

RELATO DEL MAYOR SISMO REGISTRADO INSTRUMENTALMENTE. EL MEGATERREMOTO DE CHILE DE 1960 Y SU RELACIÓN CON LA ESCALA DE MERCALLI

Miguel Antonio Pavez-Román¹, Susana Alicia Alaniz-Álvarez^{2*},
Carlos Mendoza² y Dante J. Morán-Zenteno³

¹Empresa WSP Ambiental, Av. Las Condes 11.700, Vitacura, 7650002, Santiago de Chile, Chile.

² Centro de Geociencias, campus Juriquilla, Universidad Nacional Autónoma de México, Blvd. Juriquilla No. 3001, Querétaro, Querétaro, 76230, México.

³ Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria, Ciudad de México, 45010, México.

*alaniz@geociencias.unam.mx (autora para correspondencia)

RESUMEN

En Valdivia, Chile, el 22 de mayo de 1960 ocurrió un sismo de magnitud 9.5, el mayor sismo registrado instrumentalmente en la historia. Actualmente hay pocos supervivientes testigos de ese megaterremoto así como del tsunami asociado del sismo. En este trabajo se reproduce el testimonio de Plácido Llarión Díaz, quién tenía 12 años en ese momento y vivía en Los Muermos, una población a menos de 200 km del epicentro del sismo. Se ilustra con fotografías de la época y se ubica su pueblo mediante mapas realizados con el programa de cómputo Arcgis 10.7. Al final del trabajo se describen las características técnicas del sismo y su intensidad en relación con la escala de Mercalli.

Palabras clave: Sismo, megaterremoto, tsunami, escala de Mercalli, Chile.

ABSTRACT

A magnitude 9.5 earthquake occurred in Valdivia, Chile, on May 22, 1960, the largest earthquake instrumentally recorded in history. Currently, there are few surviving witnesses of that megaequake and devastating tsunami. This work reproduces the testimony of Plácido Llarión Díaz, who was 12 years old at the time and lived in Los Muermos, a town less than 200 km from the epicenter. The town is illustrated with photographs from the time and is located using cartographies made in Arcgis 10.7. At the end of the results, the seismological characteristics of the earthquake and its intensity with the Mercalli scale are described.

Keywords: Earthquake, Valdivia megaequake, Tsunami, Mercalli Intensity Scale, Chile.

INTRODUCCIÓN

En años recientes se ha promovido la transversalidad en la educación como una forma de trascender los saberes adquiridos en el aula con situaciones concretas de la vida y la naturaleza. Uno de los fenómenos más impactantes que estudian las Ciencias de la Tierra son los sismos por la enorme descarga de energía que se libera dentro de la corteza terrestre. El mayor sismo que se ha registrado instrumentalmente ocurrió el 22 de mayo de 1960, en Valdivia, Chile. En este trabajo se presenta el relato de Plácido Llarión Díaz, uno de los sobrevivientes, y se incluye la liga a un video donde se documentan las características técnicas del sismo, también se relata la experiencia platicada por Plácido para ser utilizado en una clase de educación básica.

El propósito de este trabajo es narrar y analizar el testimonio de uno de los sobrevivientes al también conocido como "Gran terremoto de 1960" y ubicar su percepción durante el sismo con la escala modificada de Mercalli¹. Esta escala (Tabla 1) mide la intensidad aparente en grados del sacudimiento en un lugar particular debido a un sismo, considerando la percepción del individuo y la afectación de los muebles e inmuebles. La intensidad depende de la cercanía del foco del sismo, su magnitud, el tipo de terreno y el tipo de construcción. Esta escala fue hecha con el propósito de tratar de inferir el posible nivel de aceleración del terreno, porque tiene implicaciones directas en las normas de construcción que deben seguir las obras civiles.

¹ En 1902 el físico italiano Giuseppe Mercalli creó una escala de diez grados basada en la Escala de Rossi-Forel, publicada en 1883, también de 10 grados de intensidad. Ese mismo año Adolfo Cancani aumentó la escala a 12 grados e indicó la aceleración máxima para cada grado. Posteriormente, en 1923, esta escala fue modificada por Sieberg, quien publicó la elaboración de la escala de Mercalli incluyendo el esquema de Cancani. Luego, en 1931, la escala fue mejorada y actualizada por Wood y Neumann, incluyendo nuevos aspectos que se debían considerar (efectos en estructuras altas, el comportamiento de vehículos motorizados y camiones pesados, el efecto en el sistema de tuberías subterráneas, entre otros), eliminando los rangos de aceleración propuestos por Cancani y proponiendo una versión reducida (Wood y Neumann, 1931). Esta escala fue recortada y divulgada por Richter (1958).

Tabla 1. Escala sísmica modificada de Mercalli. N° 3 de 1961. Ministerio de Obras Públicas (MOP, 1961)

Intensidad	Descripción	
	Escala de intensidad de Mercalli modificada según Charles Richter (1958)	Norma Chilena Oficial N° 3 de 1961 (MOP, 1961)
I	No sentido. Efectos marginales y a largo plazo de terremotos grandes.	No se advierte sino por unas pocas personas y en condiciones de perceptibilidad especialmente favorables.
II	Sentido por personas en estado de reposo, en pisos altos o en posición favorable.	Se percibe sólo por algunas personas en reposo, particularmente aquellas que se encuentran ubicadas en los pisos superiores de los edificios.
III	Sentido dentro de las casas. Objetos colgantes oscilan. Vibración parecida a la que producen los camiones pequeños. Duración estimada. Puede pasar desapercibido.	Se percibe en los interiores de los edificios y casas.
IV	Objetos colgantes oscilan. Vibración parecida a la que producen camiones grandes, o una sensación de sacudimiento, como si un objeto pesado chocara con la pared. Automóviles pesados se mecen. Ventanas, vajillas y puertas teclean. Vasos tintinean. Floreros, etc. chocan. En el límite superior de IV las paredes de madera y las vigas crujen.	Los objetos colgantes oscilan visiblemente. La sensación percibida es semejante a la que produciría el paso de un vehículo pesado. Los automóviles detenidos se mecen.
V	Sentido al aire libre. Dirección estimada. Personas dormidas se despiertan. Los líquidos son perturbados y pueden derramarse. Objetos inestables se desplazan o voltean. las puertas se abren o cierran. Los postigos y los cuadros se mueven. Relojes de péndulo se paran, comienzan a andar o cambian su velocidad.	La mayoría de las personas lo percibe aun en el exterior. Los líquidos oscilan dentro de sus recipientes y pueden llegar a derramarse. Los péndulos de los relojes alteran su ritmo o se detienen. Es posible estimar la dirección principal del movimiento sísmico.
VI	Sentido por todos. Muchas personas se asustan y corren al aire libre. Las personas caminan inestablemente. Los vidrios de las ventanas y las vajillas se rompen. Los libros y otros objetos se caen de las repisas. Los cuadros se caen de las paredes. Los muebles ruedan o se voltean. Los frisos débiles se agrietan. Las campanas pequeñas suenan. Los árboles y arbustos son sacudidos visual y acústicamente.	Lo perciben todas las personas. Se siente inseguridad para caminar. Se quiebran los vidrios de las ventanas, la vajilla y los objetos frágiles. Los muebles se desplazan o se vuelcan. Se hace visible el movimiento de los árboles, o bien se les oye crujir.
VII	Es difícil permanecer en pie. Notado por choferes de automóviles en movimiento. Los objetos colgantes se estremecen. Los muebles se quiebran. Se dañan las paredes débiles (por ejemplo, las de adobe), incluyendo su agrietamiento. Las chimeneas débiles se quiebran a nivel del techo. Caen los frisos, ladrillos sueltos, piedras, cornisas y adornos arquitectónicos no sujetos adecuadamente. Algunas grietas en las paredes de fabricación ordinaria. Se producen olas de espejos de agua. El agua se enturbia. Pequeños derrumbes en bancos de arena y grava. Las campanas grandes repican. Se dañan los canales de irrigación de concreto.	Los objetos colgantes se estremecen. Se experimenta dificultad para mantenerse en pie. Se producen daños de consideración en estructuras de albañilería mal construidas o proyectadas. Se dañan los muebles. Caen trozos de mampostería. ladrillos, parapetos, cornisas y diversos elementos arquitectónicos. Se producen ondas en los lagos.
VIII	La conducción de automóviles se ve afectada. Se dañan y se colapsan parcialmente las paredes de fabricación ordinaria. Algún daño a paredes de alta calidad reforzada y ninguno en paredes diseñadas para resistir esfuerzos laterales. El estuco o friso se cae, así como algunas paredes. Torcimiento y caída de chimeneas, monumentos, torres y tanques elevados. Las casas con armazón se mueven sobre sus fundaciones. Paredes prefabricadas se caen. Las columnas se fracturan. Caen ramas de los árboles. Cambios en el flujo y la temperatura de fuentes y pozos. Grietas en suelo húmedo y en pendientes fuertes.	Se hace difícil e inseguro el manejo de vehículos. Se producen daños de consideración y también el derrumbe parcial en estructuras de albañilería bien construidas. Se quiebran las ramas de los árboles. Se producen cambios en las corrientes de agua y en la temperatura de vertientes y pozos.
IX	Pánico general. Paredes débiles destruidas totalmente. Paredes, columnas y vigas ordinarias quedan fuertemente afectadas, algunas veces hasta disgregarse el concreto y colapsar completamente. Las paredes de caliza o muros reforzados se ven afectados seriamente. Daño general en las fundaciones. Las armazones y estructuras metálicas, si no están sujetas firmemente, son removidas de sus bases o sacudidas fuertemente. Daño serio a reservorios, tanques subterráneos de líquidos y sótanos. Las tuberías subterráneas se fracturan, hay fugas de aguas blancas y negras, gases u otros fluidos (oleoductos y gasoductos). Se ven grietas conspicuas en el suelo. En áreas aluviales se forman volcanes de arena y lodo.	Pánico generalizado. Todos los edificios sufren grandes daños. Las casas sin cimentación se desplazan. Se quiebran algunas canalizaciones subterráneas, la tierra se fisura.
X	La mayor parte de las estructuras de ladrillo y con armazón quedan destruidas junto con sus fundaciones. Algunas estructuras de madera bien construidas y algunos puentes son destruidos. Daños severo a los diques, represas, canales y canalizaciones. Derrumbes de taludes de grandes proporciones. El agua es arrojada fuera de los canales, ríos y lagos. La arena y el lodo son transportados lateralmente en playas y terrenos llanos. Los rieles de trenes comienzan a doblarse.	Se destruye gran parte de las estructuras de albañilería de toda especie. El agua de canales, ríos y lagos sale proyectada a las riberas.
XI	Los rieles de trenes (metro) se doblan. Las tuberías subterráneas quedan totalmente destruidas. Colapso total de túneles.	Muy pocas estructuras de albañilería quedan en pie. Los rieles de las vías férreas quedan fuertemente deformados. Las cañerías subterráneas quedan totalmente fuera de servicio.
XII	Daño casi total. Grandes masas o bloques de roca y tierra desplazados. Hundimiento y afloramiento en visuales topográficas y nivelación. Objetos lanzados al aire.	El daño es casi total. Se desplazan grandes masas de roca. Los objetos saltan al aire. Los niveles y perspectivas quedan distorsionados.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El área de estudio se localiza en la localidad urbana de Los Muermos, en la Comuna de los Muermos, Provincia de Llanquihue, Región de Los Lagos (Figura 1). La elección de este sector se justifica porque es en esta localidad donde Plácido Llarion Díaz Cárcamo se encontraba cuando ocurrió el Megaterremoto de Chile de 1960.

Puerto Montt Ap DMC (CR2, 2023), ubicada a 8.9 km de la localidad de Los Muermos para relacionar cualitativamente si la lluvia previa al evento amplificó la percepción de las ondas superficiales debido a la saturación del suelo.

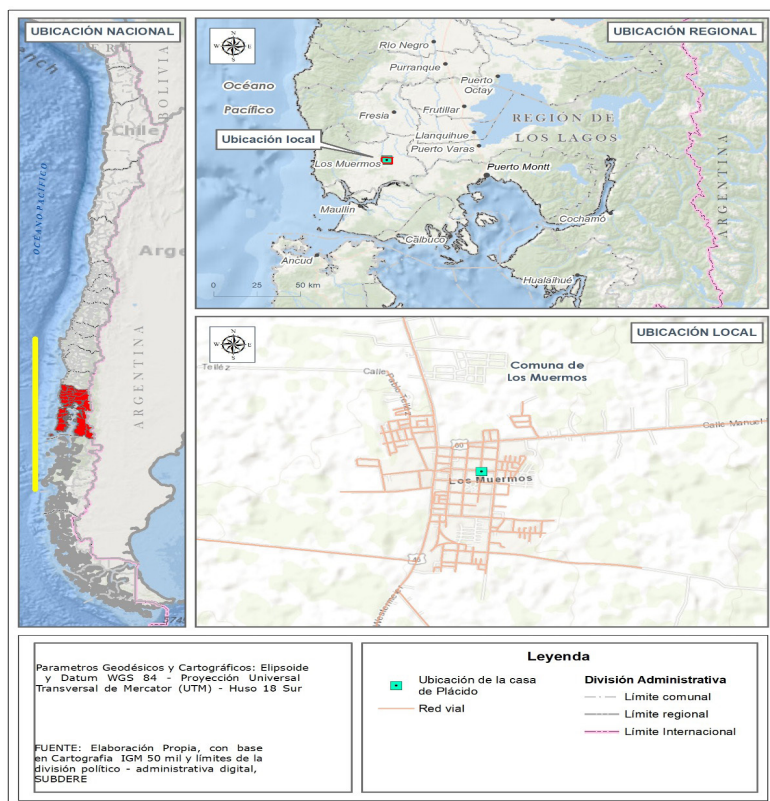


Figura 1. Ubicación del área urbana de Los Muermos (Comuna de los Muermos, Provincia de Llanquihue, Región de los Lagos) y la ciudad de Valdivia (Comuna de Valdivia, Provincia de Valdivia, Región de Los Ríos). La marca de posición sin título en la imagen de Google Earth, es donde se ubicó el epicentro del megaterremoto. La línea amarilla indica la longitud de mil kilómetros calculada para el área de desplazamiento causado por el sismo. Fuente: Google Maps, 2023 y Google Earth, 2023.

Procedimiento

El primer autor contactó a un sobreviviente del Gran terremoto de Valdivia de 1960. Éste le entregó un escrito a mano con su relato y le autorizó publicar su testimonio (Figura 2).

Más adelante se transcribe el escrito del relato revisado y, como complemento, se ofrecen los comentarios verbales de Plácido al entrevistador, mismos que se encuentran en el video que puede consultarse en el siguiente enlace:

<https://www.youtube.com/watch?v=TjZzmlYV-yo>

Posteriormente se presentan los aspectos técnicos del Gran terremoto de 1960 (Talley y Cloud, 1984; Barrientos y Ward, 1990; Lomnitz, 2004; USGS, 2023a; NOAA, 2023; USGS, 2023b) y se compara el relato narrado por Plácido con la escala sísmica de Mercalli modificada según Charles Richter (1958) y la escala sísmica modificada de Mercalli según la Norma Chilena del Ministerio de Obras Públicas (MOP, 1961).

Pasajes específicos del relato de Plácido vinculados con la descripción del entorno, se relacionaron con los registros meteorológicos mensuales (enero – mayo de 1960) y los registros diarios (1-22 de mayo de 1960) de la estación meteorológica Tepual

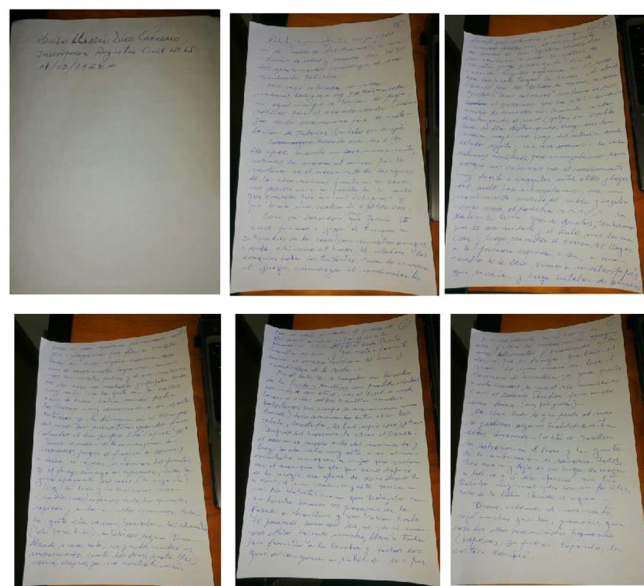


Figura 2. Testimonio escrito a mano por Plácido Llarion Díaz.

RELATO

Por Plácido Llarión Díaz Cárcamo
Inscripción Registro Civil No. 65.
Fecha de nacimiento 14 de marzo de 1948

<< El terremoto ocurrió cuando yo tenía 12 años. Vivía en el pueblo de Los Muermos que se encuentra a 30 km al oeste de Puerto Montt. Todo comenzó a las 14:20 horas.

Mi casa estaba ubicada en la calle Manuel Rodríguez, esquina J. M. Balmaceda (Figura 3). En quel tiempo se hacían los preparativos para introducir el alcantarillado. Habían ya hecho excavaciones para la instalación de tuberías. No había luz ni agua.



Figura 3. Ubicación geográfica de la casa del entrevistado, Comuna de los Muermos.

Cuando eran las 15 horas 30 minutos, aproximadamente, se sintió un leve movimiento, entonces mi mamá miró por la ventana y vio la oscilación de las aguas que se habían acumulado por la lluvia en las excavaciones. Al sentir el movimiento, mi padre también se asomó por la puerta buscando entender lo que pasaba.

Ese día había salido con mi hermano Jaime, que tenía 15 años; íbamos a jugar a dos cuadras de la casa cerca de las acequias en donde estaban instalando algunas tuberías. Como era costumbre se sumó a nosotros un grupo de amigos. Cuando estábamos en medio del juego se comenzaron a sentir unas fuertes sacudidas que no paraban; comenzamos a percibir sonidos fuertes con el movimiento. La señora de Don Agustín Paredes abrió su ventana a unos 30 m de donde nos encontrábamos, y nos gritó: "¡El fin del mundo, hijos, agárrense del cerco que se los puede tragar la tierra!" Continué el movimiento. El gimnasio, que era relativamente nuevo y construido de ladrillos con cemento, se iba destruyendo, el ruido como golpes era terrible, todo se iba desmoronando.

En un momento, mi hermano mayor me apartó de la estaca donde estaba sujeto y me dijo: "Vamos a la casa". Entonces corrimos, pero avanzábamos poco porque nos caíamos por el movimiento muy fuerte e irregular entre altos y bajos del suelo, poco avanzábamos. Era un movimiento ondulado,

subía y bajaba como una alfombra. Se abría la tierra, comenzaron a formarse grandes grietas, teníamos que ir con cuidado.

Al llegar a la primera esquina, o sea a una cuadra de la casa, vimos a nuestros papás que se caían y luego trataban de pararse, pero no eran capaces de permanecer de pie. Llegamos por fin a nuestra casa, que aún seguía desmoronándose con el movimiento. Logramos reunirnos con nuestros padres y el movimiento continuaba. La casa no resistió y se aflojaba cada vez más. Toda la gente estaba en las calles, que eran de tierra; había mucho polvo y el suelo parecía desarmado.



Fotografía 1. Fuente: La Tercera, 2023.

Entonces no dimensioné la duración del movimiento, pero cuando fui mayor pude calcular el tiempo que duró: aproximadamente 10 minutos.

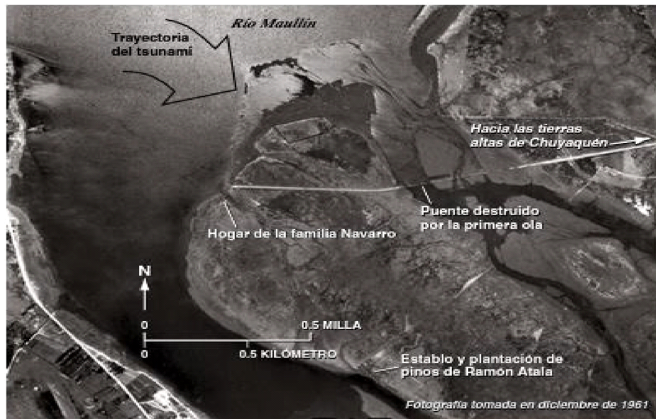
Pasado el movimiento comenzaron los incendios, porque el fuego de la leña en las cocinas se esparció: se abrieron las puertas y el fuego comenzó a aparecer. La mayoría de la gente intentaba apagar sus casas.



Fotografía 2. Fuente: Colección Familia Arias, Ladera Sur (2020).

Llegó la tarde y no teníamos más casa; entonces los mayores comenzaron a rezar y a buscar la manera de sobrevivir a la catástrofe. Entre vecinos juntaban los alimentos, todo para todos. Mientras tanto, por momentos, volvía a temblar, día y noche, cientos de movimientos. Conté hasta 40 días de sacudidas; después ya no conté más.

Para el norte quedaba el rancho de Río Frío, a 10 kilómetros; para el sur, a 27 kilómetros, estaba el paso sobre el Río Maullín. 50 kilómetros al este se ubicaba Puerto Montt. Hacia el oeste y noroeste se encontraba la costa del Océano Pacífico y la cordillera de la costa, aproximadamente a 35 kilómetros.



Fotografía 3. Fuente: USGS (2001).

Por el lado sur se cruzaba en lancha para llegar a Maullín, un pueblo con más de 400 años, a orillas del río; se habían instalado en el pasado muchos palestinos (que siempre se denominaron como turcos), todos comerciantes. Después del movimiento vino el tsunami: el océano se recogió antes del movimiento y luego la ola vino muy alta.

Escuché conversar a viejos que vivían en el mar que la ola que vino después de la recogida era aproximadamente de 4 metros de altura, una ola muy alta. Mi tío Roberto Cárcamo trabajaba con una lancha cruzando a los pasajeros de la posada a Maullín: cabían hasta 70 pasajeros. Ese día, al ver el mar que estaba bajando mucho, llevó a toda su familia a la lancha y todos los que alcanzaron a subir que eran más o menos 100 personas.



Fotografía 4. Fuente: Colección Familia Arias, Ladera Sur (2020).

En el alboroto se acercó la ola y elevó la embarcación, se apagó el motor y se quedó por un tiempo a la deriva. La fuerza del mar arrasó con los comercios de medio Maullín y se formó una barra muy peligrosa en la desembocadura del río.

El mar se llevó todo lo que pudo, se perdieron algunos pueblitos. La gente de Maullín se salvó porque unos se subieron al cerro y otros a la embarcación de



Fotografía 5. Fuente: Colección Familia Arias, Ladera Sur (2020).

mi tío, aunque lograron desembarcar lejos de su lugar de origen.

A los cuatro días apareció mi tío Roberto, muy mal pero con su familia; fue entonces cuando nos enteramos que el agua se había llevado todo en su pueblo.



Fotografía 6. Fuente: Wolfgang Weischer, geógrafo de la Universidad Austral de Chile (USGS, 2001).

Las enormes grietas que se abrieron por el gran terremoto se fueron tapando con las sacudidas posteriores. La corteza había cambiado. >>



Fotografía 7. Fuente: CIGDEN, 2023..

ASPECTOS TÉCNICOS DEL GRAN TERREMOTO DE 1960

El terremoto del 22 de mayo de 1960 en Chile es el sismo más grande que se ha registrado en la época instrumental de la sismología, la cual comprende los últimos 120 años. El evento se generó por un deslizamiento entre las placas tectónicas de Nazca y de Sudamérica y tuvo una magnitud de 9.5. La fractura se extendió por cerca de 1000 km (Figura 4) a lo largo de la costa (Lomnitz, 2004) y cubrió un ancho de 150 km, alcanzando hasta 40 m de deslizamiento a profundidades de 70 km (Barrientos Y Ward, 1990).

Los círculos en la Figura 4 muestran los epicentros de los eventos y las zonas en verde son las áreas de ruptura de sismos de magnitud mayor a 8.3. El color de los círculos representa la profundidad de los eventos, consistente con la geometría del contacto entre la placa subducida de Nazca y la placa continental de Sudamérica (contornos verdes).

La ruptura del terremoto de Valdivia (epicentro: 38.1° sur; 73.4° oeste) se propagó hacia el sur en una extensión de 1000 km, como se muestra también en el recuadro superior derecho de la figura 4. Las flechas blancas indican la dirección y la velocidad de convergencia

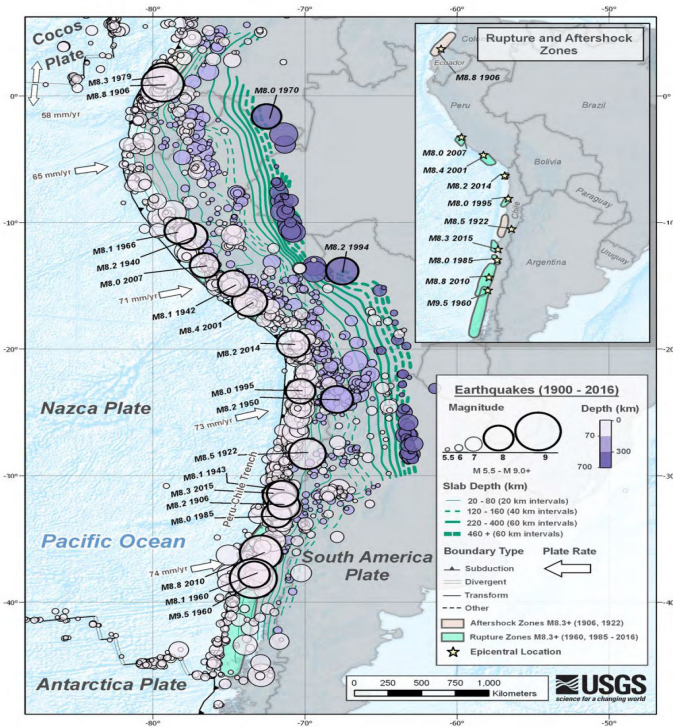


Figura 4. Sismos mayores a magnitud 5.5 ocurridos entre 1900 y 2016 a lo largo de la costa de Sudamérica tomada el 15 de agosto de 2023. Para los detalles ver el texto. Fuente USGS, 2023.

(en mm/año) entre las dos placas a lo largo de la zona de subducción (USGS, 2023b).

El tsunami generado por el sismo impactó no sólo a Chile sino también a gran parte de las costas del océano Pacífico. En Chile, la zona de desastre se extendió desde el norte de Concepción hasta el sur de la isla de Chiloé (Duke, 1960), lo que provocó más de 2000 muertes, 3000 heridos, 2 millones de desaparecidos y \$550 millones de dólares en daños (Talley y Cloud, 1984). El tsunami alcanzó una altura de hasta 11.5 m en Puerto Saavedra, Chile, y arrastró casas hasta 3 km tierra adentro (USGS, 2023b). Además, el oleaje generado por el tsunami que se propagó a lo largo del Océano Pacífico causó destrozos importantes en las costas de Hawái, Alaska, Japón, Filipinas, Tahití, Nueva Zelanda, Samoa y Kamchatka.

Para conocer más detalles se invita a los lectores a ver el siguiente enlace de NOAA (2023).

<https://www.ncei.noaa.gov/news/day-1960-chilean-earthquake-and-tsunami>

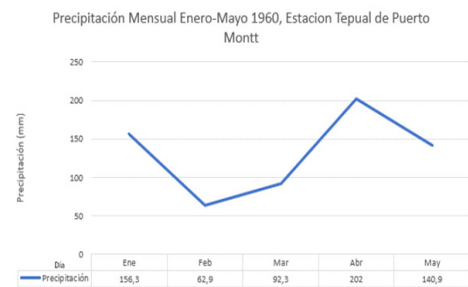
DISCUSIÓN

Comparativa entre la percepción del receptor y la escala modificada de Mercalli

Para el caso puntual de la experiencia vivida por Plácido Díaz del evento de 1960, se le puede asignar una intensidad de grado mínimo de IX en la escala de Mercalli. Sin embargo, la escala no contempla



Figura 5. Pluviometría diaria (1-22 de mayo de 1960) y mensual (enero-mayo de 1960) de la estación Tepual Puerto Montt Ap. DMC (CR2, 2023).



dentro de sus categorías otros fenómenos asociados a los grandes terremotos como los tsunamis o peligros antrópicos (incendios) que en forma indirecta pueden incrementar notablemente las pérdidas humanas y materiales. Eventos de esta naturaleza generan en simultáneo otras particularidades que intervienen en la asignación del grado de intensidad en la escala de Mercalli, como es la saturación del suelo por las intensas lluvias del clima templado lluvioso (CR2, 2023).

Para esa época, en la localidad de Los Muermos la urbanización estaba bastante atrasada en comparación con las grandes urbes del país (Santiago, Valparaíso y Concepción). Recién se estaban construyendo e instalando muchos servicios básicos (agua potable, luminaria y red de alcantarillado); por lo tanto, al momento del Gran terremoto de Valdivia, muchos sectores rurales sufrieron grandes estragos, la fundación de suelo de las casas se rotó y volcó (overtopping) por el paso de las ondas, las cuales eran visibles en el suelo. Se han escuchado historias de que en las casas se generó una condición de atrapamiento donde la gente quedó calcinada por el fuego originado por las chimeneas que estaban encendidas al momento del terremoto. También se ha escuchado entre la gente común que por las lluvias se sintió más fuerte el temblor. En los datos meteorológicos de la Estación Tepual Puerto Montt Ap. (DMC) hay un registro mensual de agua caída de 654.4 mm entre enero y mayo de 1960 (Figura 5) y una media diaria entre el 1ro y el 22 de mayo de 1960 de 109.2 mm (Figura 5), lo cual justificaría la saturación de agua en el suelo y que posiblemente eso aumentó la amplitud de las ondas sísmicas.

De hecho, al inicio de su relato, Plácido señala:

“Cuando eran las 15 horas 30 minutos, aproximadamente, se sintió un leve movimiento, entonces mi mamá miró por la ventana y vio la oscilación de las aguas que se habían acumulado por la lluvia en las excavaciones”

No cabe duda de que, en un terremoto de cualquier magnitud, se puede asignar un valor de intensidad con la escala Mercalli, porque cada evento y lugar tiene particularidades (distancia al foco y magnitud del sismo, tipo de suelo y tipo de construcción) que pueden variar los efectos que se manifiestan.

CONCLUSIÓN

Esta investigación expone un testimonio verídico del más grande terremoto registrado instrumentalmente en la historia de la humanidad, del cual se pueden identificar muchos elementos para asignar un valor de intensidad en el lugar donde se ubicaba un testigo, Plácido Llarín, ese fatídico 22 de mayo. Una parte muy importante de este relato es la afectación del tsunami, pues la mayor parte de la destrucción se debe a la inundación en las cercanías de la costa.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo forma parte del proyecto del Módulo “La Tierra y sus ondas” del Diplomado en Enseñanza de Ciencias de la Tierra cursado en el segundo semestre del año 2021 en la Universidad Nacional Autónoma de México.

Las fotografías en color sepia fueron tomadas de la exposición virtual que se montó para conmemorar los 60 años del sismo (Ladera sur, 2020). Pertenecen a la colección de la Familia de Nicolás Arias y que fue

heredada a Ediciones Kultrún, como está señalado en las fotografías. Se agradece las revisiones cuidadosas del Dr. Anthony Ramírez Salazar y de la Lic. Sandra Fuentes Vilchis, la cuales, sin duda, ayudaron a mejorar el manuscrito.

REFERENCIAS

- Barrientos, S. E., Ward, S. N. (1990). The 1960 Chile earthquake: Inversion for slip distribution from surface deformation, *Geophys. J. Int.* 103, 589-598.
- Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR2) (2023). Pluviometría diaria (1-22 de mayo de 1960) y mensual (enero – mayo de 1960) de la estación Tepual Puerto Montt Ap (DMC).
- Centro de Investigación para la Gestión Integrada del Riesgo de Desastres (CIGIDEN) (2023) Se promulga ley que establece el “Día nacional de la memoria y educación sobre desastres socio-naturales”.
- Duke, C. M. (1960). The Chilean earthquakes of May 1960, *Science* 132, 1797-1802.
- Ladera Sur (2020) A 60 años del terremoto en Valdivia: una exposición virtual para su conmemoración, disponible en línea en sitio web: <https://laderasur.com/articulo/60-anos-del-terremoto-de-valdiviauna-exposicion-virtual-para-su-conmemoracion/> [25/09-2023]
- La Tercera (2023) Terremoto de 1960: el megasismo que aún sorprende a los científicos de Chile y el mundo.
- Lomnitz, C. (2004). Major earthquakes of Chile: A historical survey, 1535-1960, *Seism. Res. Lett.* 75, 368-378.
- Ministerio de Obras Públicas (MOP), 1961 NCh3.Of61, "Escala de intensidad de los fenómenos sísmicos", vigente por Decreto N°1779, de fecha 09 de agosto de 1961.
- Oficina Nacional de Administración Oceánica y Atmosférica (NOAA por sus siglas en inglés) (2023) On This Day: 1960 Chilean Earthquake and Tsunami, disponible en línea en sitio web: <https://www.ncei.noaa.gov/news/day-1960-chilean-earthquake-and-tsunami>
- Richter, C. F. (1958). *Elementary Seismology*, W.H. Freeman and Company, San Francisco, and London, 768 pp.
- Talley, H. C., Cloud, W. K. (1984). United States Earthquakes, 1960, U. S. Geological Survey Open-File Report 84-960, 90 pp.
- United States Geological Survey (USGS) (2001) Sobreviviendo a un tsunami: lecciones de Chile, Hawái y Japón Programa Nacional de Mitigación de Impacto de Tsunami Preparado en cooperación con la Universidad Austral de Chile, Universidad de Tokio, Universidad de Washington, el Servicio Geológico del Japón, el Museo del Tsunami Pacífico, la Administración Oceanográfica y Atmosférica Nacional y el Centro Internacional de Información de Tsunami.
- United States Geological Survey (USGS) (2023a) Mapa del U.S. Geological Survey (1960-2016).
- United States Geological Survey (USGS) (2023b) M 9.5 - 1960 Great Chilean Earthquake (Valdivia Earthquake).
- Wood H. O, Neumann F.: Modified Mercalli Intensity Scale of 1931. *Bulletin of the Seismological Society of America*, December 1931.

Manuscrito recibido: 2 de octubre de 2023

Manuscrito corregido recibido: 1 de diciembre de 2023

Manuscrito aceptado: 4 de diciembre de 2023