

UNIVERSIDAD DE CHILE
Instituto de Geofísica y Sismología



HISTORIA DE LA SISMOLOGIA EN CHILE

POR

Ing. Federico Greve

Agosto de 1964

HISTORIA DE LA SISMOLOGIA EN CHILE

Por

Ing. Federico Greve

Conferencia leída por el ingeniero Federico Greve para incorporarse como Miembro Académico de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas. 23 de Junio de 1960.

.....

El terremoto es un fenómeno que se produce sin previo aviso, hace trepidar la costra terrestre y en pocos segundos vuelve la calma, dejando el desastre y la ruina, El nativo solo se da cuenta del efecto y no encontrando su ex plicación cree que es un castigo de un Ser Superior.

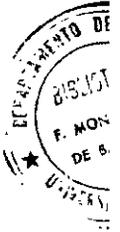
Hay numerosas leyendas que explican las causas de los terremotos. Los araucanos por ejemplo, cuentan que un Ser Superior tuvo un hijo que nació de la tierra y que quiso superar a su padre. Este con la ayuda de Pillán, el Dios Bueno, y en castigo lo encerraron en el interior de la Tierra. El prisionero cava galerías para salir pero Pillán las derrumba, produciéndose los temblores.

Los chinos creían que el terremoto se produce al estornudar un animal que vive en el interior de la Tierra, razón por la cual no excavaban minas profundas para no molestar a ese monstruo.

El eminente literato Wolfgang von Goethe, en su obra "Faust", recuerda las leyendas que explican la formación de la Tierra y hace aparecer la figura mitológica de "Seismos" quien se vanagloria por haber formado las imponentes montañas con sus lindos valles, empujando con sus fuertes hombros la corteza terrestre.

En las antiguas narraciones de los destrozos causados por los terremotos en Chile, encontramos que el pueblo cree que los sismos se deben a un castigo de Dios. Así por ejemplo, Francisco A. Encina, en la Historia de Chile, al describir el terremoto que desoló el puerto de Valparaíso el 19 de Noviembre de 1822 dice: "Mucho peor que los desastres materiales fueron las consecuencias morales de la catástrofe. La fantasía sobre-excitada con el cataclismo inventó toda suerte de avisos sobrenaturales"... "Algunos religiosos predicaban en las calles, atribuyendo el terremoto a castigo del cielo"..."aparecieron grupos de penitentes"...

"El consenso general de los fanáticos de todas clases sociales sentó como artículo de fé, que las responsabilidades del terremoto caían exclusivamente sobre la heterodoxia del Director Supremo, (B. O'Higgins) sus reformas civiles y religiosas y la benevolencia con los extranjeros herejes". Fué entonces cuando Frai Camilo Henriquez, para demostrar al pueblo el error en que estaba, publicó en "El Mercurio de Chile" del 2 de Diciembre de 1822, una explicación científica del terremoto. Comienza diciendo: "¿Qué terror es este, ciudadanos, que aún tiene sobrecogidos nuestros corazones? ¿Será tan firme el triunfo del miedo contra la razón? ... ¡Ay! La religión, esa hermosa de un Dios Paternal, tiene por lo más dulce e importante de sus atributos, el consuelo de sus bondades en medio de las amarguras de la vida. No es ella el azote de un Dios terrible"... y continúa "Cuando El ha querido vengar un crimen en los miserables mortales, siempre les previno con la amenaza del castigo"... "Una prueba que el terremoto de la noche del 19 no ha sido efecto de su ira, sino de esa voluntad permisiva



va que no responde" y se hace la pregunta: "¿Porqué había de querer descargarla (la ira) el Señor sobre las torres de los templos?"

Camilo Henríquez da a continuación la explicación científica diciendo: "En efecto, la fermentación de los combustibles, que abrasan lo interior de la tierra, el ayre encerrado en ella, dilatado por sus sirocondios, y que hace considerables ex-fuerzos para ensancharse y huir ... el agua reducida a vapores, y que lleva con prodigiosa fuerza quanto se opone a su expansión: he aquí los agentes que originan el terremoto, y no el propósito de un Dios que tenga el placer de haber fijado cierto número de años para levantarse de mal humor como los hombres hiáticos y complacerse en ver por el momento desgarrar sus carnes a los que no fue ron despedazados por el terremoto".

"Sean pues las inflamaciones de las materias combustibles, o sea el fuego eléctrico la causa de los terremotos".

En otro número del mismo periódico leemos en un remitido de Villarroel que dice: "Los temblores de tierra no tienen una conexión necesaria con nuestras culpas".

Años más tarde el pueblo explica el terremoto y maremoto que azoló el puerto de La Concepción en 1835, como producido intencionalmente por indios expulsados de la ciudad que por venganza habrían obstruido el cráter del volcán Antuco para que reventara en el puerto.

Aristóteles explicaba el terremoto como producido por el roce del viento sobre la tierra y por el choque de este contra las paredes de las cavernas del interior de la cos-

tra terrestre,

En otra teoría se estableció que los terremotos eran producidos por las erupciones volcánicas, pero se ha comprobado que sólo el cinco por ciento de los temblores va acompañado de actividad volcánica. Se buscó la explicación del terremoto en el escurrimiento violento del magma por cavidades internas o derrumbe de estas, pero para que se pueda desarrollar la energía capaz de producir un terremoto las cavernas tendrían que ser de enormes dimensiones.

La teoría de la compensación de la isostasia supone la costra terrestre dividida en prismas de igual base, que flotan en el magma. Los prismas de menor densidad son más altos y forman las montañas que debido a la erosión, se alivianan y tratan de subir y el prisma, sobre el cual se deposita el material arrastrado por el agua, baja produciéndose un traslado del magma hacia las montañas. El movimiento de los prismas y el traslado del magma producirían los terremotos.

Es evidente que el terremoto tectónico es la trepidación producida por la fractura de la costra terrestre, o por resbalamiento de una capa sobre la otra, pero se desconoce la fuerza que produce la presión o energía y el fenómeno externo que la pueda desgaatillar. La delgada costra terrestre que flota sobre el magma pastoso, tiene movimiento lento y en la costa de Chile se han podido comprobar sollevamientos en el norte y hundimientos en el sur.

Con la nivelación efectuada por el Instituto Geográfico Militar entre Talcahuano y Cauquenes en 1935 y repetida en 1939, es decir despues del terremoto de Chillán, se ve-

rificó un hundimiento hasta de 50 centímetros en la parte comprendida entre Talcahuano y Concepción, la estabilidad de la Cordillera de la Costa y un solevantamiento del Valle Central hasta una altura de 2,70 metros.

El naturalista Darwin pudo comprobar un solevantamiento de la isla Quiriquina, producido por el terremoto del día 20 de Febrero de 1835. Al llegar a lá isla, doce días despues del sismo, vió en la costa una faja con moluscos y algas marinas en descomposición por haber quedado fuera del agua. Darwin, para demostrar solevantamientos anteriores, llama la atención al hecho que en la costa de Chile y a cierta altura sobre el mar hay conchales o sea acumulación de conchas marinas, lo que comprueba que esas zonas han sido playas. Esta afirmación ha sido discutida por otros naturalistas, que afirman que estas conchas son moluscos que sirvieron de alimento a los indios, como lo demuestran las puntas de flechas y restos de utensilios que se encuentran entre ellas. Está claro que algunos conchales son dejados por indios, que se alimentaban de productos del mar, pero hay otros que son restos de animales marinos que han quedado en seco debido a un solevantamiento que produjo el retiro del mar. Basta observar las terrazas que se ven en la costa de Chile, principalmente al norte de Valparaíso, para darse cuenta que en su tiempo fueron playas.

Después del terremoto que sacudió el Puerto de Valparaíso, el 19 de Noviembre de 1822, Lord Cochrane comprobó un solevantamiento de la costa y en su informe dice que "una parte de la costa se ha elevado 3 pies a lo menos sobre el antiguo nivel".

Los informes sobre el terremoto de Iquique de 9 de Mayo de 1877 dicen que se comprobaron cambios en el fondo del mar.

El ingeniero Lorenzo Sundt hizo interesantes estudios geológicos en la zona norte de Chile para comprobar los solevantamientos y hundimientos que ha experimentado la costra terrestre en esa región y el resultado lo publicó bajo el título "El último hundimiento y solevantamiento en la Cordillera de los Andes" en el Bol.Soc.Nac.Minería, año XXI, Vol. VI 1894 pag.42.

El señor Otto Harnecker ha publicado numerosos artículos con sus observaciones relacionadas con los efectos de los terremotos y da pruebas de que la costa de Chile se ha solevantado con varios terremotos. "Estudios sísmicos. I Solevantamiento de la costa en el terremoto del 16 de Agosto de 1906. II El solevantamiento de la costa es la causa directa de los terremotos". El Progreso. Cabildo, Enero 14 de 1914.

En otras publicaciones el señor Harnecker ha expuesto teorías sobre el origen de los temblores, por ej. "Terremotos y temblores". Valparaíso 1880 y "Terremotos y Temblores". I Una teoría rara (Falb.). II La teoría de la cristalización" El Bohemia, La Ligua, Mayo 28, Junio 1, 4, 11, 15, 1892. Y "Terremotos y temblores" Santiago 1895 "Das Erdbeben von Tocopilla 9 Mai 1877" (Traducido del español por R. Franck, Frankfurt, 1877).

De los estudios que se han hecho para encontrar la causa de los terremotos se supone que la delgada costra terresg

tre, debido a una contracción o sometida a fuerzas internas, se fractura. Las dos partes colindantes resbalan una respecto a la otra, produciendo una falla. El traslado de estas partes puede ser solo en el sentido horizontal, como se ve en la Fig.1 en que una parte del cerco de un camino se ha trasladado 3 metros con respecto a la otra parte, o la quebradura de las hileras de naranjos, producidas las dos en el Imperial Valley, California durante el terremoto de 1940. En esta región las fallas son superficiales, mientras que en Chile se producen a 100 kilómetros de profundidad.

Chile es un país sísmico que está ubicado en el llamado Anillo de Fuego Circumpacífico, formado por la Cordillera de los Andes de Norte y Sud-América, las islas Aleutianas, Japón y Oceanía, Fig. 2. En estas montañas están agrupados los volcanes, que en su mayor parte se encuentran en actividad y producen los sismos de origen plutónico, pero como además toda la zona es inestable, las capas que forman la costra terrestre, resbalan produciéndose los terremotos tectónicos.

Las leyendas de los araucanos nos muestran que Chile ha sido siempre un país sísmico, pero no tenemos datos más precisos de los terremotos acaecidos hasta la llegada de los conquistadores, que los citan en los informes enviados al Gobierno de España. Estos datos aunque no tienen valor científico, son importantes para estudios estadísticos.

Siendo el terremoto un fenómeno desastroso que produce pánico, es natural que el hombre trate de predecirlo para ponerse a salvo y por eso busca la relación que puede tener

el sismo con la posición de los astros, o con fenómenos atmosféricos. Sin embargo no comprueban sus predicciones, siendo una excepción Rodolfo Falb, que trató de verificar sus anuncios publicando en Valparaíso un folleto con los pronósticos para 1878 y como obtuvo resultado negativo, reconoció su error.

Montessus de Ballore, al llegar a San Salvador, se admiró de la frecuencia con que la gente de ese país anunciaba los temblores y le escribe a M. Cornu, que estaba en Francia "que cree que sería fácil obtener una ley cientifica de ese conjunto de suposiciones". Pero después de un estudio detenido, le vuelve a escribir lo siguiente: "Finalmente he llegado a la negación absoluta de la posibilidad de predecir los temblores de la tierra, o a lo menos en el estado actual de nuestros conocimientos".

Mucho se ha escrito sobre los pronósticos del terremoto del 16 de Agosto de 1906 y Montessus de Ballore le dedica un capítulo especial en su obra "Historia Sísmica de los Andes Meridionales" V parte, pag. 381 con el título "La supuesta predicción del terremoto por el Capitán de Corbeta D. Arturo Middleton". Montessus reproduce la carta de Middleton, publicada 10 días antes del terremoto, que según él, es ambigua, pues pronostica fenómenos atmosféricos y sísmicos y termina diciendo que "científicamente hablando, hubo solo una coincidencia fortuita entre una predicción falta de base y un fenómeno natural".

Posteriormente el capitán Middleton y el capitán Cooper hicieron otros pronósticos que no se realizaron y finalmente en 1911 el capitán Middleton le escribió al Sr. Montessus "para retractar todas sus opiniones respecto a la posibili-

dad de prever los fenómenos sísmicos y meteorológicos por medio del método del capitán Cooper".

Para hacer estudios con base más científica se hizo necesario el uso de instrumentos pues las observaciones personales resultaban poco precisas. El primero que ideó un sismoscopio, o sea un instrumento que deja constancia de un sismo, fué Choko de nacionalidad china, en el año 136, fig. 3 y que se componía de un péndulo de masa esférica, colocado dentro de una esfera hueca y de tal manera, que al producirse un temblor, la oscilación bota una o varias de las 8 esferas chicas colocadas cada una en el hocico del dragón. Estas esferas al caer lo hacen en el hocico de un sapo. Según la esfera que cayera, se pretendía tener la dirección en que venían las oscilaciones del temblor.

El primer sismoscopio que se empleó en Europa, fué construido por el científico francés De Haute Feuille en el año 1705. Este instrumento, fig.4, tenía en el centro un platillo con mercurio, que al producirse la oscilación de un temblor, se rebalsaba por una de las ocho canaletas radiales dejando constancia de la dirección del epicentro. Posteriormente estos instrumentos fueron perfeccionados para que dejaran anotada la hora a la cual había temblado, empleando para ello un cilindro que al caer por la trepidación, detenía un péndulo de un reloj.

En la obra de A. Sieberg titulada "Geologische, Physikalische und Angewandte Erdbebenkunde" se cita a I.M. Gillis como autor de importantes modificaciones hechas en los sismoscopos. Dos de sus sismógrafos fueron traídos a Chile por este científico, cuando vino como Jefe de la Expedición norteamericana. El informe sobre los trabajos efectuados

por esta expedición se publicó bajo el título "U.S. Astro
nomical Expedition to the Southern Hemisphere 1849-50-51-
52 " y en la pág. 508 Vol.I, Gillis dice que han instalado
dos sismógrafos y al tratar del terremoto del 2 de Abril
de 1851, da la hora del comienzo del sismo, del máximo y
del final con exactitud de segundo, lo que comprueba que
los instrumentos le daban inscripciones con indicación de
la hora.

Estos dos sismógrafos funcionaron en Santiago y Sere
na desde Noviembre de 1849 a Septiembre de 1852 y los tem
blores registrados aparecen en el informe.

Gillis hace un estudio de la lista de sismos y llega
a la conclusión que en Santiago hay un máximo de sismos en
el mes de Abril y en Serena en Noviembre, diferencia que
se debe, probablemente al pequeño número de sismos registra
dos y a réplicas. También estudia los efectos luminosos
que acompañan al temblor, pero sin encontrar una explicación
satisfactoria. Trata de determinar la velocidad de propaga
ción de la onda sin obtenerla.

En otra parte de su informe habla de dos clases de on
das, una de ellas que tiene un movimiento vibratorio en
sentido radial y la otra en sentido perpendicular. Son,
por lo tanto, las que posteriormente se llaman primarias
y secundarias.

Como final de la parte sismológica, Gillis copia las
descripciones de efectos de terremotos acaecidos con ante
rioridad y publicadas en periódicos locales.

A fines del siglo XIX don José Ignacio Vergara Urzúa,

Fig.5, nombrado Director del Observatorio Astronómico de la Universidad de Chile, en reemplazo del señor Moesta, que viajó a Europa, se dedica al estudio del sismo y publica un interesante trabajo titulado "Apuntes sobre el temblor del 7 de Julio de 1873" (Anales de la U. de Ch. 1874, Apéndice t XLVI N°2, pag.313-354). Vergara fué el primero en Chile que determinó la velocidad de propagación de la onda sísmica, aprovechando para esto el temblor del 7 de Julio de 1873, que se sintió en varias ciudades. Para obtener mayor exactitud en la hora, hizo llevar los relojes a la oficina del telégrafo de cada ciudad para compararlos entre sí por varios días, y obtener la corrección, el andar de cada uno y finalmente la velocidad de propagación de la onda. Aunque el valor que obtuvo no es exacto, es interesante el método empleado.

Se llama la atención al hecho que Vergara en Chile (1873), Oldman en la India (1872-1873) Seebach y Suess en Europa, fueron los primeros hombres de ciencia que trataron de medir la velocidad de propagación de la onda sísmica.

Estos estudios los hizo Vergara sin disponer de instrumentos apropiados, puesto que los sismógrafos que recibió el Observatorio Astronómico entre el instrumental comprado a la expedición Gillis, estaban "inservibles" y así lo expresa en un informe de fecha 28 de Mayo de 1881 que Vergara presentó al Ministro y posteriormente en una comunicación dice: "Mientras no sea posible el uso de aparatos mecánicos que puedan indicar de un modo preciso la duración, dirección y el sentido del movimiento, no es posible esperar ni mediana exactitud en las observaciones".

En el capítulo V del informe presentado al Ministro por J.I. Vergara, éste pide se le conceda fondos "para la adquisición de un sismógrafo, aparato que sirve para observaciones y estudio de los temblores de la tierra, que tan frecuentes son en nuestro país".

Entre las publicaciones hechas por J.I. Vergara y que tienen relación con la Sismología, podemos anotar:

- Observaciones meteorológicas, hechas en el Observatorio de Santiago 1873 - 1881. Temblores y ruidos subterráneos, 172 Santiago, 1884.
- Apuntes sobre el temblor del 7 de Junio de 1873. Anuario de la Of. Cent. Meteorológica, Santiago de Chile. Años 30 y 40, 313 Santiago, 1873.
- Temblores observados en Rengo, 1898 - 1903 (manuscrito inédito).
- Memoire de directeur de l'Observatoire de Santiago, sur la theorie des tremblement de terre. C.R.Ac.Sc.Paris LXXIX 1869.
- Observaciones meteorológicas practicadas en el Observatorio Nacional y el faro de Valparaíso durante el año 1865. Temblores, An.Univ. de Ch. XXVIII 89, año 1867 id.XXX, 233 años, 1868 y 1869, id.XXXV p.III.

A fines del siglo XIX los hermanos Clark, ingenieros que perforaron el túnel del FF.CC. trasandino, obsequiaron al Observatorio Astronómico un sismógrafo (fig.6) de construcción inglesa y que funcionó hasta 1908 en el Observatorio Astronómico de la Universidad de Chile. Los datos de

los temblores registrados están incluidos en las publicaciones del señor Montessus.

Este sismógrafo es un péndulo P (pag.6), combinado con un péndulo invertido Pi que alarga el período de oscilación. Una palanca vertical apoyada en el centro de la masa P y que gira en torno de una suspensión cardan s, lleva en la parte superior una palanca b que inscribe los movimientos horizontales sobre una placa de vidrio ahumado.

En fig. 7 se muestra la inscripción del terremoto del 16 de Agosto de 1906 hecha por este sismógrafo.

La hora se toma con reloj de bolsillo.

Posteriormente se construyen sismógrafos que descomponen el movimiento de la tierra en sus tres componentes y la inscriben sobre una faja de papel enrollada en un tambor en movimiento constante. La hora se anota automáticamente, haciendo marcas cada minuto (fig.7a).

Con el terremoto del 16 de Agosto de 1906, que asoló el centro del país, se vió la necesidad de crear un Instituto que estudiara estos fenómenos, y el señor Valentín Letelier, Rector de la Universidad de Chile, en sesión del Consejo de Instrucción Pública, del 9 de Noviembre de 1906, propuso la creación del Servicio Sismológico, el cual quedó establecido por decreto del 9 de Junio de 1908 (Ver Boletín 1906-07-08 pag.190). Posteriormente se le llamó Observatorio Sismológico y en 1942 Instituto Sismológico.

Para organizar y dirigir este nuevo Servicio se contrató al sismólogo francés Conde de Montessus de Ballore, por

decreto n° 5044 de 26 de Septiembre de 1907.

Fernando Conde de Montessus de Ballore, fig.8, nació en Dompierre, Francia, el año 1851 y vivió en un ambiente de científicos. Siguió primero la carrera militar y en 1879 se le nombró jefe de la Misión Militar en San Salvador, país muy sísmico, lo cual lo indujo a interesarse por el estudio de los terremotos.

De vuelta a su país natal, Montessus se dedicó a estudiar el material sismológico recolectado por él en América Central y en el año de 1906 publicó su primera obra titulada "Geographie Seismologique" y al año siguiente, un tratado de carácter didáctico titulado "La Science Sismologique" que fué presentado por el gran maestro vienés Eduardo Suess.

Fernando de Montessus llega a Chile y encarga a Europa los instrumentos necesarios para el Instituto.

En una de las comunicaciones, Montessus menciona la conveniencia de instalar un aparato anunciador de terremotos que construía P. Maccioni, del Observatorio del Sena, que según el inventor, captaría las corrientes telúricas que se producen con anterioridad al temblor, dando el aviso por medio de la telegrafía sin hilo. En un artículo publicado en la revista Cosmos de 23 de Abril de 1910 se dice que este instrumento fué instalado, pero como no se vuelve a mencionar, no debe haber funcionado.

Con los sismógrafos encargados se instaló una estación de primer orden en Santiago, Cerro Santa Lucía, de segundo orden en Tacna, Copiapó, que funcionó desde el 14 de Septiembre de 1908, Osorno en 1909 y Punta Arenas y los sismoscopos

se instalaron en 30 ciudades, repartidos en todo el país, Fig.9.

Los sismógrafos de Osorno y Punta Arenas funcionaron temporalmente en otros puntos tales como Isla de Juan Fernández, Isla de Pascua, etc.

Las inscripciones de terremotos, que se hicieron en los sismógrafos instalados en Chile, se complementaron con las que se obtenían de los instrumentos que instaló el Gobierno de Argentina en Mendoza (péndulo Bosch Omori) y San Juan (péndulo Collo), con los que tenía el Gobierno del Perú en Arequipa y con las observaciones que se hacían en las islas Shetland del Sur.

Para la estación sismográfica de Santiago se aprovechó una cueva labrada por los españoles en el siglo XVIII en el cerro Santa Lucía, Fig.10-11, que se inauguró en Mayo de 1909 con los siguientes instrumentos:

- 1 Sismógrafo Wiechert de 180 kg de masa, para dos componentes horizontales, Fig.12 y Fig.11-A.
- 1 Sismógrafo Wiechert de 160 kg de masa, para la componente vertical, fig.13 y fig.11-B.
- 2 Sismógrafos Bosch Omori, 100 kg de masa cada uno para una componente horizontal, Fig.14 y Fig.11-C.
- 2 Sismógrafos Stiatessi, de 950 kg de masa cada uno para una componente horizontal, Fig.15 y Fig.11-D.
- 1 Cronómetro mural para marcar la hora en los sismogramas, Fig.14 y Fig.11-E.
- 1 Sismoscopio, Fig.11-H.

En las otras estaciones sismológicas se instalaron sis

mógrafos Wiechert, de 180 kg de masa para las dos componentes horizontales y el cronómetro para marcar la hora.

Todos estos sismógrafos son del tipo de péndulo, amplificación del movimiento de la tierra por medio de palancas livianas e inscripción sobre papel ahumado, enrollado sobre un tambor que tiene movimiento rotatorio y traslado lateral. Las marcas de la hora se hacen en el mismo sismograma.

Aprovechando las expediciones científicas, que estudia ban las regiones del polo sur, el Servicio Sismológico facilitó a la expedición francesa, dirigida por el doctor Charcot (1908-1910) un sismógrafo Wiechert para que hicieran observaciones relacionadas con la estabilidad de la región polar. Este sismógrafo funcionó 15 días en la isla Decepción, inscribiéndose sólo tremores y los otros 9 meses en la isla Petermann en la cual se registraron dos sismos, uno de los cuales tenía su epicentro a 650 km de distancia, Bol.1909, pag.241.

Estas observaciones sismográficas demuestran que la región polar es estable, reforzando de esta manera, las observaciones hechas por la expedición Scott(1902-1903) que con un sismógrafo Milne instalado en la bahía Mac Murdo en el mar Ross, registró varios sismos submarinos, pero ninguno local.

El resultado obtenido por las inscripciones sismológicas hechas por el personal de la expedición del Dr. Charcot, coincide con lo que dice John Milne en su obra "Preliminary Notes on Observations made with a horizontal pendulum in the Antarctic Regions" Proc.R.Soc.London,A. LXXVI 284, 1905. Trad. por O.Bitter "Die Erdbenwarte" IV 1904-1905. En esta

publicación se llega a la conclusión que la región "Great Barriere" es asísmica, puesto que el sismógrafo, colocado cerca de los volcanes Erebus y Terror en la bahía Mac Murdo, Mar de Ross, registró en 1902-1903, 73 telesismos, todos de la región comprendida entre la Antártica y Nueva Zelanda y ningún sismo local.

A principios del año 1911 el Supremo Gobierno, conforme a las sugerencias de los directores del Instituto Geofísico y del Servicio Sismológico, envió con la Corbeta Baquedano un sismógrafo Bosch Omori componente horizontal de 100 kg de masa a la isla de Pascua para que se hicieran estudios sismológicos. Bol.nºIII pag.397.

La estación sismográfica se estableció en el Puerto de Mataverí, situado al pie del volcán apagado Rana Kao y funcionó del 25 de Abril de 1911 al 5 de Mayo de 1912, registrándose 65 sismos.

Comparando las distancias epicentrales de los sismos dadas en el cuadro del boletín y comparadas con el mapa de epicentros de terremotos ubicados en el Océano Pacífico Sur, que se incluye más adelante, vemos que se habían registrado:

- 32 sismos del grupo ubicado al S.S.W. de la isla y hasta 550 km de distancia.
- 15 sismos del grupo ubicado al S de la isla y a distancias comprendidas entre 550 a 1000 km.
- 8 sismos del grupo ubicado al S.S.E. de la isla y a distancias comprendidas entre 1100 y 1600 km.
- 2 sismos, uno a 3300 y el otro a 3664 km de distancia.

Es importante que ninguno de los sismos registrados fué sentido por el hombre en la isla.

Era necesario conocer las zonas sísmicas de Chile y reunir datos para poder efectuar estudios estadísticos, por lo tanto, el señor Montessus estableció el servicio de observaciones personales, al cual colaboraron 550 personas repartidas en todo el país y que enviaban a la oficina central, una vez al mes, la lista con los sismos sentidos, indicando la fecha, la hora, la intensidad y otras observaciones que pudieran ser de interés. Así se pudo comprobar que en el primer semestre de 1909 se produjeron en Chile 740 temblores sensibles al hombre, o sea 2 por día aproximadamente.

Como complemento a este trabajo el señor de Montessus recolectó datos de terremotos acaecidos con anterioridad a su llegada, para lo cual revisó la documentación antigua, que enviaron los conquistadores al Rey de España y las narraciones de viajes de turistas, que pasaron por América. Este material aparece publicado en los Anales de la Universidad bajo el título "Historia sísmica de los Andes Meridionales al Sur del paralelo 16°" y en el "Boletín Sismológico".

Hasta el comienzo del siglo XX los países de América del Sur, tales como Chile, Argentina, Perú y Bolivia, solo habían realizado estudios sismológicos aislados y con el objeto de efectuar un trabajo en conjunto, el 25 de Diciembre de 1908 se reunieron en Santiago representantes de las cuatro naciones en un Congreso Científico Panamericano, en el cual se establecieron las bases de la "Asociación Sismológica Sud Andina".

El acta de la conferencia, que hubo entre los delegados

de los cuatro países:

Sr. Francisco Porro di Somenzi	-	por Argentina
Sr. Ballivian	-	por Bolivia
Sr. F. Montessus de Ballore	-	por Chile
Sr. Guillermo Tamayo	-	por Perú,

el 3 de Enero de 1909 aparece en Boletín Sismológico 1906-07-08, pag. 193.

Desgraciadamente esta Asociación no dió el resultado esperado.

La Asociación Internacional de Sismología, de la cual Chile formaba parte desde su fundación en 1902, tuvo una importante reunión en Manchester del 18 al 22 de Julio de 1911, en la cual nuestro país estuvo representado por el afamado profesor suizo A. Forel de Morges. En esta Asamblea a la cual asistieron científicos de nombre, se discutieron importantes problemas y se puede decir que la Sismología se independizó, pues hasta esa fecha, se la hacía depender primero de la Meteorología y despues de la Geología. Véase Bol.n° IV 1912, Memorias pag.23.

Para dar a conocer la Sismología en Chile, el señor Montessus de Ballore, dictó un curso sobre Sismología para los estudiantes de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de Chile, con lo cual tuvo ocasión de divulgar los conocimientos que se tenían en otros países sísmicos sobre el proyecto de construcciones antisísmicas, o sea resistentes a los efectos destructores de los terremotos. Por decreto n°105 de 18 de Enero de 1909 se imponía la asistencia obligatoria a este curso a los alumnos de Ingeniería y

Arquitectura y por decreto nº441 se reorganizó.

Montessus comprendió que era indispensable divulgar la ciencia sismológica y en 1911 publicó una pequeña obra titulada "La Sismologie Moderne" y son numerosos sus artículos que aparecieron en diferentes revistas francesas, italianas, mejicanas, españolas, etc. Así por ejemplo Armand Benier, Jefe del Servicio Geológico de Bélgica, en un folleto dedicado a recordar la obra de "F.J.B.M. Bernard Comte de Montessus de Ballore" 1923, publicado en Louvain en 1923, da una lista de 149 artículos sueltos y libros publicados en los años 1884 a 1921.

LISTA DE PUBLICACIONES DE FERNAND-JEAN-BAPTISTE MARIE
BERNARD CONDE DE MONTESSUS DE BALLORE (1851-1923)

No se incluyen publicaciones hechas para el Servicio Sismológico que son: "Boletín del Servicio Sismológico", "Historia Sísmica de los Andes Meridionales al Sur del Paralelo 16" y "Bibliografía General de Temblores y Terremotos".

ABREVIACIONES

- A.S.P.N. - Archives des Sciences Physiques et Naturelles.
Supplém. a la Bibliotheque Universelle, Geneve.
- A.S.S.B. - Annales de la Société Scientifique de Bruxelles.
Louvain.
- C.R. - Comptes Rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences. Paris.
- M.S.A.A. - Memorias y Revista de la Sociedad Científica Antonio Alzate, México.
- R.Q.S. - Revue des Questions scientifiques, Louvain.
- R.S. - Revue Scientifique, Paris.
-

- 1884 - Sur les lueurs crépusculaires observées a San-Salvador (Amérique Centrale). C.R., t.XCVIII, pp.761-762.
- 1884 - Temblores y erupciones volcánicas en Centro-América, San Salvador, in-8°.
- 1885 - Sur des nouvelles lueurs crépusculaires observées récemment dans l'Amérique Centrale(1884), C.R.,t.C, pp.191.
- 1885 - Sur les tremblements de terre et les éruptions volcaniques dans l'Amérique Centrale. C.R.,t.C,pp.1312-1315.
- 1885 - Les volcans de l'Amérique Centrale. R.S.,t.35,pp.804-807.
- 1886 - La constitution interne du globe et les volcans. R.S., t.38, pp.369-371.
- 1887 - Note sur la méthode de recherche de la corrélation entre deux ordres de faits. C.R.,t. CIV,pp.1148-1149.
- 1888 - Tremblements de terre et éruptions volcaniques au Centre-Amérique. Mém.Soc.scientifique natur.Saone-et-Loire. Dijon, in-4°.
- 1889 - Sur la répartition horaire des séismes et leur relation supposée avec les culminations de la lune. C.R.,t.CIX, pp.327-330 et 392.
- 1889 - Etude sur la répartition horaire diurne-nocturne des séismes et leur prétendue relation avec les culminations de la lune. A.S.P.N., 3me.pér.,t.XXII,pp.409-430, M.S.A.A.,t.III, pp.105-121.
- 1891 - Sur la répartition saisonniere des séismes.C.R.t.CXII, pp. 500-502.
- 1891 - Etude critique des lois de répartition saisonniere des séismes. M.S.A.A.t.IV, pp.277-292.A.S.P.N.,3me.pér., t.XXV, pp.504-517.
- 1891 - Universalité et nécessité de la loi newtonienne de l'attraction. R.S.,t.48, pp.786-787.

- 1892 - La Suisse Sismique. A.S.P.N., t.28, pp.31-39.
- 1892 - La France et l'Algérie séismiques. Ann.Mines.Paris, 9me série, t.II, pp.317-328, pl. IX-X.
- 1892 - México sísmico. M.S.A.A., t.VII, pp.49-60, (Rés.pp.59-60)
- 1892 - Sur la recherche des conditions géographiques et géologiques caractérisant les régions a tremblements de terre. C.R., t.CXIV, pp.933-935.
- 1894 - Effets des tremblements de terre sur les constructions et moyens d'y remédier. Revue du Génie Civil, Paris. Bol. Mens.Observ.Meter.Mexico, 1896, p.37.
- 1894 - L'Europe Centrale séismique. A.S.P.N., 3me pér. , t. XXXI, pp. 5-20.
- 1894 - Le monde scandinave séismique. Geol.För.For.Stockholm, t.XVI, pp.225-230.
- 1894 - La Peninsula Ibérica sísmica y sus colonias. Ann.Soc. Hist.Natur.Madrid, t.23, pp.175-184.
- 1894 - Sur la rose séismique d'un lieu. C.R., t.CXVIII, pp.724-726.
- 1895 - L'Italie séismique. A.S.P.N., 3me pér., t. XXXIII, pp. 33-61.
- 1895 - Sur une évaluation approchée de la fréquence des tremblements de terre a la surface du globe.C.R., t. CXX, pp.577-579.
- 1895 - Relation entre le relief et la sismicité.C.R., t.CXX, pp.1183-1186, Ciel et Terre. Bruxelles, t.XVI, pp.232-236.
- 1895 - Relation entre le relief et la sismicité.A.S.P.N., 3me pér., t.XXXIV, pp.113-133.
- 1895 - Sur une limite supérieure de l'aire moyenne ébranlée par un tremblement de terre. C.R., t.CXXI, pp.434-435.
- 1896 - Les Indes Néerlandaises sismiques. Natuurk.Tijdschr. Nederl.Ind.Batavis, t.LVII, pp.347-360.
- 1896 - Seismic Phenomena in the British Empire. (Translated

- by L.L. Belinfante). *Quart. Journ. Geol. Soc. London*, 1896, Vol. III, n°208, pp.651-668, pl.XXX-XXXIII.
- 1897 - Le Japon sismique. A.S.P.N., 4me pér., t.IV, pp.125-146 et 209-230, pl.III.
- 1897 - Relation entre la fréquence des tremblements de terre et leur intensité. *Boll.Soc.Sismol.Ital.Modena*, t.III, pp.9-14.
- 1898 - Les Etats-Unis sismiques. A.S.P.N., 4me pér., t.V, pp. 201-206.
- 1898 - L'Amérique Centrale et l'Amérique du Sud sismiques. M.S.A.A., t.XI, pp.263-277, pl.VIII.
- 1899 - L'Asie moyenne sismique. De la Chine a la Perse et a l'Arabie. A.S.P.N., 4me pér., t.VII, pp.344-348.
- 1899 - Description sismique de l'Empire russe. *Bull.Com.Geol. Russie.Saint-Petersbourg*, t.XVIII, pp.195-223, 1carte. (Rés.en francais, pp.231-233).
- 1900 - Introduction a un essai de description sismique du globe et mesure de la sismicité. *Beitr.Z.Geophysik.Leipzig*, vol.IV, pp.331-332.
- 1900 - Le Mexique sismique, A.S.P.N., 4me pér., t.IX, pp.253-268.
- 1900 - Geographische Verarbeitung der Erdbeben in Mexico. *Himmel und Erde*, 1900. pp.518-559.
- 1900 - Sismicité de la péninsule balkanique et de l'Anatolie. *Bull.Com.Géol.Russie.St.-Petersbourg*, t.XIX, pp.31-53 (En russe, résumé en francais).
- 1901 - La Grecia sismica. *Boll.Soc.Sismol.Ital.Modena*, 1900-1901, vol.VI, pp.115-130.
- 1901 - Romania si Bessarabia sismice (La Roumanie et la Bessarabie sismiques). *Anal.Int.Météorol.alRomaniei.Bucarest*, t. XVII, part.2, pp.57-75.
- 1901 - Sur l'impossibilité de représenter par des courbes isophygmiques, ou d'égale fréquence de séismes, la répartition de l'instabilité dans une région sismique donnée.

- C.R., t.CXXXIII, pp.455-457.
- 1901 - De seismen der Philippijnen. Natuurk, Tijdschr.Nederl. Indie, Batavis, t.LXI, pp.40-50.
- 1901 - Les Océans sismiques. A.S.P.N., 4me pér., t.XI, pp.96-98.
- 1902 - La premiere conférence sismologique internationale de Strasbourg. R.S., 4me sér., t.18, pp.481-489, 609-614, M.S.A.A., t. XIX, Revista, pp.12-27.
- 1902 - Les manifestations volcaniques et sismiques dans les Antilles. Rev.Gén.Scienc.pures et appliq., Paris, t.13, pp.669-674.
- 1902 - Les tremblements de terre de plissement dans l'Erzgebirge. C.R., t. CXXXIV, pp.96-98
- 1902 - L'Erzgebirge géologico-sismique. A.S.P.N., 4me pér., t.XIII, pp.375-395.
- 1902 - Non-existence et inutilité des courbes isophygmiques ou d'égale fréquence des tremblements de terre. Beit. Z.Geophysik.Leipzig, t.V, pp.467-485.
- 1902 - Sur l'influence des plissements armoricains dans le Nord-Ouest de la France et dans le Sud de l'Angleterre. C.R., t. CXXXIV, pp.786-788. Bull.Soc.Belge Géol.Bruxelles, t. XVI, p.215.
- 1902 - Ueber das vermeintlich regelmässige Fortschritten des Epicentrums bei Erdbeben mit zahlreichen Nachbeben. Die Erdbeben Warte. Laibach, t.II, pp.15-17.
- 1902 - Sur les causes générales d'instabilité sismique dans l'Inde. C.R., t.CXXXV, pp.598-600.
- 1902 - La théorie sismico-géologique du Déluge, par Suess. R.Q.S., 3me sér., t.II, pp.577-589.
- 1903 - Archéologie et sismologie. Cosmos, Paris, 1902, N° 935, p.817.
- 1903 - Archéologie et sismologie, Bull.Soc.Belge Astronom. Bruxelles, t. VIII, pp.24-28.

- 1903 - Sur les anomalies de la pesanteur dans certaines régions instables. C.R., t. CXXXVI, pp.705-707.
- 1903 - Considerazioni a proposito dei terremoti della vallata del Po. Boll.Soc.Sismolog.Ital.Modena,1902-1903, vol. VIII, pp.241-243.
- 1903 - Les animaux prévoient-ils les tremblements de terre? R.Q.S., 3me sér.,t. IV, pp.228-235.
- 1903 -Essai sur le role sismogénique des principaux accidents géologiques. Beitr.Geophysik, Leipzig, t.VI, pp.21-41.Bull.Soc.Belge Géol.t.XVII, Traduc.et reprod. pp. 49-68.
- 1903 - La deuxième conférence sismologique internationale de Strasbourg. R.S.,4me sér., t.XX, pp.609-614.
- 1903 - Sur les régions océaniques instables et les cotes a vagues sismiques. A.S.P.N., 4me.pér.,t.XV,pp.640-660. M.S.A.A., t.XX(Rev.), pp.28-33.
- 1903 - Relations géologiques des régions stables et instables du Nord-Ouest de l'Europe. Première partie: Iles Britanniques et Bretagne. A.S.S.B.,t.XXVII, 2mpart., pp. 216-262.
- 1903 - Sur l'existence de deux grands cercles d'instabilité sismique maxima. C.R., t.CXXXVI, pp.1707-1709.
- 1904 - Ephémérides sismiques et volcaniques:décembre 1902, janvier-février, mars, avril, mai, juin, et aout 1903. Ciel et terre. Bruxelles, t.XXIV, pp.155-161, 209-210, 263-267, 310-313, 363-365, 414-445,463-464,512-513 et 563-565.
- 1904 - Les relations sismico-géologiques de la Méditerranée Antillienne. M.S.A.A., t.XIX, pp.351-373.
- 1904 -Sur les tremblements de terre des Andes méridionales. C.R., t.CXXXVIII, pp.106-108.Bull.Soc.Belge Géol., t. XVIII, proc.-verb., pp.34-35.

- 1904 - Les Andes méridionales sismiques. Bull.Soc.Belge Géol. t. XVIII, mém., pp.79-105.
- 1904 - Sur les tremblements de terre de la Roumanie et de la Bessarabie. C.R., t. CXXXVIII, pp.830-832.
- 1904 - Sur les conditions générales de la sismicité des pays bartaresques. C.R., t.CXXXVIII, pp.1443-1445.
- 1904 - Les relations sismico-geologiques du massif barbaresque. A.S.P.N., 4me pér., t. XVIII, pp.135-159.
- 1904 - La sismicité, critérium de l'age géologique d'une chain ou d'une région. C.R., t.CXXXIX, pp.318-319. Ciel et terre, Bruxelles, t. XXV, pp.464-466.
- 1904 - Sur la coincidence entre les géosynclinaux et les grands cercles de sismicité maxima. C.R., t.CXXXIX, pp.686-687.
- 1904 - Géosynclinaux et régions a tremblements de terre. Esquisse de géographie sismico-géologique. Bull.Soc.Belge Géol., Bruxelles, t.XVIII (Mém), pp.243-267.
- 1904 - Les visées de la sismologie moderne. R.Q.S., 3me.sér., t. V, pp.461-481.
- 1904 - Handbuch der Erdbebenkunde, par Aug. Sieberg.Analyse. R.Q.S. 3me sér., t.VI, pp.629-633.
- 1904 - Loi générale de la répartition des régions sismiques a la surface du globe. C.R.,2me Confér.Séis.intern. Leipzig 1904, pp.325-334.
- 1904 - Segunda conferencia sismológica internacional. An.Museo Nac. San Salvador, t.I, pp.351-361.
- 1904 - The seismic Phenomena in British India, and their connection with its Geology, Mem.Geol.Surv.India.Calcutta, vol.XXXV, part.3, pp.153-194.
- 1904 - Les relations sismico-géologiques de la Méditerranée antillienne. M.S.A.A.
- 1905 - Ephémérides sismiques et volcaniques: septembre 1903, aout 1904, Ciel et Terre. Bruxelles, t. XXV,pp.18-19,

- 67, 112-114, 162-164, 220-221, 319-320. 370-371, 420-422, 462-463, 522-523 et 569-570.
- 1905 - Le tremblement de terre du Pendjab, le 4 avril 1904. Ann.Géogr.Paris, t.XIV, pp.259-264.
- 1905 - La Roumanie et la Bessarabie sismiques. Ann.Inst.Met. Romaniei. Bucarest, t.XVII, B, p.57.
- 1905 - Les relations des tremblements de terre avec la géologie et la tectonique du sol en France. Bull.Soc.Hist. Natur.Autun.Autun, t.XVIII(mém) pp.339-366.
- 1906 - Ephémérides sismiques et volcaniques: Septembre 1904 a aout 1905. Ciel et Terre, Bruxelles, t.XXVI, pp.21-22, 95-96, 110-111, 164-165, 215-216, 269-270, 321-322, 372-370, 420-421, 470-471, 527-528 et 579-580.
- 1906 - L'art de batir dans les pays a tremblements de terre. L'Architecture. Paris, t.XIX.
- 1906 - El arte de construir en los paises de terremotos. An. U. de Ch., t.CXIX, p.455, 1906, y t.CXX, p.79, 1907. An. Museo Nacional. San Salvador, t.I, pp.524-535, 585-604; t.II, pp.681-687, 729-737, 808-817, 865-872; t.III, pp.21-29.
- 1906 - Les récents désastres sismiques. Ciel et Terre. Bruxelles, t. XXVII, pp.107-115.
- 1906 - Les tremblements de terre. Géographie séismologique. Préface de M.A. de Lapparent. Paris, 1906, vol.in-8° de 475 pp., 89 fig. et 3 cartes hors texte. Libr. Armand Colin.
- 1906 - Les tremblements de terre et les systemes de déformations tétraédrique de l'écorce terrestre. Ann.Géogr. Paris, t. XV, pp.1-8.
- 1906 - Relations géologiques des régions stables et instables du Nord-Ouest de l'Europe. Seconde partie: Centre et Nord de la France, Allemagne et Boheme. A.S.S.B., t. XXX, 2me partie, pp.1-66.

- 1906 - Sur les prétendues lois de répartitions mensuelle des tremblements de terre. C.R., t.CXLIII, pp.146-147.
Bull. Soc. Belge Géol.Bruxelles, t.XX, pp.183-192.
- 1907 - Ephémérides sismiques et volcaniques (septembre 1905-aout 1906). Ciel et Terre, T.XXVII, pp.19-21, 77-79, 128-130, 179-180, 288-290, 338-340, 395-399, 448-450, 508-510, 547-549 et 612-614.
- 1907 - Efectos del terremoto del 18 de Abril 1906, sobre las cañerías de agua y las acequias de la ciudad de San Francisco(California). Santiago de Chile, 1 vol.in-8°.
- 1907 - La Science séismologique. Les tremblements de terre. Préface de Ed. Suess. Paris 1907, vol.in-8° de VII-579 pp, 22 fig. et cartes dans le texte et hors texte.
Libr. Armand Colin.
- 1908 - Los progresos más recientes de la sismología moderna. An. U. de Chile. t.CXXI, pp.719, Santiago de Chile.
- 1908 - Ephémérides sismiques et volcaniques (septembre 1906, février 1907). Ciel et Terre, t.XXVIII, pp.21-24, 68-69, 131-133, 176-179, 224-226 et 274-276.
- 1908 - Earthquakes. An Introduction to seismic geology, by William H. Hobbs. Comptes rendu. R.Q.S., 3me.sér., t. XIII, pp.643-646.
- 1908 - Variations des latitudes et tremblements de terre. C. R., t. CXLVII, pp. 655-656.
- 1908 - Sur les principes a appliquer pour rendre les constructions asismiques. C.R., t. CXLVI, pp.1228-1230.
- 1909 - La topographie sismique des Coast Ranges de California et le mouvements tectonique du 18 avril 1906. Ann. Géogr. Paris, t. XVIII, pp.341-355.
- 1909 - Sur une interprétation possible des ondes de la phase principale des sismogrammes. C.R.,t.CXLVIII, pp.200-201.

- 1910 - Organisation du Servicio Sismológico de Chile. C.R. Séanc. 3me Réunion Comm.Perm.Assoc.Intern.Sismolog. réunies a Zermate. Budapest, annexe XVI, pp.96-97.
- 1910 - Sur le barographe considéré comme sismoscope enregistreur. C.R., t. CL, pp.486-487.
- 1911 - La sismologie moderne (les tremblements de terre). Paris, 1911, vol. in-8° de XX-284 pp. avec 64 fig. et cartes dont 16 plus. Libr. Armand Colin.
- 1911 - Sur l'application de la suspension a la Cardan aux sismographes. C.R., t. CLIII, pp.743-744.
- 1911 - Sur la répartition de l'instabilité sismique en Bolivie. C.R., t. CLIII, pp.988-990.
- 1912 - Association internationale de sismologie. Réunion de Manchester. Cosmos, Paris, t.61, p.128. Boll.Soc.Sismolog.Ital. Modena, t.XVI, pp.228-229.
- 1912 - Sur les phénomènes lumineux particuliers qui accompagnent les grands tremblements de terre. C.R., t. CLIV, pp.789-791
- 1912 - Fenomeni luminosi speciali che avrebbero accompagnato il terremoto di Valparaiso del 16 di agosto 1906. Boll. Soc. Sismolog.Ital. Modena, t.XVI, pp.77-102.
- 1912- Sur la non-existence des courbes isoséistes. C.R., t. CLIV, pp.1461-1463.
- 1912 - Sur l'influence sismogénique des mouvements épirogéniques. C.R., t. CLIV, pp.1747-1749.
- 1912 - Sur la constance probable de l'activité sismique mondiale. C.R., t. CLIV, pp.1843-1844.
- 1912 - Périodes de Brückner et tremblements de terre destructeurs. C.R., t. CLV, pp.379-380.
- 1912- Tremblements de terre et taches solaires. C.R., t.CLV, pp.560-561.
- 1912 - Observations sismologiques faites a l'île de Paques. C.R., t. CLV, pp.625-626.

- 1912 - Tremblements de terre d'origine épirogénique probable dans le Michigan et le Wisconsin. C.R., t. CLV, pp. 1042-1043.
- 1912 - Sur les tremblements de terre des provinces baltiques de la Russie (Estonie, Livonie et Courlande). C.R., t. CLV, pp. 1200-1201.
- 1913 - Mégaséismes et phases de la lune. C.R., t. CLVI, pp. 100-102.
- 1913 - Mégaséismes et saisons. C.R., t. CLVI, pp. 414-415.
- 1913 - Tremblements de terre destructeurs et précipitations atmosphériques. C.R., t. CLVI, pp. 1194-1195.
- 1913 - Tremblements de terre supposés de chevauchement. C.R., t. CLVII, pp. 389-390.
- 1913 - Sur un essai de synthèse des phénomènes sismiques et volcaniques. C.R., t. CLVII, pp. 556-557.
- 1914 - L'oeuvre sismologique de J. Milne. R.Q.S., 3me sér., t. XXV, pp. 497-530.
- 1914 - Sur un tremblement de terre supposé de chevauchement (Galipoli, 9 août 1912), C.R., t. CLVIII, pp. 89-91.
- 1914 - Sur la distribution mondiale de la sismicité. C.R., t. CLVIII, pp. 440-441.
- 1914 - Sur les phénomènes lumineux ayant accompagné le tremblement de terre de la Raube Alb, le 16 novembre 1911, C.R. t. CLVIII, pp. 749-751.
- 1914 - Sur l'origine épirogénique probable des tremblements de terre du détroit de Cook (Nouvelle Zélande). C.R., t. CLVIII, pp. 1835-1837.
- 1915 - A problem on seismological geology: on the seismogenic influence of parallel shelf-faults. Seismolog. Soc. Amer. Bull., Stanford Univ., t. V, pp. 150-154.
- 1915 - Apuntes de Hagiografía, sismológica según los Bolandis

- tas. Bol. Sismolog. Chile, Santiago, p.166, Bol. Soc. Sismolog. Ital. Modena, Vol. XIX, p.376.
- 1915 - Influence sismogénique des failles paralleles étagées de la rainure érythréenne et de celles de la vallée du Rhin. C.R., t. CLX, pp.346-347.
- 1916 - Du role comparé des diverses nationalités dans les progrès de la sismologie moderne. Boll. Soc. Sismolog. Ital. Modena, vol. XX, pp.263-272.
- 1916 - Les bases de la théorie géologique des tremblements de terre. Ann. Geogr., Paris, t. XXV, pp.401-412.
- 1918 - 1° La Sismología de los Autores clásicos griegos y romanos. 2° Observaciones de 1914 y 1915; Bull. Serv. Sismolog. Chile., t. XIII.
- 1918 - Terremoto del año 1582 en Arequipa y erupción del volcán Omate en el año de 1600. Rev. Chilena Hist. Geogr. Santiago, t. XXIV, 39 pp.
- 1919 - Sur les origines de la théorie aristotélicienne des tremblements de terre, Boll. Soc. Sismolog. Ital. Modena, vol. XXII, pp.205-224.
- 1921 - Histoire de la Sismologie. R. Q. S., 3me sér., t. XXIX, pp.29-57, 320-350.
- 1921 - Sur la dépression longitudinale du Chili. C.R., t. CLXXII, pp.990-992.
- 1923 - La Géologie sismologique. Paris, 1vol. in-8°. Libr. Armand Colin.
- 1923 - Ethnographie sismique et volcanique. (Ouvrage couronné par l' Acad. des Sciences). Paris, Champion.

Para el Servicio Sismológico el señor Montessus publicó: Boletín del Servicio Sismológico, Sismicidad de los Andes Meridionales al Sur del paralelo 16°, Bibliografía General de los Temblores y Terremotos.



Montessus de Ballore continuó la confección de la lista de temblores pero esta obra magna no la alcanzó a terminar, pues la muerte lo sorprendió el 31 de Enero de 1923, quedando además en imprenta sus dos obras tituladas "L'ethnologie sismique et volcanique" y "Geologie sismique" que fueron publicadas posteriormente.

Al señor Montessus le sucedió como director del Servicio Sismológico el que fué su Ayudante y colaborador, señor Carlos Bobilier, nombrado por decreto N°3300 de 24 de Julio de 1908.

El señor Bobilier ingresó a la Escuela Naval en el año 1892 y se retiró de la Marina de Guerra, con el grado de Capitán de Fragata. Por decreto N°6740 de 30 de Mayo de 1913 fué nombrado Ayudante del Servicio Sismológico y posteriormente Director por decreto N°1677 de 6 de Junio de 1923. Fué además secretario de la Sociedad Científica de Chile.

En el año 1927 en el Congreso Internacional de la Unión Geodésica y Geofísica, reunido en Praga, se votó un acuerdo que expresa el deseo que Chile continúe dando la mayor importancia y extensión posible a las observaciones sismológicas. Para cumplir con esta recomendación, en el año 1929 la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas aprueba el proyecto de reorganización del Servicio Sismológico, presentado por el decano señor Gustavo Lira. Este proyecto, que comprende la adquisición de instrumental moderno, es aprobado por el H. Consejo de la Universidad de Chile en la sesión del 2 de Diciembre del mismo año y enviado al Ministerio el día 6 de Diciembre. Desgraciadamente no se pudo realizar.

Carlos Bobilier muere en Julio de 1935 y en su reempla

zo y por decreto N°446 de 5 de Agosto de 1935, fué nombrado el señor Enrique Donoso que desempeñaba el cargo de Sismólogo.

Los señores Bobilier y Donoso continuaron con la inscripción de sismos en las estaciones sismológicas Santa Lucía, Copiapó y San Javier y con la publicación del Boletín Sismológico.

El señor Bobilier publicó además un artículo titulado "Sismicidad de Chile" (más detalles en la lista de publicaciones).

Después de la renuncia presentada por el señor Donoso, fué nombrado director el ingeniero Federico Greve (decreto N° 298 de 9 de Mayo de 1941).

Federico Greve, se tituló de ingeniero civil en 1909, dirigió la construcción de obras públicas y particulares y fué director de la Escuela de Ingeniería y del Curso de Conductores de Obras, el cual organizó. Ocupó varias cátedras en diversas facultades de la U. de Ch. y del Politécnico Militar.

En 1948, Greve es nombrado Presidente del Comité de Sismología del Instituto Panamericano de Geografía e Historia y como tal dirigió las asambleas en Buenos Aires, Santiago y México y consiguió además que la sede del Comité funcionara en Santiago, con lo cual el Instituto Sismológico queda a la altura de los otros institutos extranjeros.

Greve forma parte del Comité Nacional del Año Geofísico Internacional A.G.I. y preside el Comité de Sismología de la Asamblea que funcionó en Río de Janeiro.

Al hacerse cargo de la dirección del Instituto el instrumental que funcionaba era anticuado y estaba en malas condiciones y como era imposible la importación de modernos sismógrafos debido a la guerra europea, el director se trasladó al Observatorio de La Paz, Bolivia, para estudiar el problema con el R.P. Descotes y pronto se construyeron en Chile, sismógrafos con masas de 2000 kg y cronómetros murales que funcionan regularmente hasta la fecha. Con estos instrumentos se instalaron estaciones sismográficas en el Colegio de San Luis de la ciudad de Antofagasta (Julio 1949) en las Termas de Panimávida en la Universidad de Concepción, en el Colegio de Don Bosco de Punta Arenas (Enero, 1946), en la Base O'Higgins de la Antártica y en la Isla de Pascua. Fué mejorado el instrumental de la Estación sismológica que funcionaba en el Liceo de Hombres de Copiapó.

El primer sismógrafo construido en Chile es de 2000 kg de masa, amplificación por palancas e inscripción sobre papel ahumado fig.16. En el muro del fondo se ve el cronómetro construido en nuestro taller. Posteriormente se construyeron sismógrafos semi-portátiles (fig.17) con 2000 kg de masa y amplificación con palancas (fig.18). Todos estos instrumentos y relojes están funcionando en las diferentes estaciones indicadas más arriba.

Como la cueva del cerro Santa Lucía, en que funcionó la estación sismológica desde 1908, era poco apropiada para el instrumental moderno, se obtuvo de la Municipalidad la autorización para instalar la nueva estación en el llamado Castillo del Hidalgo ubicado en el mismo cerro.

En 1949 el Observatorio Astronómico, a solicitud del Instituto Sismológico, conectó un reloj patrón con la emisora

Cooperativa Vitalicia, C.B.67, para que esta marque la hora oficial, automáticamente con 3 "tip" dados a los 58, 59 y 60 segundos de cada hora. De esta manera es posible corregir con una radio corriente los cronómetros de las estaciones sismogrficas de todo el país con exactitud de fracción de segundo.

La Universidad comprendió que era necesario dotar al Instituto Sismológico de instrumental moderno y proporcionó fondos para adquirir de la fábrica ASKANIA un sismógrafo, componente horizontal, amplificación electromagnética e inscripción en papel fotográfico, fig.19.

De la Coast and Geodetic Survey de Washington se consiguió, en calidad de préstamo, un sismógrafo Wilson Lamison componente vertical, amplificación electromagnética e inscripción sobre papel fotográfico, que funcionó en la estación de estudios solares que tenía el Smithsonian Institut en Montezuma, cerca de Calama.

En 1957 empiezan los preparativos para el Año Geofísico Internacional y el Director forma parte del Comité Nacional y asiste a la Asamblea que se verificó en Río de Janeiro.

Para poder realizar estudios científicos, el Comité Nacional proporciona fondos para la compra de un sismógrafo Lehner and Griffiths, fig.20, de tres componentes, amplificación electromagnética, inscripción sobre película e inscripción automática de la corrección de la hora del reloj de la estación con la hora de Washington. Además se compra una radio para corregir la hora con la de Washington y material fotografico para los sismógrafos.

En 1957 se consigue de la Universidad de Columbia la

promesa del envío del instrumental para el estudio de la onda de período largo, que se produce durante los terremotos y el señor Mauricio Ewing viene especialmente para elegir la ubicación más apropiada para los sismógrafos. El instrumental llega a Chile en 1958 y se encuentra funcionando en la estación Santa Lucía.

Con este material de sismógrafos modernos el Instituto Sismológico tiene una estación sismológica de primer orden en el cerro Santa Lucía y puede contribuir con sus observaciones a la Sismología mundial.

Los datos de los temblores, obtenidos del estudio de los sismogramas, se publican en boletines trimestrales que se envían en canje a 120 institutos sismológicos.

Los datos de temblores de importancia mundial se envían por cable a la Coast and Geodetic Survey de Washington, contribuyendo de esta manera a que ésta, con los datos que recibe de otras partes, pueda fijar los epicentros de los terremotos, valor que se da a conocer por una postal enviada por avión.

Para obtener la verdadera sismicidad de Chile se estableció el Servicio de Postales Informativas atendido por más de 500 personas, que envían a la Oficina Central: el lugar de observación, fecha y hora del sismo, intensidad y estado atmosférico. Para facilitar la apreciación de la intensidad del sismo se estableció una escala de intensidad de seis grados, aprobada por decreto N°2167, de 9 de Abril de 1948, fig. 21.

Los tres primeros grados son para los sismos que no producen destrozos en los edificios y los tres últimos para los

destructores.

De 1942 a 1957 se catalogaron 6077 sismos sensibles al hombre, pudiéndose comprobar que el máximo de sismos, o sea 636, se produjo en el año 1943 bajando gradualmente a 222 en el año 1952 para aumentar en seguida.

El cuadro, fig.22, demuestra que las zonas más sísmicas, consideradas en total son las comprendidas entre 27°-28° y 32°-33° S y que vieron 1107 y 921 temblores respectivamente.

Si consideramos los diferentes años, entre 1942 y 1957, vemos que el máximo de sismos en cada año varía de ubicación, así por ejemplo en 1943, el máximo fué en Quillota, en 1946 en Copiapó y en 1953 otra vez en Quillota.

Se ha podido establecer que la relación entre el número de sismos de cada grado de intensidad, que se sienten en cada zona, es variable. En Copiapó por ejemplo, se sienten muchos sismos, pero de poca intensidad mientras que en Chillán es lo contrario. Es como si las superficies de las capas terrestres, que resbalan, fueran lisas en Copiapó y la energía acumulada se descargara en muchos temblores chicos, y rugosa en Chillán, con lo cual alcanza a acumular energía para descargarse en un sismo fuerte.

Se ha podido comprobar que existe una relación entre las cantidades de sismos de cada grado de intensidad. En el gráfico fig.23, se han aplicado en escala logarítmica, los valores resultantes obtenidos por la fórmula del sismólogo japonés Kimizi Zita.

$NA^m = K$, en que

N - número de sismos de cada grado

A - aceleración de los sismos

K y m - constantes,

resultando que, si consideramos los sismos que se han producido en un cierto número de años y para todo Chile, y se ha sentido un temblor grado V, se han producido 10 de grado IV, 100 de grado III, 1000 de grado II y 10.000 de grado I. Para cada zona, por separado, la relación cambia como se ve en la parte baja del gráfico en que se consideran los sismos de las ciudades Copiapó, Vallenar, Iquique, Taltal, Quillota y Chillán.

Para mayores detalles, véase el artículo "Estudios Estadísticos de los sismos sentidos en Chile durante los años 1942 a 1957" publicado en los Anales de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas N°1 año 1956.

Es importante conocer las causas que pueden desgatillar la energía acumulada en la costra terrestre para que se produzca un temblor.

En el cuadro fig.24, por ejemplo, se han anotado los sismos sentidos en el país desde Octubre de 1942 a Junio de 1944 y agrupados según el mes y la latitud en que tuvieron su epicentro. Vemos que hasta Abril de 1943, se producían sismos en todo Chile de norte a sur y con el terremoto del 6 de Abril de 1943 se descargó la energía acumulada en todo el país, concentrándose los sismos solo en la zona 31°-33° S hasta que seis meses después se pudo acumular otra vez la energía en el norte y sur, produciéndose temblores en todo el país.

Se ha podido comprobar en varias ocasiones que las trepidaciones que produce la onda sísmica en su trayecto, pueden descargar la energía acumulada, aunque la intensidad sea imperceptible al hombre. Es típico el caso de las réplias del temblor de Ovalle del 6 de Abril de 1943, que produjeron 15 sismos locales en Santiago. Véase Sismicidad de Chile 1942-1957.

Con los datos recolectados de los sismos, se han efectuado estudios estadísticos para determinar los fenómenos externos que podrían desgatillar la presión acumulada en la costra, produciéndose por lo tanto, un aumento de la sismicidad en ciertas y determinadas condiciones. Se ha comprobado que no influye en la sismicidad, ni la época del año ni los cambios atmosféricos, pero hay un período de 24 horas con un máximo en la noche y un mínimo de sismos a las 18 horas fig. 25. El máximo es casi el doble del mínimo; es curiosa la bajada de 0-1 horas y subida de 14-18 horas. ¿A qué fenómeno se debe esta variación de la sismicidad? ¿Es el sol el que influye? En California se ha llegado al mismo resultado y no le han encontrado explicación, aunque algunos sismólogos creen que la posición del sol de 5 a 6 de la mañana tiene el máximo de influencia sobre las masas de la costra terrestre, puesto que las fallas sísmicas principales están en esa dirección. Pero, porqué se repite ese fenómeno en Chile donde hay fallas en todos sentidos?

La fuerza de atracción de la luna podría influenciar la sismicidad ya que, debido a la atracción produce las mareas en el mar y podría producir una marea en el magma interno y en la costra terrestre. El estudio estadístico de la reparación de la sismicidad, según las fases y edad de la luna,

fig. 26, dan curvas con un máximo diario. Además, ¿qué interpretación tienen las dos bajadas de la curva a los 15 y 16 días y la otra a los 24 a 25 días?

Otra investigación interesante, que puede explicar las causas que producen los terremotos, es el efecto que tiene el temblor sobre el caudal de las aguas termales de Panimávida.

En las termas se instaló un sismógrafo y se midió cada 7 días el caudal que producía la vertiente.

La curva fig. 27, nos indica el caudal de agua que ha dado la vertiente "Baño Frío" de las Termas de Panimávida (Junio 1946 a Abril 1955).

Vemos que el caudal no es constante, varía entre 0 y 500 litros por minuto, y que los descensos son paulatinos, mientras que las subidas son bruscas y coinciden con temblores sentidos en Panimávida.

En la parte inferior del gráfico se da la fecha de los 30 sismos que fueron sentidos en Panimávida entre Junio de 1946 y Mayo de 1955, las intensidades que tuvieron en estas termas y el aumento que experimentó el caudal de agua de la vertiente en este mismo día se indican en la curva.

Estudiando este cuadro, podemos establecer que 8 temblores produjeron aumentos bruscos del caudal que varían entre 100 y 500 litros por minuto y 20 produjeron aumentos menores. Sólo con dos sismos la vertiente no varió, manteniéndose su caudal constante.

Se sabe que las aguas termales vienen de gran profundidad, lo mismo que el temblor, la disminución del caudal puede producirse por la acumulación de energía y por la compresión de las masas que vuelven a su estado normal al descargarse la energía por el temblor.

Aprovechando los datos obtenidos de las Postales Informativas, se ha estudiado la propagación de la onda sísmica. Se sabe que la distancia entre las curvas isosistas V a VI es menor que entre las curvas de intensidad menor, pero se ha podido comprobar que hay una relación matemática fija.

Las curvas isosistas teóricas, o sea las curvas correspondientes a ondas sísmicas que se propagan por un medio uniforme, son circunferencias concéntricas. Ahora, si en un mapa con curvas isosistas reales, reemplazamos estas por circunferencias de radio igual al término medio de las distancias de las curvas isosistas al epicentro, tendremos circunferencias concéntricas, que serían las curvas teóricas y se ha podido comprobar que para un sismo, los radios de estas circunferencias guardan entre sí la relación 1-2-4-8-16, etc., fig.28.

Este método nos permite:

- a. Fijar el epicentro del temblor
- b. Determinar la magnitud del temblor, aunque no dispongamos de observaciones en la zona epicentral
- c. Establecer las anomalías geológicas que atraviesa la onda sísmica.
- d. Establecer si la onda sísmica se propaga más fácilmente en una dirección que en otra y que es el caso de la cordillera de los Andes.

Con el objeto de presentar la sismicidad de Chile desde principios del siglo XVI, se confeccionó la "Lista de Terremotos Destruyores de Chile" tomados de las publicaciones de Montessus de Balloze, de los Boletines del Instituto Sismológico y del libro "Seismicity of the Earth" de B. Gutenberg y C.F. Richter, 1949.

LISTA DE TERREMOTOS DESTRUCTORES OCURRIDOS EN CHILE

Años 1520 a 1957

Las observaciones anotadas son las siguientes:

G y R indica que los datos anotados se tomaron del libro "Seismicity of the Earth" de Gutenberg y Richter.
 grado intensidad del sismo expresado según la escala de intensidad chilena.
 mag - es la magnitud del sismo o sea la energía descargada en el epicentro y se expresa en números de 1 a $8\frac{1}{2}$.

1520. (?) El autor del compendio de la Historia Geográfica, natural y civil del Reino de Chile, Sr. Molino, relata un terremoto que debió haberse producido en el año 1520 en las provincias australes de Chile. Se trata probablemente de una tradición indígena; latitud probable del epicentro es de 40° a 41° S y la intensidad grado V.

1543. J.T. Polo describe un fuerte temblor (grado V) que se sintió en la provincia de Tarapacá y alcanzó hasta el Sur del Perú. Latitud probable del epicentro 19° a 20° S.

✓ 1562. Octubre 28. El escritor Bonito se refiere a un terremoto (grado VI) que se produjo al alba en La Imperial y al maremoto que le siguió y que hizo estragos en la bahía de Arauco. Es de suponer que este maremoto ha sido muy fuerte en toda la costa.

El epicentro del terremoto está en el mar.

✓ 1570. Febrero 8, a las 9 horas. En un Miércoles Cenizas, a las 9 de la mañana, un terremoto (grado VI) destruyó la ciudad de La Concepción, fundada por los españoles en la bahía de Talcahuano donde hoy se encuentra el puerto de Penco. Al terremoto le siguió un maremoto que terminó por arrasar los restos de los edificios. Felizmente no hubo desgracias personales, puesto que hubo tiempo para que la población huyera a los cerros vecinos.

El historiador Góngora Marmolejo, al relatar la catástrofe, dice que "en varias partes se abrió la tierra, saliendo el agua negra a grandes borbotones y un hedor de azufre pésimo y malo que parecía cosa del infierno".

Cinco meses más tarde se edificó una ermita en el lugar en el cual los habitantes se habían asilado la noche del terremoto y la gente prometió hacer anualmente una procesión a ese lugar.

El epicentro del terremoto fué en el mar.

1575. Marzo 17, a las 10 horas. Semi terremoto (grado IV) produjo grandes perjuicios en Santiago.

1575. Diciembre 16, hora y media antes de la media noche.

La ciudad de Valdivia fué semidestruída por un terremoto (grado V) que abarcó la amplia zona comprendida entre Villarrica y Castro. La ola que produjo el maremoto, cubió por el río hasta Valdivia. Los derrumbes de los cerros obstruyeron el cauce del río Calle-Calle y al romperse la represa, así formada, el agua desbordó sobre los poblados.

1582. Agosto 7. Semi terremoto (grado IV) produjo gran alarma y rasgaduras en los edificios de Santiago.

1604. Noviembre 24, de 12 a 13 horas un terremoto de intensidad VI asoló Arica y la ola marina que se produjo, destruyó el fuerte, arrasando con las cureñas y los pertrechos de guerra acumulados y el azogue, que se empleaba en la extracción del oro y que se almacenaba en las bodegas.

Los detalles los encontramos en el inventario que se hizo del material de guerra recuperado del fuerte de San Marcos de Arica y en el cual se enumera el material de artillería, tal como las culebrinas (pequeñas cureñas) arcabuces y balas.

Nos podemos figurar la fuerza de la ola marina que pasó por sobre la ciudad si consideramos que fueron arrastradas las cureñas, pesadas planchas de plomo y las balas acumuladas en el fuerte.

El terremoto hizo estragos en Arequipa (Perú).

1604. Diciembre. En diversos documentos se habla que en esta fecha en La Serena, diversos edificios sufrieron desperfectos debido a un sismo (grado IV).

1615. Septiembre 16. Terremoto de Arica (grado V). En un informe de Torres Reinoso de Arica, dirigido al Marqués de Montes Claros, virrey del Perú se lee "en esta fecha un cuarto de hora antes de anochecer, sobrevino un terremoto que derrocó la Iglesia Mayor y todas las paredes del fuerte y plataforma" y en otra parte se da cuenta que "gran número de casas han sido destruidas y que las Casas Reales y Contaduría y los Almacenes Reales del Azogue, cuyos muros eran de adobe, han quedado en tan mal estado que es indispensable derribarlos" además que "la ciudad de Tacna ha sufrido con el terremoto igual que Arica".
1639. Diciembre. El puerto de Coquimbo sufrió los efectos de un terremoto (grado V).
- 1642 o 1643. El Corregidor de Arica don Felipe de Beaumont y Navarra escribe que las Casas Reales se arruinaron y cayeron por la acción de los temblores. Intensidad probable grado V.
1643. Septiembre 6, al amanecer. Un semi terremoto (grado IV) sembró el terror en los habitantes de Santiago.
1647. Mayo 13, a las 22 horas 30 minutos, un terremoto grado VI, llamado el señor de Mayo, arruinó Santiago y el área de destrucción abarcó una zona comprendida entre el río Choapa por el norte y río Maule, por el sur (31° a 36° S) sintiéndose el sismo hasta Cuzco, por el norte, Buenos Aires, por el oriente y Valdivia por el sur.

En las narraciones que hizo Villarroel de los efectos

del terremoto, describe como fué botado al suelo el licenciado D. Antonio Heredia, a pesar de haberse tomado de un naranjo que había en el patio de su casa.

El terremoto destruyó la Catedral, el Palacio Episcopal, el Colegio de los Jesuitas y los monasterios de Las Claras y de las Agustinas y la torre de la Iglesia de San Francisco. Del cerro Santa Lucía se desprendieron grandes peñascos y en la Plaza de Armas se agrietó el suelo. Olivares escribe que en los ríos Teno y Concón se produjeron grietas que se "tragó el río" y en seis días no corrió gota de agua".

En una carta de la Real Audiencia de Chile se dice que el convento de San Agustín se derrumbó pero quedó intacto el lienzo de la capilla del crucifijo del Señor, solo la Corona de espinas se le bajó de la cabeza al cuello". Por esta razón fué venerado y al terremoto se le conoce por el "Terremoto del Señor de Mayo".

1648. El Obispo Villarroel escribe: ". . . y en este mi obispado, asoló un terremoto toda la ciudad de Coquimbo",. Intensidad probable (grado V).

1657. Marzo 15, a las 19 horas 30 minutos, o sea ochenta y siete años despues de la última catástrofe acaecida en 1570, el puerto de La Concepción, ubicado donde está hoy Penco, fué arrasado por un terremoto (grado VI) y produjo una ola marina.

En la historia de Góngora Marmolejo se lee la leyenda que un muchacho Manuel Brantes, hijo de un portugués, al ser mandado a buscar leña al monte, se encontró con un personaje venerable, vestido de morado que le orde

no volverse a la ciudad para avisar que pronto habría un terremoto e inundación.

Alarmado el vecindario por la noticia se acercó al padre y este irritado con el hijo, lo trató de visionario y al castigarlo severamente, comenzó el terremoto,

La ola marina que produjo el temblor fué tan grande que un barco quedó en uno de los patios de la casa de don Miguel Barriga.

El epicentro del temblor fué en el mar.

1681. Marzo 10. En los archivos de Arica se habla de un fuerte terremoto que destruyó muchas casas y el fuerte de esa ciudad. No hubo maremoto. Intensidad probable grado V.

1687. Julio 12, poco despues de las 13 horas. Un terremoto (grado IV) destruyó el convento de la ciudad de San Felipe.

1688. Julio 12. Semi terremoto (grado IV) se sintió en Santiago.

1690. Julio 9. La ciudad de Santiago sufrió los efectos de un semi terremoto (grado IV).

1715. Junio. Un terremoto (grado V) produjo estragos en el puerto de Arica. Hubo derrumbes en las montañas.

1724. Mayo 24, un semi terremoto (grado IV) derribó algunas casas y muros en Santiago.

1730. Julio 8, a las 4 horas, un terremoto (grado V) produ

jo grandes daños en la ciudad de Santiago y Valparaíso y fué seguido de otro de intensidad igual, acaecido a las 3 horas $3/4$. Entre las doce y trece horas se produjo otro terremoto de igual intensidad que el primero y se sintieron réplicas durante varios días. El área damnificada se extendió de Serena a Chillán (29° a 36° S).

Una ola marina produjo estragos en la costa de Chile y se sintió de Callao a Valdivia, donde la marejada entró al río. Al puerto de La Concepción la ola marina llegó cuatro horas después de sentirse en Valparaíso y los destrozos que causó los leemos en un informe que dice: "En esta ciudad (La Concepción) se sintieron vaivenes de tierra, más no causó los estragos que en Santiago, ni se sabe que se derribasen tejas, pero lo que no hizo la tierra en movimiento, lo ocasionó el agua, no habiéndose contenido en los términos que Dios le señaló".

La segunda de las tres salidas de mar, fué la mayor y destruyó doscientas casas en la parte baja del puerto. Quedaron en ruina los conventos de San Agustín, San Francisco, San Juan de Dios, el Palacio de Gobierno y del Obispado.

Pocas personas murieron en esta catástrofe, pues la gente recordaba la salida de mar del año 1657, y tuvo tiempo para huir al cerro en que estaba la Ermita construída a raíz del terremoto de 1570.

El tiempo transcurrido entre el terremoto y la llegada de la ola marina nos dice que el epicentro fué lejano y en el océano.

1737. Diciembre 24. La Plaza de Valdivia fué asolada por un terremoto (grado V) razón por la cual se pensó trasla dar los fuertes. La zona afectada llegó hasta Castro.

1741. Agosto 25. Un oficial sobreviviente del naufragio de la fragata inglesa "Wager", ocurrido el 14 de Mayo de 1741 cerca del archipiélago de los Guanacos (47° - $45'$ S y 75° W) dice en una de sus memorias que el 25 de Agos to "la isla fué estremecida por cuatro sacudidas, entre las cuales tres fueron terribles".

1742. Marzo 22, a media noche se sintió un temblor (grado V) en el archipiélago de los Chonos. El guardiamarina Byron, sobreviviente del naufragio de la fragata "Wager" y que trató de llegar a Castro dice que para Jueves Santo, el 22 de Marzo de 1742, se encontraba en una isla situada a 50 leguas más al norte de la is la Wager, o sea a 45° S y sintieron "un ruido terrible" y un temblor que produjo derrumbes de tierra.

1743. Enero en la noche. En Valparaíso se sintió un fuerte temblor (grado IV).

1743. Junio 25, a las 6 horas. A bordo de un buque, que na vegaba de la isla de San Juan Fernández al Callao, se sintió al segundo día de haber dejado la isla (32° a 33° S) dos fuertes remezones (grado IV).

1751. Mayo 25, entre la una y las dos de la madrugada un te rremoto (grado VI) seguido de una salida de mar arrui naron los edificios del puerto de La Concepción y se produjeron daños de consideración en la zona compre ndida entre Curicó y Arauco (34° a 37° S). La ola ma rina llegó a la isla de Juan Fernández.

En la noche del 23 de Mayo se sintió el primer remezón que la población consideró como un anuncio recordando la catástrofe de hace solo 21 años, en 1730, creyó prudente pernoctar en los cerros. El 25 de Mayo se sintió primero una pequeña sacudida a la cual pronto le siguió un terremoto y lo poco que dejó en pié, lo arrasó la ola marina.

Detalles de la catástrofe y de los sufrimientos que soportó la población de La Concepción, los encontramos en cartas de misioneros de la Compañía de Jesús, en que se relata la falta de alojamiento y el pillaje que se desarrolló entre las ruinas de los edificios.

El terror a la ola marina, que se produjo en la población, fué tal que se resolvió trasladar la ciudad más al interior y en la ubicación que tiene hoy día. La nueva ciudad fué fundada el 8 de Diciembre de 1754 y recibió el título de ciudad en 1764.

En el centro del país las ciudades de Talca, Arauco y otras sufrieron daños de consideración y la ciudad de Chillán, ubicada en esa fecha en el punto en que hoy día está Chillán Viejo, sufrió tales destrozos que el pueblo reunido en cabildo abierto el día 8 de Agosto, acordó el traslado de la ciudad al punto donde está hoy.

En Santiago la intensidad del temblor fué menor, pero cayó la torre de la Catedral y las bóvedas de cal y ladrillo de la iglesia de La Compañía, sufrieron daños. En Valparaíso se destruyó otra vez la iglesia de la Merced, que se había reconstruido después del

terremoto del año 1730. (véase "Historia Sísmica de Chile").

1773. Julio 29. Fuerte temblor (grado IV) en Copiapó.
1775. Marzo 17. Fuerte temblor (grado IV) en Valparaíso.
1786. Octubre 4. Fray Francisco Menendez, escribe haber visto cerca de Castro (42 a 43°S) derrumbes de cerros ocasionados por temblores, probablemente de intensidad IV.
1787. Febrero 11, a las 17 horas. Moraleda describe un terremoto (grado IV) que se sintió en Castro en esa fecha.
1790. Mayo 19. El religioso Fray Francisco Pérez, dice que en esta fecha la misión de Tucapel fué destruída por un terremoto (grado V).
1792. Agosto 7. Fuerte temblor (grado IV) produjo desperfectos en los edificios en Arica.
1792. Noviembre 30. De la crónica de La Serena se deduce que en esta fecha se sintió un terremoto fuerte (grado IV), pero menor que el que se produjo en 1604.
1796. Marzo 30, a las 6 horas 45 minutos. En la Historia de Copiapó 1874, se describe los estragos que produjo un terremoto (grado V) en la Villa de Copiapó y que arruinó la Iglesia Matriz de la Merced, la cárcel y gran número de casas. El área de destrucción llegó hasta Serena.
1796. Agosto 24. Terremoto (grado IV) se sintió en Copiapó.

1801. Enero 1°. Terremoto (grado IV) en Serena destruyó muchas casas.

1816. Enero 20 a las 13 horas. Un violento temblor (grado IV) causó trizaduras en los edificios en la ciudad de Concepción.

1819. Abril 3, 4 y 11. Terremotos (grado V) que arruinaron por cuarta vez la ciudad de Copiapó, fundada en 1744. Don Diego Barros Arana en su Historia General de Chile, habla de varias sacudidas fuertes entre el 3 y el 11 de Abril. El día 3 a las 10 horas se produjo la primera sacudida (grado V) seguida de numerosas réplicas y el día 4, al amanecer un terremoto mucho más fuerte grado VI, destruyó la iglesia de La Merced, la Matriz y cerca de la mitad de las casas. El día 11 a las 11 de la mañana, un fuerte terremoto (grado V) completó la ruina de la ciudad. Se pensó en trasladar la ciudad a suelo más firme, pero se volvió a reedificar en el mismo sitio.

En la costa se produjo una ola marina que se sintió en todos los puertos, la goleta Fortunata, anclada en el puerto de Nueva Bilbao, hoy Constitución, fué varada por la ola. En Caldera el maremoto arrasó las bodegas del puerto y un tiempo despues se desenterraron planchas de cobre que la salida habría arrastrado y cubierto con arena.

El área destruída por el terremoto llegó hasta Serena.

1821. Enero 18, en la noche. Terremoto (grado IV) en Valparaíso.

1822. Noviembre 4 y 5. Terremoto en Copiapó y Coquimbo. El día 4 se sintió una recia sacudida (grado IV) y al día siguiente la ciudad de Copiapó fué casi totalmente destruída por un terremoto (grado V).

1822. Noviembre 19, a las 22 horas 15 minutos, el puerto de Valparaíso fué sacudido por un terremoto (grado V) y el día 22 a las 22 horas 30 minutos se sintió un segundo remezón (grado V) y un tercero de grado V el día 25 a las 8 horas 15 minutos, que acabó por derribar lo poco que había. Fig.29.

El Gobernador de la Plaza calcula en 700 los edificios arruinados.

Barros Arana llama la atención que las casas quintas del barrio del Almendral fueron las que sufrieron más, tal como sucedió en el terremoto de 1906.

Varios autores escriben sobre los efectos desastrosos producidos en Limache, Casablanca, Quillota, La Ligua e Illapel, mientras que en Santiago los daños fueron menores, pero tambien cuantiosos.

La catástrofe fué semejante a la producida por el terremoto de Agosto de 1906.

Hubo fuerte marejada y el mar se retiró 3 veces y olas de 4 metros barrieron las playas. Cochrane comprobó que una gran parte de la costa se había elevado 3 pies a lo menos sobre el antiguo nivel.

1824. Agosto 29, a las 2 y las 9 horas. Dos temblores (grado IV) se sintieron en Santiago.

1825. Diciembre 24, a las 16 horas y media. La zona de Santiago se estremeció por un pequeño terremoto (grado IV).
1829. Septiembre 26, a las 14 horas 30 minutos. Gran temblor (grado V) en Valparaíso.
1829. Octubre 1º, a las 12 horas 3 minutos. Temblor (grado IV) en Santiago se produjo daños en las construcciones.
1831. Octubre 8, a las 21 horas y media. Se sintió un fuerte terremoto (grado IV) en Arica y abarcó gran extensión del sur del Perú. A bordo de un barco anclado en la bahía, se sintieron varias fuertes sacudidas. Las réplicas duraron 15 días.
1831. Diciembre 24, a las 18 horas. Debido a un fuerte temblor (grado IV) se agrietaron murallas en La Concepción y produjo gran pánico en la población.
1832. Enero 21 a las 11 horas. Fuerte temblor (grado IV) que causó daños en edificios de piedra de Chiloé (42º a 43º S).
1832. Diciembre 24 a las 18 horas. En La Concepción se sintió fuerte temblor (grado IV).
1833. Abril 25, a las 10 horas y media. Se sintió fuerte sacudida (grado V) en Arica (18º a 19ºS), que derrumbó gran parte de las casas y algún tiempo despues otra que acabó por destruir la iglesia ya dañada.
1833. Septiembre 18, a las 5 horas y tres cuartos. Terremoto (grado V) en Arica (18º a 19ºS), que abarcó hasta

1833. Septiembre 18, a las 5 horas y tres cuartos. Terremoto (grado V) en Arica (18º a 19ºS), que abarcó hasta

la zona de Arica

Arequipa. Sobre la intensidad hay discrepancia entre los escritores.

1835. Febrero 20, a las 11 horas 40 minutos. Un terremoto (grado VI) y una ola marina producen la ruina en Concepción fig. 30, y Talcahuano, siendo el área damnificada muy extensa (34° a 36° S), llegando por el norte hasta Curicó. En la bahía Cumberland de la isla Juan Fernández se produjo una erupción volcánica submarina y una ola marina arrasó la población en la isla. Esta ola se sintió en Valdivia y Castro.

Hombres de ciencia, tales como Suess, Darwin, doctor Vermoulin y Fitz-Roy publicaron en sus memorias importa^{ntes} observaciones sobre el fenómeno.

El naturalista Darwin, llegó a Talcahuano, doce días después del cataclismo y en sus memorias describe el resultado de importantes estudios efectuados en la isla Quiriquina y alrededores. Comprobó que la costa había sufrido un sollevamiento, ya que encontró en la orilla una faja con moluscos y algas marinas muertas y mal olientes que habían quedado fuera del agua del mar. Además pudo comprobar que de algunos pozos de agua brotaban gases mal olientes.

Darwin refiere que en Talcahuano la ola marina fué tan alta que lanzó un cañón de cuatro toneladas a cinco metros fuera de la fortificación.

Mujeres que lavaban ropa a orillas del río Bio-Bío en Concepción, pudieron comprobar que el nivel del agua subió antes de sentirse el terremoto, lo que demuestra

tambien que en la desembocadura se produjo un solevan
tamiento y como el epicentro fué en el mar, las ondas
sísmicas demoraron en llegar a la costa.

Fitz-Roy presenció el maremoto y en sus memorias dice
que el mar se retiró media hora despues de sentirse
el terremoto, dejando ver el fondo en partes que ha-
bían tenido 7 brazadas de profundidad y al volver la
ola marina paso 30 pies sobre las señales de alta ma
rea. Los estragos que produjo la ola marina, fueron
enormes. Una goleta fué estrellada contra las ruinas
de la ciudad.

Tomás Sutcliffe, Gobernador de la isla Juan Fernández,
dice en un informe que "encontrándose sobre los muros
del castillo ubicado en la bahía de Cumberland, vió
que el agua cubría el muelle para retirarse enseguida
unas 200 yardas. Oyó una explosión que estremeció la
tierra y pudo ver como el agua pasaba por sobre la po
blación". Despues vió en el mar en la punta llamada
Bacalao, una columna de humo y una serie de erupciones
volcánicas, fig. 31, 32, 33.

Algunos investigadores creen que la erupción volcáni-
ca, que dice haber visto Tomás Sutcliffe, fué neblina
producida por el choque de olas marinas.

Como los destrozos producidos en la isla por el terre
moto no fueron de consideración, se supone que el epi
centro estuvo más cerca de Concepción y la erupción
volcánica, de que habla Sutcliffe, se habría desgatilla
do por el terremoto submarino.

1836. Abril 26, a las 18 horas y media. Gran temblor (grado IV) produjo desperfectos en Los Angeles.
1836. Julio 3, a las 18 horas y media. En el puerto de Cobija se sintió un temblor (grado IV) y maremoto. Una hora antes se notó fuerte marejada sin aumentar la brisa, lo cual hace pensar que fué debido al sismo.
1837. Noviembre 7, a las 8 horas 5 minutos. Terremoto (grado V) en Valdivia, Osorno y Ancud. La zona damnificada abarcó hasta Ancud.
1843. Diciembre 17, a las 17 horas 19 minutos. Terremoto de notable fuerza en Serena. Un acopio de fragmentos de piedras, amontonados en la Plaza quedó desparramado, lo cual hace pensar que la intensidad fué de grado V.
1845. Junio 3, a las 22 horas y cuarto. Uno de los más fuertes temblores (grado V) que recuerdan los ancianos, tuvo lugar en Arica. En la noche siguieron 14 réplicas.
1846. Marzo 14, a las 7 horas. Fuerte temblor (grado IV) en Copiapó, a causa del cual cayeron tapias.
1847. Enero 19, a las 10 horas 50 minutos. La ciudad de Copiapó fué sacudida por el temblor más fuerte (grado V) sentido desde 1822. Siguieron réplicas durante varios días.
1847. Marzo 8, a las 11 horas. Las ciudades de Ligua y Petorca sufrieron fuerte terremoto (grado V).
1847. Octubre 8, a las 11 horas. La ciudad de Coquimbo su

frió un semi terremoto (grado V) que se sintio en San tiago y Mendoza. Le siguió gran número de réplicas.

1849. Diciembre 17, a las 6 horas 10 minutos. Fuerte temblor (grado IV) que causó daños en La Serena y le siguió, 10 minutos despues, una marejada, subiendo el agua has ta 5 metros sobre el nivel normal.
1850. Diciembre 6 a las 6 horas 40 minutos. Fuerte temblor (grado IV) en Santiago.
1851. Abril 2, a las 6 horas 41 minutos. Terremoto (grado V) causó grandes daños en Santiago y Valparaíso. Se sintió de Copiapó a Talcahuano.
1851. Mayo 26, a las 13 horas 14 minutos. Terremoto (grado V) destruyó algunas casas en Copiapó y ocasionó perjui cios en Vallenar y Freirina. Se produjo una marejada en Caldera y Huasco, donde el agua subió 2 a 3 metros.
1854. Enero 14, a las 19 horas 10 minutos. En las minas de Cruz Cañas (27° a 28°S), se sintió gran ruido seguido de una fuerte sacudida (grado IV).
1857. Noviembre 7, a las 11 horas 21 minutos. Semi terremo to (grado IV) en Copiapó produjo la caída de tapiales y medias aguas de construcción ligera.
1858. Abril 10, a las 8 horas 30 minutos. Fuerte temblor (grado IV) que en Serena agrietó las casas del Tribu- nal, Municipalidad, etc.
1858. Abril 24, a las 7 horas. Se sintió fuerte temblor (grado IV) en alta mar, a la altura de Serena y a 800 millas de la costa.

1859. Octubre 5, a las 8 horas. Fuerte terremoto (grado V) en Caldera y Copiapó. 115 casas se derrumbaron y 224 quedaron inhabilitadas. El suelo se agrietó en la plaza de Copiapó. En Caldera se produjo un maremoto, bajando 6 metros el nivel del agua.
1860. Septiembre 20, a las 19 horas 30 minutos. Fuerte temblor (grado IV) produjo daños en Tacna y Arica (18° a 19° S). El temblor se sintió en el océano 19°S 70°24'W.
1861. Agosto 29, a las 21 horas. Gran temblor (grado IV) en San Carlos, donde hubo perjuicios que lamentar.
1862. Mayo 20, a la 1 hora. Se sintió en Tacna y Arica un fuerte temblor (grado IV) que dañó las casas. En los días siguientes se sintieron 42 réplicas. Se dice que en los valles de la cordillera de Los Andes el temblor fué más fuerte.
1862. Octubre 8, a las 4 horas 45 minutos. La ciudad de Nacimiento sufrió desperfectos a causa de un temblor (grado IV).
1864. Enero 12, a las 2 horas 19 minutos. Semi terremoto (grado IV) en Copiapó donde hubo daños, pero en Tierra Amarilla, Punta Negra, Mina Elena, Potrero Grande y Chañarcillo se sintió más fuerte. En el puerto de Caldera no se produjo maremoto.
1866. Junio 22. Fuerte temblor (grado IV) en Copiapó.
1868. Agosto 13, a las 17 horas, un terremoto (grado VI) asoló el norte de Chile y sur del Perú. La ola marina o "tsunami" barrió siete veces por sobre el puerto

de Arica, alcanzando una altura de 13 metros sobre el nivel normal. El puerto y la ciudad quedaron en completa ruina y las embarcaciones ancladas en la bahía quedaron varadas en la playa. La ola llegó hasta California por el Norte y Nueva Zelandia y Australia por el Poniente, atravesando todo el Océano Pacífico.

La zona que sufrió mayores estragos abarca desde la ciudad de Ica del Perú a Tarapacá en Chile (17° a 19° S), siendo las ciudades más afectadas las de Arequipa, Moquegua, Arica, Tacna y Mollendo.

En diversos informes encontramos narraciones espeluznantes de la catástrofe, así por ejemplo, en una relación escrita en Tacna, pocos días después dice: "Este hermoso puerto (Arica) es el que más ha sufrido, el terremoto duró cinco minutos, cayó la mayor parte de los edificios, se abrió la tierra y brotó agua. El mar se retiró a gran distancia y volviendo despues con rapidez de diez y media millas y con una elevación de 50 pies sobre el nivel ordinario, arrasó cuanto había y dejó varado a más de dos millas de la playa el vapor de guerra de los Estados Unidos "Wateree" y "La América" del Perú. En su reflujo deshizo y arrastró cuanto había dejado en pié el terremoto y el flujo, más adelante leemos: El pontón norteamericano "Fredonia", volcado por la primera ola y los buques mercantes "Chañarcillo", "Santa Rosa" y "Eduardo" no existen.

La ola marina arrastró las pesadas piezas de artillería del fuerte y una locomotora con sus carros cargados. Las casas de adobes fueron destruídas y las de madera levantadas de sus fundamentos y transportadas

a otro sitio. Así por ejemplo, el Hotel de Francia fué encontrado a varias cuadras de distancia y el hermoso Club del señor Loaysa lo encontraron flotando en alta mar.

El capitán Williams trató de llegar en bote a su buque, pero fué arrastrado por la ola, pasando varias veces sobre la ciudad hasta que consiguió varar la embarcación.

Al día siguiente se encontró el cadáver de una mujer enredado en las hojas de una alta palmera del Hotel Francia, lo que prueba la altura a la cual llegó el agua.

Por la documentación anotada, el maremoto debe haberse producido en la fosa marina ubicada frente de la costa del norte de Chile.

1868. Octubre 12, a la 1 hora 20 minutos. Gran temblor (grado IV) en Copiapó.
1869. Abril 29, a las 22 horas 56 minutos. Fuerte temblor (grado IV) en Talca.
1869. Agosto 16, a las 4 horas y media. A bordo del vapor peruano, se sintió un fuerte temblor (grado IV) al entrar en Arica.
1869. Agosto 24, a las 13 horas. Semi terremoto (grado IV) y maremoto en Perú meridional y Chile septentrional. En los puertos de Arica e Iquique la ola producida por el maremoto, subió 2 metros repitiéndose la ola por 6 veces consecutivas.

1870. Abril 22, a las 9 horas 20 minutos. Un terremoto (grado V) arruinó Calama.
1871. Marzo 25, a las 10 horas 54 minutos. Gran temblor (grado IV) en Santiago y Valparaíso que agrietó murallas. En Valparaíso produjo una gran marejada y los buques, surtos en la bahía, fueron sacudidos con fuerza. La zona damnificada se extendió de Llay-Llay hasta Talca, donde se agrietaron las casas (33° a 35° S).
1871. Octubre 5, a las 0 horas 50 minutos. Terremoto (grado V) que destruyó 100 casas en Tarapacá. En el oceano a 20°14'S y 71°31'W se sintió un temblor submarino. Sufrieron muchos daños Iquique, Pica y Matilla.
1873. Julio 7, a las 2 horas 26 minutos. Terremoto (grado V) en Chile Central (33° a 34° S), Valparaíso, Ligua y Putaendo.
1873. Noviembre 24, a las 7 horas 5 minutos. Fuerte temblor (grado IV) se sintió en Santiago.
1874. Septiembre 27, a las 0 horas 11 minutos. Gran temblor (grado IV) con epicentro en Valparaíso, que abarcó una considerable extensión del territorio (32° a 34° S).
1876. Febrero 11, terremoto (grado IV) en Illapel y Salamanca.
1876. Octubre 26, a las 10 horas. Se produjo un terremoto (grado V) en Toco (22° a 23° S), que destruyó casi por completo las habitaciones de las oficinas salitreras.
1876. Noviembre 11, a las 18 horas. Terremoto (grado V) se sintió en latitud 31° a 32° S.

1877. Mayo 9, a las 22 horas se sintió un terremoto (grado VI) que hizo estragos en Iquique. La ola marina que le siguió subió 5 metros sobre el nivel medio, barrió con la mitad de la población, y se hizo sentir en to do el área del Océano Pacífico tal como Chile, California, Japón y Nueva Zelandia.
- En Iquique se comprobaron cambios en el fondo del mar.
- En Arica el efecto del terremoto fué semejante al que soportó 10 años antes. El casco del buque de guerra "Waterloo", varado por la ola del año 1868, fué removi do y trasladado 2 millas más al norte, fig. 34, 35, 36.
1877. Julio 26, a las 23 horas 40 minutos. Fuerte temblor (grado IV) que agrietó casas en Coquimbo, Chimbo y Tamayo (29° a 30° S).
1877. Agosto 29, a las 15 horas 5 minutos. Fuerte temblor (grado IV) agrietó muros en latitud 21° a 22° S.
1878. Enero 10, a las 8 horas. Semi terremoto (grado IV) en Calama, Iquique y Arica.
1878. Enero 23, a las 19 horas 55 minutos. Terremoto (gra do IV) en la provincia de Tarapacá, principalmente en las cercanías del volcán Isluga, que estaba en activi dad.
1879. Febrero 2, a las 6 horas y media. Gran temblor (gra do V) en el territorio Magallánico y Tierra del Fuego (53°-54° S), Lago Santa Cruz, Seno de Skyring y en la isla Diego Ramírez. En Punta Arenas cayeron objetos y hubo quebrazón de cristalería y loza.

1880. Agosto 15, a las 8 horas 45 minutos. Gran temblor (grado V) en Valparaíso que causó destrozos en las estaciones del ferrocarril a Santiago y derribó casas en Illapel y Quillota. Zona damnificada 31° a 34° S.
1890. Abril 24, fuerte temblor (grado IV) en San Felipe.
1890. Septiembre 19, a las 11 horas 22 minutos. Temblor (grado IV), que produjo grandes deterioros en Copiapó.
1892. Marzo 29, a las 14 horas 10 minutos. Fuertísimo temblor (grado IV) en Arica, el cual fué seguido de varias sacudidas, que produjeron deterioros en las casas.
1893. Febrero 22, a las 17 horas 25 minutos. Un fuerte temblor (grado IV) en Serena produjo caídas de murallas. Siguió temblando.
1896. Marzo 13, a las 20 horas y media. Gran temblor (grado IV) en Valparaíso. Dos recias sacudidas produjeron caídas de murallas y rasgaduras en la torre de la Iglesia de la Merced. Se sintió en Copiapó, Mendoza y Concepción.
1896. Junio 14, a las 10 horas 20 minutos. Temblor (grado IV) de gran duración produjo desperfectos en las casas de Arica.
1898. Julio 23, a las 22 horas 27 minutos. Terremoto (grado IV) de Concepción con una zona damnificada que se extendió desde Chillán a Angol (36° a 38° S).
1903. Diciembre 7, a las 10 horas. Temblor muy fuerte (grado IV) que produjo daños en Vallenar, Freirina y Huasco.

1904. Marzo 19, a la 1 hora 40 minutos. En Vallenar se sintió gran sacudida (grado IV) que produjo mucho daño. Se registró en 34 estaciones sismológicas del mundo. Sufrieron perjuicios Serena y Freirina.
1905. Octubre 26, a las 21 horas. En Rancagua se sintió un fortísimo temblor (grado IV) al cual le siguieron una serie de fuertes sacudidas durante 5 a 6 días. El área en que se sintió fué reducida.
1906. Junio 18, a las 7 horas 1 minuto. Un temblor (grado IV) agrietó muros en Valparaíso, Limache y Quilpué.
1906. Agosto 16, a las 19 horas 58 minutos, se produce la gran catástrofe de grado VI. El área de mayores destrucciones fué Valparaíso y alrededores, pero se extendió desde Quilimari a Curicó y fué sentido por el hombre en Arica, en Argentina en Córdoba, Buenos Aires y Neuquén, en Chile en Ancud. Fig. 37.
- G. y R. dan como hora del sismo las 00-40,00 T.U. (del día 17) y fijan el epicentro a 33°S y a 72° W y magnitud 8,4.
- En Santiago la intensidad del terremoto fué menor que en Valparaíso, pero la mayoría de los edificios quedaron agrietados.
- En el puerto se notaron varias olas marinas, lo que suponía que el epicentro estuvo en alta mar. Este hecho quedó comprobado con los estudios posteriores de Gutenberg y Richter, que ubicaron el epicentro a 30 km de la costa y frente a Valparaíso.
1907. Junio 13, a las 4 horas 30 minutos. Se produjo un te

terremoto (grado IV) en Valdivia extendiéndose la zona damnificada de Osorno a Corbea (39° a 41° S).

1908. Febrero 23, a las 23 horas 24 minutos. Sierra Gorda (22° a 23° S). Antofagasta, un temblor grado IV causó averías.
1908. Junio 16, a las 12 horas 50 minutos. Un temblor (grado IV) causó perjuicios en Tacna y Arica.
1909. Abril 28, a las 2 horas 4 minutos. Temblor grado IV del Valle de Aconcagua (33° a 34° S) se sintió de Tongoy a Traiguén.
1909. Junio 8, a la 1 hora. Terremoto (grado V) en Chañaral, El Inca, Copiapó y se sintió de Antofagasta a Santiago.
1909. Septiembre 2, a las 11 horas 50 minutos. Fuerte temblor (grado IV) en latitud 28° a 29° S. G.yR. dan como hora del sismo las 05-46,5 T.U. y fijan el epicentro a $26\frac{1}{2}^{\circ}\text{S}$ $70\frac{1}{2}^{\circ}\text{W}$ con magnitud 7,6.
1911. Septiembre 15, a las 8 horas 10 minutos. Temblor muy fuerte grado V en Pozo Almonte e Iquique, G.y R. dan como hora del sismo las 13-10-00 T.U. y fijan el epicentro a 20°S - 72°W con magnitud 7,3 en el epicentro.
1912. Junio 14, a las 14 horas 48 minutos. Fuerte temblor (grado IV) se sintió en Copiapó.
1913. Noviembre 9, a las 8 horas 26 minutos. Fuerte temblor (grado IV) en Copiapó.
1914. Enero 29, a las 22 horas 26 minutos. Fuerte temblor (grado IV) que agrietó edificios en Talca. G.y R. dan

como hora del sismo las 03-36,0 T.U. (del día 30) y fijan el epicentro a $35^{\circ}\text{S}-73^{\circ}\text{W}$ y magnitud 7,6.

1917. Febrero 14, a las 20 horas 7 minutos un temblor grado IV sacudió con fuerza la zona comprendida entre Copiapó y Río Claro. G.y R. dan como hora del sismo 00-48,4 T.U. del día 15 y fijan el epicentro a $30^{\circ}\text{S}-73^{\circ}\text{W}$ (submarino) magnitud 7 y profundidad menos de 60 kms.
1917. Julio 27, a las 02-51,8 T.U. El epicentro fué fijado por G.y R. a $31^{\circ}\text{S}-70^{\circ}\text{W}$ en la Cordillera de los Andes, magnitud 7,0 y 60 km de profundidad de foco. En el boletín del Instituto Sismológico aparece un sismo grado IV a las 22 h- 09 m- 30 s como sentido de Copiapó a Osorno y Mendoza al Este.
1918. Mayo 20, a las 12 horas 57 minutos. Semi terremoto (grado IV) de Coquimbo y que se sintió de Chañaral a Maule.
1918. Diciembre 4, a las 7 horas 52 minutos. Semi terremoto grado V en Copiapó que se sintió de Chañaral a Osorno. G.y R. dan como hora del sismo las 11-47,8 T.U. fijan el epicentro a $26^{\circ}\text{S}-71^{\circ}\text{W}$, o sea más al norte de Copiapó y en la costa, con magnitud $7 \frac{3}{4}$ en el epicentro (grado VI).
1919. Marzo 1^o, a las 23 horas 37 minutos. Semi terremoto grado IV que sacudió la isla de Chiloé. En Castro se cayeron armarios y estanterías. G.yR. dan como hora del sismo las 03-26-50 T.U. (del día 2) y fijan el epicentro a $41^{\circ}\text{S}-73\frac{1}{2}^{\circ}\text{W}$, magnitud 7,2 y 40 kms de profundidad de foco (grado V).

1919. Marzo 2, a las 11-45-17 T.U. El epicentro fué fijado por G.y R. a $41^{\circ}\text{S}-73\frac{1}{2}^{\circ}\text{W}$, magnitud 7,3 y 40 kms de profundidad de foco. En el boletín del I.S. aparece como réplica del anterior (grado IV).
1920. Agosto 3, a las 19-57-12 T.U. El epicentro fué ubicado por G.y R. a $27\frac{1}{2}^{\circ}\text{S}-70^{\circ}\text{W}$, magnitud $6\frac{3}{4}$ y profundidad menos de 60 km.
1920. Agosto 20, a las 11 horas 34 minutos. Temblor fuerte grado IV, se sintió en la Isla Mocha, donde cayeron varias casas viejas.
1920. Octubre 28, a las 8 horas 10 minutos. Fuerte temblor (grado IV) sacudió Vallenar, se sintió de Copiapó a Hospital.
1920. Diciembre 10, a las 04-25-40 T.U. El epicentro fué fijado por G.y R. a $39^{\circ}\text{S}-37^{\circ}\text{W}$, magnitud 7,4 y de profundidad menor de 60 kms.
1922. Noviembre 7, a las 23-00-09 T.U. El epicentro fué ubicado por G.y R. a $28^{\circ}\text{S}-72^{\circ}\text{W}$, magnitud 7,0 y profundidad menor de 60 kms. En el boletín del Instituto Sismológico aparece como sentido a las 18h -22m -, hora de Chile, con grado IV en el Valle de Copiapó y Huasco.
1922. Noviembre 10, a las 23 horas 53 minutos. Terremoto (grado VI) en Atacama con su epicentro en Vallenar. Cayeron casas y tapiales en la zona de Copiapó, Freirina, etc. En los puertos se produjo una gran salida de mar, subiendo el nivel del mar 4 a 5 metros. G.y R. dan como hora del sismo las 04-32,6 T.U. del día

11 y fijan el epicentro a $28\frac{1}{2}^{\circ}\text{S}-70^{\circ}\text{W}$ y magnitud 8,3, Fig. 38.

1922. Noviembre 26, a las 9 horas 26 minutos. Entre las réplicas del terremoto del día 10 se produjo el 26 una sacudida de suficiente intensidad (grado IV) para destruir varias casas (28° a 29°S).
1923. Mayo 4, a las 17 horas 47 minutos. Un fuerte temblor (grado IV) sacudió la zona afectada por el terremoto del 10 de Noviembre de 1922. (28° a 29°S) G.y R. dan como hora del sismo las 22-26-45 T.U., fijan el epicentro a $28\ \frac{3}{4}^{\circ}\text{S}-71\ \frac{3}{4}^{\circ}\text{W}$, magnitud 7 y 60 kms de profundidad de foco.
1923. Noviembre 6, a las 17-15-17 T.U. El epicentro del temblor fué fijado por G.y R. a $38^{\circ}\text{S}-73\frac{1}{2}^{\circ}\text{W}$, magnitud 6 $\frac{1}{4}$ y profundidad menor de 60 kms. En el boletín del I.S. aparece como sentido en Concepción (grado IV).
1924. Enero 28, a las 21 horas 14 minutos. Temblor fuerte (grado IV) que produjo caídas de murallas en Copiapó y Vallenar.
1924. Octubre 20, a las 3 horas 57 minutos. Temblor fuerte, grado IV, que produjo destrozos en Copiapó y Vallenar y se sintió de Taltal a Santiago.
1925. Mayo 15, a las 7 horas 18 minutos. Fuerte temblor (grado IV) que produjo caída de murallas en Chañaral, Copiapó y Caldera (27° a 28°S). G.y R. dan como hora del sismo las 11-56-57 T.U. y fijan epicentro a $26^{\circ}\text{S}-71\frac{1}{2}^{\circ}\text{W}$ con magnitud 7,1 en el epicentro y 50 kms de profundidad de foco.

1926. Agosto 12 a las 22-17-48 T.U. El epicentro fué calculado por G.y R. a $23^{\circ}\text{S}-70^{\circ}\text{W}$ y magnitud $6\frac{3}{4}$.
1927. Abril 14, a la 1 hora 41 minutos. Semi terremoto (grado V) que tuvo su epicentro en la Cordillera de los Andes a la altura de Aconcagua (32° a 33°S) y produjo iguales destrozos en Santiago y Mendoza. Zona damnificada 32° a 34°S . Se sintió de Antofagasta a Valdivia.
1927. Noviembre 14, a las 07-19-25 T.U. Fuerte temblor de grado IV causó desperfectos en Ovalle, Illapel y Combarbalá. El epicentro fué fijado por G.y R. a $30\frac{1}{2}^{\circ}\text{S}$ $71\frac{1}{2}^{\circ}\text{W}$, magnitud $6\frac{3}{4}$ y profundidad menor de 60 kms.
- 1927. Noviembre 21, a las 19 horas 17 minutos. Semi terremoto (grado V) en la región de Aysen (44° a 46°S). En el canal Moraleda se produjeron grandes derrumbes en los cerros. Como es región poco habitada, se tienen pocas noticias del sismo. Una ola, producida por el maremoto, arrasó con árboles, con los cuales se llenaron los canales. G.y R. dan como hora del sismo las 23-12-25 T.U. y fijan el epicentro a $44\frac{1}{2}^{\circ}\text{S}-73^{\circ}\text{W}$ y magnitud 7,1.
1928. Julio 28, a las 19-50-15 T.U. El epicentro fué fijado por G.y R. a $31^{\circ}\text{S}-71^{\circ}\text{W}$, magnitud $6\frac{1}{2}$ y 50 kms de profundidad de foco. En el Valle del Huasco y Valle nar se sintió con intensidad V.
1928. Noviembre 20, a las 20-35-07 T.U. El epicentro fué calculado por G.y R. a $22\frac{1}{2}^{\circ}\text{S}-70\frac{1}{2}^{\circ}\text{W}$ y magnitud 7,1. Fué sentido desde Tacna a Serena. En Antofagasta tuvo intensidad IV.

1928. Diciembre 1°, a las 0 horas 6 minutos. Terremoto grado V que produjo el derrumbe del tranque de relave del mineral El Teniente, descargando sus aguas al río Cachapoal. La zona más afectada fué Talca. No hubo perturbaciones en el mar, G.y R. dan como hora del sismo las 04-06,2 T.U. y fijan el epicentro a 35°S y 72°W y magnitud 8,0.
1928. Diciembre 27, a las 04-46-10 T.U. se produjo un terremoto grado V en Isla Pardo. El epicentro fué fijado por G.y R. a 61°S-55°W, magnitud 6 1/4, y profundidad menor de 60 kms.
1929. Mayo 30, a las 09-43-24 T.U. El epicentro fué fijado por G.y R. a 35°S-68°W, magnitud 6 3/4 y profundidad menor de 60 kms. Epicentro en la Rep. Argentina. En Chile grado IV.
1929. Octubre 19, a las 16 horas 18 minutos. Terremoto grado IV de la Pampa Unión (22° a 23°S), Antofagasta; produjo derrumbes de casas en Antofagasta, Calama, Chuquicamata, San Pedro de Atacama. Zona damnificada 22° a 24°S.
1930. Julio 13, a las 01-12-22 T.U. se produjo un terremoto en el Estrecho Drake. El epicentro fué fijado por G. y R. a 56°S-67°W y magnitud 6 1/4.
1930. Octubre 17, a las 4 horas 47 minutos. Semi terremoto (grado IV) que produjo estragos en Quillota y Llay-Llay (32° a 33°S) y se sintió en una extensión de 1800 kms.
1931. Marzo 18, a las 08-02-23 T.U. El epicentro fué fijado por G.y R. a 32½°S-72°W, y magnitud 7,1 y profundidad menor de 60 kms. Intensidad probable grado IV.

1931. Mayo 20, a las 21-53-54 T.U. se produjo un terremoto grado IV. El epicentro fué ubicado por G.y R. a $27\frac{1}{2}^{\circ}$ S- $71\frac{1}{2}^{\circ}$ W y magnitud $6\frac{1}{4}$, profundidad menor de 60 kms.
1931. Junio 29, a las 20-24 T.U. se produjo un terremoto. El epicentro fué fijado por G.y R. a $29\frac{1}{2}^{\circ}$ S- 71° W y magnitud 6, profundidad menor de 60 kms.
- 1932. Diciembre 3, a las 17-25-51 T.U. El epicentro del terremoto fué fijado por G.y R. a 45° S- 80° W profundidad menor de 60 kms.
1933. Febrero 23, a las 4 horas 11 minutos. Iquique sufrió un temblor de bastante intensidad (grado IV). G.y R. dan como hora del sismo las 08-09-12 T.U. y fijan el epicentro a 20° S- 71° W con magnitud 7,6 en el epicentro y 40 kms de profundidad de foco.
- (*) 1933. Octubre 26, a las 12-07-02 T.U. se produjo un terremoto en la Antártida. El epicentro fué fijado por G.y R. a 60° S- 60° W, magnitud $6\frac{3}{4}$ y profundidad menor de 60 kms.
1933. Diciembre 10 a las 07-49-02 T.U. se produjo un terremoto. El epicentro fué fijado por G.y R. a 30° S- 71° W, profundidad menor de 60 kms.
1934. Enero 1°, a las 08-05-14 T.U. se produjo un terremoto. El epicentro fué fijado por G.y R. a $29\frac{1}{2}^{\circ}$ S- 71° W, profundidad menor de 60 kms.
1934. Marzo 1°, a las 17 horas 48 minutos. La ciudad de Osorno fué sacudida por un fuerte temblor (grado IV).
1934. Marzo 1°, a las 21 horas 45 minutos 25 segundos T.U. el epicentro fué calculado por G.y R. a 40° S- $72\frac{1}{2}^{\circ}$ W,

magnitud 7,1 y profundidad 120 kms. Fué sentido de Concepción a Puerto Montt a las 17h - 48 m- hora oficial de Chile; con intensidad máxima IV.

1934. Marzo 31, a las 03-13-00 T.U. se produjo un terremoto. El epicentro fué fijado por G.y R. a $28\frac{1}{2}^{\circ}\text{S}-72^{\circ}\text{W}$, magnitud $5\frac{1}{2}$ y 60 kms de profundidad de foco.
1934. Mayo 11, a las 17-13-08 T.U. se produjo un terremoto. El epicentro lo ubicaron G.y R. a $19\frac{1}{2}^{\circ}\text{S}-71^{\circ}\text{W}$, profundidad menor de 60 kms.
1934. Julio 28, a las 17-25-30 T.U. se produjo un terremoto. El epicentro fué fijado por G.y R. a $31^{\circ}\text{S}-71\frac{1}{2}^{\circ}\text{W}$, profundidad menor de 60 kms.
1935. Junio 28, a las 02-00-35 T.U. se produjo un terremoto; el epicentro fué fijado por G.y R. a $34^{\circ}\text{S}-73^{\circ}\text{W}$, magnitud 6 y profundidad menos de 60 kms.
1935. Agosto 5, a las 23-50-10 T.U. se produjo un terremoto. El epicentro fué fijado por G.y R. a $35^{\circ}\text{S}-72^{\circ}\text{W}$, magnitud 6, profundidad menos de 60 kms.
1936. Febrero 16, a las 03-09-07 T.U. El epicentro fué ubicado por G.y R. a $28^{\circ}\text{S}-71\frac{1}{2}^{\circ}\text{W}$, profundidad menor de 60 kms. Fué sentido en Vallenar con grado IV.
1936. Mayo 22, a las 00-15-58 T.U. se produjo un terremoto. El epicentro fué fijado por G.y R. a $32^{\circ}\text{S}-66^{\circ}\text{W}$, con magnitud 6 y profundidad menor de 60 kms.
1936. Julio 13, a las 7 horas 14 minutos. Temblor fuerte (grado IV) en Taltal; G.y R. dan como hora del sismo las 11-12-15 T.U. y fijan el epicentro a $24\frac{1}{2}^{\circ}\text{S}-70^{\circ}\text{W}$,

magnitud 7,3 en el epicentro y 60 kms. de profundidad de foco.

1936. Julio 26, a las 07-36-53 T.U. se produjo un terremoto. El epicentro fué calculado por G.y R. a $24^{\circ}\text{S}-70^{\circ}\text{W}$, magnitud $6\frac{3}{4}$ y 40 kms de profundidad de foco.
1937. Enero 29, a las 6 horas 32 minutos. La región del río Maule (36° a 37°S), fué sacudida por un temblor grado IV.
1937. Marzo 14, a las 11-55-48 T.U. se produjo un terremoto. El epicentro fué calculado por G.y R. a $24\frac{1}{2}^{\circ}\text{S}-69\frac{1}{2}^{\circ}\text{W}$, magnitud $6\frac{1}{2}$ y con 60 kms de profundidad de foco.
1937. Octubre 7, a las 07-51-45 T.U. se produjo un terremoto. El epicentro fué fijado por G.y R. a $59\frac{1}{2}^{\circ}\text{S}-53^{\circ}\text{W}$, magnitud $6\frac{1}{4}$ y profundidad menos de 60 kms.
1937. Octubre 12, a las 17 horas 53 minutos. Fuerte temblor (grado IV) en Taltal.
1937. Diciembre 12, a las 14-03-45 T.U. se produjo un terremoto. El epicentro fué calculado por G.y R. a $25^{\circ}\text{S}-70^{\circ}\text{W}$, magnitud 6 y 60 kms de profundidad de foco.
1938. Abril 2, a las 06-02-00 T.U. se produjo un terremoto. El epicentro fué fijado por G.y R. a $59\frac{1}{2}^{\circ}\text{S}-58^{\circ}\text{W}$, magnitud $6\frac{1}{4}$ y profundidad menor de 60 kms.
1938. Abril 17, a las 14-59-38 T.U. se produjo un terremoto. El epicentro lo ubicaron G.y R. a $19^{\circ}\text{S}-69\frac{1}{2}^{\circ}\text{W}$, su magnitud $6\frac{1}{2}$ y profundidad de foco, igual 60 kms.
1939. Enero 24, a las 23 horas, 34 minutos. Se produjo el

llamado terremoto de Chillán, grado VI. G. y R. dan como hora del sismo las 03-32-14 T.U. del día 25, y fijan el epicentro a $36\frac{1}{4}^{\circ}\text{S}-72\frac{1}{4}^{\circ}\text{W}$, magnitud $7\frac{3}{4}$ y profundidad 60 kms.

El epicentro está ubicado a 30 kilómetros en dirección NW de Chillán.

La parte más afectada comprende las ciudades de Chillán, fig. 39-40, Bulnes, San Carlos entre las latitudes 36° a 37°S y con intensidad poco menor en Concepción, fig. 41-44, Talcahuano, Lota, Arauco, Los Angeles, Linares y Parral, fig. 45; es decir en una extensión comprendida entre las latitudes $35\frac{1}{2}^{\circ}$ y $37\frac{1}{2}^{\circ}\text{S}$. El temblor se sintió desde Arica hasta más al Sur de Chiloé puesto que en esta isla alcanzó el grado II y más al sur no hay centros poblados.

1939. Abril 18. a las 2 horas 23 minutos. Fuerte temblor grado IV en Copiapó (27° a 28°S).
1940. Febrero 12, a las 20 horas 1 minuto. Al norte de Copiapó se sintió un fuerte temblor (grado IV).
1940. Marzo 31, a las 16-52-30 T.U. se produjo un terremoto. El epicentro lo ubicaron G. y R. a $19^{\circ}\text{S}-70\frac{1}{2}^{\circ}\text{W}$, magnitud 6 y profundidad de foco 50 kms.
1940. Abril 8, a las 03-49-15 T.U. se produjo un terremoto. El epicentro fué fijado por G. y R. a $33\frac{1}{2}^{\circ}\text{S}-71\frac{1}{2}^{\circ}\text{W}$, magnitud 6 y profundidad menor de 60 kms.
1940. Octubre 6, a las 13-38-20 T.U. se produjo un terremoto. El epicentro fué calculado por G. y R. a $22^{\circ}\text{S}-71^{\circ}\text{W}$, con magnitud $6\frac{3}{4}$ y 60 kms. de profundidad de foco.

1940. Octubre 11, a las 18-41-13 T.U. se produjo un terremoto. El epicentro fué fijado por G. y R. a $41\frac{1}{2}^{\circ}\text{S}-74\frac{1}{2}^{\circ}\text{W}$, magnitud 7,0 y profundidad menos de 60 kms.
1941. Julio 3, a las 07-11-46 T.U. se produjo un terremoto. El epicentro fué fijado por G. y R. a $31\frac{1}{2}^{\circ}\text{S}-69\frac{1}{2}^{\circ}\text{W}$, magnitud $6\frac{1}{4}$ y profundidad menos de 60 kms.
1941. Noviembre 18, a las 10-14-36 T.U. Se produjo un terremoto. El epicentro fué fijado por G. y R. a $61^{\circ}\text{S}-58^{\circ}\text{W}$, magnitud 7,0 y profundidad menos de 60 kms.
1942. Junio 29, a la 1 hora 26 minutos. Un terremoto grado IV, se sintió en los alrededores de San Felipe y Los Andes. Se sintió desde Potrerillos a Valdivia.
1942. Septiembre 6, a las 11 horas 57 minutos. Se sintió un temblor grado IV en Copiapó, Caldera y Vallenar. Sensible al hombre desde Potrerillos a Petorca.
1943. Abril 6 a las 12 horas 8 minutos. Terremoto grado V que destruyó Combarbalá e Illapel. Se sintió desde Iquique a Valdivia. Le siguieron gran cantidad de réplicas. G. y R. dan como hora del sismo las 16-07-15 T.U. y fijan el epicentro a $30\frac{3}{4}^{\circ}\text{S}-72^{\circ}\text{W}$ y magnitud 7,9.
1943. Septiembre 22, a las 8 horas 8 minutos. Fuerte temblor grado IV, sacudió Chillán, San Carlos y Bulnes (36° a 37°S) y se sintió de Santiago a Temuco.
1944. Noviembre 21 a las 10-02-20 T.U. se produjo un terremoto. El epicentro fué fijado por G. y R. a $58^{\circ}\text{S}-66^{\circ}\text{W}$, magnitud $6\frac{1}{2}$, aproximadamente 50 kms de profundidad de foco.
-

1944. Noviembre 22, a las 2 horas 2 minutos. Fuerte temblor (grado IV) se sintió en Cañete.
1945. Febrero 12, a las 12 horas 36 minutos. Temblor grado IV en Combarbalá y se sintió de Freirina a Santiago.
1945. Junio 24, a las 16 horas. Fuerte temblor grado IV, que tuvo su epicentro de San Fernando a la costa (34° a 35° S) y se sintió de Serena a Traiguén.
1945. Septiembre 13, a las 7 horas 17 minutos. Terremoto grado IV con epicentro en la Cordillera de los Andes, frente a Rancagua (34° a 35° S) y que tuvo una zona de gran intensidad, muy extendida que abarcó el faldeo de la cordillera, desde Juncal a Bulnes y la zona de la costa, que comprende Putaendo a Quillota (32° a 33° S). Fué sensible al hombre desde Copiapó a Osorno.
1946. Junio 25, a las 10 horas 15 minutos. Fuerte temblor grado IV produjo deterioros en Chillán, Bulnes (36° a 37° S), y alrededores y fué sensible al hombre de Juncal a La Paz (Chile). Latitud $32\frac{1}{2}^{\circ}$ a $39\frac{1}{2}^{\circ}$ S.
1946. Julio 26, a las 2 horas 45 minutos. Se produjo un temblor grado IV en Iquique y alrededores y fué sensible desde Perú hasta latitud 25° S.
1946. Agosto 2, a las 15 horas 19 minutos. Un semi terremoto grado V produjo destrozos en Copiapó y fué sentido desde la latitud 18° a 33° S.
1947. Marzo 21, a las 12 horas 25 minutos. Fuerte temblor grado IV se sintió en la zona de Petorca y abarcó desde latitud 27° a 34° S.

1947. Abril 12, a las 22 horas 45 minutos. Fuerte temblor grado IV se sintió entre latitud 29° a 30°S.
1947. Agosto 28, a las 15 horas 45 minutos. Fuerte temblor grado IV produjo rasgaduras en muros en Serena y Vicuña. Epicentro en 29° a 30°S, fué sensible de 27° a 35°S.
1948. Mayo 11, a las 4 horas 55 minutos. Fuerte temblor grado IV se sintió en Arica y fué sensible al hombre de latitud 21°S hasta el sur del Perú.
1948. Diciembre 26, a las 3 horas 15 minutos. Se sintió de grado IV en la oficina de la Salitrera Concepción (latitud 23° a 24°S) y en Antofagasta de grado III.
1949. Abril 19, a las 23 horas 30 minutos. Terremoto grado V se sintió en Angol, produciéndose el derrumbe de algunas casas. Fué sensible al hombre desde latitud 29° a 43°S. El epicentro se ubicó en 38°S y 72,5°W en un punto entre Angol y Traiguén, con profundidad de 70 kms. La magnitud se calculó en 7 1/4.
1949. Abril 25, a las 9 horas 56 minutos. Fuerte temblor (grado IV) sacudió Arica, Iquique, Estación Cachones y Colonia Pintados y fué sensible desde Perú hasta latitud 28°S.
1949. Diciembre 17, a las 11 horas 6 minutos, la ciudad de Punta Arenas fué sacudida por un fuerte temblor grado IV que tuvo su epicentro 100 kms más al sur, donde fué de grado V.

En Punta Arenas el temblor produjo mucho pánico pues

la región es asísmica y el último temblor se había producido en Febrero 2 de 1879, o sea 70 años antes.

El temblor se sintió desde latitud 45°S en Río Gallegos y Ushuaia y en toda la Tierra del Fuego.

A las 2 horas 58 minutos se sintió en Punta Arenas el primer remezón que fué de grado III y el segundo más fuerte (grado IV) se produjo a las 11 horas 6 minutos.

En Caleta María ubicada en el Seno del Almirantazgo, un derrumbe de cerro sepultó el muelle, el lago Fagnano salió fuera de lecho y en la isla Tuckers, dió vuelta la tierra, lanzando rodados de barro y derribando árboles.

El epicentro fué fijado en $54^{\circ}\text{S}-71^{\circ}\text{W}$ con magnitud $7\frac{1}{2}$.

1950. Diciembre 9, a las 17 horas 40 minutos. Se sintió un fuerte temblor grado IV en Antofagasta. Fué sensible al hombre desde latitud 18° a 34°S . El epicentro fué fijado a $24^{\circ}\text{S}-67,5^{\circ}\text{W}$, o sea en el límite con la Rep. Argentina, la magnitud igual a 8 y 200 kms de profundidad.

1953. Mayo 6, a las 13 horas 18 minutos, hora oficial chilena (17h -18m T.U.) se produjo un terremoto grado V al NW de Chillán, en el mismo punto donde se produjo el terremoto de 1939. Las ciudades más afectadas fueron Chillán, Concepción, Los Angeles y Lebu en las cuales se pudo comprobar que resistieron las casas construidas según la Ordenanza.

El temblor fué sentido por el hombre desde latitud 32°

a 41°S. El epicentro fué fijado en 36,5°S-73°W con 100 kms de profundidad y magnitud 7½.

1953. Septiembre 4, a las 10 horas 07 minutos, hora oficial de Chile (14h-07m T.U.) se produjo un temblor grado IV en La Ligua y fué sentido por el hombre de 27° a 38°S. La zona más afectada fué hacia la costa.

En Zapallar las casas que más sufrieron están ubicadas en una faja de 300 m. de ancho. El epicentro fué fijado a 32°S-71°W y magnitud 6 3/4 a 7.

1953. Diciembre 6, a las 22 horas 05 minutos, hora oficial de Chile (02h 05m T.U. del día 7) se produjo un temblor grado V en Calama y fué sentido de 18° a 29°S. En Calama cayó un gran número de casas.

El epicentro fué fijado en 22°S-68,5°W con 100 km de profundidad y magnitud 7.

1954. Julio 23, a las 0 horas 35 minutos, hora oficial de Chile (04h- 33m T.U.) se produjo un terremoto grado IV en Serena. Fué sentido por el hombre de 27° a 34°S.

El epicentro fué fijado a 30,5°S-71,5°W (en zona des poblada) con 60 kms de profundidad y magnitud 6½.

1954. Julio 26, a las 16 horas 17 minutos, hora oficial de Chile (20h -15m T.U.) se produjo un terremoto grado IV en Osorno y sensible al hombre de 36° a 43°S. El epicentro está ubicado en zona despoblada y debe haber tenido intensidad V.

El epicentro fué fijado a 41°S-73°W con magnitud 6 1/4 a 6½.

1954. Julio 30, a las 4 horas 46 minutos, hora oficial de Chile (08h -46m -11s T.U.) se produjo un terremoto sub marino al SE de la Isla de Pascua y que no se sintió en el continente.

El epicentro fué fijado a $35,5^{\circ}\text{S}-97,5^{\circ}\text{W}$, a 100 kms de profundidad y magnitud $6\frac{1}{4}$ a $6\frac{1}{2}$.

1955. Abril 12, a las 16 horas 25 minutos, hora oficial de Chile (20h -24m -25s T.U.) se produjo un terremoto sub marino (grado V-VI) frente a Coquimbo y se sintió en la costa con grado III y IV. Fué sentido por el hombre de 26° a 32°S .

La ola marina que se produjo se notó en Caldera, Coquimbo y Tongoy.

El epicentro fué ubicado a $30^{\circ}\text{S}-70^{\circ}\text{W}$ y magnitud 7 a $7\frac{1}{2}$.

X
1955. Noviembre 4, a las 18 horas 45' minutos, hora oficial de Chile (22h -45m T.U.) se produjo un terremoto en el límite con la Rep. Argentina y se sintió en Chile con intensidad máxima IV. Fué sentido por el hombre desde $31^{\circ}-40^{\circ}\text{S}$.

El epicentro fué fijado a $33,5^{\circ}\text{S}-69,5^{\circ}\text{W}$ a 100 kms de profundidad y magnitud 6,7 a 6,8.

1956. Enero 8, a las 16 horas 55 minutos, hora oficial de Chile (20h -54m -13s T.U.) se sintió en Arica e Iqui que un sismo de grado III, pero el epicentro está en la pampa deshabitada.

El epicentro fué fijado a $19^{\circ}\text{S}-70^{\circ}\text{W}$ con magnitud $6\frac{3}{4}$

a $7 \frac{1}{4}$.

1956. Junio 8, a las 9 horas 54 minutos, hora oficial de Chile (13h -54m T.U.) se produjo un terremoto (grado IV) en Serena ($29^{\circ}-55'S$) y fué sentido por el hombre de 26° a $36^{\circ}S$ y en Mendoza (Rep. Argentina).

El epicentro fué fijado a $30^{\circ}S-70^{\circ}W$ con 150 kms de profundidad.

1956. Diciembre 17, a las 22 horas 30 minutos, hora oficial de Chile (02h -30m T.U. del día 18) se sintió un terremoto (grado IV) en Taltal y fué sentido por el hombre de 20° a $29^{\circ}S$. Hay pocas observaciones personales por ser zona despoblada.

El epicentro fué fijado a $24,4^{\circ}S-68,3^{\circ}W$ y magnitud $6 \frac{3}{4}$ a $7 \frac{1}{4}$.

1957. Julio 23, a las 21 horas 59 minutos, hora oficial de Chile (01h -59m T.U. del día 24) se sintió un temblor grado IV sensible al hombre desde $26^{\circ}-36^{\circ}S$.

El epicentro fué fijado a $30^{\circ}S-70,5^{\circ}W$, profundidad más que normal y magnitud $6 \frac{1}{2}$ - $6 \frac{3}{4}$.

Para los estudios geológicos de una región y para fijar el coeficiente de seguridad antisísmico que se debe aplicar en el cálculo de edificios, es indispensable disponer de la sismicidad de cada zona del país. Se revisaron, por lo tanto, los boletines de los Institutos sismológicos, el International Seismological Summary, Seismicity of the Earth de Gutenberg y Richter y otras publicaciones para formar la lista de sismos que se cita más adelante. Comprende esta 950 sismos con las

coordinadas geográficas de sus epicentros, la profundidad del foco, la intensidad y magnitud del sismo, valores todos calculados a base de inscripciones sismográficas.

La tabulación y los mapas correspondientes aparecen en la publicación "Distribución, profundidad e intensidad de los temblores en la Cordillera de los Andes al sur del paralelo 15°S y en el Océano Pacífico Sur Este".

Para divulgar la Sismología y dar a conocer los trabajos que se ejecutan en el Instituto Sismológico se han hecho las siguientes publicaciones:

- Observaciones a conferencias sismológicas leídas en la Academia Chilena de Ciencias Naturales por el R.P. Francisco Gun-Bayer. Revista Universitaria año XXXVI, Nº1, 1951.
- Cartilla. Recomendaciones para protegerse de los efectos de los terremotos.
- Sismología. Anuario D.I.C., 1946.
- Los métodos de investigación empleados en Sismología. Conferencia leída y publicada en Revista Universitaria.
- El terremoto. Revista Antártica Nº20, Agosto, 1946.
- Terremotos destructores de Chile. Estadística de Chile Nº 5, Mayo 1948.
- Estudios que se ejecutan en el Instituto Sismológico. Revista Geográfica de Chile.
- Chile un país sísmico. Histonium de la Rep. Argentina.
- Instituto Sismológico de la Universidad de Chile, Historia

y Programa de Trabajo. Informe presentado a la Asamblea del I.P.G.H., Octubre 1948.

- Plan de trabajo que realiza el Instituto Sismológico de la U. de Ch. Informe presentado a la IV Reunión del I.P.G.H.
- Intensidad de un movimiento sísmico. Anales del Instituto de Ingenieros.
- Escala de Intensidad Chilena, aprobada por el Instituto Nacional de Investigaciones Tecnológicas y Normalización. Anales del Inst. de Ing. de Chile.
- Maremotos. Zig Zag.
- Sismicidad de Chile. Bol. Informativo de la U. de Ch., año IV N°20.
- Sismología. Estadística Chilena, N°5, Mayo de 1948.
- Guía de Instituciones Sismológicas de América, por Federico Greve, Presidente del Comité de Sismología del I.P.G.H.
- Principios fundamentales para la interpretación de sismogramas por Frank Neumann (en inglés) y traducido al español por Federico Greve. El empleo de esta obra fué recomendado en la Asamblea del I.P.G.H.
- Sismicidad de Chile, por Federico Greve contiene el cuadro de la sismicidad durante los años 1942-1957 y el estudio estadístico del mismo.
- Distribución, profundidad e intensidad de los temblores en la Cordillera de los Andes al Sur del paralelo 15°S y en el Océano Pacífico sur-este, 1958 por el ing. Federico Greve.

Contiene mapas con los epicentros y profundidad del foco de los sismos.

- Estudio de la propagación de la onda sísmica basado en observaciones personales (en prensa) por F. Greve.

OTRAS PUBLICACIONES.

- Resumen de sismos sentidos en Chile años 1942 hasta 1957. Publicación anual.
- Descripción de los principales efectos producidos por los sismos destructores de Chile y ubicación de los epicentros. Publicación que se completa cada dos años.
- Boletín del Instituto Sismológico 1942 a 1957. Publicación trimestral.
- Mapas y gráficos publicados.
- Zonas devastadas por terremotos de grado V y VI y por los maremotos, clasificados por siglos.
- Zonas devastadas por terremotos de grado IV, V y VI, clasificados por siglos en que sucedieron y con el gráfico de sigmicidad.
- Terremotos de la Cordillera de los Andes al sur del paralelo 15° con la ubicación de los epicentros determinados por inscripciones sismográficas.
- Mapa con las distancias a las estaciones de Chile, La Paz y La Plata.
- Mapa Mundi con las curvas de equidistancia a Santiago.

- Mapa, Epicentros de los terremotos de la Cordillera de los Andes al Sur del paralelo 15°S.
- Mapa, Profundidades de los focos sísmicos.
- Epicentros de terremotos ubicados en el Océano Pacífico Sur.
- Publicaciones hechas por científicos chilenos y extranjeros, que se relacionan con terremotos de Chile, 1923 a 1958.
- Estudios sismológicos de la región de Concepción, por Dr. Luis de la Cerna Schuyler, 1933.
- Salidas de mar, por C.A. Finsterbusch.
- Observaciones sismológicas en la Cordillera de los Andes. Terremoto del 29 de Junio de 1942, por Humberto Barrera. Revista Universitaria año XXVIII, N°1, 1943.
- Estudio sismológico de Chile con los temblores y terremotos producidos en los últimos cuatro siglos, por Julio Bustos Navarrete. An. U. de Ch. año I, 1er trimestre, 1931, 3a serie.
- Como trabaja el Servicio Sismológico, por el Dr. G. Krumbach. Academial Spiritus año III, N°9, Oct.31 de 1943.
- Estudios estadísticos relacionados con los sismos y publicados en diferentes revistas por R.P. Francisco Gun Bayer.
- Sismicidad de Chile, por C. Bobilier, An. Inst. Ing. de Ch., 1924.

La Sismología Aplicada, de gran importancia para Chile, estudia el terremoto destructor y el efecto de este sobre los edificios.

El sismólogo estudia el terremoto propiamente tal y el ingeniero estructural, la forma del edificio y las dimensiones de sus partes resistentes. Queda entre estos dos la experimentación con la vibración forzada. En la reunión del Comité de Sismología, que funcionó durante la Asamblea del Instituto Panamericano de Geografía e Historia en Santiago, creyó conveniente entregársela al sismólogo, ya que en este trabajo se necesita el empleo de sismógrafos. De esta manera el sismólogo debe entregar los datos que necesita el ingeniero estructural para establecer la Ordenanza de Construcciones.

En el Instituto Sismológico se estudiaron estos problemas y el director hizo publicaciones que pueden servir de base para proyectar edificios antisísmicos y que son los siguientes:

a. "Determinación del coeficiente de seguridad antisísmico para las diferentes zonas del país" (1950), en el cual se analiza detalladamente el problema y se llega a la conclusión que se puede construir un edificio, que resista a cualquier terremoto, pero este resulta costoso.

Como en los adelantos y cambios en el modo de vivir un edificio de 30 a 40 años ya es anticuado y se reemplaza por otro, es conveniente que se hagan construcciones lo suficientemente resistentes para que no se derrumben y los deterioros en tabiques, pinturas y adornos se aseguren en compañías especiales.

b. "Descripción de los principales efectos producidos

por los sismos destructores de Chile y la ubicación de sus epicentros" (hasta el año 1957 inclusive), del cual el ingeniero estructural puede obtener las zonas de destrucción de 39 terremotos.

c. "Estudio de la periodicidad de los terremotos destructores de la Cordillera de los Andes al Sur del paralelo 16°", en el cual se publica la lista de 208 terremotos destructores acaecidos en Chile, 69 en Norte América y 39 en Japón, para probar que los sismos no se producen despues de un número de terminado de años. Además no hay relación en la sismicidad de estas tres zonas que forman el Anillo del Fuego Circumpacífico.

d. "Sismología Aplicada" conferencia leida en la Reunión Académica de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas.

Más adelante se da una lista de publicaciones que tratan de la construcción antisísmica.

- "Terremotos y edificios antisísmicos", por el ing. A. Knudsen.
- "La casa segura contra terremotos", por Bailey Mills de la Institución Carnegie de Washington, 1924.
- "Informe sobre las causas de la destrucción de los edificios públicos por el terremoto del 16 de Agosto de 1906" por el ing. C. Honing, publicado en el Bol. del Serv. Sismológico V año, 1909.
- "Informe sobre los efectos del terremoto de Chillán", presentado por el ingeniero sismólogo japonés señor T. Saita con juntamente con los ingenieros chilenos señores Alberto Covarrubias, Enrique Albertz, Miguel Letelier y Pedro Godoy.

- ✓ - "Informe de la Comisión Gubernativa sobre efectos producidos por el terremoto de Enero 1939", señores Hermógenes del Canto, Pedro Godoy P, Eduardo Aguirre S, Jorge Muñoz Cristi y Julio Ibañez V., Santiago, Junio 1939. Anales Instituto de Ingenieros, Octubre Nov. 1940.
- ✓ - "El terremoto del 24 de Enero de 1939 en Chile", por Agustino Bastiancig publicado en Scientia Nº20, Vol. V, 1939.
- "Chile, la tierra que tiembla", por Manuel Astica Fuentes, publicado en Seguridad Nº32.
- ✓ - "Observaciones sobre el terremoto del 24 de Enero de 1939 en Chile Central", por A. Komischke, publicado en Scientia.

Montessus de Ballore ha hecho las siguientes publicaciones en el boletín:

- IX Ideas generales sobre las construcciones asísmicas. Bol. Nº IV, 1912, Memorias, pág.39.
- X Algunas palabras sobre la asismicidad de los edificios de cemento armado (a pedido de la Soc. Central de Arquitectos de Chile. Santiago 3 de Julio de 1911). Bol. Nº IV 1912, Memorias pág. 48.
- XI Proyecto de reglamento de edilidad asísmica. Bol. Nº IV 1912, Memorias pág.48.
- XIII Un terremoto experimental en el siglo VI de nuestra era. Bol. Nº IV 1912, Memorias, pág.89.
- XV Resistencia comparada de los adobes y de los ladrillos contra los terremotos. Bol. Nº IV 1912, Memorias pág.92.

- El arte de construir en los países expuestos a los terremotos. An. U. de Ch. CXIX 455, 1906. CXK 79, 241, 1907.

El efecto de la trepidación del terremoto depende principalmente de la calidad del terreno sobre el cual está fundado. El terreno hace las veces de amortiguador, lo mismo que los resortes en un vehículo. Así tenemos por ejemplo, que en el Puerto de Valparaíso para el terremoto de 1906 los edificios construidos en El Almendral, donde el subsuelo está formado por material molido arrastrado por la lluvia que baja por la Quebrada de Las Monras y arena de la playa, sufrieron destrozos mayores que las construcciones de los cerros o al pié de ellos, frente al Puerto.

Otro ejemplo es el hospital de Constitución, fig.49, compuesto por una hilera de piezas fué destruido en las dos terceras partes, o sea las que estaban en terreno de acarreo, quedando el resto en pié, pues está en terreno firme (terremoto del 18 de Diciembre de 1928).

Para estudiar las propiedades de los terrenos es indispensable instalar acelerógrafos que se pongan en marcha al principiar el terremoto y que hagan la inscripción con gran velocidad del papel.

Uno de estos instrumentos fué obsequiado por el Gobierno del Japón y se encuentra funcionando en el subterráneo de la Escuela de Ingeniería. Es un acelerógrafo de la fábrica SMAC (Fig. 50).

Para obtener valores exactos referentes al movimiento que toma la tierra durante el terremoto, la Coast and Geodetic Survey de Washington la instalado en el subterráneo de la Es

cuela de Ingeniería un acelerógrafo tipo Montana, que debe inscribir las tres componentes del movimiento terrestre (Fig. 51).

De estos acelerógrafos se construyeron varios en Chile (Fig. 52-55) para instalarlos en ciudades en que probablemente se producirá un terremoto. En Valparaíso se proyecta instalar dos, uno en el Almendral, en terreno de mala calidad y que fué la zona que sufrió mas en el terremoto de 1906 y el otro en terreno firme y probablemente al pié del cerro frente al puerto.

De esta manera se podrá establecer el amortiguamiento que produce cada clase de terreno a las ondas sísmicas.

Sometidos estos mismos terrenos a la vibración forzada, por medio de una máquina vibradora, o por una explosión, inscribiendo las vibraciones producidas con instrumentos ubicados a distancias escalonadas, se podrá establecer el amortiguamiento que produce cada terreno a la trepidación. Comparando los valores de los amortiguamientos producidos a la trepidación del terreno y a la vibración forzada, podremos estudiar cualquier terreno por vibración forzada y establecer como se comportaría en un terremoto.

Los edificios tambien se pueden someter a vibración forzada y medir, por medio de vibrómetros Wood Anderson, la vibración que toma cada parte del edificio, se establecerá la forma que se debe dar a un edificio y las partes que se deben reforzar.

Estas investigaciones se hacen por medio de una máquina vibradora, fig. 56, que fué construída en nuestros talleres, y que se compone de tres discos, uno de ellos gira en un sen

tido y los otros dos en sentido contrario. El primero tiene una masa excéntrica y cada uno de los otros dos una masa igual a la mitad del peso. Los discos se hacen girar con motor eléctrico, con velocidad variable midiendo esta con un velocímetro.

La vibración que toma cada parte de edificio o terreno se inscribe con un vibrómetro Wood Anderson fig. 57, de los cuales se construyeron 8 en nuestros talleres.

Para probar como un edificio en proyecto va a reaccionar a las trepidaciones de un terremoto se puede someter a la vibración forzada modelos de edificios, compuestos por barras de acero verticales, que representan los pilares, y travesaños los pisos y losas. La vibración se da por medio de un motor eléctrico y uno o dos discos metálicos de forma especial, fig. 58.

Desgraciadamente las catástrofes se olvidan muy pronto y se reconstruye dando mayor importancia a la economía que a la resistencia y es la autoridad municipal que, con mano firme, debe vigilar la reconstrucción.

Para reducir en parte, los sufrimientos personales, que ocasiona un terremoto, el Instituto Sismológico ha redactado una Cartilla con las recomendaciones, tanto de carácter preventivo que se deben seguir antes del cataclismo, como también durante este, como ser, guardar la tranquilidad, evitar atropellos, evitar colocarse bajo fachadas altas que puedan desplomarse y por fin acatar las órdenes de la superioridad municipal, Fig. 59.

Estamos seguros que se evitarían desgracias, si de tiempo en tiempo, la prensa o en los colegios se divulgara esta Cartilla.

En 1958, Federico Greve renuncia a la dirección del Instituto Sismológico quedando como Asesor Técnico y siendo nombrado director el ingeniero Cinna Lomnitz.

El señor Lomnitz se tituló de ingeniero civil de la Universidad de Chile el año 1948, y trabajó desde 1952 a 1956 en el Technological Institute of California, en estudios sismológicos. Es actualmente profesor de geofísica de la Escuela de Geología que desde 1958 depende de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas.

Gracias a las relaciones del señor Lomnitz con el señor Hugo Benioff de U.S.A., éste último instaló en Chile un Strain Meter de su invención, que mide las tensiones a que está sometida la costra terrestre. Este instrumento está compuesto de dos barras de cuarzo de 25 metros de longitud cada una y orientadas según NS y EW respectivamente. Un extremo de cada barra, está fijo a un pilar, permitiendo por lo tanto, medir las variaciones de la distancia entre los dos pilares. Las medidas se hacen con microscopios si se quiere determinar variaciones seculares y por medio de inscriptores para los temblores, Fig. 59.

La amplificación de este dispositivo es del orden de 160.000 veces, de manera que del terremoto del 11 de Noviembre de 1958 acaecido en Japón, se inscribieron las ondas que recorrieron, el globo terrestre por uno y el otro lado.

El Strain Meter está instalado en un túnel que se perforó en la masa rocosa del cerro San Cristóbal.

Las inscripciones que hace el Strain Meter, permiten encontrar la relación que puede haber entre la variación de las tensiones de la masa rocosa, los fenómenos externos y los tem

blores.

En la estación Santa Lucía están funcionando también los tres sismógrafos de período largo, que ha enviado la Universidad de Columbia y que permitirán estudiar las ondas de período largo que producen los terremotos destructores.