradas en varios muros (VI a VII). El más violento de los terremotos allí sentidos desde 1868, según el Dr. P. Choffat (*Les Tremblements de Terre en 1883 en Portugal*. Comm. d. Comm. d. S. Geol.... V, Fasc. II, 1904).

144.-III.-1884-XII-25-57.—(*Málaga y Granada*) *Alhama, Málaga, Sevilla*. 40-50 poblaciones damnificadas. *IIIM.*—Réplicas casi continuas por muchos días, de las que anotamos las consignadas aparte por M, no sin advertir que la cifra II supera con mucho a la realidad, y que se prodiga la I a movimientos sin importancia, cómo ya se habrá notado en otros casos. La culpa en manera alguna hay que achacársela al gran sismólogo inglés, y sí a las exageraciones de la prensa.

El terremoto principal, con mucho el más violento de todos, fué el del 25 de Diciembre, y arrebató la vida a 745 personas, causó heridas de importancia a 1253, muchas de las cuales fallecieron de sus resultas, y no pocas de lo duro del clima, que muchos hubieron de sufrir a cielo descubierto, y cuando mucho en tiendas de campaña, coches, wagones y chozas improvisadas, pues el pánico debido al terrible sismo, y al estremecimiento tan frecuente del suelo, hizo que muchos pasasen días y noches sin atreverse a vivir en las casas que habían sufrido lesiones menos importantes, y podían relenerse por seguras. Casi la mitad de las víctimas las produjo el corrimiento de la porción alta de Alhama, con el consiguiente aplastamiento de la baja, y las más de las restantes quedaron sepultadas bajo las ruinas de Arenas, Albuñuelas y Jayena. Se arruinaron totalmente 4339 edificios, y parcialmente 12779, según los datos que figuran en *Terremotos de Andalucía (informe oficial del 7 de Marzo de 1885)*, del que tomamos las cifras y demás datos. Es preciso confesar, sin embargo, que las más de

las casas estaban pésimamente construidas, no pocas ruinosas y muchas situadas en declives peligrosos, o sobre lajas, fácilmente desprendibles.

Fueron muy notables las muchas y enormes rajaduras, hasta de centenares de metros de largo por dos de ancho, y considerable profundidad, que se formaron cerca de Guevéjar (p. ej. las reproducidas en los dos clisés de la Comisión Francesa, y que trae E. Haug, en su *Traité de Géologie*, I, Pl. XXXII), villa que quedó asolada por haberse deslizado las capas superficiales del suelo con los edificios, adheridos por sus cimientos, (y felizmente sin sus moradores, que los abandonaron al comenzar el fenómeno, el que duró bastante), sobre la roca subyacente, lo mismo que había ocurrido a raíz del sismo de 1755, a pesar de distar el epicentro de aquel más de 600 kilómetros. Esta vez hubo el buen acuerdo de no reedificar la población en sitio tan peligroso, sino de hacerlo como se hizo, en un llano contiguo, aprovechándose no más que los mejores materiales, y abandonando los restantes. Diremos, de paso, que muchas de las reconstrucciones y reparaciones se efectuaron con los 6.455,097 pesetas que produjo la suscripción nacional y extranjera, y que los tipos de algunos son notables para su fecha, bajo el punto de vista antisísmico.

Este terremoto llegó en algunos sitios al grado X; en muchos al IX; en Málaga y otras poblaciones al VIII y algo menos en Granada, abarcando sus efectos nocivos, según la publicación oficial antes indicada, un área de sobre 200 kilómetros de largo y 70 de anchura, la que comprende ciento seis poblaciones. En Cádiz y en Sevilla se sintió como VI, y también, aunque menos, en Marruecos y en Portugal, y hasta en Madrid, distante unos 400 kilómetros. El hallarse Granada construida sobre terreno muy consistente (calizas tortonianas), la libró de un desastre, como en otras ocasiones, a pesar de distar menos de 40 kilómetros del epicentro, no lejos de Alhama, y probablemente en la línea de fractura y muy cerca, si no en el mismo sitio, o poco menos, de la que pudiéramos llamar *sismogénica* de los terremotos de 1581, 1680 y aun quizás del de 1431, y de otros muchos, algunos destructores, aunque menos que los citados.

144.--III.--1884.--XII-30.--Granada, (Continuación del de 25 de Diciembre), M.

- »» »» »» » -31.—Vélez, Torrox, Albuñuelas, IIM.
- »» »» 1885-I-1.—Vélez, Torrox, Albuñuelas y Nerja, II.
- »» »» »» » -5.—Nerja y Frigiliana, II.
- »» »» »» -12.—Málaga y Granada, I
- »» »» »» -27.—Confines entre Málaga y Granada, II.
- »» »» »» -29.—Motril y Alhama, I.
- »» »» »» II-8.—Málaga y Meluna (sic), I.
- »» »» »» » -13.--Torre del Campo, II.
- »» »» »» » -21.--Loja y Alhama, II.
- »» »» »» IV.-5-6.—Vélez, Antequera, II.

- 144.-III.-1884-XII.-19.—*Andalucía, Málaga, Villanueva.*
- 145.-II.-1885-IV-22 (por la tarde).—*Pollana (será Bollaña?) Pa. de Huesca*—Agrietamiento del suelo; emanaciones de gases, (Detalle citado por el profesor Fontseré).
- 147.-III.-1885-XI.—*Málaga, Vélez y Costa de Marruecos, I.M.*— Probablemente de origen africano.
- 146.-III.-1886-I-29.—*Vélez-Málaga I.M.*
- 148.-III.-1886-VII.-6.—*Málaga, I.M.*
- 149.-II.-1887-IX-25 y 28.—*Lloret y Tosa.*—Fueron varios y se sintieron principalmente en las poblaciones indicadas. Los más importantes fueron los del 25, a las 6 y a las 9, y el de poco después de las 15 del 28. El epicentro parece haberse hallado frente del cabo de Tossa, y lo cita el *Diario de Barcelona*, p. 11571, según el Prof. Fontseré.
- 150.-IV.-1890-21.—*Portugal.*—Violento sismo local acompañado de gran ruido, y que produjo daños importantes en las iglesias de Batalha y de Maceira, según el Dr. P. Choffat (o. c., 300), No lo cita M. a pesar de ser I suyo (VII F. M.), y aun VIII, de la última escala citada.
- 151.-VI.-1891-VIII-22-(entre 4 y 5).—*Lisboa.* Algunas grietas en los muros (VI o VII); sentido también en Oporto y en Galicia, especialmente en Tuy y en Pontevedra (Dr. Choffat, o. c., 300).
- 152.-III.-1892-IX-29.—*Huelva I.M.* No lo citan ni P. ni Ch., por lo que no debió de ser muy fuerte en Portugal. ¿Será el N.º siguiente?
- 153.-III.-1893-IX-30 (a las 0 20).—*Según D. A. González y Ga. de Meneses* *Noticia de un movimiento sísmico en Huelva y Sevilla. Act. de la R. S. Esp. de H. N., XII, 33.* "Entre 12 y 1/4 y 12 y 1/2 de la noche del 29 (esto es, sobre las 0 h 20 m del 30), se sintió un intenso temblor, precedido de un ruido como de carruaje pesado, y acompañado de fuerte trepidación en sentido vertical, que produjo gran alarma en la población (VI). En Sevilla lo percibieron muchos, despertando no pocos. (V al menos).
- 154.-III.-1894-11-20.—*Pa. de Málaga.* En Nerja sintió el Sr. Chaves (distinguido naturalista), crugir repentinamente y de un modo alarmante el techo de su habitación, bajo la influencia de un movimiento de trepidación, que se convirtió en oscilatorio. La gente del país expresaba muy gráficamente la forma de la sacudida, diciendo era *una onda que venía del mar.* (Prof. Calderón. *Temblores de escasa duración en varios pueblos de la Pa. de Málaga.* Act... XXIII, 118.
- 155.-I.-1895-XII-25. *Galicia, Orense, I.M.*
- 156.-III.-1896-X-30 (8 30). *Algarves, bastante fuerte.* (Dr. Choffat, o. c. 300).
- 157.-I.-1897-III-8, *Costa de Asturias.* Sentido señaladamente en Navia, Luarca, Cangas de Tineo, Avilés, Arnao, Trubia y Gijón. No fué importante, ni por su intensidad, ni por su duración (no llegaría a 3 segundos) sino por tratarse de una región en la que apenas hay memoria se hayan sentido estos fenómenos. (Prof. Calderón, *Noticia de un terremoto sentido en la costa de Asturias el 8 de Marzo de 1897.* Aclás... XXVI, 121.) Nos inclinamos a creerlo acreedor de figu-

rar en esta lista, por las razones expuestas del Prof. Calderón, y por medir más de 85 kilómetros de largo la zona macrosísmica, además seguramente alcanzaría el grado V. Epicentro submarino.

158.-II-1897-III-23-24. *P. de Gerona*. En la Esparra, a 5 km. al SSW de Santa Coloma de Farnés, se produjeron hundimientos y fallas de alguna importancia. Las trepidaciones duraron cinco o seis días. En Santa Coloma el temblor de tierra fué del IV-V, (Prof. Fouséré, o. c., 8). Según los Prof. Calderón y Fz. Navarro (o. c.), en la noche del 23 al 24... en la parte de Santa Coloma, Sils y casi toda la región de la Selva se hicieron sensibles ligeras trepidaciones. En algún punto debió alcanzar, ya que no pasar del grado VII, pues con menor intensidad esos accidentes geológicos o no se hubieran producido, o hubieran sido tan insignificantes como para pasar desapercibidos. También nos inclinamos a tener por bajas más bien, las apreciaciones de los profesores antes citados, tanto en este como en los demás casos, o al menos en muchos de ellos.

159.-I.-1897-V-24 (9 10). *El Ferrol*. Duró unos 5 segundos, con movimiento vertical, según algunos. Fué muy claramente percibido, y tanto, que hizo salir despavoridos de sus casas a los vecinos de la calle de la Magdalena y otras. (Prof. Calderón. *Noticia sobre un terremoto sentido en el Ferrol el 24 de Mayo de 1897*. Act... 161). Probablemente *IM*, o casi.

159.-III.-1897-X-13 (16 55). *Granada*. Duró pocos segundos, pero fue notablemente intenso, iniciándose por una ligera trepidación seguida de una sacudida oscilatoria bastante violenta. Hubo averías en algunos edificios, como en un Colegio de niñas de la calle de San Isidro, donde se hundió el techo de la clase, saliendo las alumnas despavoridas a la calle; caída de un trozo de cornisa en la Iglesia de los Escolapios; de algunos adornos de fachadas, cascotes y de una chimenea y parte de un tejado, en la Plaza de Bibarrambla, con varias contusiones y el susto consiguiente de un transeunte. En general la alarma fué grande, saliendo muchos a la calle.

El temblor tuvo su máxima intensidad en Granada y en sus alrededores, aunque se sintió en muchos pueblos de su provincia, sopechándose que el centro del fenómeno radicara en Sierra Elvira. (Prof. Calderón, «*Sobre un terremoto sentido en Granada el día 13 de Octubre de 1897*», Act. XXVI, 214).

En Cartuja fué muy violento, causando algún pánico en muchos, y algunas grietas sin importancia. VI allí y VII en buena parte de Granada.

160.-III.-1898-III-6 (22 1/4).—*Mérida*.—Hubo ruido y aun algún pavor (V).

En Almendralejo duró de 7 a 10 segundos, repitiéndose a las 4 del día siguiente un poco más largo, aunque apenas lo percibió la gente. Sentido en otros puntos, como Aljucén. (Prof. Calderón, «*Noticia de un terremoto sentido en Almendralejo el 6 de Marzo de 1898*», Act... XXV, 90-91).

162.-VI.-1899-VIII-13 (21).—*Portugal, Lisboa, IM*.—Pánico en Lisboa y en Cintra. Las campanas del Monasterio de Mafra repicaron solas. Los datos macrosísmicos sólo se extienden hasta Coimbra y Figeira-da-Foz (220 y 200 km.) hacia el N. y hasta Évora (80 km.) por el E. (Dr. Choffat, o. c., 301).

163.-II.-1901-X.—*Pa. de Gerona*.—Durante varios días se sintieron en la costa, desde Blanés hasta Palamós (unos 50 km.) y algo tierra adentro movimientos sísmicos poco intensos. En Olot, Gerona y otros puntos de la Pa. y aun fuera de ella, notáronse dos débiles sacudidas. (Profesores Calderón y F. Navarro, o. c.) Epicentro probablemente submarino.

164.-V.-1902-V-5 (6). *Murcia*. Debió ser bastante notable este terremoto, seguido de una réplica mas débil el 6, y de otra, tan fuerte como el primer temblor de la serie, el 8, aun tal vez de otras más, puesto que el Sr. Puig y Larraz publicó un *Questionario Sísmico*, en el N.º de Mayo 1902, p. 195-196 del Bol. de la R. Soc. Esp. de H. Natural, reproducción del de la *Comisión del Mapa Geológico de España*, notable por atender sobre todo a los caracteres objetivos, si bien gasta las últimas 8 preguntas, de las 33 que contiene, en adquirir datos meteorológicos.

El Prof. Calderón (I bid., 255-256), se ocupa también de estos terremotos, sin añadir datos realmente utilizables, pues si este sabio geólogo viviera, sería de los primeros en rechazar como improbable, por no decir como imposible, el epicentro que asigna a estos terremotos el célebre geólogo francés Michel-Lévy, en pleno Mediterráneo, y al S. de la isla de Menorca, fundado no más en dos malas observaciones microsísmicas, y en cierta semejanza de fecha y hora.

165.-II.-1902-IX-8 y 10.—*Pirineos y S. de Francia. En España, San Sebastián y Zaragoza*. (Sieberg, Handbuch... 27). El 2.º terremoto se sintió en Panticosa. La inundación del Tajo (sic), que añade parece pura coincidencia.

166.-II.-1902-XI-4.—*Valle de Amoreira*. Parece que en la aldea de este nombre, sita entre Guarda y Manteigas, un temblor local hizo hundirse varias casas (Dr. Choffat, 301), y aun produjo algunas víctimas (Sieberg, 27). Probablemente VIII F. M., y aun tal vez IX.

167.-III.-1903-II-25. *Provincia de Alicante*. Lo incluimos por figurar entre los terremotos notables citados por Sieberg en su *Handbuch...* pues carecemos de más datos sobre el mismo.

168.-II.-1903-III-10 (2.) *Pamplona*. Temblor bastante intenso, que dicen duró bastantes segundos. La trepidación principal fué tan fuerte, que muchos acudieron atemorizados a los balcones. A las 3 se repitió, con nueva alarma. No hubo desgracias personales, aunque sí cuarteo de algunas casas de un modo alarmante. (Prof. Calderón, *Noticia de un terremoto sentido en Pamplona el día 10 de Mayo de 1903*. Bol... III, 168). (VII FM).

169.-II.-1903-IV-20 (de mañana). *Pa. de Gerona*. En toda la Pa. se hicieron sentir oscilaciones de pocos segundos de duración, pero que hicieron tambalear algunos edificios en La Bisbal, Llausá, Villajiuga y Rosas con el consiguiente susto de los vecinos, que salieron sobresaltados de sus casas. Fué fuerte además en Olot, Llagostera, etc., y menos en Gerona. (Prof. Calderón y F. Navarro o. c., 365). (VI).

170.-VI.-1903-VIII-9 (22 1/2). *Setúbal y Alfarim (VIII)*.—Sentido en las dos terceras partes de Portugal. En Sta. Anna, Cezimbra, Azeitao y Lisboa VII. En

Alalaya (Pa. de Badajoz) VI; sentido además en otros pueblos de la provincia, y en las de Huelva y Sevilla. (Dr. Choffat. 316).

170.-VI-1903-IX-14.-*Cintra y Cezimbra (VIII)*. De corta duración y de menor área de sacudimiento sensible que el anterior, le excedió en violencia en las poblaciones indicadas. VII en Lisboa y en la región comprendida entre el Océano Torres Vedras Lisboa y el Lazareto, y también en Alemquer. Gran agitación en las aguas del Tajo. No se sintió en España. (Dr. Choffat. 316).

171.-III.-1903-IX-28. *Huelva y Sevilla*. Notable temblor no sentido en Portugal. (Prof. Barras de Aragón. *Noticia sobre los terremotos sentidos, los días 9 de Agosto y 28 de Septiembre en Sevilla y el 14 de Septiembre en Lisboa*. Bol... III 319-320).

172.-III.-1903-XII-1.-*Huelva*.—Fuerte sacudida, que pasó desapercibida en Portugal. (Prof. Barras. *Noticia de un temblor sentido en Huelva el día 1 de Diciembre de 1903*.—Bol... III, 302-393).

173.-I.-1904-II-24?.-*Pa. de Pontevedra*.—Según El Miño (Orense, n.º del 25 Fbro. 1904, el Monte Castelo (Parroquia de Santa María de Tebra, Tomiño), proximamente a la carretera que de Forcada conduce a Gondomar, mola rocosa en que todavía se asientan restos de antiguas construcciones acaba de experimentar una sacudida de tal magnitud, que aparece resquebrajada, corrida unos cuantos metros, y algo inclinada hacia la carretera. Enormes peñascos se han desprendido del monte, arrastrando cuanto encontraban por delante, y un trozo de la vecina carretera ha caído entero, permaneciendo en el fondo de una de las grietas formadas por aquella parte. A fin de evitar desgracias quedó interrumpida la carretera a una distancia prudencial. Acuden muchos curiosos... El articulista lo califica de efecto sísmico. *Taboada, Efectos producidos por un terremoto en el monte Castelo, Tomiño (Pontevedra)*. Bol... VI, 159-160).

Mas que efecto de un terremoto este derrubio de no producirse muy lentamente, hubo de producir alguno, aun sensible a varios kilómetros.

174.-II.-1904-VI-24 (2). *Valencia*. (V). Oscilación bien marcada, bastante lenta para mover algo las vajillas, hacer sonar los cristales de las vidrieras, y golpear las hojas de puerta que se hallaban entreabiertas. En los barrios marítimos del Grao y Cabañal fué más sensible, según el n.º del 24 de Abril 1904 de *El Mercantil Valenciano*. Algunos sintieron otros por la madrugada del 25 y el autor de la nota uno a las 9 1/2 que hizo oscilar ampliamente y con dirección E-W a una lámpara suspendida. (Prof. Ribera, *Sobre las oscilaciones del suelo observadas en Valencia el día 24 de Abril de 1904*, Bol... IV. 249-250).

175.-I.-1904-IV-14 (24 Ca.) *Lugo (V)*. Gran alarma, principalmente por el ruido que le acompañó y lo avanzado de la hora.

175.-I.-1904-IV-17.-*San Esteban de Gormaz (VI)*.—Violento, alarmando a los vecinos, que abandonaron sus casas, y también en Cubeiro fuerte movimiento de trepidación, acompañado de ruidos subterráneos. En algunas casas cayeron los utensilios, y se produjo el susto consiguiente.

Estos terremotos no se han sentido en Portugal. Prof. Calderón. *Hechos sísmicos ocurridos en Galicia durante el mes de Junio*. Bol... 280-IV.

176.-III.-1905-I-7 (5).—*San Roque, Algeciras, Gibraltar y La Línea (VII)*.—De N. a S. y de seis segundos de duración, con gran pánico, saliéndose las gentes a las calles. Muchas casas de San Roque han sufrido deterioros, viéndose en los muros bastantes grietas, y habiéndose hundido un edificio ruinoso. Reprodújose 20 minutos después con menos intensidad. El Prof. Calderón (*Terremoto sentido el 7 de Enero de 1905 en San Roque...*, Bol..., V, 73-74), de quien es la nota anterior, añade: *Parece haberse sentido en Almendralejo y su comarca, si bien no se ha podido comprobar si fué a la misma hora*. Nos inclinamos a que hubo dos sismos de muy distinta procedencia, por mediar 309 kilómetros entre ambos epicentros probables. Uno sólo exigiría el que se hubiese sentido, y notablemente, en Cádiz, Sevilla, Málaga, etc., lo que no consta.

177.-III.-1905-II-14 (4).—*Murcia (VI)*.—Oscilatorio, duración de 3 a 4 segundos, pánico. En el antiguo Monasterio de San Jerónimo, cerca de Guadalupe notamos fuertes crujidos en el maderamen, violento estremecimiento de puertas y ventanas, estremecimiento y después amplio balanceo del lecho, y una duración de 6 segundos cuando menos. Hubo alguna grieta y desconchados y los dormidos despertaron, con pánico en alguno (VI) y todo ello a pesar de la solidísima construcción del edificio, y de hallarse asentado sobre roca caliza dura (la falda de un cabezo). En la Ñora hubo algún pobre edificio de adobes seriamente averiado (VII). Le siguieron algunas pocas réplicas, las más muy débiles.

178.-II.-1906.-I-4 (5 40).—*La Sella*.—Fuerte sismo de 2 1/2 segundos de duración, acompañado de un ruido sordo. Sentido además hasta San Martín de Llémana, Amer, Las Planas, Llorel de la Montaña, las Ausias... (Prof. Calderón y F-Navarro, o. c., 306).

179.-III.-1906-19 (22).—*Crevillente (Alicante) (V)*. Produjo alguna impresión en el vecindario. Duración 2 segundos. (Prof. Calderón), *Noticia de un terremoto sentido en Crevillente (Valencia), el día 9 de Febrero de 1906*. Bol... VI, 121.)

180.-I.-1906-V-21 (13 10).—*Santiago VI*. Bastante intenso, aunque corto, dirección SE-NW, ruido de 12 segundos de duración. Hubo sobresalto general, sin que se haya resentido ningún edificio ni monumento histórico. El 22 se sintió en La Coruña y en sus inmediaciones a eso de las 12 un temblor de escasa duración.

Repitieron estos movimientos durante la noche del 7 y mañana del 8 de Junio. (Prof. Calderón). *Terremotos sentidos durante el mes de Mayo en Santiago y La Coruña, y durante Junio en Cuevas de Vera y Huércal-Overa (Almería)*, (Bol... V, 331).

181.—III.-1906-VI-8 (entre 9 1/2 y 10. *Huércal Overa (Almería) (VI)*. Los violentos temblores de escasa duración, precedidos de fuertes ruidos subterráneos. Gran pánico en el vecindario, mas no hay noticias de daños materiales. (Calderón, l. c.)

182.-III.-1907-23(3).—*Alicante*.—Hubo varios temblores dicho día, el más fuerte a las 6 1/2, acompañados de ruidos subterráneos, y de unos 4 segundos de duración. Muchos despertaron y los animales domésticos principalmente

las aves de corral, salieron sobresaltadas de sus gallineros, según testimonio de muchas personas. Las más de las réplicas muy débiles fueron por la tarde y dos cerca de las 23 45. Débil oscilación de cuerpos suspendidos de E a W, o vice-versa. (Prof. Jiménez de Cisneros, *Noticias de tres sacudidas sísmicas sentidas en Alicante el día 23 de Enero de 1907*. (Bol... VII, 78.)

183.—III.-1906-IV-16 (17 30). *Totana (Murcia) (VIII)*. Temblor de más de 5 segundos de duración, precedido de gran ruido subterráneo. Hubo gran pánico en la población, con muchos desperfectos en los edificios, aunque sin desgracias personales. Se hundió un edificio y se derrumbó en el Colegio de los Franciscanos (RR. PP. Capuchinos), el techo de la sala de estudios y otras casas se agrietaron tan profundamente, que las autoridades dieron orden de desalojarlas en seguida.

Dicho sismo fué percibido en Lorca menos intensamente y sólo por 3 segundos, pero se reprodujo más tarde. El 21, momentos después de las 21 se repitió con mayor violencia, con gran alarma de la población, y también por 3 segundos. (Prof. Calderón. *Sismo acaecido entre los días 16 al 25 de Abril desde Totana a Málaga*. (Bol... VII, 187-188). (V o tal vez VI).

184.—III.-1907-IV-21 o 25. *Málaga (V)*. Aunque Málaga dista más de 250 kilómetros de Lorca, añade el Prof. Calderón: *En Málaga se sintió también este último temblor de tierra, aunque ligeramente y de escasa duración, pero lo bastante para sobrecojer parte del vecindario. Dicese que corrió de Norte a Sur*. Este terremoto es indudablemente malagueño, y no murciano, pues precisamente una de las características de éstos, aun de los más violentos, como los de 1911 y 1914, es su muy limitada área macrosísmica

185.—III.-1907-VIII-11 (21 45). *Benadaliá (Málaga) (VI)*. Sentido como fuerte (V) en Estepona y Marbella, registrado en Cartuja (120 km.)

186.—III.-1908-IX-26 (9 50). *Mula y Abarán (Murcia)*. Sismo que debió ser muy violento, y de área macrosísmica bastante extensa, por haberlo registrado en muy buenas condiciones un péndulo con solo 30 veces de aumento en Cartuja, distante 230 kilómetros, y así mismo el Vicentini del Observatorio del Ebro (Tortosa) a 400. Tan solo consta el haberlo sentido en las poblaciones indicadas, si bien debió ser VI, a lo menos.

187.—IV.-1908-XI-9 (14). *Beja (Alentejo)*. Violentas oscilaciones durante unos 5 segundos, precedidas de un ruido sísmico, parecido al trueno. Pánico en Portel (V), ligeros temblores en Vianna do Alentejo y Alvito. (Dr. Choffat y Profesor Bensaude, *Estudios sobre o sismo do Ribatejo de 23 de Abril de 1909*).

188.—III.-1909-I-16 (noche y O del 17). *Ventas de Zafarraya (P. de Granada)*. (V). Por la noche, y repetido a las O del día siguiente; fuerte temblor, acompañado de ruido y con pánico, pero sin desperfectos en los edificios. (N. B.) Desde estos temblores inclusive todos los datos, de no indicarse lo contrario, están tomados del *Boletín Mensual de la Estación Sismológica de Cartuja (Granada)*, o de la *Enumeración de los terremotos sentidos en España durante el año* (llevamos publicados desde 1909 hasta 1917 inclusive). (Bol. de la R. S. E. de H. N., 1910 a 1919).

189.—III.—1909-I-28. *Totalán (Málaga) (VI)*. Algunos desperfectos en los edificios y gran pánico. (N. B.) Añadiremos, cuando la ocasión se presente, y a título bibliográfico, las más de las veces, otros trabajos ya aprovechados, en unión de los de nuestra información particular, etc. De este sismo tenemos: Prof. Calderón, *Terremoto ocurrido en Totalán (Málaga) en el mes de Enero de 1909*, Bol... IX, 76.

190.—III.—1909-II-21 (85).—*Elche y Crevillente (Alicante) (VII)*.—Tres temblores V, VII y IV F. M., a las 5-8 y 8 minutos, de los que el 2.º fué registrado en Cartuja (280 km.). A éste le precedió un ruido sordo, oído por todo el vecindario, y fué sentido en Alicante, Aspe y Santa Pola; hubo gran pánico (v. s. Prof. Calderón, *Más noticias acerca del terremoto ocurrido en Alicante el día 21 de Febrero de 1909*, Bol... IX, 123-125).

191.—II.—1909-IV-6 (21 27).—*El Pasteral (Gerona) (VI-VII)*.—Epicentro á lo largo de una línea de 15 kilómetros, cuyo centro se halla en El Pasteral, cerca de Amer, entre Gerona y Olot. En estas poblaciones II y III; en la línea epicentral más cerca del VI que del VII. Área de sacudimiento muy restringida. (Comas Solá, *Nota sobre el terremoto olotino...* Mem. de la R. Acad. de Ciencias de Barcelona, VIII).

192.—IV.—1909-IV-23 (17 40).—*Benavente (Ribatejo) (X)*.—Unas cuarenta víctimas, las más en esta pequeña población, y siete en Samora Correia, tres en Sao Estevo y dos en Salvaterra dos Magos. Muchas casas destruidas, las más de pésima construcción, y aun algún edificio resistente, como la grande y maciza Iglesia de Benavente, que apenas sufrió cuando el terrible sismo de Lisboa de 1755, y ahora completamente arrasada, según lo muestran numerosas fotografías, y entre ellas las tan notables del P. Oliveira Pinto, S. J., publicadas en *Broteria*, a raíz del suceso. Rajas muy numerosas en el suelo, las que a orillas del Tajo se combinan con *embudos (craterlets)*, con eyección de agua y arena. En Lisboa (40 km.) no pasó del grado VII F. M., y en territorio español del VI (Badajoz, Don Benito, Cáceres...) y su área de sacudimiento sensible abarca casi toda la Península Ibérica, habiéndosele sentido hasta en Oña y Lorca (620 y 630 km., y aun en Barcelona (940). Tuvo numerosísimas réplicas, de ellas 153, por lo menos, sentidas en Benavente. La del 2 de Agosto, allí VII, también se registró en Cartuja (495 km.).

Este terremoto ha sido el más importante de todos los de la Península, desde el gran temblor de 1884, al que ha excedido notablemente por la extensión de su área macrosísmica, si bien haya resultado menos luctuoso.

Aunque a bordo de algunos buques anclados en Huelva se hayan sentido fuertes sacudidas, ruido anormal en el *Koning Willem I*, frente a Lisboa, sensación como de *rozar sobre un bajo*, como a bordo de *Ntra. Sra. da Conceicao*, a algunas millas al W del cabo Espichel, y además estremecimientos como en el *Pero de Alemquer* a tres millas al W de Ericeira, etc., esto no ha sido más que la propagación por medio líquido de sacudidas habidas tierra adentro, y con epicentro casi en Benavente.

Sobre este sismo, además del notable trabajo ya citado, del Dr. P. Choffat y

del Profesor Alfredo Bensaude, puede verse el de este último *Le Tremblement de terre de la vallée de Tage du 23 Avril 1909* (Bull. de la Soc. Portug. des Sc. Nat., V, f. 2-3); Prof. S. Calderón, *Nota sobre el terremoto sentido en la Península Ibérica el 23 de Abril de 1909*. Bol. IX, 219-233; etc. y nuestro *Le Tremblement de Terre Ibérique du 23 Avril 1909* (Ciel et Terre) Bull. de la Soc. Belge d'Astron. 1910, 41-66, debiendo añadir que los datos tomados de los periódicos portugueses que dimos están exageradísimos, y aun son falsos, como aquello del *montón de cenizas* a que quedó reducida Benavente. Lástima es que eso se lo permitan hasta periódicos tenidos por serios, y en cosa en la que parece nada tener que ver las pasiones políticas y otras que podrían influir en espejismos más excusables!

193.-II.-1909-V-24 (11 49).—*Badalona (Barcelona) (VI)*.—Algunas campanas de Iglesia repicaron solas. Movimiento muy sensible de los muebles y objetos suspendidos. Pánico considerable. Ruido sísmico muy intenso. III en Barcelona y Mataró, VI o algo menos en Tiana.

193.-II.-1909.-VI-12 (10 55).-(VI-VII).—Del mismo epicentro, prolujo algunos daños en los edificios. Muchos obreros huyeron de las fábricas, lo mismo que en Villasar, Tiana y otros pueblos comarcanos. Acompañóle un gran ruido, semejante al de un cañonazo. En el Observatorio Fabra IV.

194.-III.-1909.-VI-30 a IX-9.—*Torre Vieja (Alicante) (VII)*.—Durante los setenta días que duró este período sísmico, hubo 43 temblores identificados, en 19 días (1 del grado VII, 1 del VI-VII, 3 del VI, 4 del V, 6 del IV y 23 del III). El más fuerte fué el de las 14 del 1 de Julio, que derribó un tejado y uno de los muros de una casa bastante buena y causó averías en otras, con intenso pánico.

El temblor de las 11 58 del 2 de Julio lanzó al suelo desde los escaparates buen número de botes en una Farmacia, al tiempo que caían algunos cuadros. Causó tal espanto, que muchos apenas se atrevían a entrar en las casas en busca de alimentos (Dr. Escribano). Los dos se registraron en Cartuja (270 km.), y se sintieron—aunque algo menos el segundo—como VII en Torre Vieja, Torre la Mata y Guardamar; VI en Rojales, Benijófar y Pilar de la Horadada;... y hasta en la misma Murcia. (v. s. Prof. D. José Andreu, Pbro, *Sobre los macrosismos de 1909 en la provincia de Alicante*, Bol. de la Soc. Aragonesa de C. Nat., Febrero 1910, y Prof. S. Calderón, *Más terremotos ocurridos en España durante los meses de Mayo, Junio y Julio 1909*. Bol... IX, 272-374).

195.-III.-1909-IX-30 (21).—*Crevillente (VI)*.—Rápida y violenta sacudida. Hubo muchos cristales rotos.

196.-III.-1909-IX-18 (12 38); IX-20 (8 16); X-20 (6 41).—*Iznalloz? (Pa. de Granada)*.—El epicentro de estos sismos, sentidos en buena parte de la Vega de Granada, y aun fuera de ella, y en particular en la capital, Dúrcal, Otura, Alhendín, El Fargue, Santafé, Órgiva etc., no lo hemos podido definir bien por falta de datos, pero parecen haber sido particularmente violentos en la Estación de Santafé y en la de Iznalloz. El primero sin pasar del grado V en Otura, mató allí un hombre destrozándole el cráneo con los cascos de una chimenea rui-

nosa que hizo caer, y el segundo destruyó en El Fargue una casa en muy mal estado. A todos acompañó un fuerte ruido, en el último y más violento (VI) capaz de dominar el crujir del maderamen de una Capilla, con artesonado etc. estilo árabe granadino, resultando gran estrépito con el consiguiente pánico. Duración, unos seis a ocho segundos, con ritmo más bien lento (1,5 a 2 segundos) lo que dió en Cartujá—a una treintena de kilómetros del epicentro—gráficos enormes, a pesar de haber sido allí V, los dos primeros, y V-VI el último, que produjo en Granada muy notable alarma.

197.-III.-1910-II-2.—*Algarve (VI-VII)*.—Sentido en todo el Algarve litoral, y limitado al N. por la línea Minas S. Domingos, Beja, Vila Nova da Baronia y Alcacer do Sal. Hubo otros sismos más débiles, con epicentros un tanto diferentes, y los más agrupados hacia Beja, el 12 de Enero, 16 de Febrero, 1, 8 y 15 de Mayo y el 30 de Julio. En Beja y Ferreira de Alemtejo se observaron las máximas intensidades (VI-VII). (Dr. Choffat y Prof. Bensaude, o. c. 102).

198.-III.-1910-IV-12 (3).—*Torreveja (VIII)*.—Acompañado de ruido, algún pánico. Otros temblores (1 del grado V; 6 del III; 1 del II), en los días 12 y 15 de Abril, y 8 y 28 de Agosto.

199.-III.-1910-IV-16 (4 16) *Adra (Almería) (VII)*.—Notable período sísmico iniciado por un temblor que en Adra derribó algunos tabiques, y aun muros y techos, y causó graves averías a muchos edificios, entre ellos al del Ayuntamiento, y al de la Escuela Superior, siendo su duración de unos 30 segundos. El área macrosísmica fué muy extensa, y abarcó por el N. hasta Madrid (410 km.), donde lo sintieron algunas personas, y el barógrafo de peso, gran modelo Richard, del Observatorio Central Meteorológico dió un muy notable sismograma. Al S. se extendió a Ceuta (225), y aun probablemente mucho más, si bien lo atrasado del país impida el que haya datos; al W se sintió hasta Sevilla (273 km.), y al E. en Alicante (283), incluyendo tan sólo nuestras noticias. En la zona pleitosista, además de Adra figuran Dallás, Polopos y Válor (VII-VIII), distantes respectivamente de Adra, 12, 23 y 37 kilómetros. Le siguieron numerosísimas réplicas, y de ellas la del 16, a las 16 27 (VII en Adra) se sintió en puntos distantes doscientos kilómetros, y causó más perjuicios que el terremoto principal y primero de la serie, por haber derrumbado muros, etc., ya gravemente resentidos por éste. Los temblores de las 10 52 del mismo día 16 de Julio, alcanzaron en Adra el grado VI, y el período sísmico terminó a fines de Julio.

Gracias al Sr. Capitán de Corbeta D. Enrique López Perea, pudimos identificar 30 de los 68 gráficas obtenidas por el Cartuja bifilar de 425 kilogramos en Granada, distante unos 75 kilómetros del epicentro. En Adra se sintieron 16 réplicas el día de los dos temblores más fuertes.

Tanto a bordo del vapor *Industria*, y del laúd *María*, fondeados en la rada, y próximamente a media milla de la orilla, como en las embarcaciones de pesca, algunas de las cuales se hallaban a unas tres millas, y con fondos de 60 a 70 metros, sintieron el temblor. En estas últimas los movimientos laterales o

bandazos fueron tales, como para tener que agarrarse a palos, maniobras y bordas para no caer, al tiempo que la mar se pintó como a hervir, y oían ruido como de hélices debajo de sus quillas (VI Rudolph). En el vapor *Ramoncito*, a la altura de Motril y con rumbo a Salobreña, sintieron de pronto un movimiento extraño como si hubieran tocado en un bajo (V Rodolph). Unos pescadores que se encontraban cerca de Almería-43 kilómetros al ENE.-notaron un ligero movimiento anormal de las aguas, sin que sospechasen se trataba de una sacudida sísmica, hasta que saltaron a tierra, y enterados de lo allí ocurrido, relacionaron los hechos.

En el Colegio-Noviciado del Sagrado Corazón de Jesús, sito en el recinto de la antigua Cartuja de Granada, nos pareció sentir un débil estremecimiento durante unos segundos, y después, por el doble tiempo, aproximadamente, un balanceo de bastante amplitud, pero de ritmo muy lento (unos 4 segundos), durando la agitación próximamente 30 segundos. Hubo un fuerte estremecimiento de puertas y ventanas, crujidos del maderamen, y además caída de objetos, grietas sin importancia en cielos rasos y muros, así como desconchados y averías en todos los sismógrafos, destinados más especialmente al estudio de pleisiosismos débiles y de telesismos. Casi todos despertaron, si bien no hubo pánico (V-VI). En Granada hubo algún pánico, y pequeños desperfectos en varias casas. En el corral de la Cárcel cayó una chimenea, y tanto las campanas de la Catedral como otras, estuvieron repicando solas por buen rato (VI).

200.H.-1910.-VI-24 (mañana). — *Oliva (Valencia) (VII)*.—Algunas averías en los edificios; hundimiento de una bodega y de las lapias de un corral; pánico; tan intenso que las gentes huyeron a los campos.

201.-III.-1910-VII-5 (3). — *Guadix (Granada) (VI)*.—Muy intenso pánico. Registrado en Cartuja.

202.-I.-1910-XI-24 (9 53). — *El Ferrol (VII)*.—Algunas averías en los edificios; muchos cristales y piezas de vajilla quebrados; intenso pánico, del que participaron los animales, y muy en particular las reses vacunas. VI en Vigo, Santiago, Villalba, Lugo, Boiro, Arzúa, Villagarcía; V-VI en La Coruña; V en Mondoñedo, Orense, Padrón, Pontevedra; IV en La Guardia y Tuy; III-IV en Muros... Sintióse también en Portugal, y en particular en Valença do Minho, Caminha y Chaves, sin exceder el grado IV. Le precedieron dos pequeños temblores dos días antes y el mismo día, y necesariamente hubo de tener réplicas, de las que nada sabemos. Registrado en Cartuja (830 km.) (v. s. Prof. Calderón, *Datos sobre el terremoto sentido en Galicia y N. de Portugal, el día 24 de Noviembre de 1910*. Bol..., X, 431, y Dr. Chóffal y Prof. Bensaude, o. c., 102, y 104 (mapa).

203.-III.-1910-XII-5 (4 15). — *Santafé (Granada) (VI)*.—Ligeros perjuicios y algún pánico. En Granada V-VI, y en Cartuja V. Según los gráficos, epicentro a unos 15 km. Duración unos 4-5 segundos. No se percibió ruido sísmico claramente diferenciable del producido por puertas y ventanas al estremecerse, y por el crujido del maderamen.

204.-III.-1911-I-22 (2 54). — *Antequera (Málaga) (VI)*.—De 0 a 3, tres violen-

tas sacudidas, de las cuales una produjo notable pánico, y fué la última. Todas se registraron en Cartuja (80 km.).

205.—II.—1911—II—2 (3 5).—*Beja (Portugal) (VI)*.—Epicentro en el *golfo bejense* del Profesor Pereira de Sousa (*Ideia geral dos effeitos do megasismo de 1755 em Portugal*, 47 y 53).—Levantóse el pavimento de la calle *9 de Julho*, rajándose en zigzag en una extensión de 6 metros, al tiempo que caían de encima de los muebles estatuitas y otros pequeños objetos de adorno, y se producía pánico en muchas personas. En Ferreira hubo rajas en algunos muros (VI), y lo mismo en Saboia, alcanzando igual grado en Odemira; V en Aljustrel, Alcacel do Sal, Monchique, Aljezur, Silves, Portimao..., IV en Vila Real de S. António y Faro; III en Loulé, Estoi y en la Mina S. Domingos. (P., *Principais macroismos em Portugal...*—1911-12-13, Com. do Serv. Geol. de Portugal, X, 200-203).—Se registró en Cartuja (320 km.).

206.—I.—1911—II—9 (18 40).—*Viana do Castelo, VI*. Gran pánico en Caminha, y en esta villa, sobre todo en el barrio de los pescadores, cuya población salióse a la calle, gritando despavorida. V en Ancora, Vila N. de Cerveira y Ponte de Lima; III en Esposende (*id.*, 203-204.)

En La Guardia duró de 6 a 7 segundos, e hizo estremecer puertas y ventanas, sin producir desperfectos (V). Le acompañó un intenso ruido, parecido al del arrastra de un carro por un sitio pedregoso. En Tuy alcanzó la misma intensidad.

207.—IV.—1911—II—12 (medio día).—*Benavente VI*. Area de sacudimiento muy reducido. Puso en sobresalto a las gentes, que salieron a las calles; sin más daños que abrir más las rajadas ya existentes en los edificios. En Salvaterra do Magos fué sentido con bastante trepidación, y produjo pánico. (En Portugal, según Choffat, basta un V. F. M. para producirlo).

207.—VI.—1911—VIII—6 (1 20). Hubo otro en Benavente, en la fecha y hora indicadas, con 10 segundos de duración, y al que acompañó un fuerte trueno subterráneo, saliendo algunas personas aterrorizadas a las calles (VI). (*idem*, 204-205).

208.—III.—1911—III—21—(14 15). *Huerta de Murcia VIII*. Notable período sísmico, que si bien produjo daños materiales muy considerables, y grandes sustos, y otras molestias; sólo motivó algunas heridas y contusiones.

Relacionaremos nuestros datos, publicados en parte (*Enumeración...*, *Los recientes terremotos murcianos*. Rev. de la Soc. Astron. de España y América, Noviembre 1911, 119-122, fig. 56-59), con los de los Sres. Sánchez Lozano y Martín (o. c.), advirtiendo que los nuestros están tomados, no solo de la prensa periódica, sino que muy especialmente de las cartas del entonces cura de Lorquí, D. José Rubio Valdés, de nuestros hermanos de religión los PP. Agustín Macías, Emilio Ortega y Joaquín Vergara, S. J., del Profesor y notable geólogo D. Daniel Jiménez de Cisneros, y de otros favorecedores.

El período sísmico se inició con el terremoto indicado, el que ocasionó en Cotillas algunos hundimientos y graves averías en otros edificios, que hubo que desalojar entre ellos la Casa-Palacio de los Duques de Pastrana. En Alguazas

hubo de hacerse lo mismo con la Escuela, y Casa prioral, y también se hundió algún edificio. En Lorquí la Iglesia y otros edificios sufrieron bastante, pero menos que los de las otras poblaciones indicadas, a las que, en unión de Ceutí, corresponde el grado VIII.

« «.—III.—1911-IV-3 (11 10.) Continuaron las réplicas todos los días, hasta que sobrevino otro temblor más fuerte que el anterior en Lorquí, donde hizo notable daño en su Iglesia y en bastantes casas. Le siguieron réplicas muy numerosas, y entre ellas algunas fuertes, y aun violentas, lo que aterrorizó a las gentes, quienes estuvieron bastante tiempo viviendo en los *casos* de la Huerta, en otros improvisados, y aun en tiendas de campaña, prestadas al efecto por las autoridades militares.

De los 119 temblores que catalogamos, sentidos desde el 21 de Marzo, hasta el 24 de Mayo, cuando cesaron, corresponden al grado VIII F. M. los dos ya citados; otros dos al VII; seis al VI; diez y siete al V; treinta y cinco al IV; y cincuenta y siete al III. El área de sacudimiento sensible de estos sismos, aun de los más fuertes, fué muy reducida, y el decremento de intensidad tan notable, que muchos temblores sólo se sintieron en Lorquí, y aun algunos solamente en la porción de este pueblo edificada sobre los aluviones del Segura, y no en la que lo está sobre las vecinas margas miocenas; en el antiguo Monasterio de San Jerónimo, (12 km. al SE de Lorquí), sólo se sintieron 25 temblores (dos VI, dos V, doce IV, y nueve III); en Orihuéla (26 km. al E), tres, y únicamente los dos destructores en Alicante (72 km. al NE), con intensidades de IV, a lo sumo y III. En Cartuja (Granada), distante 240 kilómetros, registraron seis los Cartuja bifilares, y doce el vertical, gracias a su considerable aumento de 500 veces.

Un puente de mampostería, de unos 300 metros de longitud, cerca de Lorquí, y en la carretera de Madrid, se desvió de la alineación recta, quedando en forma de senoide, por haberse desviado unos 10 centímetros a un lado, unos 30 metros de su porción central; además se desprendió el revoque de los pretilles, quedando éstos corridos hacia el centro del puente.

Durante el resto del año volvieron a sentirse réplicas, de vez en cuando, aunque no los ruidos sísmicos, que tanto se repitieron en Lorquí, aun sin que les acompañase temblor alguno, durante el periodo analizado a tan grandes rasgos. Las más importantes fueron las del 17 de Noviembre, precedidas y seguidas de otras, con pocos días de diferencia, y las del 20 al 21 de Diciembre (esta última V F. M.)

209.—III.—1911-V-31 (15 13).—*Santa fe (Granada)*, VIII.—Raja importante en una muy sólida chimenea de ladrillo, de unos 30 metros de altura, y averías notables en los edificios contiguos (fábrica de azúcar y casa-habitación; en esta última se cuartearon varios tabiques, y resultaron grietas en los muros; hubo muchos objetos derribados con las consiguientes roturas. En la ciudad, lesiones en la Iglesia Parroquial, Convento de Religiosas de la Compañía de María y algún otro edificio, también construido con excelente material. Averías notables en muchos de los menos resistentes, y aun derrumbio de alguno en mal estado, con rajás en muros y en tabiques (vimos algunos casi en el

aire, partidos en dos como si se les hubiese querido *doblar*, haciendo avanzar la hilada de ladrillos horizontal del medio, quedando fijas las porciones alta y baja). Hubo caída general de chimeneas (de pésima construcción), y de innurables tejas y yesones, sin más que algunos heridos y contusos. En Láchar—11 km. al W de Santafé—hubo algunos derrumbos, numerosas rajás, caída de yesones y de muchas chimeneas, cuarteo y aun caída de algún tabique. En una casa en construcción, sita en la carretera de Málaga, y unos 5 kilómetros al W cayeron los albañiles derribados al suelo, con el natural espanto, y hubo que rehacer buena parte del edificio, por lo mal parado que quedó.

Muy violento en Huétor-Tájar, Atarfe y Granada (VII-VII-VI). En Cartuja (15 km. al E.) fué V-VI, duró 30 segundos y se registraron 34 réplicas, de las que se pudieron identificar 20, entre el 31 de Mayo y el 10 de Junio. La del 4 de este último, a las 16 53, fué en Santafé (VI-VII, y produjo notable pánico, y algunos perjuicios en edificios ya resentidos.

Hubo rajás en el suelo—en particular en Jau (1 km. al W), y en Pinos Puente (4 km. al N.)—y cerca de la primera de dichas poblaciones enturbiamiento de las aguas freáticas y eyecciones de agua y arena al través de las grietas que se formaron en el suelo. (v. s. *Los recientes terremotos granadinos*. Rev. de la Soc. Ast. de E., Jul. 1911, 53-56, fig. 24-26).

209.—III.—1911-VII-7 (3 55). *Torreveja VI*. Violento, algunas grietas en los edificios y notable ruido. Dos débiles réplicas por la noche.

210.—II.—1911-VII-24 (2 0). *Valle de Ossau, VII-VIII* (sentido en el N. de España como VI, a lo sumo). Acompañólo notable ruido, y fué violento en Panticosa, con notable pánico (VI); V en Jaca y su partido; IV en Huesca y en Oña; III en San Sebastián y Zaragoza. Registrado en Cartuja (740 km.), en unión de una réplica mucho menos fuerte. (v. s. Comas Solá *El terremoto pirenaico del 24 de Julio de 1911*, Rev..., Sebpre. 1911, 81-83, fig. 31-33).

212.—VI.—1911-VIII-12 (22).—*Saco de Cádiz*.—Sentido allí a bordo de los vapores holandeses *Prinses Juliana* y *Koningin Regentes*, según las *Seismische Registrirungen* de De Bill; 56. VI en Albufeira, Boliqueime, Estoi, Villa Real de San Antonio; V en Olhao, S. Bartolomeu de Messines, Saboia y Beja; IV en Mértola; III en Montemór-o-Novo y Benavente. (Prof. Pereira de Sousa; o. c., 206-207).

En España se sintió este terremoto en la Pa. de Huelva, y fué en su capital de corta duración y bastante sensible, sin que empero produjese daños ni accidentes. En Ayamonte duró de 4 a 5 segundos, fué bastante intenso, con dirección N.-S. y acompañado de ruidos. Registrado en Cartuja (310 km.).

213.—II.—1911-VI (1-24 (7 1/2)). *Aldeanueva de Cameros (Logroño), VI*.—Pánico notable, así como en los pueblos circunvecinos. El 4 de Julio se había sentido otro en Antol, y de la misma procedencia.

214.—III.—1911-X-9 (1 1/4). *Tibi (Alicante) VI*. Fuerte temblor, acompañado de ruido sísmico; despertaron los habitantes, y hubo notable pánico. Muy fuerte en las Ventas del Maigó (5 km. al W).

215.—III.—1912-I-23 (14).—*Vimeiro VI*. Pánico, saliendo las gentes a la calle. En Evora V, rápido y seguido de un gran trueno subterráneo. V en Aviz, y IV en Arraiolos. Según P (o. c., 211), del que son estos datos, es probable que la zona

sísmica de Vimieiro esté relacionada con la formación de la depresión en la que se depositó el mioceno lacustre, la que se halla situada al N. y muy cerca de Vimieiro, y que las sacudidas sísmicas de esta región sean tal vez la continuación de los movimientos que originaron la tal depresión.

216.—III.-1912-I-25 (4). *Mina S. Domingos VI*. Macrosismo local, que produjo inmenso pánico entre los mineros, y más en particular entre los que se hallaban a gran profundidad, en las dichas minas de cobre (id., 210).

217.—IV.-1912-III-19 (3 30), *Benavente VI*, y lo mismo en Samora Correia y en Santo Estevam. V en Alhandra y Azambuja; (id. 211). El 24 de Diciembre a las 24 (o sea a las 0 del 25), sintióse en Samora Correia un temblor IV. (id. 220).

218.—II.-1912-IV-16 (12 1/2) *Campillo de Aragón y Cimbales (Zaragoza), VII*. Violentísimo terremoto seguido, pocos minutos después, de otro algo menos intenso. Muchos cristales se hicieron añicos y cayeron al suelo una infinidad de objetos, mientras sufrían desperfectos numerosos edificios, sobre todo en Cimbales. Hubo pánico intenso, y un fuerte ruido acompañó a los terremotos, de los que se obtuvieron gráficos en Cartuja, distante unos 400 kilómetros.

219.—III.-1912-IV-22 (3). *Ocaña (Almería) VII?* Según *La Correspondencia de España*, produjo muchos desperfectos en los edificios, con ruina de alguno. En Cartuja (77 km.), dejó gráficos insignificantes, menores que los de otros temblores del grado V. F. M., sentidos en Fondón y en Paterna de Almería, pueblos circunvecinos. De no tratarse de un movimiento exclusivamente local, debe haber notable exageración en el informe enviado al dicho diario.

220.—III.-1912-VI-II (7 20). *Albufeira VI*. Repetición del No. 212. tuvo la misma línea epicentral, o sismo-lectónica de Albufeira-Estoi-Vila Real de San Antonio, donde alcanzó el grado VI F. M. La isosista V pasa al N. por Alcantarilla, Louté, S. Brás, y al S. por Faro y Olhao (P. o. c., 212-213).

En Huelva fué VI, V en Ayamonte, y IV, y aun tal vez IV-V en Sevilla.

Resulta notable la prolongación en el sentido de la gran falla del Guadalquivir de estos movimientos, y el que muchos lo sintiesen en Sevilla como fuerte, y aun lo recuerden, pasados bastantes años, con distar esta capital andaluza 140 kilómetros de V. Real de San Antonio. Registrado en Cartuja (285 km. de la misma población).

221.—II.-1912-VII-14 (1247). *Olot VI*. Pánico en la región epicentral, con derrumbamiento de algunas paredes viejas o de mala construcción en Montagut, y acompañado de una violenta detonación, o ruido subterráneo. Fué débilmente registrado por todos los sismógrafos del Observatorio Fabra (Barcelona), distante unos 80 kilómetros, y tuvo una ligera réplica, hacia las 16 del propio día. (v. s. Sr. Comas Solá, Rev., No. 18).

222.—II.-1912-IX-15 (2). *Pirineos y Valle de Ossau?* Aunque el tan distinguido Director de la Oficina Central Meteorológica y Sismológica Central de París, Mr. Alfred Angot, le asigne como máxima intensidad, la correspondiente al grado V (Pierrefitte, Luz, Gavarnie, Cauterets), le damos cabida por su muy extensa área macrosísmica, la que, en territorio francés abarca total o parcialmente los departamentos de los Altos y Bajos Pirineos, Gironda, Landas, Gers

y Alto Garona, y en el español, en particular a Navarra, buena parte de Cataluña (Barcelona, Tortosa...) de Aragón (Huesca, Zaragoza, Veruela...) a San Sebastián etc., según datos de la prensa diaria, del *Bulletin sismique...* de París, y de cartas particulares, en especial de nuestro hermano de religión el P. José Múnera, S. J., y del tan notable astrónomo y sismólogo de Barcelona Sr. Comas Solá. Registrado en Cartuja (820 km).

223.—I.—1912-X-18 (1330). *Línea sísmo-tectónica Paços de Ferreira-Vila Nova da Famalição-Barcelos, VI.* (P. o. c., 216). Atribuye P este terremoto, y el de las 4 del 16-XI de igual intensidad y área macrosísmica muy poco diferente, lo mismo que los del 9 de Febrero de 1911, a movimientos epirogénicos, y relaciona la línea epicentral con una probable dislocación transversal de la región, la que, por otra parte, constituye una depresión notable, con las vecinas aguas sulfurosas de Caldas da Saude, y Caldas de Eirogo y de Mosqueiro, aprovechada para el paso de la vía férrea.

224.—III.—1913-I-31 (123). *Torrevecija VI.* Muy violento, y con notable pánico, refugiándose muchos en calles y plazas, a pesar de lo intempestivo de la hora. En Orihuela (25 km.) hubo un tabique caído, y muchos platos, y otros objetos rotos, despertando bastantes, aunque con susto moderado (V). En Murcia (40 km.), lo sintieron pocos (III-V). (Prof. D. José Andreu, pbro. y PP. Aranzubía y Puig, S. J.) Registrado en Cartuja. Háblase precedido otro temblor más débil (IV), el 28 del mismo mes, a las 13 40.

225.—II.—1913-V-4 (9 45). *Lagos VI.* En la zona sísmica del Algarve occidental, o sea en la Lagos-Albufeira, se sintió este terremoto, al que acompañaba ruido subterráneo. Fué VI, en Lagos; V en Albufeira, Faro, Alcantarilha, Algoz (Silves) y Monchique; IV en Olhao, Messines y Saboia; III en Lisboa. (P. o. c. 222). Registrado en Cartuja (420 km.)

226.—I.—VI-9-13-VI-9 (21 1/2). *Lourinha-Peniche-Obidos-Ribeira de Santarem, VI.* V. en Runa. Dois Portos, Sobral de Monte Agraço, Arruda dos Vinhos, Ericeira, Cintra, Praia das Maças, Santarem, Almeirim. Bemfica de Muge y Valada; IV en Ramahal, Olhavo, Mafra, Lisboa, Landal y Azambuja; III en Merceana y Rio Maior (id., 224). Registrado en Cartuja (470 km.).

227.—IV.—1913-IV-18 (8 1/2).—*Torres Vedras, VI.*—Violento sismo local, principalmente de abajo-arriba o vice-versa, con caída de objetos y pánico. (id., 224).

228.—I.—1903-VII-24 (10 7).—*Línea sísmo-tectónica de Paços de Ferreira-Vila Nova da Famalição, VI.*—V en Vizela y Negrelos; IV en Guimarães y Lousada.

229.—III.—1913-VIII-11 (1 7).—*Albuñol (Granada) VII.*—Precedido por un espantoso ruido subterráneo. Cuarteó muchos tabiques y aun muros, cayendo infinidad de tejas y bastantes chimeneas, al tiempo que se venían al suelo multitud de objetos, como cuadros, espejos, vajilla, etc. con las consiguientes roturas. VI en Adra; V en Lanjarón; VI en gran parte de Granada, y III en Cartuja (75 km.), donde le registraron todos los sismógrafos.

230.—III.—1913-XI-24 (22 1/2) a XII-5.—*Huésca (Granada). VII.*—Notable

período sísmico, iniciado por fuertes ruidos subterráneos, durante las horas de la noche que precedieron al primero y más fuerte de todos los temblores de la serie, y que se oyó más intensamente en la Sierra de la Encontrada, a dos kilómetros de aquella población. En Huéscar hubo tabiques cuarteados, y aun hundidos, chimeneas desmoronadas, objetos caídos con las consiguientes roturas, rajás en el suelo, y enorme pánico, sobre todo al ver lo frecuente y fuerte de las réplicas. Hubo tres temblores del grado VII; uno del V; cinco del IV, y más de una veintena del III y II, no faltando los *ruidos*, los que a veces se presentaban solos. En la Sierra de la Encontrada las sacudidas pasaron del centenar, siendo mucho más numerosos aun los ruidos, en este *enjambre sísmico*, análogo a los tan frecuentes en la Erzgebirge y en el Vogtland, pero que aquí causaron tanta mayor extrañeza cuanto que los terremotos muy rara vez se dejan sentir en Huéscar, aun procedentes de otros epicentros (como el de Adra del 16-VI-1910).

Los temblores más fuertes se sintieron en una estrecha zona de 20 kilómetros de longitud, desde unos 5 km. al W de Huéscar, hasta Orce (15 km. al SSW). El epicentro parece hallarse al pie de la Sierra de la Encontrada, en las inmediaciones de dos abundantes manantiales, llamados Fuencaliente (de 2 a 3 kilómetros al E.), y Parpacén (a igual distancia, al W). Según datos debidos al Diputado Provincial Illmo. Sr. D. Juan A. Guillén, Alcalde Sr. López, Lefebre, y a un hijo suyo Director del *Campesino Andaluz*. En Cartuja sólo se registraron los tres VII, y eso débilmente.

231.-II.-1914-II-2.— *Villanueva de Castellón, VI*.—En dicha población y en otras comarcas de la Ribera Alta, se sintió un terremoto, el que produjo gran pánico.

231.-III.-1914-9 (21 50).—*Santafé, VI*.—Gran alarma, a pesar de su corta duración. En Granada V, y IV-V en Cartuja, donde se registró. Notable ruido sísmico y agitación de animales domésticos (canarios y gatos).

233.-III.-1914-III-17 (19 18) *Huerta de Murcia, VII*.—Algunos desperfectos en los edificios menos sólidos, en Campos y en Fortuna; además repicaron solas las campanas, y cayeron al suelo muchos objetos, con el consiguiente pánico, tratándose de gente impresionable, y estando tan reciente el período sísmico de 1911. VI en Abanilla; V en Murcia, y lo mismo en Orihuela. Sentido en buena parte del E. y del N. de la provincia de Murcia, y del S. y del W de la de Alicante. Siguiéronle varias réplicas, algunas medianas y aun fuertes. Registrado en en Cartuja (220 km.).

234.-II.-1914-VIII-7 (0 50), y 11 (9 6) *Alto Essera (Huesca, antiguo condado de Ribagorza) VII y VI-VII*. (Prof. Fontseré), *Sobre un centro de actividad sísmica en el alto Essera*, Mem. R. Acad. de C. de Barcelona, XII, N.º 8).—En Benasque VII, con derrumbamientos de chimeneas y grietas de consideración en los edificios; probablemente VI en Castañesa y V en Eriste y Cerler. El segundo terremoto fué VI-VII en Eriste, y probablemente en Castañesa y V en Cerler, Anciles, Benasque y Sahún, al que siguieron 4 o 5 sacudidas, con intervalos de 5 a 10 minutos, según datos recogidos en Benasque, por el Prof. Fontse-

ré, y varias réplicas durante tres horas, en Cerler, en cuyo término se vieron notables corrimientos de tierra.

A fines de Mayo se había sentido en Plá un temblor del grado IV F. M., al que siguió otro de la misma intensidad; unas cuatro horas después.

235.--IV.-1914-IX-23 (3 15) y 25 (17 50).—*Benavente, VII.*— El primero de estos dos sismos corresponde a la zona sísmica de Benavente, tan sacudida desde el terremoto destructor del 23-IV-1909, y le precedieron en 1914 varios temblores, más débiles (dos IV, en los días 14-I; 5-IV; y un VI) el 19-VI. Fué VII en Benavente; VI en Salvaterra de Magos y Azambuja; V en Alcoentre, Aveiras de Baixo, Aveiras de Cima, Samora Correia, San Estevan, Cartaxo, Pontlevel; IV en Santarem y III en Loures.

El temblor del 25—registrado en Cartuja, distante unos 490 kilómetros—fué mucho más notable, y alcanzó el grado IV en la porción S. de Lisboa y el V en la N. habiendo sido VII en Benavente y Vila Franca de Xira.

La lista del Prof. Pereira de Sousa (*Principais macrosismos em Portugal--Anos 1914, 1915 e 1916—Com... XII, 103-108*), abarca 90 poblaciones con las intensidades correspondientes, más de ellas sólo dos en las que se sintió como III F. M., aquí el necesario para limitar el área macrosísmica de este temblor, el que tuvo necesariamente que tener réplicas.

236.--I.-1915-I-(2 19).—*Santa María de Genestaza (Oviedo), VI.*—Desprendimiento de rocas, menos notables que los que el 5-VIII-1913 arrasaron allí 13 fincas, y que en menor escala y bajo el nombre de *franás*, constituye un fenómeno muy común y observado desde hace cuatro siglos por lo menos, (Sr. Cura D. José R. Alonso). No hubo víctimas, como supuso la Prensa. El estremecimiento se sintió en Tineo, Brañuela, Campas, Fresno, Ambres y Miedes. Registrado en Cartuja (unos 800 km.). La caída de las rocas tuvo lugar de pronto y de unos 400 metros de altura.

237.--II.-I-5 (3 14).—*Dimas y Durango (Vizcaya), VI.*—Sentido por todos los habitantes de la comarca; en Oña y Briviesca (80 y 90 km. al S.), todavía V. En Bilbao debilísimo, y apenas sentido por alguno. Registrado en Cartuja (710 km.)

238.--II.-1915-III-28 (4 33).—*Alto Essera, VII.*—Epicentro en la Sierra Negra, entre Cerler y Castanosa. En esta última derrumbó un edificio, causando víctimas, a pesar de haber durado pocos segundos; acompañábale ruido. VI en Cerler; IV-V en Benasque, Anciles, Sahún y en los pueblos de la ribera de Vilaller—Aneto, Bono, Montanuy, Senel y Vilaller;— y III-IV en Plan y Pont de Suert. Registrado en Fabra, distante unos 180 kilómetros. (Poof. Fontseré, *Sobre un Centro...*).

239.--VI.-1915-VII-(11 30).—*Hundimiento oval lusitano-hispano-marroquí del Prof. P. de Sousa, VI.*—Este sismo reviste excepcional interés por haberse originado en el mismo accidente tectónico, y aun pudiéramos decir en la misma línea de fractura, o casi, que los terribles megasismos de 1531 y 1755, y probablemente de los de 1344, 1531 y aun tal vez 1356, y no debe distar mucho del temblor del 5 de Marzo de 1910, sentido, según A. Sieberg, a la vez en Lis-

boa y Casablanca (*Makroseism. Erdbebenberichte*), si bien débilmente y registrado en Cartuja (450 km.).

Según nuestros cálculos (publicados en unión de un croquis, y de uno de nuestros sismogramas por el Prof. Pereira de Sousa, en su ya citada memoria p. 113-115) el epicentro se halla a los 35 N - 11 W de Greenwich, y el trabajo desarrollado por tan importante sismo equivale entre 1/10 y 1/3 del producido por el sismo ibérico del 23 de Abril de 1909, o sea como aproximación, unos 5×10^{22} ergs. A pesar de su origen, los mareógrafos no lo registraron. Sintióse en casi todo Portugal, de S. a N., y principalmente junto a la costa occidental, donde alcanzó su intensidad máxima. V solo por excepción en VI Torres Vedras y V-VI en Veiros. En Ayamonte fué IV F. M.

Otro sismo submarino, aunque menos importante y con epicentro en la porción SW del *saco de Cádiz*, a unos 285 kilómetros de Cartuja (Granada), registraron los sismógrafos de la misma, el 12 del mismo mes a las 23 h. 32 m. 46 s. Fué violento y con pánico (VI), en Larache; V en Huelva, y IV-V en Ayamonte; débil reflejo de los muy destructores de los años 245, 216 y 209 antes de N. S. J.-C., y 382 después.

240.-II.-1916-IV-27 (22 36).—*Arenys de Mar (Barcelona)*.—Epicentro en el mar, inmediato a la playa comprendida entre Arenys y Caldetas. El fenómeno afectó una zona de unos 25 km. propagándose principalmente en dirección al Coll Sacreu; máxima intensidad V. El 28 del mismo mes se sintió en Capel de Mar una ligera réplica del anterior, y el 15 de Junio allí mismo un temblor VII registrado, como el primero de todos, tanto en Fabra (42 km. como) en Tortosa (200). Prof. Fontseré.

231.-III.-1916-XI-28 (22 5).—*Salinas (Alicante)*, VI-VII.—La máxima intensidad correspondió al sitio ocupado por unas casas de campo en el macizo montañoso situado al SW de Villena y llamado Sierra de Salinas, donde se derrumbaron varias chimeneas y agrietaron algunas paredes; se sintió como V en Salinas; IV en Villena, Sax, Pinoso, Cuevas, Yecla (Murcia) y Onteniente (Valencia), y como III en Aspe y Novelda. Lo registraron los Observatorios y Estaciones Sismológicas de Alicante, Almería, Ebro (Tortosa), Fabra (Barcelona), Málaga, San Fernando, Toledo y Cartuja (Granada); (v. s., Prof. Fontseré, *Nota sobre los terremotos alicantinos...*, Mem... XIII N.º 13.

242.-I.-1916-XII-3. — *Canelo (Lugo)*, VII-VIII.—Gran trepidación, seguida de otras más débiles; hubo averías importantes en una fábrica y grietas en el terreno, habiendo producido efectos análogos a tres kilómetros de distancia.

243.-II.-1916-XII-25 (10 28).—*Jávea (Alicante) e Ibiza*.—Interesante terremoto, por su epicentro submarino, al largo del cabo de La Nao, y quizás un poco al N. y no muy lejos del terrible terremoto del año-349. Todas las estaciones sismológicas españolas antes citadas lo registraron, y en las de Alicante, Cartuja y el Ebro además sus réplicas de las 10 36 y de las 11 0. (v. s. Prof. Fontseré, o. c.).

244.-III.-1917-1-12 (23 52).—*Almuñécar (Granada)* VI.—Se sintió primero ruido como de rodar un coche, y al poco fuerte trepidación que hizo se movie-

sen muchos objetos situados sobre mesas y anaqueles, con las consiguientes roturas y notable pánico, que hizo salir las gentes a la calle. El 13, a las 0 21 y 0 27, dos réplicas III. Sentido el más fuerte en Dúrcal, Gualchos, Bérchules y Órgiva, como IV F. M., y registrado en Málaga y en Cartuja (Granada).

245.-III.-1917-1-29 (22 53).—*Huerta de Murcia, VII.*—Según *El Tiempo* de Murcia, el temblor duró unos tres segundos, y aunque no muy fuerte, produjo algún pánico, lanzándose alguna gente a las calles. En el teatro cayeron tres luces de los atriles con gran extrañeza de los músicos que no se dieron cuenta del fenómeno, por hallarse tocando una pieza harto estruendosa. No faltó quien se alarmara y aun pidiese auxilio desde un balcón. El epicentro de este terremoto, registrado por todas las estaciones sismológicas españolas, se halla cerca de Cotillas, donde produjo pánico y aun algunas averías en los edificios. Según los datos recogidos y publicados por el Prof. Fontseré, alcanzó el grado VII en Cotillas y Alguazas; VI en Ceutí, Lorquí, Molina y Archena; V en Blanca y IV en Murcia, apreciación esta última que nos inclinamos a creer baja por los datos antes expuestos, y que nos comunicó el Excmo. Sr. D. Ricardo Codorniú. La propagación ha sido principalmente siguiendo el curso del Segura, y el epicentro casi el mismo que el del sismo mucho más violento del 21 de Marzo de 1911.

246.-III.-1917-VI-3, a VIII-3.—*Loja (Granada).*—Durante todo el mes de Julio del dicho año, y primeros días del mes de Agosto, se sintió en Loja un verdadero enjambre sísmico, iniciado el 3-VII, con un temblor V, y el 10 con otro VII (21 10 1/2). Desde el último hasta unos diez días después, se sentían de tres a cinco temblores cada veinticuatro horas, de ellos los más fuertes a más de los citados, los del 13 (4 9), 15 (11 6) y 3-VIII (9 18), registrados como los otros dos en Cartuja (40 km.). Algunas averías en los edificios, y la consiguiente alarma, aumentada por los ruidos sísmicos, a veces bastante fuertes que acompañaban siempre a los terremotos, si bien también se presentaron solos.

267.-II.-1917-IX-28 (15 42) *Banyuls-s-m., VII.*—Este temblor, de probable origen submarino, se ha dejado sentir principalmente en el Ampurdán y el Rossellón, alcanzando como máximo el grado VI en territorio español (Puerto de Selva y el V en Figueras y La Bisbal. Tuvo dos réplicas el 10 de Octubre (IV y III en Puerto de la Selva) (Gerona). (v. 9 s. Prof. Fontseré.

248.-II.-1917-X-23 (22 42).—*Costas del Garraf (Barcelona).*—Epicentro submarino situado a los 41° 3' N-2° 19' E. Gr., según el Prof. Fontseré. La isosista V, es muy alargada y se extiende hacia Castellví de la Marca, y un máximo secundario se presenta en la inestable región de Alella (V). La zona macrosísmica abarca en la costa una faja de 90 km. de longitud, ensanchándose notablemente la isosista IV hacia la parte de Rubí y Tarrasa (30 km. de la costa, y el doble del epicentro). Este notable sismo fué registrado en cuatro estaciones sismológicas españolas, y entre ellas en la de Cartuja.

IV

DADO lo incompleto de los datos conservados sobre la inmensa mayoría de los períodos sísmicos analizados, sin excluir los más importantes, las comparaciones entre una y otra región, y con mayor razón entre una y otra zona sísmica, apenas tienen otra finalidad en la Península Ibérica que la de *cuatro trazos* que ofrecíamos presentar, y con ellos un *bosquejo* de manos medianillas, fuera de la buena voluntad. Aun en tiempos bastante recientes, la inclusión o exclusión de los terremotos en las historias (si exceptuamos los catastróficos) ha sido materia del gusto de los autores, lo que tiene sus inconvenientes, y no pequeños, bajo el punto de vista sismológico.

Alguna vez se presentan hasta sismos destructores donde nunca se habían sentido (*autóctonos*) y aun poco, relativamente, los procedentes de otros epicentros, como acaeció en el número 191 (23-IV-1909, Benavente), con epicentro a orillas del Tago, y que destruyó aquella población que tan poco había sufrido cuando el terrible sismo de Lisboa (1755), a pesar de su vecindad. También se observan *treguas* de centenares de años (700 entre los dos terremotos de Aix de 1224 y 1909, número 17 el primero, y no incluido en nuestra lista el segundo, a pesar de haber causado 60 víctimas en Rognes, Lambesc, &, (por no haber pasado del grado IV en territorio español); pero ambos casos son muy raros, y aunque de vez en cuando asistamos más que a la formación al *remozamiento* de una zona sismogénica, lo más corriente es que la tensión acumulada por corrimientos, compresiones etc.; se libere con más frecuencia y de ordinario, por la *estratoclasia* o fractura del material que integra al suelo, sometido como se hallaba a esfuerzos que excedían su límite de elasticidad, y que el trabajo producido, esto es, el terremoto, extremezca con mucha mayor frecuencia el suelo.

Así se nos hace poco creíble el que los primeros terremotos murcianos, alcantinos y aun de alguna zona muy importante almeriense (Adra), sean tan recientes, y que hayan pasado siglos y siglos sin sentirse en Galicia temblores un tanto violentos, y aun semi-destructores, etc. etc., y no dudámos achacarlo a nuestra deficientísima información. Si se recurriese por muchos mejor que por uno sólo, al estudio y busca paciente de documentos y libros, y de preferencia en archivos, registros parroquiales y de cofradías, tenemos la seguridad de que se hallarían valiosísimos datos para que alguien, con tiempo, medios y dotes suficientes, emprendiese y terminase la *Historia sísmica de la Península Ibérica*, en condiciones que honrasen a nuestra España y a Portugal, la nación hermana que con la nuestra comparte el extremo occidental de Europa.

No dejaremos de comparar unas cifras con otras aquí, por lo que pudieran tener de curioso, y porque así resultarán más manifiestas las conclusiones generales que creemos poder establecer con alguna aproximación.

El número de períodos sísmicos importantes de los que hemos podido recoger datos, y que han agitado el suelo de la Península Ibérica desde el año 500 antes de nuestra era Cristiana hasta 1917 inclusive, es de 248, de los que corresponden 14, o sea el 6 %, aproximadamente a la región I (Meseta Ibérica, con sus dependencias, y en particular el macizo Galáico-Lusitano); 63, esto es el 26 %, a la II (Fosa tectónica del Ebro, Pirineos, Cordillera costera Catalana); 97, o sea el 39 %, a la III (Cuenca del Guadalquivir, Cordillera Penibética...); 12, esto es un 5 %, a la IV (Fosa del Tajo); sólo 1, o sea 1/2 %, a la V (Fosa tectónica del Ródano); y 47, esto es el 19 %, a la VI (Fosa Lusitana-Hispana-Marroquí). Si nos atenemos al número de los terremotos, y prescindimos de sus extensiones relativas, tendremos que la región III es, con mucho, la más sísmica, y que le siguen las II, VI, IV, I y V, siendo estas dos últimas, y más en particular la mayor parte de la I, muy poco sísmica.

El número de períodos sísmicos notables encierra menor interés humanitario que el de los destructores y catastróficos, y en unos y otros la repartición en tiempos y en localidades, sirve a la vez de recuerdo de lo pasado, y de aviso para lo futuro. Ese reparto podrá verse en los cuadros que figuran al fin de ese trabajo, y cuya división juzgamos provisional, y lo mismo decimos de la región correspondiente a muchos de los terremotos, de los que apenas hemos conseguido más que citas escuetas, con fecha y localidad aproximada. Esos cuadros también sirven de índices a las listas menos compendiosas que forman la parte principal de este *bosquejo*. Dada la penuria de documentos, una razonable subdivisión en zonas sísmicas exigiría mucho tiempo para resultar problemática en buen número, por no decir en la mayor parte de los casos; tal es la penuria de datos.

Fuera del terremoto del año 60, antes de N. S. J-C, de Galicia y las costas de Portugal adyacentes, y de origen submarino e intensidad cuando menos X F. M., ninguno de los demás períodos sísmicos que han agitado la región I han pasado del grado VIII, y aun rarísima vez, y en muy pocos sitios han llegado al mismo, y los más se han sentido en el macizo Galáico-Lusitano, que podemos calificar de penesísmico, con alguno que otro trozo que rodea a la Meseta propiamente dicha, asísmica en conjunto y rarísima vez agitada por temblores de otras procedencias. Los sismos de Galicia parecen los más de origen epirogénico, y con frecuencia se sienten con análoga intensidad en puntos bastante alejados entre sí. Los derrubios con estremecimientos, de ordinario muy localizados, no son infrecuentes.

Muy otra es la sísmicidad de la región II, en la que algunas zonas son marcadamente sísmicas, como Olot y su comarca, y aun también la costa de la misma provincia de Gerona, la que desde 1396 hasta nuestros días ha sufrido 13 períodos sísmicos, notable entre ellos el tan terrible que duró desde 1426 hasta 1433, y que tan ingentes destrozos y numerosísimas víctimas ocasionó en 1427

y en 1428. De los restantes períodos sísmicos catalanes, ocho corresponden a la provincia de Barcelona y cuatro a la de Tarragona, destructor entre todos el de 1448 (Vallés, Barcelona). Los epicentros de varios de ellos son submarinos.

Con los terremotos de que acabamos de ocuparnos, relacionados con el asentamiento de la cordillera costera catalana, uno de los accidentes orogénicos más modernos de la Tierra, y aun tal vez con algún cambio brusco, o detención en el paulatino descenso de su costa, visible no lejos de Badalona, con algún conato de erupción abortada, figuran de vez en cuando los de los Pirineos, asiento de sísmos destructores y muy violentos de muy distinto carácter, de acuerdo con la modalidad del movimiento y la entidad de las masas, ya marcadamente tectónicos, como los del Valle Ossau de 1873, 1903, 1911, 1912, ya muy posiblemente ocasionados por derrumbios como los tan terribles de -500, 580 y 1374, este último del antiguo condado de Ribagorza, casi del mismo sitio que los mucho menos violentos del Alto Éssera de 1914 y 1915.

Entre los terremotos valencianos más notables, cuentan los de los años-349, 1599, 1656, 1723 y 1748, y entre los de las Baleares los de 1654 de Menorca, y de 1851 de Mayorca.

La región III presenta varias zonas de alta sismicidad, no porque los terremotos fuertes se repiten a menudo, sino porque si bien suelen dejarse sentir de tarde en tarde, cuentan alguna vez entre los más luctuosos. Esas zonas se hallan íntimamente ligadas con importantes accidentes geológicos, como la falla del Guadalquivir, cuya acción sísmogénica resulta evidente en el terrible temblor de 1504, y en los que le precedieron y de que dan claras muestras hoy, a pesar de los siglos transcurridos, no pocos monumentos de Carmona y de los Alcores; la ingente mole de Sierra Nevada, tan cercana al mar, donde a poco se encuentran tan profundos veriles que casi igualan su altura, enorme arruga terrestre ligada, con sus vecinas, con la génesis de los terremotos tectónicos de Málaga de 1494 y 1680; de Granada de 1431, 1806 y 1884, de tan tristes recuerdos; de Almería, de 1522, 1804 y 1910; la cuenca del Segura, teatro en Murcia de los temblores de 1821, 1911, 1914, y no muy lejos Torrevieja con su desastre de 1828, y notables terremotos de 1990 y 1919....

La zona más notable de la región IV es la recién formada de Benavente, con su primer gran temblor conocido, el de 1909, sentido en toda la Península o poco menos, por más que no hayan dejado de precederle otros, si bien de área de sacudimiento mucho más restringida.

La región VI, o sea el hundimiento oval Lusitano-Hispano-Marroquí, como lo apellida el ilustre sismólogo portugués Prof. Pereira de Sousa, constituye uno de los más formidables accidentes sísmogénicos de la corteza terrestre, por los frecuentes re-ajustes de su fondo, los que a veces se realizan en proporciones gigantescas y con liberación de fuerzas colosales. Hay que asignarle los terremotos catastróficos de 1531 y 1755, y aun tal vez de 881 y de otros muchos, no tan luctuosos, al menos en Lisboa, así como también los dos temblores de 1915, que muestran aun se acumulan y libran energías en esa frágil región.

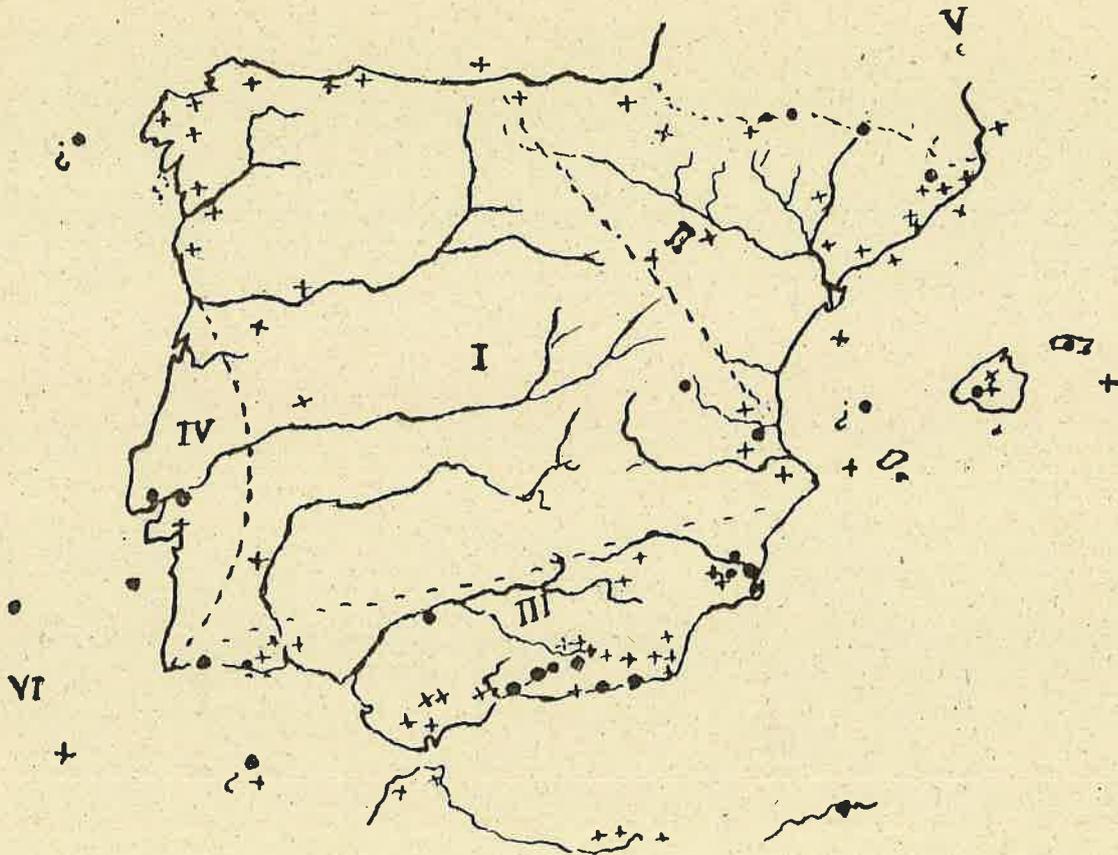
Si separásemos de la Península Ibérica su componente más característica,

el núcleo alrededor se han ido soldando los demás, esto es la *Meseta*, sería entonces un país sísmico. Tal cual la ha labrado el Supremo Hacedor, con esa elevada llanura, atravesada y bordeada por elevadas simas, y a la que gran parte de España debe la dureza de su rudo clima y la pobreza de su sediento suelo, tan propio para engendrar legiones de conquistadores y de ascetas, si bien cede esa triste palma a la Italia, el Japón, Chile, Méjico, Centro-América, el Perú y las Filipinas, merece todavía un puesto bastante elevado entre los países sísmicos y quizás el tercero entre los situados en la vieja Europa, esto inmediatamente después de Italia y Grecia. En las zonas sísmicas de la Península se impone el construir con buenos materiales, juiciosamente distribuidos y honradamente utilizados, por respeto a vidas y haciendas, que tal creemos será la conclusión humanitaria que saque el que se moleste en hojear este trabajo.

Manuel M.^a S.-Navarro Neumann, S. J.

ESTACIÓN SISMOLÓGICA DE CARTUJA (Granada) a 1.^o de Octubre de 1920

FOCOS APROXIMADOS DE LOS PRINCIPALES TERREMOTOS SENTIDOS EN LA PENÍNSULA IBÉRICA
DESDE EL AÑO 500 ANTES DE NUESTRA ERA CRISTIANA, HASTA EL DE 1917



N. B. - Los puntos negros indican los epicentros más importantes, y las crucecitas los otros.

APÉNDICE:

PRINCIPALES PERÍODOS SÍSMICOS SENTIDOS:
EN LA PENÍNSULA IBÉRICA

desde el año 500 antes de N. S. J-C, hasta el de 1917 inclusive.

REGIÓN I (14)

a).—Macizo Galáico-Lusitano y costas adyacentes (13)

N.º	AÑO	Sitio donde se sintió más intensamente	GRADO F. M.	NOTAS
8	60	Costas de Portugal y Galicia	X	Notable maremoto.
155	—1895	Orense		Epicentro submarino.
157	1897	Avilés (Costas de Asturias)	V	Extensa área macrosísmica.
159	»	El Ferrol.	VI	
173	1904	Tomiño (Orense)		
175	»	Lugo y San Esteban de Gormaz	V y VI	
180	1906	Santiago	VI	
202	1910	El Ferrol	VII	
206	1911	Viana do Castello	VI	
223	1912	Paços de Ferreira	»	
223	1913	» »	»	
236	1915	Santa María de Genestaza (Oviedo)	»	Derrubio
242	1916	Canelo (Lugo)	VII	

b).—Meseta propiamente dicha (1)

16. 1221 Toledo

N. B.—Los datos referentes a terremotos catastróficos van en caracteres·
elípticos; en bastardilla los simplemente destructores, y en tipos ordinarios los·
demás.

REGIÓN II (63)

—=—

a).—Pirineos y sus cercanías (9)

N.º	AÑO	Sitio donde se sintió más intensamente	GRADO F. M.	NOTAS
2	-500	Pirineos	X-XI	Terrible. Caída de grandes peñascos.
12	-580	»	» »	Muy destructor.
29	1374	Condado de Ribagorza	» »	Grandes ruinas y muchas víctimas. Id.
149	1873	Pirineos, ¿Valle de Ossau		
165	1902	» » »		
211	1911	» Valle de Ossau	VI	Area macrosísmica muy extensa.
222	1912	» » » »	»	
234	1914	Alto Éssera (Ribagorza)	VII	
238	1915	» » »	»	

b).—Sismos catalanes (24)

28	1373	Tortosa	VII?	No hubo daños, y sí pánico. Procesión general.
32	1396	Gerona	?	Caída de la <i>Girone-lla</i> y matanza de judíos.
34	1410	Barcelona	VII	
35	1425	»	»	Hubo procesión general de penitencia.
36	1427	Olot (Gerona)		Muchos terremotos destructores que asolaron la comarca, acompañados por un sin número de fuertes y débiles. El período sísmico duró desde 1426 a 1433, con interrupción de meses en 1427.
37	»	»		
39	1448	<i>Barcelona y Vallés (Llinás)</i>	VIII	Destrozos y víctimas
63	1628	Barcelona	V	

N.º	AÑO	Sitio donde se sintió más intensamente	GRADO F. M.	NOTAS
96	1798	Provincia de Gerona (costas)	VI	
123	1852	San Juan de las Abadesas (Gerona)	V-VI	
124	1853	Cuenca del Pallars	VII	
128	1855	Cuenca del Sió	VI-VII	
141	1875	P.º de Gerona (costas)	VI	
149	1887	Llòret y Tossa		
158	1897	La Esparra (P.º de Gerona)	VII	
163	1901	De Blanes a Palamós »		
169	1903	La Bisbal »		
178	1906	La Sellera, Amer	VI	
191	1909	El Pasteral (Gerona)	»	
193	»	Badalona (Barcelona)		
221	1912	Olot (Gerona)	»	
240	1915	Arenys de Mar (Barcelona)	»	
247	1917	Banyuls-s-m.	»	
248	»	Costas del Garraf (Barcelona)	V	

d).—Sismos valencianos (14)

3	—349	Costas del Mediterráneo y en particular Sagunto	X	
31	1305	<i>Valencia</i>	IX	
41	1477	»		
46	1523	»		
59	1599	<i>Gandia</i>	VIII	
60	1615	Onteniente		
65	1656	<i>Ademuz</i>	VIII-IX	
74	1648	<i>Valencia</i>		
75	1725	<i>Gandia</i>	VIII	
81	1748	Valencia	X	
138	1872	<i>Carlet</i>	VIII	
174	1905	Valencia	V	
100	1910	Oliva	VII	
231	1913	Villanueva de Castellón	VI	

N.º	Año	Sitio donde se sintió más intensamente	GRADO F. M.	NOTAS
-----	-----	--	-------------	-------

d).—Sismos aragoneses (menos los Ribagorzanos), de Logroño, Álava & (3)

106	1817	Calahorra		
117	1847	Álava		
110	1848	<i>El Albarracín</i>		
115	1845	Teruel		
168	1903	Pamplona	VII	
213	1911	Aldeanueva de Cameros (Logroño)	VI	
218	1912	Cimbales (Zaragoza)	VII-VII	
237	1915	Dimas y Durango (Vizcaya)	VI	

a).—Sismos baleares (8)

64	1654	<i>Alayor (Menorca)</i>	IX-X	Numerosas víctimas
66	1660	Campos (Mayorca)	VI-VII	
72	1721	Selva »	VI	
91	1773	Palma »	»	
111	1827	Sineu »	»	
121	1916	Ibiza y Alicante	V	Epicentro submarino, no muy lejos del terremoto catástrofico del año --349.

REGIÓN III

a).—Sismos alicantinos (15)

61	1620	Alcoy		
98	1802	Torrevieja		
112	1823	Torrevieja	X	Terrible período sísmico. 839 muertos.
132	1861	Alicante		
167	1903	P. ^a de Alicante		
179	1906	Crevillente	V	
182	1907	Alicante	»	

N.º	Año	Sítio donde se sintió más intensamente	GRADO F. M.	NOTAS
190	1909	Elche y Crevillente	VII	
194	1909	Torreveja	»	Hubo más de 43 temblores en 19 días.
195	1909	Crevillente	VI	
198	1910	Torreveja	»	
210	1911	»	»	
214	1911	Tibi	»	
224	1913	Torreveja	»	
241	1916	Salines	VI-VII	

b).—Sismos murcianos (15)

79	1743	Murcia	VIII	
80	1746	Murcia	VII	
93	1787	Mula		
107	1821	Murcia		
109	1823	Murcia (Orihuela, Cartagena y Alicante)	(IIM)	Posiblemente alicantino.
114	1837	Murcia		Tuvo 40 réplicas contadas.
127	1855	»		10 Id. Id.
130	1856	»		
136	1864	De Librilla a Cartagena, Alhama (de Murcia)		
164	1906	Murcia		
177	1905	»	VII	
183	1907	Totana	VIII	
186	1908	Mula y Abarán	VII?	
208	1911	Lorquí y Campos	VIII-VIII	Bastantes perjuicios; 119 réplicas catalogadas.
233	1914	Campos y Fortuna	VII	
245	1917	Cotillas y Alguazas	VII	

c).—Sismos almerienses (11)

45	1522	Almería	X	La población quedó asolada.
----	------	---------	---	-----------------------------

N.º	Año	Sítio donde se sintió más intensamente	GRADO F. M.	NOTAS
49	1522	Almería		
51	1558	»		
54	1580	»		
99	1803	»		
101	1804	»		
> 102	1804	Dalías	X	Víctimas muy numerosas.
124	1854	Fiñana		
133	1863	Huércal-Overa		Notable emjambre sísmico, sin consecuencias, fuera del suso natural.
198	1910	<i>Adra</i>	VIII	Área muy extensa; daños materiales; muchas réplicas.
218	1912	Ocaña		

d).—Sismos granadinos (24)

38	1431	<i>Granada</i>		Gran área macrosísmica.
47	1526	»	VIII	Caida de la Torre Turpiana.
52	1566	»		
82	1748	Granada y Sevilla		
92	1778	Granada		
100	1804	»	VII-VIII	
104	1806	<i>Santa fé</i>	IX	Área muy extensa y daños materiales muy importantes.
108	1822	Granada		
110	1826	»	VII	
126	1855	»		
135	1863	»		
139	1873	»		
144	1884	Granada y Málaga	X	745 muertos; enormes perjuicios materiales; área macrosísmica muy extensa.
160	1897	Granada.	VII	

N.º	AÑO	Sitio donde se sintió más intensamente	GRADO F. M.	NOTAS
188	1909	Ventlas de Zafarraya (Granada).		
196	»	Iznalloz	VI	
201	1910	Guadix	»	
203	»	Santafé	»	
209	1911	<i>Santafé</i>	VIII	
229	1913	Albuñol		
230	»	Huéscar	VII	Numerosísimas sacudidas, muy localizadas
232	1914	Santafé	VI	
244	1917	Almuñécar		
245	»	Loja	VII	Emjambre sísmico.

e).—Sismos malagueños (8)

15	1080	Andalucía ¿Málaga?	X	De dudosa localización epicentral.
42	1494	<i>Málaga</i>	IX	
55	1581	<i>Málaga</i>	II ₁ V	
67	1680	<i>Málaga</i>	X	
154	1894	Nerja		
185	1907	Benadalid	VI	
189	1909	Totalán	»	
204	1911	Antequera	VII	Pequeño emjambre sísmico.

f).—Sismos sevillanos y extremeños (11)

43	1504	Carmona	XI	Uno de los más terribles de la Península.
69	1714	Sevilla y Granada		
70	1715	»	»	
76	1724	<i>Sevilla</i>		
78	1732	Sevilla		
117	1817	Sevilla, Jaén Badajoz		
161	1898	Mérida		

N.º	Año	Sitio donde se sintió más intensamente	GRADO F. M.	NOTAS
-----	-----	--	-------------	-------

g).—Sismos cordobeses y gaditanos (2)

137	1871	Córdoba		
176	1905	San Roque		Sismo muy discutible, al menos como II M.

h).—Sismos de Huelva (6)

83	1750	<i>Huelva</i>	VIII	
142	1883	Huelva	VII	
152	1892	»		
153	1893	»	VI	
171	1903	»		
172	1903	»		

i).—Sismos de los Algarves (8)

56	1587	<i>Algarve oriental, Loulé</i>		
71	1719	» <i>occidental, Vila Nova de [Portimao]</i>		
73	1722	» <i>oriental, Tavira</i>	X	
155	1896	Algarves		
197	1910	»		
212	1911	Algarve oriental	VI	
220	1912	» » Albufeira, &		
225	1913	» occidental	»	

REGIÓN III

Sismos de la cuenca del Tajo y sus alrededores (12)

57	1597	<i>Lisboa</i>		
118	1817	Portugal, Sabserra?		

N.º	AÑO	Sitio donde se sintió más intensamente	GRADO F. M.	NOTAS
122	1851	Zona sísmica de Vimeiro		
150	1890	Batalha y Maceira	VII a VIII	
166	1902	<i>Valle de Amoreira</i>	VIII-IX	
187	1908	Beja (Alemlajo)		
192	1909	<i>Benavente</i>	X	Muy destructor y con enorme área macro sísmica.
205	1911	Beja		
207	»	Benavente		
217	1912	»		
226	1913	Lourinha-Peniche		
235	1914	Benavente		

REGIÓN V

Sismos de la cuenca del Ródano (1)

7 1224 Aix &

REGIÓN VI

Sismos procedentes de la fosa Lusitano-Hispano-Marroquí

1	-500	<i>Costas S. de la Peninsula</i>	X
4	-245	<i>Saco de Cádiz</i>	
5	-216	»	
6	-209	»	
9	-33	<i>Portugal</i>	
10	309	»	
11	382	»	
21	1337	<i>Porción S. y SW. de la Peninsula</i>	
14	957	<i>Costas de Andalucía</i>	
18	1309	Portugal	
19	1318	»	

N.º	Año	Sitio donde se sintió más intensamente	GRADO F. M.	NOTAS
20	1320	Portugal		
21	1337	»		
22	1344	Lisboa		
26	1356	Lisboa		
27	1366	Portugal		
30	1395	»		
33	1404	»		
44	1504	Portugal		
44	1531	Lisboa	X	Muy destructor y con enorme área sensible
50	1551	Lisboa		
53	1575	»		
58	1598	»		
68	1699	Portugal		
77	1724	Lisboa		
86	1755	Lisboa	XI-XII	Célebre terremoto de Lisboa.
87	1761	Lisboa		
89	1791	»		
95	1761	»		
97	1800	»		
104	1816	»		
131	1858	<i>Setúbal</i>	VIII	Gran área macrosísmica.
143	1883	Lisboa		
151	1891	»		
161	1899	»		
170	1903	Setúbal y Alfarim		
»	1910	Lisboa y Casablanca		
239	1915	Costas de Portugal y de Huelva y Larache		
—	»	Huelva y Larache		

A. M. D. G.

ERRATA.—Pág. 59 { Añádase: 113 1831 Menorca VII.— 121 1851 *Mayorca* VIII-IX;
y cámbiese el N.º 121 por el 243.

DATOS MACROSÍSMICOS

SOLICITAMOS con más empeño que antes el envío de datos macrosísmicos, por contar con medios más adecuados, tanto de publicación como de información microsísmica, lo primero gracias a esta revista, y lo segundo al nuevo péndulo. Antes nos contentábamos con adquirirlos de los terremotos recientes sentidos en nuestro territorio peninsular; ahora deseáramos abarcar los de toda la Península Ibérica, Canarias, posesiones del África, América Latina y aun de todo el Mundo, y hacernos también de noticias referentes a antiguos terremotos, empresa cuyo éxito está en manos de quienes quieran favorecerlos.

A estos podrá servir de pauta las siguientes indicaciones, que tomamos del *Resumen anual de 1915*, advirtiéndole que si recibiéramos documentos gráficos muy interesantes, como fotografías, postales y aun revistas ilustradas, haríamos por publicarlas en esta revista, en unión de los otros datos.

La sola noticia de haberse sentido un terremoto en un lugar dado es ya de por sí interesante, y más si la acompañan otras con fecha exacta y hora, siquiera aproximada, y con indicación de si esta última se refiere al día o a la noche, de no contar de 0 a 24, siéndonos particularmente útiles los periódicos, en especial locales, que contengan datos sísmicos, o recortes de los mismos, con tal de que lleven la indicación del nombre del periódico, lugar en que se publica y fecha. En el caso en que se tratase de sismos violentos, es fácil que algún periódico ilustrado publicase algo, constituyendo estos documentos gráficos de los más útiles que pudiéramos recibir.

Hoy que son tan numerosos los fotógrafos aficionados y profesionales, es facilísimo obtener documentos sísmicos de gran valía científica y aun muchas veces humanitaria, reproduciendo los efectos de los terremotos algo fuertes, ya sea de los causados por estos en los edificios, ya en los objetos, ya, y más principalmente, sobre el terreno. En los primeros, además de las fotografías de efectos de destrucción parcial o total de edificios, de las grietas y desconchados en los muros, chimeneas, yesones y tejas caídas, figuran las de los cuadros torcidos, objetos derribados, etc; y entre los segundos las fallas, rajadas del suelo, desviaciones del mismo, tanto laterales como elevaciones y depresiones, eyecciones de arena y fango, resbalamientos lentos o rápidos del terreno, etc.

El dibujo es también un poderoso auxiliar, y un mediano croquis hecho por una persona inteligente, vale lo que una prolija descripción, sobre todo cuando se refiere a los accidentes geológicos del suelo en sus relaciones con los efectos causados sobre el mismo por el terremoto, intensidad con que se haya sentido en diversos puntos, dirección de las fallas y rajadas del suelo, con largo aproximado, separación, profundidad, etc.,

Los datos más interesantes y que desearían recibir a raíz del suceso, son los siguientes:

1.º—Pueblo (Provincia), donde se haya sentido el movimiento, y en el caso en que el observador se hallase en el campo, nombre de la hacienda, pago etc. y en distancia y acimut aproximado (al N. NW. p. e.), respecto a la población más inmediata.

2.º—Mes, día y hora (con expresión de si esta se refiere a la mañana, tarde o noche) en que se sintió la sacudida o sacudidas.

3.º—Número de éstas y su duración, teniendo en cuenta que las más débiles, y al parecer más insignificantes, no carecen de interés, y aun le tienen mayor, a veces que las fuertes, de las cuales es mucho más fácil adquirir datos.

4.º—Grado de las sacudidas, y mejor aun sus efectos, especificados, lo más extensamente que sea factible, tanto sobre las personas como sobre los objetos y edificios, y aun los mismos animales.

5.º—Ruidos sísmicos, su carácter, intensidad y duración, así como si precedieron, acompañaron o siguieron al terremoto.

6.º—Otros fenómenos observados y que parezcan relacionados con los anteriores, como son agitaciones anormales en el mar y ríos, cambios en el caudal de las aguas, súbito enturbiamiento en las mismas, estremecimiento repentino de las embarcaciones, sensación análoga a la de pasar los fondos de éstas sobre un bajo, de correrse repentinamente la cadena del ancla... etc.

Úsase de ordinario, para la apreciación de la intensidad de las sacudidas sísmicas de la escala Forel-Mercalli, dividida en los diez grados siguientes:

I.—SACUDIDA INSTRUMENTAL, esto es solamente apreciable por los sismógrafos.

II.—MUY LIGERA, advertida solamente por algunas personas en condiciones de quietud absoluta, especialmente en los pisos altos, o bien por personas muy nerviosas y sensibles.

III.—LIGERA, advertida por varias personas, aunque pocas en relación con los habitantes del lugar, *apenas sentida*, sin que se creyese en general se trataba de un terremoto, hasta después de saber que otras personas habían experimentado sensaciones análogas.

IV.—SENSIBLE O MEDIANA, advertida por muchas personas en el interior de las casas, aunque no por todas; y por no pocos en los pisos bajos y calles, sin espanto. Estremecimiento de puertas y ventanas, crugidos del maderamen y ligera oscilación de los objetos suspendidos.

V.—FUERTE, generalmente advertida en el interior de las casas, aunque por pocos en las calles, despertándose parte de los dormidos, con pavor de alguno, las puertas batien, suenan solas las campanillas, páranse los relojes de péndola y oscilan los objetos suspendidos con alguna amplitud.

VI.—MUY FUERTE, advertida por todos en la casa, con espanto de muchos, y fuga al descubierto; caída de objetos y de caliza, con algunos desperfectos en los edificios menos sólidos.

VII.—FUERTÍSIMA, advertida con espanto general y huida de las casas, sensible aun en las calles; las campanas de las Iglesias repican solas; caída de tejas y chimeneas, con otros numerosos desperfectos en los edificios, en su mayor parte ligeros.

VIII.—RUINOSA, advertida con gran espanto; ruina parcial de algunos edificios, con muchos y notables daños en otros; sin víctimas o solamente alguna desgracia personal aislada.

IX.—DESASTROSA, con ruina total o casi de algunas casas, y desperfectos graves en otras, suficientes para dejarlas inhabitables; víctimas no muy numerosas y esparcidas en diferentes puntos de la población.

X.—DESASTROSÍSIMA, con ruina de muchos edificios y considerable número de víctimas; rajas en el suelo, desprendimientos importantes en las laderas de las montañas, etc. etc.

A los terremotos suelen acompañar ruidos más o menos fuertes, y cuya intensidad, tono y timbre dependen en gran parte de la naturaleza del terreno, más aun que de la intensidad del sismo, dado que pueden presentarse sin sacudidas concomitantes, y de hecho se presentan con frecuencia en algunos sitios donde tal vez los terremotos sean rarísimos, como en las costas de Bélgica.

Esos ruidos pueden ser debilísimos, débiles, fuertes y fortísimos, y convendría anotar, a más de su intensidad y duración al ruido a que más se asemejen, como de trueno, viento, paso de vehículos, caída de objetos pesados, estallidos u otros diversos.

Manuel M.^a S.-Navarro Neumann, S. J.

A. M. D. G.

Señas:

Estación Sismológica de Cartuja

Apártado N.º 32

GRANADA

SOMERA DESCRIPCIÓN DE SIERRA NEVADA

SACADA DE UN FOLLETO DE PRINCIPIOS DEL SIGLO PASADO

DEBEMOS a la fina caridad de don José Rodríguez Ponce de León, Cura propio de la Zubia, una notable memoria presentada a fines de 1806 a la Real Sociedad Económica de Amigos del País de Granada, por un bisabuelo suyo, D. José Ponce de León, socio de mérito de la misma, y catedrático de la *Escuela Químico Botánica*, o como hoy diríamos, Facultad de Farmacia. Intitúlase *Memoria sobre los terremotos*, y contiene datos muy interesantes sobre varios períodos sísmicos granadinos y almerienses, que ya hemos utilizado en otro trabajo (1), curiosas disquisiciones sobre el origen de los temblores, y aun medios para prevenirlos, y una descripción algo detallada de la orografía de Sierra Nevada, que reproducimos íntegra, con su sabrosa ortografía, por creerla muy valiosa para los excursionistas, que en no pequeño número ascienden a sus elevadas cimas, y que fácilmente prestarían un buen servicio si verificasen las medidas convenientes para comprobar los cambios acaecidos durante un siglo largo.

No dejará de notar el lector que la erudición del Sr. Ponce de León es grande y de buena ley, y que sus descripciones, tanto orográfica como geológica, nos lo muestran hábil aplicador de los conocimientos más recientes de entonces, a la par que sagaz observador y excelente geógrafo. Unos cuantos datos biográficos, extractados de apuntes de familia, servirán para honrar su memoria, a la vez que a la Universidad de Granada, y serán gratos a sus numerosos descendientes, entre los que se cuentan, además de dicho señor Rodríguez, varios nietos, entre ellos D. Rafael Ponce de León, Cura de Dúrcal, y su hermano carnal el P. José María, de la Compañía de Jesús, actualmente Profesor de Teología de Nápoles.

D. José Ponce de León y Molina nació el 4 de Febrero de 1753 en Ulella del Campo (provincia de Almería), de padres labradores. Contaba solo nueve años, cuando su pasión por aprender le impulsó a fugarse de la casa de sus padres, sin medios para darle la instrucción que ambicionaba, e irse a Baza, al amparo de uno de sus tíos, a la sazón Canónigo de aquella Colegiata, y donde en el poco tiempo que permaneció, aprendió bien el latín. Recogido por sus padres, que a toda costa le querían destinar a las rudas faenas agrícolas, consiguió a fuerza de ruegos y de lágrimas le dejasen ir a estudiar a Granada, donde estudió la Fi-

(1) En el *Bosquejo sísmico de la Península Ibérica*.

lososía, al mismo tiempo que ganaba su sustento dando lecciones de poesía latina y castellana, a numerosos discípulos con notable aprovechamiento de algunos.

Para satisfacer sus ansias de aprender en los centros científicos más reputados, fué a estudiar después Teología a Salamanca, y mientras tanto, y para mantenerse con decoro, se opuso y obtuvo una cátedra de Física, la que resignó al poco, pues sintiéndose sin la vocación tan necesaria para abrazar el estado eclesiástico, dejados los estudios teológicos y cursada la Medicina, en breve tiempo se trasladó a París donde permaneció varios años, frecuentando las cátedras de Química, su ciencia favorita, y en particular las de Chaptal y Thénard.

Vuelto a España se revalidó en Valencia, y ejerció la Medicina en Cúllar Baza, donde también se ocupó de Matemáticas, con grave peligro de su vida, por haberse excedido en el estudio, fascinado por la resolución que creyó haber encontrado, del problema *la duplicación del cubo*. El deseo de poder educar convenientemente a sus hijos, le impulsó a establecerse en Granada, donde fundó la *Academia Químico-Botánica*, bajo la protección de la R. S. Económica de Amigos del País, se doctoró en Medicina, y fué catedrático de la dicha Facultad y Regente (o Rector como diríamos hoy) de la Universidad, falleciendo en 1819.

Además de la *Memoria...* citada, publicó un *Tratado de Física* que estuvo de texto en el Sacro-Monte, un *Curso de Botánica*, otro de *Fisiología Química* y un *Tratado sobre las calenturas, y en particular la fiebre amarilla*, dejando inédito un *Curso de Patología Química*, cuyo manuscrito se ha extraviado.

Hecha esta digresión, vamos a transcribir los párrafos referentes a Sierra Nevada, de la citada *Memoria...*

„ La Sierra Nevada es una montaña de primera formación, compuesta de un „nucleo interior de granito folicular común, o de roca cuyos principales ingre- „dientes son: schisto, cuarzo y mica. Algo más abaxo conforme van separándo- „se las montañas secundarias y apartándose de la primitiva, que también por „la parte norte degenera muchas veces en grauítico de cuarzo y mica, se pre- „sentan pizarras, serpentinas, asbestos, piedra radiada asbestina, blenda cór- „nea y cantidad asombrosa de minas de hierro, de plomo y de cobre, entre las „que abundan las piritosás. Este terreno va degenerando conforme las simas de „los montes van siendo menos elevadas, hasta terminar en cerros y llanos de „materiales confusos y agregados de todo género de tierras. En estos montes „más pequeños se hallan los mármoles de todos colores y de muy diferente finu- „ra en su grano, piedra caliza de todas especies, hieso terreo, compacto, de espe- „juelo y fibroso, minas de carbon y capas inmensas de arcilla. Abunda esta mon- „taña por la parte de mediodía de fuentes de aguas acídulas, vitriólicas y ferru- „ginosás, y en las faldas de norte y poniente hay muchas hepáticas y sulfurosas „termales. Aunque el cuerpo principal de la Sierra camina de poniente a leban- „te, forma sin embargo un *punto*, que le sirve de centro, donde está lo más recio „y escabroso de la Sierra, y de donde parten todos los ramales, que salen de ella. „En este punto estan colocados el Picacho de Veleta, y Mulahacén, que son dos „cerros que se elevan sobre la cordillera, y forman las puntas más elebadas de to-

„da esta comarca. Ha sido medido el Picacho de muchas maneras, y por este motivo se han dado diferentes resultados de su altura. Pons lo midió geométricamente, y dió su altura sobre Granada de 3002 varas. Talachèr, Colector del Real Gabinete de Historia Natural, tomó las alturas con el barómetro en la orilla del mar, en Granada, y en el Picacho, y sus resultados dan a Granada sobre el mar unas $947 \frac{2}{3}$ varas, y al Picacho sobre Granada $1927 \frac{2}{3}$. Últimamente D. Simón de Roxas, Naturalista, que ahora se halla de Catedrático del Jardín Botánico, tubo paciencia para tomarse el ímprobo trabajo, de venir nivelando las cordilleras desde el mar de Motril hasta el Picacho, y dá su altura de 4250 varas (**) sobre el nivel del mar. La medida de Talachèr es muy vaga y errónea, por no ser tomada con las precauciones correspondientes, ni con las correcciones y cotejos, que se deben practicar en este género de operaciones.

24 El Picacho de Veleta se halla tajado por la parte que mira al E. q. al N. y debajo del tajo está el Corral de Veleta, que es un hundimiento cercado de tajos, y que jamás se ha visto sin nieve. Debaxo de este sitio nace el Río Xenil. Alrededor de los dos cerros (23) están la laguna de Bacares, la larga, la de la Caldera, y otras muchas más pequeñas, las cuales por la mayor parte no tienen desagüe manifiesto. Las principales de estas lagunas son muy grandes, y algunas manifiestan haber sido cráteres de volcanes, que ardieron á las inmediaciones del diluvio, o por aquellos tiempos en que el Mediterráneo cubría el terreno de las Alpuxarras. La laguna larga tiene 500 varas de largo, y 50 de ancho, la de la Caldera, llamada así porque le parece en su figura, tiene 888 varas de circunferencia. La de Bacares parece más propiamente cráter. no es redonda sinó elíptica, y su diámetro mayor tiene 120 varas, y el menor 90. Se halla situada debaxo de un tajo de piedras de 250 varas de alto. Tiene la figura de una campana con un labio de 50 varas de declive, antes de llegar al agua, y después sigue angostando en términos, que no dexa pasar la plómada, con que se mide su profundidad, sinó solamente 20 varas. Esta profundidad es muy notable, para estar en la cima de la montaña, y que todavía será más, porque angosta en forma de un embudo.

25 Salen de este punto (23) dos ramales: uno que tira por el mediodía, por encima de los Oxijares, hácia el Suspiro del Moro, y arqueando por la Sierra

(**) MEMORIA SOBRE LOS TERREMOTOS DE DON JOSÉ PONCE DE LEÓN, SOCIO de mérito de la Real Económica de Granada, y Catedrático de su Escuela Químico-Botánica etc. Con licencia: GRANADA de la Oficina de las Herederas de D. Nicolás Moreno. (203 x 149 mm., pág. 34.) No lleva año, pero el último a que se refiere el autor es el de 1806, en cuya fecha se presentó esta memoria.

Esta última medida (3553 metros), es bastante exacta, y ciertamente de las mejores de su tiempo, en todos los países; excede a la admitida como exacta (3170 m.), sólo en 70. Las medidas barométricas de Talachèr y Talaher (lo escribe de las dos maneras, en las dos veces que le nombra), son muy erróneas sin duda por falta de correcciones, o por ser estas inadecuadas: la diferencia de un centenar de metros (793=918 varas), que corresponde a su altura de Granada, con los 650 metros de altitud del pié de la hermosa columna del Triunfo, que tanto honra a esta ciudad, se transforman en 1067 metros (2103 en vez de 3170), cuando se trata del Veleta. La medida de Pons (unos 3215 metros), todavía resulta buena, para aquellos tiempos, si bien muy inferior a la de Rojas.

„de Escúzar, vá reuniéndose a otras, hasta llegar a Loxa; el otro tira hacia el
„norte, y arqueando por la Sierra de Alfacar y Cogollos, pasa de cordillera,
„hasta llegar también a Loxa. Allí estarían unidos dos ramales, si el Río Xenil,
„formando una gran quebrada, no los separara. Estos dos ramales tienen otros
„dos interiores, más inmediatos a la llanura de la Vega, y formados de unas pe-
„queñas colinas y cerros desunidos; pero enlazados con algunos collados y va-
„lles. Están formados de tosca y brecha calizas, que por debaxo forman hue-
„cos y cavernas, y la tierra de labor que los cubre, es arcillosa, cargada de hie-
„so y greda de diferentes colores. El ramal de mediodía sale por encima de Otu-
„ra, baxa por Alhendín, las Gabias, la cordillera del Temple, hasta abaxo de
„Sta. Fé. En medio de esta loma o cadena de montecillos hay uno más alto, que
„es Monve vive, donde abunda el almazarron, el hieso y la sal marina. Por la
„parte de allá de este montecillo, mirando al medio día, están las salinas de la
„Malá en un barranco profundo. El otro ramal del norte sale de las Sierras de
„de Alfacar, donde hay una mina de carbon de piedra, pasa por Huevéjar y
„Peligros, y viene a terminar en la Sierra de Elvira, que está casi al norte de
„Sta. Fé. Esta Sierra es un cerro de pequeña altura, y demás cuerpo que lo res-
„tante del ramal, con quien está, enlazado. Es casi redondo, con ángulos, desi-
„gualdades y puntas formado de pizarra caliza de varias especies, y en su inte-
„rior hay cavernas, hidrofilacios y veneros de agua; pero ninguna es mine-
„ral (8).

26 Se puede asegurar con toda provabilidad, que esta gran hoya, que forma
„la Vega de Granada, comprendida dentro de los límites, que he descrito (23),
„fué en otro tiempo un gran lago, a lo menos en su parte más baxa, semejante
„a la laguna del Padul, en donde descargaban los Ríos Xenil, Monachil, Dílar,
„Cacín, Beiro, Cubillas y otros. Esto lo manifiesta el terreno del Soto de Roma,
„cuyo suelo es pantanoso, y brota agua por todas partes. Pero a medida que
„las aguas se abrieron paso por la quebrada, que hay antes de llegar á Loxa,
„donde principiaría antes el desagüe de este lago, fué quedando el terreno des-
„cubierto, y Xenil robando de las tierras superiores, como se observa en la ce-
„rrada de Canales, cuyas hoyas y hundimientos manifiestan que el Río se ha
„corrido, por donde ahora va el camino de Huéxar. Las Salinas de la Malá (25),
„que abastecen esta ciudad y toda su comarca, toman la sal del mismo terre-
„no en parte, porque su mayor cantidad viene de interior de la Sierra; pues en
„toda la superficie no se halla un manantial de agua salada. Esta nace en un
„barranco profundo, que trae su origen del lado de Sierra Nevada por la parte
„que el ramal del mediodía (25) une con ella.

37 Por la fachada de la Sierra que mira a esta Ciudad (33), se nota una se-
„gunda Sierra, subordinada a la cordillera principal; que aunque muy alta es-

(8) En el párrafo aludido, el autor atribuye a los temblores Igneos como causa, el desprendimiento del car-
lórico en la descomposición de las pirritas; no nos detendremos en ello, por ser muy otro el objeto que nos pro-
ponemos al publicar este trabajo, y lo mismo decimos de otras muchas opiniones del autor, de las que
no participamos, ni creemos participaría él mismo, de escribir en nuestros tiempos. M. A. S-N., v. 2.

„más baxa que ésta, en la qual están los cerros Trebenque, el Buxo, el Mirador
„y otros, que corren desde Huexar a Dílar, y sobre ellos se encuentran los pra-
„dos de la Hermita, que median entre las dos Sierras. Todo este alto terreno,
„que se compone de las pizarras y rocas sobredichas (13), está ocupado de nie-
„ve ocho meses en el año, y muchos ventisqueros de grandísima extensión, que
„se observan más arriba, jamás la sueltan. Estas pizarras son hojosas, folicu-
„lares, y concheadas; sus láminas están por los planos de comunicación baña-
„das de oxidos metálicos, sulfuretos y sales térreas y metálicas, encontrándose
„en muchas partes el sulfato de Marte unido con el de cobre en masa conside-
„rable. La misma pizarra se compone de los materiales de los schistos piritosos
„y betuminosos, porque de uno y de otro se encuentra. Por consiguiente hay
„en todo el terreno de la Sierra alúmina, carbonato de cal, carbon, magnesia,
„sílice, sulfuretos y betún, que son todos los materiales capaces de dar pábulo
„a un terremoto (11 y sig.)»

ESTADÍSTICA SOLAR

ENERO-DICIEMBRE 1920

Desde que en Enero de 1905 se dió principio a la Estadística Solar, ha sido siempre después, durante los años sucesivos, uno de los trabajos a que más preferentemente se ha consagrado la atención del Observatorio Astronómico de Cartuja. A la observación diaria y visual de la fotosfera, se unía la obtención de dibujos de los grupos más interesantes de manchas del Sol. Estos dibujos se publicaban después en nuestros Boletines mensuales juntamente con las coordenadas heliográficas de los centros de perturbación fotosférica registrados durante el mes (1). Pero desde Enero de 1906 quedó reemplazado el método visual y por proyección, por el registro diario fotográfico del Sol. Esto nos proporcionaba naturalmente mayor trabajo, pero los resultados obtenidos, como fundados en medidas más precisas y en el cálculo, ganaban considerablemente en exactitud y peso.

El método empleado, así para la obtención de la fotografía solar, mediante el foto-heliógrafo montado en la ecuatorial Steward, como para la medida de las placas, sirviéndonos para ello del macro-micrómetro construido por Mr. Hittger, de Londres, ha sido ya minuciosamente expuesto en la *Relación anual* de los trabajos del Observatorio Astronómico de Cartuja, publicadas en 1906 y 1909. Allí también se hizo una descripción minuciosa de ambos aparatos, que juzgamos innecesario repetir ahora, y de los que, tal vez, volveremos a ocuparnos en otra ocasión.

Iniciada de este modo, desde 1906, la Estadística fotoheliográfica, pudo luego proseguirse sin interrupción hasta los primeros meses de 1913. Las coordenadas esféricas heliográficas de los centros de actividad solar, manchas y fáculas, sus áreas expresadas en millonésimas de hemisferio y su orden numérico y clasificación, según los diferentes aspectos y transformaciones, más o menos rápidas, de los grupos fotografiados, se publicaron primeramente en Boletines trimestrales y después semestrales. Nuestros cálculos nos permitían ofrecer

(1) Merece especial mención, entre otros, el gran grupo de manchas de Febrero de 1905 cuyos interesantes dibujos se publicaron en el Boletín correspondiente a ese mismo mes, y enviado oportunamente a los Observatorios y demás Centros científicos que nos honran con el cambio de publicaciones.



OBSERVATORIO DE CARTUJA.—GRANADA
EQUATORIAL MAILHAT, DE 330 MM. DE AB. Y 5,35 METROS DIST. FOC.

un trabajo, si no tan acabado y bien presentado como el que publica el Real Observatorio de Greenwich, en sus magníficos volúmenes anuales, a lo menos de algún valor e interés para los que se dedican a estudios relacionados con el Sol, a juzgar por las repetidas frases de felicitación y aliento que más de una vez recibimos de distinguidos astrónomos y de otras varias personas que utilizaban nuestros datos y se servían de nuestra estadística foto-heliográfica para sus investigaciones y estudios particulares.

Para hacer aún más asequible a todos nuestro trabajo, y dar al mismo tiempo un avance más rápido y prematuro de nuestra publicación trimestral o semestral, enviábamos cada mes a la Revista belga *Ciel et Terre*, Boletín de la Sociedad Belga de Astronomía, un resumen con los datos relativos a los principales centros de perturbación fotosférica y sus diversos cambios, juntamente con un juicio general y sintético del desarrollo de la actividad solar durante el mismo mes, razón por la cual aparecía dicho resumen bajo el título de *Bulletin de l'Activité Solaire*.

Pero a partir del año 1913 y por efecto de las difíciles circunstancias por que hubo de atravesar el Observatorio astronómico, parte por la escasez de personal y parte también por razones de carácter económico, quedó interrumpida la preparación y publicación de la Estadística foto-heliográfica. Interrupción tanto más sensible, cuanto que ya pasaba de 800 el número de grupos de manchas registrados y estudiados, y eran más de 2000 los negativos obtenidos pertenecientes a la estadística solar, y conservados en nuestro archivo foto-heliográfico.

En Agosto del próximo pasado año 1919, después de una ausencia de siete años, (Septiembre de 1912-Agosto 1919) fuimos de nuevo destinados por nuestros Superiores al Colegio Noviciado de la Compañía de Jesús en Granada, y al cual pertenece y está anexo el Observatorio de Cartuja. Pero al regresar ahora a Granada y encargarnos de nuevo de la dirección del Observatorio Astronómico y Meteorológico, no lo hemos hecho en circunstancias análogas a las de los años anteriores, toda vez que tenemos además que atender a las clases de Física, Química y Astronomía que se nos han confiado en este mismo Colegio-Noviciado.

Hemos, no obstante, desde luego procurado con el mayor empeño reanudar la observación diaria del Sol y preparar una nueva Estadística solar que, en cuanto nos sea posible, vaya cada día mejorándose y perfeccionándose.

Por ahora, y dada la imposibilidad de reanudar todavía la fotografía diaria del Sol, hemos empezado a emplear, como en un principio, el método de observación visual por proyección, sirviéndonos para ello del buscador grande (109 mm. ab.) de nuestra ecuatorial Mailhat (330 mm.)

La imagen del Sol así proyectada, de 20 centímetros, es suficientemente buena y clara para poder percibir en ella los detalles de las manchas, los grupos de fáculas y la granulación solar. Este registro diario del Sol, llevado a cabo con toda escrupulosidad e interés por el H.^o Luis Hurtado, S. J., Ayudante

del Observatorio, nos ha proporcionado los elementos necesarios para poder hacer el siguiente resumen.

La numeración de los grupos empieza, con la nueva serie y estadística solar, en 1.º de Enero de 1920.

Creemos oportuno repetir ahora aquí la indicación hecha al comenzar en 1906 la Estadística foto-heliográfica. Tanto para la clasificación de los grupos como para la determinación de sus coordenadas atendemos, no a cada uno de los distintos núcleos o centros secundarios que forman el foco de agitación fotosférica, sino al conjunto y como centro de gravedad del mismo. Sabido es que una mancha que atraviesa casi en calma el hemisferio visible, conserva, poco más o menos, la misma extensión, y no ofrece variación apreciable ni en su estructura ni en sus coordenadas. Por el contrario, una mancha en plena actividad o un grupo bien dividido ofrece de un día a otro agitaciones y cambios, así en su superficie como en la forma y número de los núcleos, lo cual necesariamente hará variar su centro de gravedad y consiguientemente sus coordenadas heliográficas. Si estas agitaciones llegan a fraccionar notablemente el grupo formando centros secundarios, se determinan entonces las posiciones de los distintos centros, formandose así un grupo doble o triple.

Hechas estas indicaciones pasemos a dar un breve resumen de la actividad solar en cada uno de los meses del pasado año.

ENERO. Siete fueron, según nuestro cómputo, los grupos de manchas observados durante el mes. Entre ellos, los dos más notables fueron los designados con los números 1 y 6. El primero se encontraba ya el día 2 muy próximo al meridiano central del Sol, y pudo ser observado hasta el día 7. Formado desde el principio por dos núcleos segmentados y varios poros, conservó casi siempre el mismo aspecto, aunque reduciéndose en extensión, y el día 7 se encontraba ya a la hora de la observación (10^h 8^m) muy próximo al borde solar y seguido de un gran grupo de fáculas.

El segundo, más importante aún, se presenta el día 21 sobre el mismo borde Este del Sol y, ya desde el siguiente día, su actividad fue en aumento hasta alcanzar muy considerable extensión al hallarse en el centro del disco solar y próximo al M. C. Al terminar el mes continúa aun sobre el hemisferio visible.

Los restantes grupos del mes ofrecieron escaso interés e importancia, sin variaciones notables en su extensión y forma.

Excepto los días 1, 3, 4, 10 y 26, en que el estado del cielo impidió la observación, ésta pudo efectuarse durante todos los restantes días del mes, y comprobarse así que el Sol no se ha presentado ni un solo día enteramente limpio de manchas, circunstancia muy de notar dado lo avanzado que nos encontramos ya en el período de mínima. Nótese además que el Grupo N.º 6 es una reaparición del N.º 1 y que tendrá otras dos en los meses siguientes, hasta formar un muy importante centro de perturbación fotosférica durante el mes de Marzo. Semejante constancia y duración nos parece confirmar el aserto del Sr. Comte de la Baume Pluvinel indicando (1) que, dentro de la época de mínima eu

(1) *L'Astronomie*.—Bulletin de la S. A. de France.—Août 1920.

que nos encontramos, un máximo secundario de actividad solar ha tenido lugar durante los primeros meses del presente año.



FEBRERO.—Además del Grupo N.º 6 del mes anterior, y que pudo observarse hasta el día 3, se registraron durante el mes de Febrero doce nuevos grupos. En general, todos son de escaso interés y actividad. Súbitamente, y casi ya sobre el mismo meridiano central, presentóse el día 13 un centro de perturbación fotosférica de relativa importancia. Lo formaban entonces dos núcleos principales y varios poros.

Los días siguientes, 14 y 15, el aspecto del disco solar ofrecía mayor interés. En el primero se registraron *cinco* centros de actividad fotosférica y *seis* en el segundo.

El mal estado del cielo nos impidió poder efectuar la observación desde el día 16 al 22. Al reanudarla el 23, los grupos habían ya disminuido notablemente en su extensión y actividad, pero aun quedaban en la superficie solar seis centros de perturbación y grandes porciones faculares que precedían y seguían a los grupos 13 y 19.



MARZO.—Durante los cinco primeros días del mes, sólo un centro de actividad solar aparece en la fotosfera, el grupo N.º 19 del mes anterior, formado, casi sin variación sensible, por dos manchas nucleares bien definidas. El día 9, después de una interrupción en la observación diaria motivada por las nieves y mal estado del tiempo, vuelve a presentar el Sol un recrudescimiento de actividad. Regístranse, en efecto, cuatro centros o grupos de manchas y muchas y extensas faculas. Entre esos grupos de manchas, el más importante y uno también de los más notables durante el mes fué el Grupo N.º 21 que se presenta ya unos 20° al Oeste del meridiano central y está formado por dos núcleos principales y muchos poros. En los días siguientes, máxime desde el 10 al 13, su actividad fué en aumento experimentando al mismo tiempo notables cambios en su estructura. Pudo ser observado hasta el día 14 cuando, muy próximo al borde Oeste del Sol, le rodeaba una gran extensión facular.

El día 16 hizo su cuarta aparición el Grupo N.º 6 del mes de Enero, que toma ahora el número 25 en nuestra estadística. Ya desde éste mismo día 16 manifestaba claros indicios de su notable actividad y su aspecto era muy interesante. En las sucesivas transformaciones que sufrió en los días siguientes, fué aumentando considerablemente en su extensión y variando de manera notable y caprichosa su estructura y forma. Su paso por el meridiano central tuvo lugar del 21 al 22 coincidiendo con ésta fecha su máximo desarrollo en actividad y extensión.

Relacionada, sin duda, con esta importante manifestación de actividad solar, registróse el mismo día 22 y el siguiente, 23, una excepcional y violenta perturbación magnética, acerca de la cual se han publicado ya muchos e interesantes trabajos. Merece especial mención, entre otros, el que con gusto hemos leído

en la importante Revista «*Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*» (1) debido a la autorizada pluma de nuestro hermano de religión y actual Director del Observatorio de Stonyhurst (Inglaterra), Rev. P. Cortie, S. J. Las conclusiones deducidas por el mismo Padre en su interesante trabajo comparativo entre la gran perturbación solar y magnética nos parecen muy acertadas y admisibles. Grandes manchas y, a veces, de muy considerable extensión, cruzan el hemisferio visible solar sin que, al parecer, se dejen sentir sus efectos en nuestros aparatos magnéticos. Algo más por lo tanto, se debe presuponer y admitir como elemento necesario para la resolución del problema que para nosotros aun existe con respecto a la relación que media entre los fenómenos solares y terrestres. Que dicha relación exista, no parece ilógico; sino antes bien, muy fundado el afirmarlo. Mas, admitida ésta ¿cuál puede elegirse, dados nuestros actuales conocimientos en esta materia, como el más sólido y admisible fundamento? Será, tal vez, el aumento rápido y extraordinario del número de iones en la electricidad atmosférica? Sin embargo, esta sola condición no parece bastante, según se deduce de repetidas observaciones, para ocasionar las tempestades o perturbaciones magnéticas, y así lo reconoce también el citado P. Cortie. Como no pretendemos hacer ahora un detenido estudio de las varias teorías excogitadas, por ser ajeno al asunto principal de estas líneas, nos limitaremos a afirmar, como lo ha hecho en ocasión análoga el distinguido Presidente de la Sociedad Astronómica de España y América y reputado Astrónomo Sr. Comas Solá, «que, por ahora, nos encontramos todavía ante lo desconocido y no nos queda otro recurso que observar, estudiar y esperar.» (2) De aquí la necesidad, a nuestro juicio, de proseguir este estudio árido y difícil, si se quiere, pero imprescindible, de las estadísticas solares, como medio de conseguir los abundantes datos necesarios para establecer después con calma el estudio comparativo entre esos mismos datos y los obtenidos en un lapso de tiempo más o menos largo, (cuanto más largo mejor) por las observaciones meteorológicas y magnéticas, diligentemente practicadas.

Al desaparecer ya el día 2) por el borde Oeste del Sol, este importante centro de actividad fotosférica, el enorme grupo se había reducido considerablemente y entraba de nuevo en período de calma.

Los restantes seis grupos de manchas solares registrados durante el mes de Marzo, ofrecen escaso interés.



ABRIL. Con la desaparición del Grupo N.º 25, se inició un período de calma fotosférica que fué en aumento durante todo el resto del mes de Abril.

Cuatro solamente han sido los grupos de manchas que se han observado durante el mes, incluyendo el Grupo N.º 27 perteneciente al mes anterior y observado por última vez el día 4. De ellos, únicamente el Grupo N.º 28 ofrece al-

(1) Vol. LXXX, N.º 6 April 1920.

(2) *Perturbaciones cósmicas.* Revista de la S. A. de España y América. Septiembre y Octubre de 1910.

guna importancia. Lo registramos por vez primera el día 12, por no haber sido posible efectuar la observación el día anterior, y se le siguió estudiando hasta el 22. Su aspecto fué casi siempre el mismo; una mancha nuclear en calma, con extensión casi constante.

Los últimos días del mes la actividad solar fotosférica quedó enteramente reducida a algún que otro pequeño grupo de fáculas, pero no se registra grupo alguno de manchas.



MAYO. Aunque mayor en número que en los meses anteriores, el total de centros de agitación fotosférica registrados durante este mes, pero todos ellos son de muy escaso interés e importancia. El más notable es el Grupo N.º 38, que apareció el día 22, y al terminarse el mes queda aun sobre el disco solar, reducido ya a cuatro pequeños poros.

El Grupo N.º 30, correspondiente al mes anterior, continuó observándose hasta el día 6 de Mayo.

Durante este mes, solamente dos días, según el registro diario, se ha presentado el Sol enteramente limpio de manchas, a saber, los días 17 y 18.



JUNIO. Puede decirse que, en conjunto, la actividad solar se ha mantenido durante este mes casi en los mismos términos que el mes de Mayo precedente, pues si bien ha aumentado algo más todavía el total de grupos de manchas registrados, su importancia, excepto varios de ellos, ha sido muy escasa.

Entre los grupos observados figuran como los más notables los Grupos números 42, 47 y 49. El primero apareció el día 2 y siguió observándose hasta el 11. Su conjunto lo formaban un núcleo segmentado con dos poros.

El Grupo N.º 47 hizo su aparición por el borde Este del Sol el día 22, presentándose ya desde entonces compuesto de tres núcleos principales y bien definidos.

Por último, el Grupo N.º 49 lo forma una mancha nuclear con penumbra bien definida, y que penetró el día 26 en el disco visible del Sol.

Dentro, pues, del carácter general de calma, se ha presentado el mes de Junio como de relativa actividad, y no se ha registrado un sólo día en que el Sol haya estado enteramente limpio de manchas. Por lo que hace a las fáculas, éstas han sido también muy abundantes y extensas.



JULIO. Durante todo este mes, los tres centros más importantes de actividad fotosférica lo constituyen los grupos 47, 49 y 50, procedentes del mes anterior. El primero, próximo ya al borde W del Sol, se presenta el día 1.º de Julio rodeado por completo de una grande extensión facular, pero reducido el grupo de manchas a dos de pequeños poros, que son absorbidos ya desde el siguiente día quedando solamente el grupo de fáculas.

El Grupo N.º 49 se encontraba el mismo día 1.º de Julio cruzando el meridiano central a la hora de la observación (9^h y 35^m T. m. civil de Greenwich). Su actividad se va reduciendo cada vez más y su aspecto es, sin variación notable, el de una mancha nuclear bien redondeada y definida con su penumbra característica y muy marcada.

Por último el grupo 50, el de mayor actividad e importancia durante el mes, conserva por espacio de varios días el carácter de centro ciclónico, fraccionándose el núcleo principal y formándose en derredor del mismo un grupito de poros. Con la desaparición de este grupo, el día 10 de Julio, entra de nuevo el Sol en un período de calma fotosférica, ligeramente perturbada por centros de muy escaso interés.

En efecto, los cinco grupos restantes registrados durante el mes, son de muy corta duración y escasa actividad. Merece, no obstante, particular mención el grupo N.º 54, que presentándose el día 19 en el borde Este formado por dos pequeños poros, con un grupo concéntrico de fáculas, fué después a medida que avanzaban en su paso por el disco solar, desarrollando mayor actividad hasta llegar a formar el 23, día de su paso por el M. C., un solo núcleo segmentado, pero de muy considerable extensión.

Considerado, pues en conjunto el mes Julio, puede decirse que, aunque de relativa actividad ha sido mayor y más acentuada la calma fotosférica que durante los meses anteriores, así por lo que se refiere a las manchas como a las fáculas.



AGOSTO. Los primeros días del mes han sido de completa calma, sólomente interrumpida por un grupo muy insignificante de varios poritos observado el día 6. El siguiente grupo, N.º 57, se encontraba ya el día 11, cuando por vez primera pudo ser observado, bien dentro del hemisferio visible solar, y formado por dos núcleos pequeños con un grupo, no muy extenso, de fáculas.

Por último, el grupo N.º 58, tercero y último de los registrados durante el mes de Agosto, se presenta el día 31, (después de una interrupción de dos días en el registro de la superficie solar), formado por dos núcleos segmentados y otro núcleo algo más pequeño, también segmentado y un porito.

Con la aparición de este nuevo centro de agitación fotosférica, queda nuevamente interrumpida la grande calma que ha predominado durante todo este mes de Agosto en la actividad solar.



SEPTIEMBRE. Acentúase durante los primeros días el recrudecimiento en la actividad solar, iniciado al finalizar el mes de Agosto con el grupo N.º 58. Este importante centro de perturbación fotosférica experimentó, casi continuamente muy notables transformaciones en su estructura y extensión total. El día 2 pasó por el M. C. y al siguiente día se le podía ya observar aun a simple vista. Dos eran entonces las componentes principales del gru-

po, a saber, un núcleo muy segmentado de grande extensión y acompañado de varios poros, y otros núcleos más pequeños, uno de ellos también segmentado. Su actividad siguió en aumento los días siguientes hasta llegar a alcanzar una extensión de casi un tercio del radio solar. Al desaparecer el día 8 por el borde W. del Sol, sigue aun ofreciendo grande interés la observación de este notable centro de perturbación fotosférica.

Otros seis grupos se registraron además durante el mes, siendo entre todos ellos el de mayor importancia el Grupo N.º 64. A su paso por el meridiano central, época de su mayor actividad, forman el grupo dos núcleos unidos por una extensión y bien marcada penumbra con algunos poros.

Dado lo muy avanzado que ya se encuentra el período de mínima en la actividad solar, por haber transcurrido unos tres años desde la fecha del último máximo, bien puede considerarse el mes de Septiembre, gracias a la actividad desarrollada principalmente por el extraordinario Grupo N.º 58, como un período secundario de máxima, aunque de corta duración.



OCTUBRE. Vuelve a iniciarse una disminución muy marcada en la actividad solar. Al principio del mes son cuatro los grupos de manchas observables en la fotosfera, correspondientes a los números 63, 64, 65 y 66 de la nueva serie y estadística que empezamos en 1.º de Enero. Los tres primeros grupos han cruzado ya el M. C. El Grupo N.º 66 acaba de hacer su aparición por el borde E. del Sol. Todos estos y los ocho restantes registrados durante este mismo mes de Octubre, carecen de interés e importancia, si se exceptúan los grupos 67 y 69 que presentaron alguna mayor actividad los primeros días de observación, pero disminuyó después rápidamente.

Después del recrudescimiento en actividad registrado durante el mes de Septiembre anterior, es aun más notable el contraste con la calma observada en este mes de Octubre.



NOVIEMBRE. Aunque por efecto del mal tiempo y cielo frecuentemente cubierto, ha sido bastante incompleto durante este mes el registro diario de la fotosfera, puede no obstante, afirmarse que la actividad solar se ha mantenido en relativa calma.

El Grupo N.º 82, último de este mes, debió hacer su aparición el día 26, uno de los que no se pudo efectuar la observación a causa de las nubes. Este mismo grupo 82 y el señalado con el número 75, que se observa desde el día 2, son los que, durante este mes de Noviembre han alcanzado mayor desarrollo e importancia.

El Grupo N.º 76 lo forma una mancha nuclear de regular dimensión con penumbra muy bien definida, y una serie de pequeños poros que rodean la mancha a manera de corona. Al ser observado por última vez, el día 10, ya entraba en calma este centro de agitación fotosférica y su extensión se reducía notablemente, encontrándose rodeado por una gran cantidad de fáculas.

El Grupo N.º 82, aunque de menor importancia, experimentó varios cambios interesantes durante su paso por el disco solar.

DICIEMBRE. Dos son los centros de actividad fotosférica que se registran el día primero de Diciembre, a saber, los Grupos N.ºs 80 y 82, este último bastante próximo ya al meridiano central y que atravesó el siguiente día 2.

Un fuerte y continuado temporal de lluvias nos impidió la observación solar desde el día 8 hasta el 16 inclusive. Al reanudarla el 17 manifiéstase en la fotosfera un solo grupo de manchas, el N.º 83 de nuestra estadística, siendo éste, por consiguiente, el primero correspondiente al mes de Diciembre. Lo forman dos pequeños núcleos rodeados completamente por una red de fáculas. Uno de esos núcleos quedó enteramente absorbido antes de cruzar el meridiano central el día 22.

Otros centros de agitación le siguen en los restantes días del mes, y al terminarse éste preséntase el mismo día 31, a la hora de la observación (9^h 40^m), el Grupo N.º 89, último, por consiguiente, del año, y que acabará de penetrar en el hemisferio visible solar. Con él son, pues, siete los nuevos grupos de manchas registrados durante el mes de Diciembre, señalándose entre ellos los tres últimos y sobre todo el Grupo N.º 87, que empieza a observarse el 24 y sigue aún en plena actividad al terminarse el año, después de haber experimentado varios e interesantes cambios en su estructura, subdividiéndose en dos centros de perturbación bien definidos.

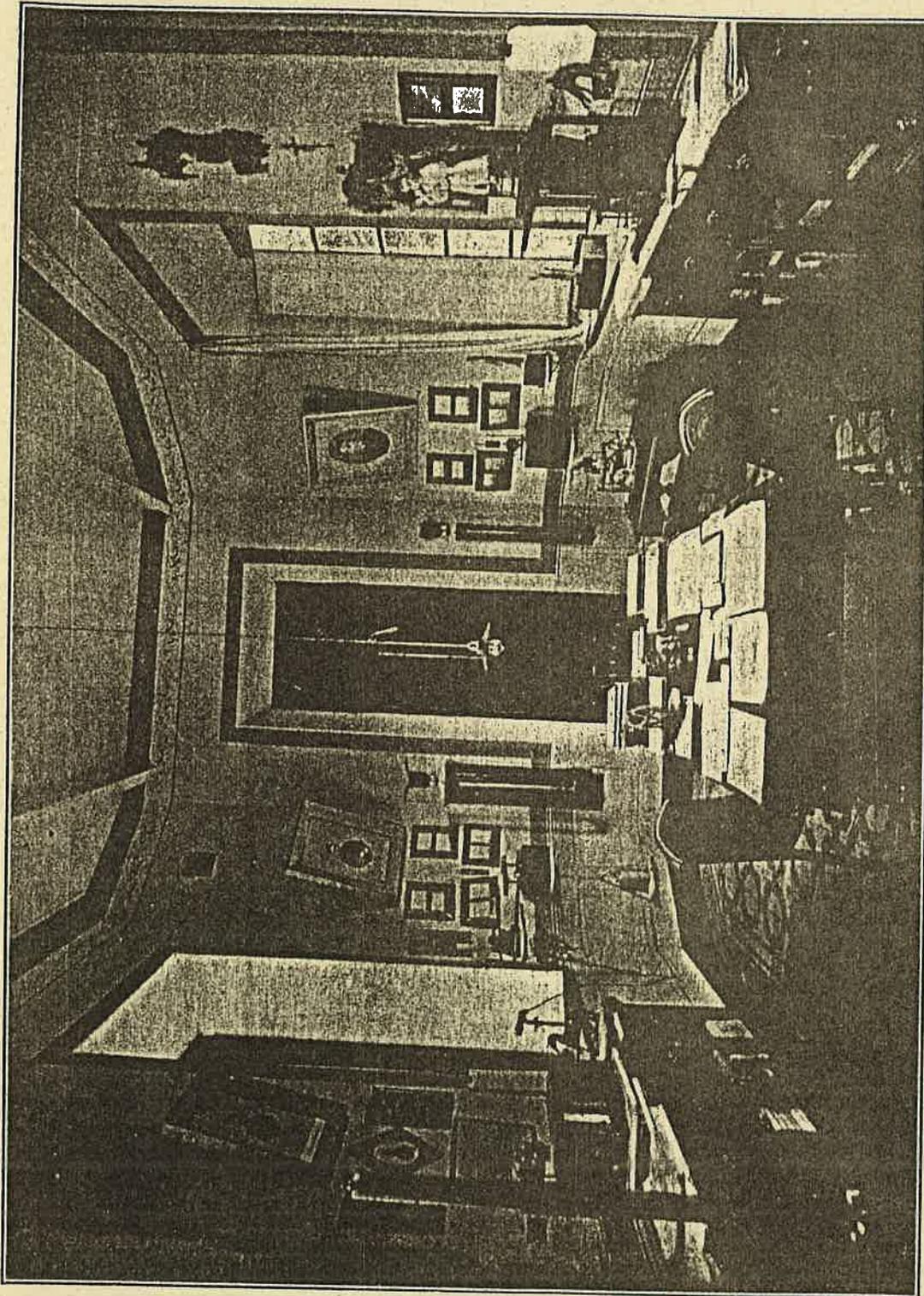
El aspecto del disco solar, durante los cuatro últimos días del año, ofrecía bastante interés. El 31 de Diciembre son siete los centros de actividad observables en la fotosfera, cuatro grupos de manchas y tres de fáculas de grandes proporciones.

Como resumen general de todo el año, puede decirse que la actividad solar ha seguido en 1920 la marcha de lenta y gradual disminución correspondiente a la época en que nos encontramos, es decir, tres años después del último máximo, que tuvo lugar en 1918. En los meses de Enero, Marzo y Septiembre, se han registrado notables aumentos y máximos secundarios en la actividad fotosférica.

Han predominado durante el año los centros de agitación de bajas latitudes heliográficas, en conformidad con lo registrado ya y repetidas veces comprobado en anteriores mínimas del período undecenal de la actividad solar.

Ricardo Garrido, S. J.

Observatorio de Cartuja, Febrero 1921



OBSERVATORIO DE CARTUJA.—GRANADA.

SALA DE METEOROLOGÍA

Sobre una regla empírica para averiguar la temperatura media de una localidad, en función de su latitud y de su altura sobre el nivel del mar, aplicable a nuestra España y a la costa N. de Marruecos.

EN un precedente trabajo, presentado a la Real Academia de Ciencias de Barcelona (1), nos ocupamos de una fórmula nueva para calcular la temperatura media de una localidad en función de su latitud y altura sobre el nivel del mar, aplicable dentro de muy extensos límites. Al calcular unos cuantos puntos de cinco en cinco grados, para una gráfica que abarcase desde 0 a 90, y otros de medio en medio, para una segunda que sirviese para nuestras latitudes, nos saltó a la vista que las diferencias, en extremo variables en el primer caso, pueden retenerse como constantes en el segundo, y traducirse por la siguiente regla empírica, que apellidaremos del *Observatorio Meteorológico de Cartuja (Granada)*:

La temperatura de una localidad española, reducida al nivel del mar, se obtiene restando la mitad de su latitud (en grados y fracciones), de 35,5, si se hallase situada en las costas oceánicas, o en la sub-meseta norte, al norte del paralelo 42° 0', o de 36,7 en los demás casos; en todos habrá que restar a la cifra obtenida la altura de la localidad en metros, multiplicada por 0,0054 si queremos hallar la temperatura verdadera.

No hay que exigir gran exactitud a ninguna fórmula de estas, por influir en la temperatura muchos factores, a más de los tenidos en cuenta (latitud, altitud, régimen de lluvias y proximidad a un mar con mareas y fuertes variaciones en la temperatura de sus aguas), y más si tenemos en cuenta el modo de valorizar estas últimas influencias, restándole 1, 2 grados a la constante. Esa sencillísima regla empírica es bastante aceptable, sin embargo, y la hemos calculado con los datos publicados en el «Anuario Estadístico de España, Año V, 1918», que comprende datos meteorológicos referentes al quinquenio de 1913- a 1917. Las alturas sobre el nivel del mar son las de las instalaciones barométricas (2), y por tanto diferirán tal vez en algunos metros de las de las termo-

(1) Sobre una fórmula para calcular la temperatura de una localidad, en función de su latitud y altura sobre el nivel del mar. Mem. R. Ac. de C. de Barcelona, Vol. XVI, Núm. 5.

(2) Resumen de las observaciones efectuadas en las estaciones del servicio meteorológico español durante el año 1917, p. XCI-CIX.

métricas, que esperamos ver consignadas en los futuros anuarios del Servicio Meteorológico español, que tanto debe al ilustrado celo de su dignísimo Jefe don José Galbis.

Los adjuntos cuadros harán ver cómo con tan sencilla regla empírica pueden obtenerse valores que discrepen de ordinario bastante menos de medio grado de la temperatura media del quinquenio estudiado, temperatura que podemos admitir como normal, con error ciertamente inferior a cuatro décimas de grado, y más bien en defecto, por haber abundado los años fríos durante el dicho período.

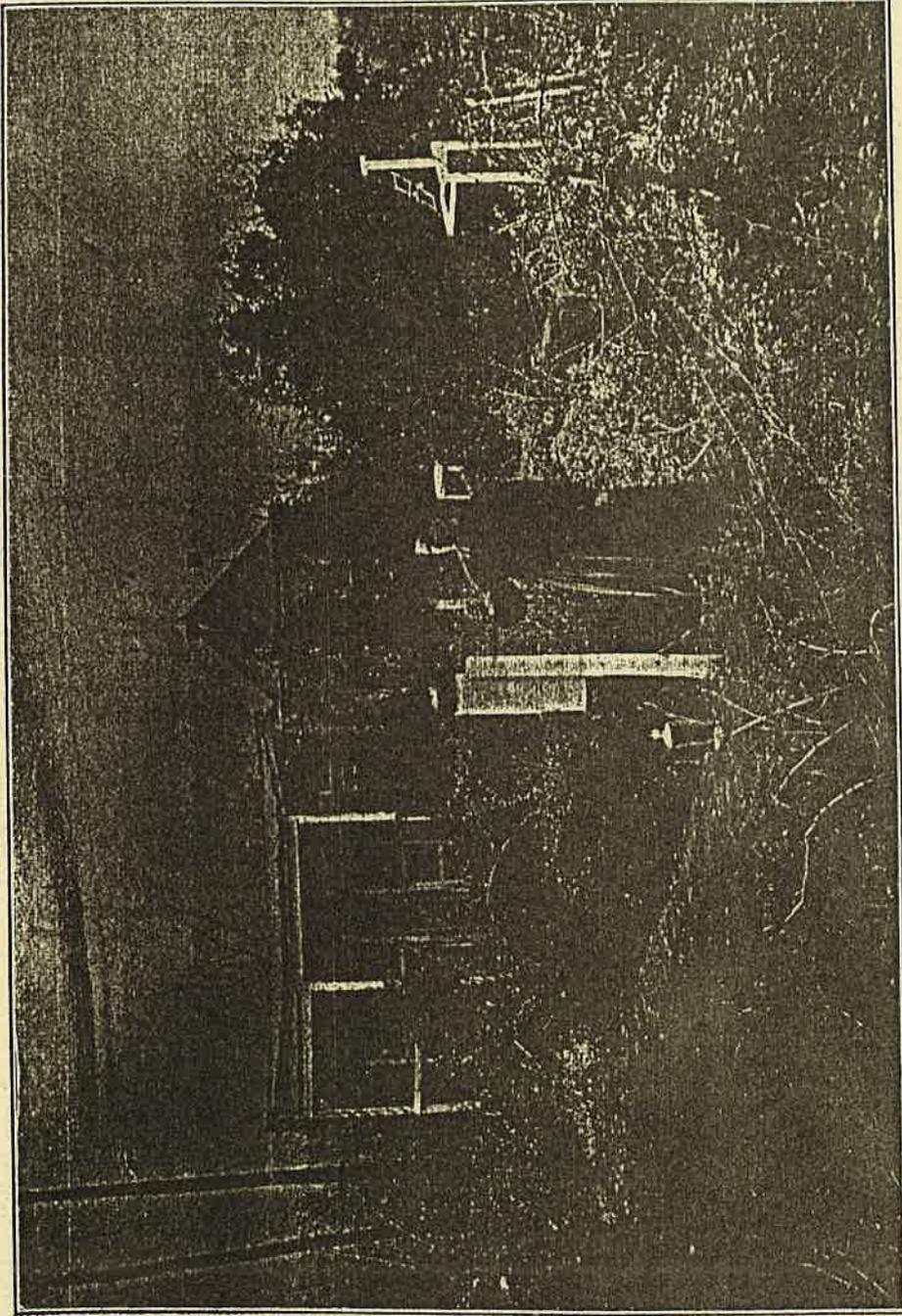
La regla empírica puede escribirse:

$T_m (l, a \dots) = 35,5 - 1/2 l - 0,54 am/100$. *Costas oceánicas y sub-meseta N., hasta el paralelo 42, inclusive; costas de nuestras posesiones marroquíes).*

$T_m (l, a \dots) = 36,7 - 1/2 l - 0,54 am/100$. *(Resto de nuestro territorio peninsular).*

Manuel M.^a S.-Navarro, S. J.

Lám. V



OBSERVATORIO DE CARTUJA.—GRANADA
INSTALACIÓN METEOROLÓGICA

N.º 1.—Costas oceánicas de la Península y sub-meseta norte;
posesiones españolas del norte de África.

Latitud	Altura	Localidad	O	C.	e.	e ²
43° 40'	15 ^m	Vivero (Lugo)	13,6	13,5	-0,1	0,01
43 27	14	Santander	13,9	13,7	+0,2	0,04
43 26	20	Tapia (Oviedo)	13,0	13,7	+0,7	0,49
43 23	244	Oviedo	12,6	12,5	-0,1	0,01
43 23	25	La Coruña	13,4	13,7	+0,3	0,09
43 19	23	San Sebastián	14,1	13,8	-0,3	0,09
43 15	17	Bilbao	14,0	13,8	-0,2	0,04
43 0	848	Reinosa (Santander)	9,0	9,4	+0,4	0,16
42 53	269	Santiago (Coruña)	12,9	12,6	-0,3	0,09
42 49	463	Pamplona	11,6	11,6	±0,0	0,00
42 44	580	Oña (Burgos)	10,8	11,0	+0,2	0,04
42 36	845	León	9,0	9,6	+0,6	0,36
42 28	399	Logroño	12,6	12,1	-0,5	0,25
42 26	24	Pontevedra	14,0	14,1	+0,1	0,01
42 20	141	Orense	14,4	13,8	-0,6	0,36
42 20	860	Burgos	9,8	9,6	-0,2	0,04
42 0	744	Palencia	11,0	10,5	-0,5	0,25
40 30	1022	Ávila (1)	9,5	9,8	+0,3	0,09
37 15	8	Huelva	16,5	16,8	+0,3	0,09
36 49	6	Saulúcar de Barrameda (Cádiz)	16,7	17,1	+0,4	0,16
36 41	163	Jerez de la Frontera	16,9	16,9	±0,0	0,00
36 28	28	San Fernando (Cádiz) Observatorio de Marina.	16,8	17,0	+0,2	0,04
35 47	82	Tanger	16,6	16,6	±0,0	0,00
35 15	8	Melilla	18,0	17,9	-0,1	0,01
SUMAS. . .			319,7	319,8		2,72

El error medio no llega a $\pm 0,4$, y el probable es de $\pm 0,2$.

(1) Ávila se ha incluido, a pesar de hallarse al Sur del paralelo 42 por constituir su clima frío una anomalía.

N.º 2.—Resto de la Península, incluyendo las localidades de la sub-meseta norte situadas al S. del paralelo 42 (excepto Ávila)

Latitud	Altura	Localidad	O.	C.	e.	e ²
42° 16'	31 _m	Figueras (Gerona)	14,8	15,4	+0,6	0,36
42 7	500	Huesca	13,8	13,0	+0,8	0,64
41 59	95	Gerona	14,5	15,2	+0,7	0,49
41 58	598	San Julián de Vilatorca (Barc. ^{na})	11,3	12,5	+1,2	1,44
41 39	710	Valladolid	11,9	12,0	+0,1	0,01
41 38	850	La Vid (Burgos)	10,6	11,3	+0,7	0,49
41 36	740	Montserrat (Barcelona)	12,2	11,9	-0,3	0,09
41 32	180	Sabadell »	14,6	15,0	+0,4	0,16
41 32	28	Mataró »	15,5	15,7	+0,2	0,04
41 29	1058	Soria	10,3	10,9	+0,6	0,36
41 26	411	Observatorio Fabra (Barcelona)	13,8	13,8	±0,0	0,00
41 24	42	Universidad »	16,2	15,8	-0,4	0,16
41 22	608	Rindabella (Tarragona)	12,8	12,7	-0,1	0,01
41 9	190	Reus »	15,5	15,1	-0,4	0,16
41 7	70	Tarragona	15,7	15,8	-0,1	0,01
40 58	811	Salamanca	11,9	11,8	+0,1	0,01
40 57	1005	Segovia	10,7	10,8	-0,1	0,01
40 54	1191	San Ildefonso (Segovia)	9,4	9,8	+0,4	0,16
40 49	50	Observ. del Ebro (Portosa)	16,4	16,0	-0,4	0,16
40 38	695	Guadalajara	12,6	12,6	±0,0	0,00
40 26	670	Moncloa (Madrid)	13,4	12,9	-0,5	0,25
40 24	667	Ob.º Central Meteor.º (Madrid)	13,2	12,9	-0,3	0,09
40 21	619	Teruel	11,4	11,6	+0,2	0,04
40 5	936	Cuenca	11,1	11,6	+0,5	0,25
40 0	33	Castellón	16,8	16,5	-0,3	0,09
39 53	43	Mahón (Baleares)	16,7	16,6	-0,1	0,01
39 51	540	Toledo	14,4	13,9	-0,5	0,25
39 34	23	Palma de Mayorca	17,2	16,9	-0,3	0,09
39 29	462	Cáceres	14,9	14,5	-0,4	0,16
39 28	18	Valencia	16,4	16,9	+0,5	0,25

39° 0'	686	Albacete	13,4	13,1	-0,3	0,09
38 59	628	Ciudad Real	14,0	13,8	-0,2	0,04
38 54	195	Badajoz	16,0	16,2	+0,2	0,04
38 21	24	Alicante	17,3	17,3	±0,0	0,00
37 59	60	Murcia	17,5	17,4	-0,1	0,25
37 53	123	Córdoba	17,1	17,1	±0,0	0,00
37 47	586	Jaén	16,1	16,6	+0,5	0,25
37 46	262	Totana (Murcia)	17,4	16,4	-1,0	1,00
37 23	30	Sevilla	18,3	17,8	-0,5	0,25
37 11	680	Universidad (Granada)	14,6	14,4	-0,2	0,04
" »	770	Obser. de Cartuja (Granada)	14,3	14,0	-0,3	0,09
36 50	14	Almería	18,4	18,2	-0,2	0,04
36 44	42	Málaga	18,1	18,3	+0,2	0,04
SUMAS. . .			622,5	622,0		8,29

El error medio no llega a $\pm 0,5$, y el probable a $\pm 0,3$

BENEMÉRITOS DEL OBSERVATORIO DE CARTUJA

PIDEN la gratitud y el amor que, al empezar esta nueva serie de publicaciones, evoquemos el recuerdo de los que nos han precedido en las tareas científicas del Observatorio y, según frase de la divina Escritura, *durmieron yz en el Señor*. Sus retratos aparecen en la primera lámina de esta publicación, bajo el mismo epígrafe que encabeza estas cortas líneas, de *Beneméritos del Observatorio de Cartuja*, como en hecho de verdad merecen llamarse, aunque, claro está, por diversos títulos, pues no fueron iguales los cargos que desempeñaron ni los trabajos que llevaron a cabo.

A la feliz iniciativa del R. P. Juan de la Cruz Granero, esclarecido hijo de la Compañía de Jesús, debe su existencia el Observatorio de Cartuja. Su grande amor a las ciencias, y principalmente a la Astronomía, le hizo concebir la idea de establecer en Granada, dependiente del Colegio-Noviciado de la Compañía de Jesús, un Observatorio en donde pudieran adquirir más amplia formación científica los jóvenes religiosos que se preparan en el mismo Colegio para ejercer después el profesorado. Justo es, sin embargo, confesar, que a esta feliz idea del P. Granero dió grande impulso el decidido empeño del entonces R. Padre Provincial Jaime Vizo, por cuyo mandato fueron el citado P. Granero y el P. Ramón Martínez a observar el eclipse total de Sol de 1900 en Tobarra (Murcia). Para dar a conocer el resultado de las observaciones efectuadas, prepararon ambos Padres una Conferencia científica a la que acudió ilustrado y selecto público granadino, pudiendo muy bien afirmarse que de aquí tomó su origen la idea de la fundación del Observatorio.

Faltaba solamente el concurso material para tan importante obra, y éste lo deparó la Providencia en la persona de la Sra. Condesa Viuda de Osborne y su hijo Antonio, Religioso de la misma Compañía de Jesús. Con tan feliz auspicio, y antes de proceder a la construcción del Observatorio y adquisición de material para el mismo, hizo el P. Granero un viaje científico preliminar por Francia e Italia, durante el cual, oido el parecer de eminentes astrónomos, meteorólogos y sismólogos, decidió su plan y encargó los aparatos necesarios.

Merece especial mención por lo que favoreció y alentó en su empresa al Padre Granero, el distinguido astrónomo francés M. Bigourdan, quien se ofreció además para probar en su ecuatorial de la torre del Este del Observatorio de París el objetivo de 330 milímetros de la ecuatorial Mailhat (Lám. III), comprada en París por el P. Granero con destino al mismo Observatorio de Cartuja.

Según el plan concebido por dicho Padre, el Observatorio había de comprender tres secciones, a saber: astronómica, geodinámica y meteorológica, reducida la segunda a la parte sísmica, dado que los cables de alta tensión y los tranvías de la cercana ciudad de Granada hubieran hecho ineficaz la instalación de aparatos para el estudio de los fenómenos relacionados con el magnetismo terrestre y las corrientes telúricas. Así, en efecto, lo vino después a confirmar la experiencia, pues las primeras tentativas realizadas en orden al estudio de las corrientes telúricas no dieron resultado favorable, a pesar de haberse adquirido los aparatos más acreditados y haberse hecho la instalación con el mayor cuidado posible. El triple fin que se propuso el P. Granero justifica el título de *Observatorio Astronómico, Geodinámico y Meteorológico de Cartuja*, con que aparecen los primeros Boletines publicados a partir de Enero de 1903.

Para la sección astronómica se adquirió la citada ecuatorial Mailhat, provista de un buen micrómetro de posición, diafragma iris, cámaras fotográficas ordinaria y ampliadora y dos buscadores, el mayor de ellos (de 109 mm. de abertura) con objetivo fotográfico, regulador Foucault, dos espectrocopios Grubb, oculares, etc. etc..

Como la colocación del micrómetro es delicada, y nada fácil el ajustar precisamente la posición y distancia focal de los oculares, es ventajoso el no retirar esta pieza aun cuando no sea necesario servirse de ella; y por eso se añadió al anteojo un tubo lateral sobre el cual o se pueden colocar los oculares, cuando no han de hacerse medidas micrométricas, o adaptarse los espectrocopios. En estos casos se hace que adelante hasta el eje del anteojo un espejo perfectamente plano, que inclinado 45° sobre dicho eje desvía hacia el tubo lateral los rayos luminosos recibidos del objetivo. Para conseguir esto y también para uniformar la temperatura interior del anteojo, están dispuestas dos puertecitas una próxima al ocular lateral y otra cercana al objetivo. Por último, y sin entrar en los pormenores de una descripción más minuciosa del aparato, añadiremos que esta ecuatorial, gracias al diafragma iris, permite reducir la abertura libre del objetivo hasta dos centímetros, operación que puede hacerse con toda comodidad desde la porción ocular, sirviéndose para ello el observador de una varilla terminada por su extremo superior en la rueda dentada próxima al diafragma, y por el inferior a un volante graduado que indica siempre el diámetro del objetivo que el diafragma deja libre.

Con este hermoso aparato se pretendía, además del fin ya indicado de cooperar a la sólida formación científica de los HH. estudiantes de la Compañía de Jesús, dedicar con preferencia los trabajos de la sección astronómica del Observatorio a la astronomía estelar, desdoblamiento de estrellas, espectros, etc. etc.

Para las observaciones meridianas se adquirió un círculo meridiano, construido también por M. Mailhat, con objetivo de 58 milímetros de abertura y 62 cm. de dist.^a focal, ocular micrométrico, prismas zenital y nadiral con lente correctora, círculo dividido provisto de dos microscopios micrométricos que permiten apreciar el segundo de arco, mira con objetivo de 50 metros de distancia focal y dos niveles muy sensibles.

Los sismógrafos primitivos—un par de péndulos horizontales Stiattesi, un gran Vicentini con pantógrafo, una componente vertical y un sismoscopio—quedaron suspendidos del sólido pilar que sirve de sostén a la ecuatorial y rodeados por una gran vitrina.

La sección meteorológica quedó abundantemente provista con barómetros inscriptores y normal, termógrafos, pluviómetros, anemo-cinemógrafo, y todo el numeroso conjunto de aparatos necesarios para el mas completo y perfecto estudio posible de los variados elementos meteorológicos y fenómenos atmosféricos.

Como no pretendemos ahora hacer una minuciosa descripción de los aparatos del Observatorio ni de los trabajos que se han llevado a cabo desde su fundación, sino solamente dar una ligera idea de la obra realizada por el R. Padre Granero, nos limitaremos a consignar que, no obstante sus múltiples y delicadas ocupaciones como Rector del Colegio-Noviciado, consagró al Observatorio no pocos desvelos y cuidados, y que fué sin duda alguna uno de los actos de virtud más hermosos, en su vida religiosa, siempre ejemplar y edificante, la prontitud y rendimiento de juicio con que, en aras de la obediencia, sacrificó su grande afición a los trabajos científicos y su amor al Observatorio para pasar en 1904 a la América meridional y desempeñar allí el cargo de Visitador primeramente y Superior general después de las Misiones que allí tiene la provincia de Toledo de la Compañía de Jesús en las repúblicas sud-americanas de Perú, Ecuador y Bolivia.

Rasgo curioso y que reveló el gran cariño que sentía por el Observatorio el P. Granero, fué, sin duda, el que, momentos antes de abandonar el Colegio-Noviciado para encaminarse hacia la Estación del ferrocarril, se dirigiera al Observatorio y dejase allí su firma en el «Album» de visitas, añadiendo el siguiente dístico con el que graciosamente parafraseó el pensamiento del poeta latino:

«A las estrellas..... valete».
«Non ego vos posthac specula sublimis in alta
Aetheria fulgere procul de sede videbo»

Colaborador y compañero amante del P. Granero en la fundación del Observatorio fué, como queda indicado, el virtuoso P. Ramón Martínez, continuador después durante varios años de las iniciativas y trabajos científicos del P. Granero. Profesor de Física y Química por espacio de más de treinta años, encontró en el Observatorio, y principalmente en sus secciones sísmica y meteorológica, un incentivo poderoso a su incansable actividad y amor al trabajo. Debemos, sin embargo, indicar que ya, aun antes de la fundación del Observatorio, llevaba el P. Ramón Martínez un registro minucioso y diario de los fenómenos locales meteorológicos, observaciones que, enviadas después al Observatorio Central Meteorológico de Madrid, merecieron la aprobación y cumplidos elogios del entonces Director de aquel tan justamente renombrado Centro científico.

Fundado ya el Observatorio e iniciados en él los trabajos, el P. Granero que, por razón de su cargo de Rector del Colegio-Noviciado, se veía imposibilitado de poder dedicar al Observatorio el tiempo que reclamaba y que tenía además

un alto concepto del P. Martínez, no sólo por su acrisolada virtud sino también por su exquisita habilidad en el manejo y arreglo de los aparatos, le confió casi totalmente la dirección del Observatorio. Él fué quien dirigió la instalación de los sismógrafos y aparatos meteorológicos, y preparó para la imprenta los Boletines publicados hasta 1906.

En el verano de este mismo año, queriendo los Superiores proporcionarle algún descanso en su vida laboriosa, que prosiguió, no obstante, hasta poco antes de su muerte, pues no podía estar nunca ocioso, le destinaron al Colegio de San Luis Gonzaga, en el Puerto de Santa María (Cádiz). Esto sirvió de no pequeño consuelo a los que, por haber años antes conocido y tratado al virtuoso Padre Ramón Martínez, querían volverle a ver antes de su muerte, entre los que se contaban personas a quienes la Compañía de Jesús se reconocerá siempre obligada por motivos de gratitud.

No tan importante como la de los Padres que le precedieron, pero digna, sin embargo, de gratitud y recuerdo fué la labor del Hermano escolar Rafael Barraquer. Terminados sus estudios de filosofía, y juntamente con otras ocupaciones accesorias, le fué encomendada por los Superiores la dirección de la Sección meteorológica del Observatorio, cargo que desempeñó con especial cuidado, esmerándose en la redacción de los Boletines y cuadros comparativos, de tanto valor para los estudios que reclaman los múltiples y complicados fenómenos meteorológicos.

La muerte cortó súbita e inesperadamente la vida del fervoroso y diligente H. Barraquer, cuyo trato exquisito y amable le hacían grangear el amor y cariño, no sólo de sus hermanos de Religión, sino aun de las personas seglares que le conocieron y trataron.

Por último, el H. Coadjutor Salvador Parra, de quien el que estas líneas escribe guardará siempre indeleble recuerdo, por haberle tenido de ayudante varios años y haber siempre encontrado en él un hermano humilde, trabajador y complaciente, tomó parte muy activa en las ocupaciones y tareas del Observatorio, principalmente en lo relativo a la sección astronómica. Encargado, casi desde que se empezó en 1906 la Estadística foto-heliográfica, de la obtención de las fotografías solares, a él se deben la mayor parte de los numerosos negativos originales que se conservan en el archivo foto-heliográfico del Observatorio. Fué después también ayudante en la sección sísmica y demostró poseer especiales aptitudes para la parte mecánica, del funcionamiento y arreglo de los aparatos.

Trasladado años más tarde, primeramente a Madrid, y luego al Colegio del Puerto de Santa María, allí le sorprendió la muerte, cuando, por sus aptitudes para ello, había sido nombrado ayudante del P. Prefecto del Colegio y del profesor de Física.

La buena memoria de los que hemos llamado *beneméritos del Observatorio*, y cuyas virtudes y trabajos hemos ligera e imperfectamente bosquejado, exigía de nosotros el tributo de estas líneas que con gusto le hemos ofrecido.

Ricardo Garrido, S. J.