

¡Está temblando!

Origen, efectos y consecuencias de los sismos

¡Está temblando!

Origen, efectos y consecuencias de los sismos

José Francisco Mescua

Stella Maris Moreiras

Silvana Spagnotto

Rafael Toural Dapoza

Laura Giambiagi

Ilustraciones de Eugenia Susel

Esta obra fue galardonada con el primer premio del Concurso EDIUNC Ida y vuelta 2014, según dictamen del jurado integrado por Adriana Petra, Patricia Piccolini y Patricia Rodón.

Premio Ensayo de divulgación EDIUNC Ida y vuelta 2014

EDIUNC Mendoza, 2016

¡Está temblando!: origen, efectos y consecuencias de los sismos / José Francisco Mescua... [et al.] ; ilustrado por Eugenia Susel; prólogo de Víctor A. Ramos. –1ª ed.– Mendoza: EDIUNC, 2016.
140 p.: il. ; 23 x 14 cm – (Ida y vuelta ; 5)

ISBN 978-950-39-0330-8

1. Sismología. I. Mescua, José Francisco II. Susel, Eugenia, ilus. III. Ramos, Víctor A., prolog. CCD 551

Imagen de tapa: ilustración de Eugenia Susel

¡ESTÁ TEMBLANDO!
ORIGEN, EFECTOS Y CONSECUENCIAS DE LOS SISMOS
José Francisco Mescua, Stella Maris Moreiras,
Silvana Spagnotto, Rafael Toural Dapoza
y Laura Giambiagi.

Primera edición, Mendoza 2016
COLECCIÓN *IDA Y VUELTA* N° 5
ISBN 978-950-39-0330-8
Queda hecho el depósito que marca la ley 11723
©EDIUNC, 2016
<http://www.ediunc.uncuyo.edu.ar>
ediunc@uncuyo.edu.ar

Impreso en Argentina - *Printed in Argentina*

Prólogo 7

Introducción 9

- 1 | Breve historia de las ideas sobre el origen de la actividad sísmica 11**
- 2 | La dinámica interna de la Tierra y el origen de la actividad sísmica 17**
 - El interior terrestre 17
 - La estructura interna de la Tierra obtenida mediante Sismología 19
 - Capas de la Tierra y deformación 23
 - La tectónica de placas 25
 - Las fallas y su clasificación 29
 - Movimiento de fallas: el origen de la actividad sísmica 32
 - Mendoza, zona sísmica 34
- 3 | La Sismología: el estudio de las ondas sísmicas 37**
 - Qué son las ondas sísmicas 37
 - Detección de ondas sísmicas: el sismógrafo 41
 - Hipocentros y mecanismos focales 42
 - El *tamaño* de un sismo: intensidad y magnitud 44
 - Réplicas, precursores y predicción de terremotos 48
- 4 | Efectos destructivos de los sismos 51**
 - El paso de las ondas sísmicas y su efecto sobre las construcciones 51
 - Efectos ambientales 53

5 | Las fallas activas de Mendoza 59
 Reconocimiento de fallas: técnicas de mapeo 59
 El mapa de fallas del Gran Mendoza 62
 Fallas activas en el resto de la provincia 66

6 | La historia sísmica de Mendoza 69
 Mendoza, 1782, el sismo «de Santa Rita» 72
 Mendoza, 1861, el evento más destructivo en la historia mendocina 72
 Uspallata, Las Heras, 1903 75
 Panquehua, Las Heras, 1917 75
 Costa de Araujo, Lavalle, 1920 76
 El Resguardo, Las Heras, 1927 76
 Las Malvinas, San Rafael, 1929 77
 Barrancas, Maipú–Luján de Cuyo, 1985 78
 Otros sismos 80
 Testimonios de habitantes 81

7 | Los terremotos y la sociedad 89
 Diferencia entre peligro y riesgo sísmico 89
 Medidas de prevención y mitigación 91
 Estimación del peligro sísmico en Mendoza 96

8 | Consecuencias y repercusiones de los sismos 99
 Las consecuencias económicas, sociales y políticas de la actividad sísmica 99
 El terremoto de 1861 y la transmisión de información científica a los tomadores de decisiones 102

Conclusión. Mendoza sísmica: ¿Cuánto sabemos?
 ¿Qué podemos hacer al respecto? 113

Bibliografía 117

Sobre los autores 133

Índice alfabético 135

Es una satisfacción personal muy grande tener la oportunidad de presentar a los lectores una obra realizada por un grupo de jóvenes investigadores de las ciencias geológicas que encuadra dentro de un marco simple, pero a su vez riguroso, los terremotos de Mendoza. Los autores, liderados por el Dr. José Mescua, un destacado conocedor de la estructura de la cordillera de los Andes y de los procesos que llevaron a su formación, vuelcan la experiencia adquirida a través de numerosos estudios para mejorar la comprensión de la sociedad de estos importantes fenómenos naturales que han moldeado a la ciudad y a sus habitantes a través de muchos años.

De forma amena, nos introducen en cómo se llegó al conocimiento actual de los terremotos a través de la historia, lo que nos transporta desde las explicaciones de la antigua Grecia hasta lo que sabemos hoy en día sobre ese gran sismo que en 1861 destruyó casi totalmente la ciudad de Mendoza.

Para que podamos adentrarnos en forma objetiva en los mecanismos que disparan los sismos, los investigadores presentan conceptos básicos que relacionan el movimiento de las placas terrestres con las rupturas superficiales de la corteza, las cuales atestiguan en forma directa los terremotos que llevaron a la formación actual del paisaje mendocino. Nos enseñan, además, cómo es posible apreciar la intensidad de los terremotos, sus diferentes tipos y el efecto destructivo de las ondas sísmicas.

Con este bagaje de conocimientos, somos transportados a la compleja estructura de fallas que rodea el Gran Mendoza y que pone al descubierto las numerosas rupturas que afectaron la superficie de esta parte del piedemonte. Así, podemos rápidamente tomar conciencia de la excepcional ubicación de la ciudad, enclavada en una de las zonas de mayor actividad neotectónica de nuestro país. Al observar la distribución de las fallas, nos

* Doctor en Ciencias Geológicas, investigador superior del Conicet y profesor titular emérito en la Universidad de Buenos Aires

es posible también advertir lo que los sismos representan en la historia geológica reciente y en el pasado histórico de Mendoza. Esta apreciación nos sirve para mirar el futuro y aprender sobre la peligrosidad sísmica de la región y el riesgo al que puede estar eventualmente expuesta si no aprehendemos las herramientas a las que podemos recurrir para disminuir esta vulnerabilidad sísmica.

A través de una breve recapitulación de los terremotos históricos producidos en los alrededores de Mendoza, los autores nos enseñan cómo sus habitantes han crecido y desarrollado su importante potencial agropecuario, industrial y energético, conviviendo con estos sismos. Los testimonios que incluyen nos muestran de qué modo se ha formado la *cultura sísmica* de los mendocinos y la importancia de ese conocimiento adquirido a través de varias generaciones para responder a los desafíos que presentan los terremotos para la sociedad.

Si el lector se conformase con aprender sobre la peligrosidad y vulnerabilidad de los sismos en Mendoza, el objetivo de la obra no estaría completo. Es por ello que en los últimos capítulos de ¡ESTÁ TEMBLANDO! disponemos de medidas de prevención y mitigación para poder convivir con la posibilidad de un terremoto y minimizar sus eventuales daños.

Sólo queda felicitar a los autores por su preocupación por enseñar a la sociedad qué son los sismos y cómo disminuir sus efectos, sobre la base de que un conocimiento objetivo de estos procesos es el mejor camino para aprender a comprender sus mecanismos y cohabitar con sus consecuencias.

Buenos Aires, 22 de setiembre de 2015

«¡ESTÁ TEMBLANDO!» En Mendoza, prácticamente todos hemos experimentado alguna vez la sensación de que el piso, que creíamos firme bajo nuestros pies, de repente comienza a moverse. También sabemos que a la hora de construir cualquier edificio u obra de ingeniería, tenemos que tener en cuenta la posibilidad de un temblor y tomar una serie de precauciones que en otras regiones del país no son necesarias. En este libro intentaremos profundizar este conocimiento, discutiendo qué sabemos sobre la actividad sísmica a partir de las investigaciones hechas por geólogos y sismólogos en Mendoza y en todo el mundo. Comencemos con algunas definiciones.

Un sismo es un movimiento brusco o sacudida del terreno producido por el paso de ondas sísmicas que se generan por una liberación de energía acumulada en la corteza terrestre. Distintos términos se utilizan para nombrar este fenómeno, como temblor, terremoto y seísmo, todos ellos sinónimos de sismo. En algunas regiones de América, se utiliza la palabra temblor para indicar movimientos sísmicos menores y terremoto para los de mayor intensidad.

El principal origen de los sismos es la liberación de energía potencial elástica acumulada en el plano de una falla activa. Una falla es una fractura en las rocas de la corteza terrestre que separa dos bloques rocosos que se desplazan el uno relativo al otro. Este proceso es un fenómeno natural originado en el funcionamiento interno de la Tierra que explicaremos en el capítulo 2 cuando veamos la teoría de tectónica de placas.

Los sismos también pueden ocurrir por causas no tectónicas, como los asociados a actividad volcánica, colapsos de cavernas, movimientos de ladera, e incluso algunos disparados por actividades humanas. Los seres humanos pueden generar temblores cuando realizan determinadas actividades que modifican el delicado estado de fuerzas en el que se encuentra la corteza terrestre. Por ejemplo, se conocen casos en los que la construcción de grandes embalses generó sismos debido al peso del agua que se colocó sobre la corteza. Otros casos de temblores originados por

los seres humanos se debieron a la detonación subterránea de explosivos atómicos, al bombeo de líquidos en las profundidades terrestres e incluso al colapso subterráneo de minas antiguas. En general, estos mecanismos generan sismos de baja magnitud denominados *microsismos*: pequeños temblores que sólo pueden ser detectados mediante el uso de instrumentos especiales como los sismógrafos. Sin embargo, se conocen algunos casos de sismos destructivos disparados por actividades humanas, como el ocurrido en 1967 en India debido al llenado de la represa de Koyna.

10 | En este libro nos enfocaremos en los sismos tectónicos, que constituyen la mayoría de los sucesos sísmicos destructivos. Como las condiciones geológicas que los producen son resultado de la dinámica de nuestro planeta, los sismos existen desde hace cientos de millones de años y continuarán existiendo en el futuro. Sus efectos destructivos pueden ser devastadores, como lo demuestran gran cantidad de eventos alrededor del mundo, incluido el terremoto de Mendoza de 1861.

Intentaremos explicar el conocimiento actual sobre las causas de los movimientos sísmicos y mostrar las diferentes técnicas que se utilizan para su estudio. Nos enfocaremos en la provincia de Mendoza para describir el conocimiento de su situación con respecto a la actividad sísmica: ¿cuánto sabemos y cuánto deberíamos saber? Por último, desarrollaremos algunos conceptos sobre el peligro sísmico y qué medidas pueden tomarse para disminuir el impacto en la sociedad de un terremoto.

Breve historia de las ideas sobre el origen de la actividad sísmica

La humanidad ha convivido siempre con la actividad sísmica. Desde principios del siglo XIX, se ha avanzado en el conocimiento científico sobre su origen y características.

1

Como mencionamos en la introducción y desarrollaremos en el capítulo 2, los temblores se originan en la liberación de energía producida por el movimiento de bloques de rocas a lo largo de grandes fracturas llamadas fallas. El descubrimiento de este hecho es relativamente reciente, ya que hasta finales del siglo XIX no se había logrado vincular a las fallas con los sismos. En cambio, una gran cantidad de teorías habían sido propuestas para explicar por qué la tierra podía, de repente, comenzar a moverse bajo nuestros pies.

Los registros más antiguos de eventos sísmicos que se conocen fueron realizados en China, durante el siglo XII antes de Cristo. En la región del Mar Mediterráneo y Medio Oriente, gran cantidad de documentos históricos hacen referencia a eventos sísmicos, los más antiguos del siglo XI antes de Cristo. Todas las civilizaciones antiguas tenían relatos míticos para explicar el origen de los sismos. En Japón, país de frecuente actividad sísmica, los coletazos de un gran pez llamado Namazu justificaban los temblores. En Escandinavia, una región actualmente poco sísmica pero que puede haber sido más activa en el pasado, existían dos mitos. Uno sostenía que un lobo gigante llamado Fenrir había sido encerrado y encadenado en las profundidades de las montañas. Cuando Fenrir aullaba, la tierra se estremecía violentamente y se fracturaba. Otro mito nórdico cuenta que el dios Loki, en castigo por la muerte del dios Baldr, fue encadenado al suelo con una serpiente que chorreaba veneno sobre su cabeza. Su esposa Sigyn se sentó con un cuenco junto a él para recoger