

ESTIMATION OF SOME FOCAL PARAMETERS OF AN HISTORICAL CHILEAN EARTHQUAKE

RAMIREZ LEON DAVID

UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE CHILE
 FACULTAD DE CIENCIA
 MATUCANA 28-D

CASILLA 5659 - CORREO 2 FAX 6811422 - TELEX 441674-USACH-CZ

Summary: The objective of this paper is to present the determination of some focal parameters such as: Sismic magnitude, length of rupture, seismic moment, etc. which correspond to an historical earthquake that destroyed the city of Santiago, capital of Chile, on May 13th of 1647. In order to get our purpose we will use the information relative to the macrosismics parameters, meaning for that quantitatives non instrumentals, observation which has been extracted from the current historical bibliography the next step was to use this information, and a rigorous analysis was applied to some empiric information between the focal and Macrosismics parameters which has been gotten from a set of Chilean earthquakes that happened in the present century and for which the known instrumental information is confident.

INTRODUCCION:

Este es uno de los desastres sísmicos que ha dejado huellas muy profundas en los recuerdos de nuestro País. Se hizo célebre en toda Sudamerica y podemos asegurar que caracteriza en cierto modo la historia de Chile durante los tiempos de la colonia. Los documentos originales que se refieren a esta catástrofe son numerosos, sin embargo todos ellos contienen muchos aspectos sociales y religiosos que difícilmente pueden ser utilizados en la determinación de algunos Parámetros Focales que correspondieron a este terremoto. Practicamente todos los documentos investigados concuerdan en ubicar a este sismo un día lunes 13 de mayo entre las 22:30 y las 22:45 horas en momentos que la mayoría de los habitantes de la ciudad de Santiago capital de Chile se aprestaba a descansar de su jornada diaria (Amunategui, 1882).

Esta ciudad fue la que sufrió los mayores daños, debiendo lamentar la muerte de cientos de víctimas entre Españoles, Criollos e Indígenas. El territorio de Chile fue practicamente destruido entre los ríos Choapa y Maule que

cruzan ciudades ubicadas al Norte y al Sur de Santiago respectivamente.

La única información cuantitativa y de carácter científico que podemos extraer de la bibliografía consultada es la referente a los Parámetros Macrosísmicos, es decir observaciones cuantitativas no instrumentales, a partir de las cuales intentaremos estimar la magnitud de algunos Parámetros Focales de este sismo.

Nuestra experiencia respecto a la revisión de cartas, manuscritos y numerosos testimonios ineditos, nos indica que informaciones tales como: Descripción de daños, distancia hasta donde fue sentido el sismo, duración del terremoto principal, duración del período de réplicas, efectos en el terreno tales como fracturas, emanación de gases y aguas subterráneas, oscilación del terreno, actividad volcánica, pre y post terremoto, área de la zona de réplicas, etc., son sin lugar a dudas los pocos antecedentes que nos pueden acercar hacia nuestro objetivo. Morla (1983), Medina (1928), Gay (1983), Gongora y Marmolejo (1862). Para ello utilizaremos relaciones empíricas entre Parámetros Focales y Parámetros Macrosísmicos para sismos ocurridos en Chile en el presente siglo, obtenidos de Ramírez David (1988) y de los cuales se tiene alguna información instrumental confiable. La idea es aprovechar estas relaciones empíricas entre ambos tipos de parámetros, con el objeto de determinar algunos Parámetros Focales del terremoto ocurrido el año 1647. Algunas de estas expresiones empíricas que se indican en las figuras son similares a las obtenidas por otros autores para diferentes regiones del mundo, con algunos valores sugeridos por la teoría.

GEOLOGICAL SETTING

Duración del Terremoto: Existen muchas versiones sobre la duración del terremoto principal. Así las estimaciones de tiempo van desde las versiones mas frías, hasta las muy exageradas. Sin embargo, las versiones mas frecuentes y que estimamos mas probables, dan una estimación de tiempo equivalente a la demora en rezar 3 o 4 credos, esto significa poco mas de unos tres minutos, Vicuña Mackenna (1869), Medina (1928), Montes de Ballore (1916) y Gay (1983).

Perceptibilidad del Terremoto: Según casi todas las referencias que se refieren a este aspecto los límites de perceptibilidad sensibles al hombre medio se ubicarían en las ciudades de Valdivia por el Sur, Provincias del Cuyo Argentino (Mendoza-San Juan) por el Este y la ciudad del Cuzco por el Norte, Barros Arana (1884), Montes de Ballore (1916) Amunategui (1882) y Riquelme Venegas (1905).

Estimaciones del Largo de Falla o Area epicentral: Existe bastante acuerdo en los documentos revisados respecto de la zona que sufrió mayor destrucción ocasionada por el terremoto.

Así prácticamente todas las referencias mencionan la zona comprendida entre los ríos Maule y Choapa. Barros Arana (1884), Montesus de Ballore (1916), Medina (1928) y Gay (1983).

Frecuencias Sísmicas: Como consecuencia de este gran terremoto se registraron numerosos réplicas que fueron estimadas por algunos testigos presenciales. Estas réplicas se prolongaron por mas de un año, con unos 60 sismos importantes en 23 días y unos 300 en un año. Los ruidos subterráneos continuaron por mas de un mes, Vicuña Mackenna (1869) y Montesus de Ballore (1916).

Otros Efectos: Se formaron grietas en el suelo de la región epicentral, con emanación de aguas turbias, barro diluido e impregnado de gases mefíticos. De algunos montes se desprendieron peñascos y se secaron manantiales en donde el agua era abundante. El movimiento de tierra fué tal que las personas no podían sostenerse en pie. Barros Arana (1884), Montesus de Ballore (1916), Amunategui (1882) y Medina (1928).

Conclusiones: De acuerdo a los datos e informaciones macrosísmicos fueron estimados en los siguientes valores.

1. Tiempo de Percepción Media del sismo principal
 $t^* = 2.5 - 3.0$ (minutos)
2. Distancia de máxima perceptibilidad
 $L^* < 1700$ [Km]
3. Tiempo total de duración de las réplicas
 $t^{\text{ra}} > 1$ año
4. La zona epicentral que contiene un forma aproximada al Largo de Falla L es equivalente o menor a una zona cuya longitud de ruptura es del orden de los 500 (Km), en virtud que algunas características tales como: comportamiento del terreno y frecuencia de las réplicas fueron muy similares a las de otro sismo Contemporaneo cuya longitud de ruptura esta determinado con mejor precisión.

Utilizando las relaciones empiricas que se indican en las figuras adjuntas y que como ya hemos dicho se refieren a varios sismos importantes ocurridos en Chile en el presente siglo, Ver Ramirez David (1988); las mejores estimaciones instrumentales que proponemos para el terremoto histórico de 1647 son las siguientes:

Fecha: lunes 13 de mayo de 1647

Hora: entre las 10:30 y las 10:45 horas (PM)

Epicentro: Latitud aprox. 33° (S), Longitud aprox. 72° - 71° (W)

$M_s = 8.5$ en la zona de saturación

$M_w = 8.4$

$L = 400$ (Km)

$M_0 = 228 \times 10^{27}$ (C.G.S.)

BIBLIOGRAFIA:

- AMUNATEGUI MIGUEL LUIS, (1882), El terremoto del 13 de mayo de 1647; Rafael Jover (Editor), Santiago de Chile, Nº total de páginas 616.
- BARROS ARANA, DIEGO (1884), Historia General de Chile; Rafael Jover (Editor), Santiago de Chile, Colección completa de 16 volúmenes.
- GAY CLAUDIO (1983), Catálogos de cartas manuscritos y documentos históricos. Editorial Nascimento, Santiago de Chile, Archivo Nacional, Biblioteca Nacional Santiago de Chile.
- GONGORA y MARMOLEJO (1862). Colección de Historiadores de Chile y Documentos relativos a la Historia Nacional; Tomo II, imprenta del Ferrocarril, Santiago de Chile: Nº total de páginas 345.
- MEDINA, JOSE TORIBIO, (1928); Manuscritos, Documentos Inéditos para la Historia de Chile (1501-1900). Imprenta Universitaria. Santiago de Chile, Colección de 4 tomos, Sala Medina, Biblioteca Nacional Santiago de Chile.
- MONTESUS DE BALLORE FERNANDO (1911-1916). Historia Sísmica de los Andes Meridionales al Sur del Paralelo XVI; 6 Volúmenes. Sociedad Imprenta Litografía Barcelona. Santiago, Valparaíso.
- MORLA VICUÑA CARLOS (1983), Catálogo de cartas manuscritos y Documentos Históricos. Editorial Nascimento, Santiago de Chile, Archivo Nacional, Biblioteca Nacional, Santiago de Chile.
- RAMIREZ LEON DAVID. (1988), Estimación de Algunos Parámetros Focales de Grandes Terremotos Históricos Chilenos. Memoria para optar al grado de Magister en Ciencias. Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile . Nº total de páginas 463.
- RIQUELME VENEGAS DANIEL, (1905). El Terremoto del Señor de Mayo, Imprenta Cervantes, Santiago de Chile, nº total de páginas 140.
- VICUÑA MACKENNA BENJAMIN (1869), Historia de Santiago, Imprenta del Mercurio, Valparaíso, Nº total de páginas 832.

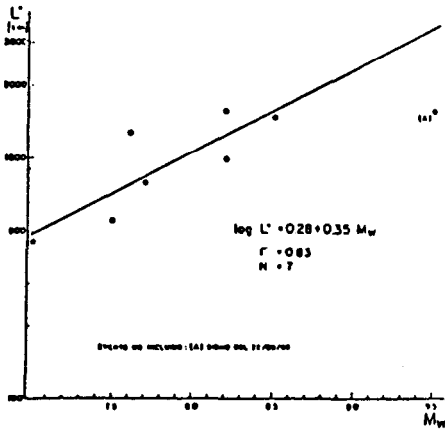


Figura.

Relación entre el logaritmo de la distancia de perceptibilidad (L'), y la Magnitud Momento (M_W), para algunos sismos Chilenos contemporáneos.

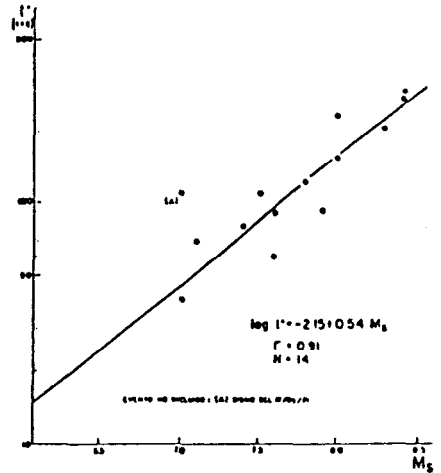


Figura.

Relación entre el logaritmo del tiempo de duración (t' en seg) de un terremoto sensible al hombre y su correspondiente Magnitud M_S , de los eventos indicados en la Figura N. 12.

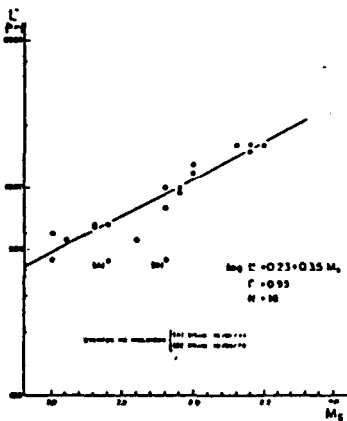


Figura.

Relación entre el logaritmo de la distancia de perceptibilidad (L'), y la Magnitud Richter M_S , para algunos sismos Chilenos contemporáneos.

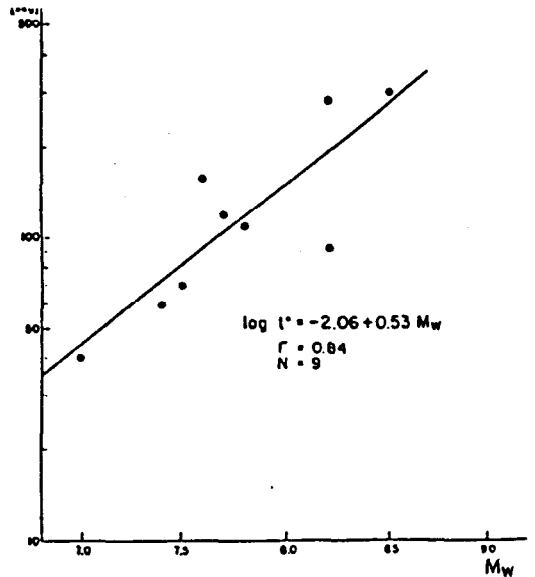


Figura.

Esta indica la relación entre el logaritmo del tiempo de duración (t' en seg) de un terremoto sensible al hombre, y su correspondiente Magnitud M_W para algunos terremotos Contemporáneos Chilenos.

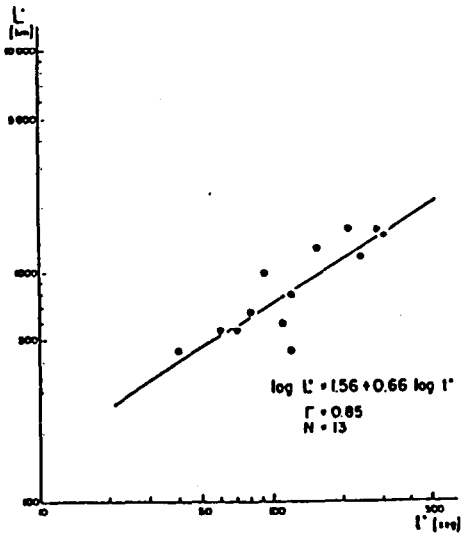


Figura
Relación entre el logaritmo de la distancia de máxima perceptibilidad M_{10} y el logaritmo del tiempo de duración t' , de terremotos Chilenos contemporáneos sensibles al hombre.

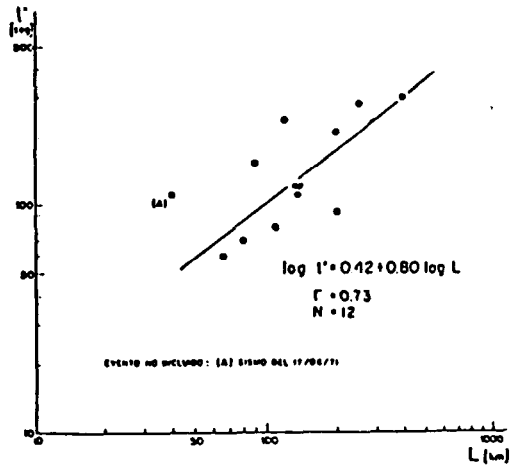


Figura
Relación entre el logaritmo del tiempo de duración t' de un terremoto sensible al hombre, y el logaritmo de la longitud de ruptura L , para algunos terremotos Chilenos contemporáneos.

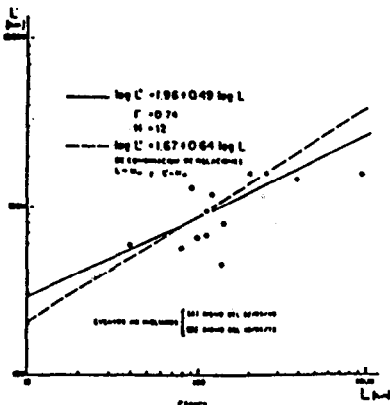


Figura
Relación cuádruple entre el logaritmo de la distancia de perceptibilidad M_{10} , y el logaritmo de la longitud de ruptura L , y el logaritmo del tiempo de duración t' de algunos sismos Chilenos contemporáneos tipos puntiformes. La línea discontinua, corresponde a la relación cuádruple obtenida de los relacioneros $\log t'$ vs L y $\log t'$ vs M_{10} , para sismos Chilenos contemporáneos.

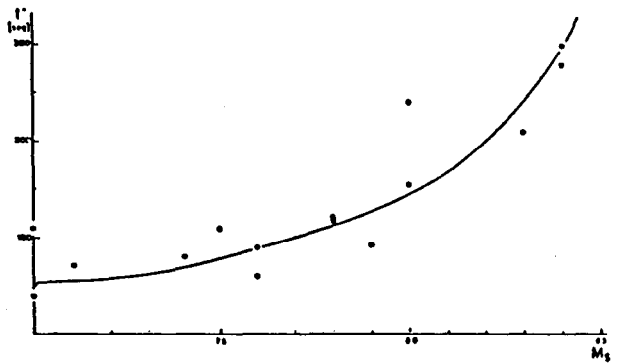


Figura
Relación, entre el tiempo de duración t' (seg) de terremotos sensibles al hombre y la correspondiente Magnitud M_s , para algunos sismos Chilenos Contemporáneos.