



Magnitud de un sismo

La magnitud de un sismo es un número que busca caracterizar el tamaño de un sismo y la energía sísmica liberada. Se mide en una escala logarítmica, de tal forma que cada unidad de magnitud corresponde a un incremento de raíz cuadrada de 1000, o bien, de aproximadamente 32 veces la energía liberada. Es decir que, un sismo de magnitud 8 es 32 veces más grande que uno de magnitud 7, 1000 veces más grande que uno de magnitud 6, 32,000 veces más grande que uno de magnitud 5, y así sucesivamente.

Cálculo de la magnitud

El cálculo de la magnitud es un proceso iterativo. La magnitud reportada inicialmente, tanto por el Servicio Sismológico Nacional (SSN) como por otras agencias internacionales (por ejemplo, el Servicio Geológico de Estados Unidos, USGS), es calculada por algoritmos computacionales de forma automática. Para que se tenga una estimación de manera expedita, estos algoritmos emplean pocos datos sismológicos. Además, el tipo de datos que se toman difiere entre las agencias, por lo que las metodologías utilizadas en el cálculo de la magnitud también difieren (ver [Tipos de magnitud](#)). Esta es la razón por la que los valores preliminares de magnitud son diferentes entre las agencias.

Tras unos minutos de haber ocurrido el sismo, se cuenta con un mayor número de datos sismológicos (i.e., sismogramas registrados en las redes de observación). Entonces, un analista experimentado se da a la tarea de obtener una nueva estimación de magnitud. Este valor sigue siendo de carácter preliminar, pues aún no se cuenta con el total de los datos registrados. Por otro lado, existen también metodologías que requieren de menor tiempo de cómputo y de menor cantidad de datos, por lo que son utilizadas para una determinación manual rápida.

Finalmente, cuando se dispone de la mayoría de los datos y con más tiempo de cómputo, se revisa nuevamente la estimación de la magnitud para reportar entonces la magnitud final del sismo. En general, los valores finales de magnitud que reportan las diversas agencias coinciden; sin embargo, pueden existir pequeñas diferencias debido al tipo de datos que se usan.

Magnitud reportada por el SSN

Existen varios Tipos de magnitud. Estos se diferencian entre sí por los datos y la metodología empleados. En general, el SSN reporta Magnitud de coda, M_c , para sismos de magnitud menor de 4.5. Para sismos mayores de 4.5, con epicentros en Guerrero, se usan la Magnitud de energía, M_E , y magnitud de amplitud, M_A , para México. Para sismos de magnitud mayor de 4.5, en general, se reporta la Magnitud de momento, M_w . Ésta puede ser calculada a partir de dos métodos, por lo que se puede llegar a valores distintos de magnitud M_w , distinguiéndolas como M_{ww} y M_{wr} . En el apartado de Tipos de magnitud se detallan los pormenores de cada tipo de magnitud empleada en el SSN.

Tipos de magnitud

Magnitud local, M_L

La magnitud local es la que normalmente se conoce como **magnitud Richter**. La magnitud Richter fue propuesta por Charles F. Richter en 1935. Inicialmente fue empleada para calcular magnitudes de sismos que ocurrían en California y que eran registrados en un tipo de instrumentos específicos. Esta escala ha sido calibrada para poder ser usada en diferentes partes del mundo y usando registros de otros instrumentos. Sin embargo, por limitaciones intrínsecas al tipo de datos sismológicos que emplea, esta escala ya no es usada y ha sido remplazada por otras escalas de magnitud más robustas y generales, como la de Magnitud de momento, M_w . Es importante precisar que, de no ser explicitado por la agencia que determine la magnitud de un sismo, no se debe implicar que dicha magnitud corresponde a la escala de Richter. Por ejemplo, los valores de magnitud que reporta el SSN u otras agencias internacionales, como el USGS, no son empleando dicha escala de magnitud.

Magnitud de coda, M_c

Esta magnitud se obtiene a partir de la duración del registro sísmico (i.e., del sismograma). La coda de un sismograma corresponde a la parte tardía de la señal que decrece monotónicamente conforme pasa el tiempo hasta alcanzar su nivel original, previo al sismo. La duración de la coda es proporcional al tamaño del sismo, aunque puede verse afectada por otros factores, como lo es la naturaleza del suelo en el que se encuentra la estación. REF: Suteau y Whitcom (1979).

Magnitud de ondas de cuerpo, m_B

Su valor se obtiene a partir de la amplitud máxima, observada en los sismogramas, de las ondas de cuerpo (e.g., las ondas P) con períodos

de oscilación de 1 segundo. Un problema de esta magnitud es que se satura a magnitudes de 6.5 - 6.8; es decir, no es posible determinar m_B para sismos con magnitud superior a estos valores.

Magnitud de ondas superficiales, M_s

Su valor se obtiene a partir de la amplitud máxima, observada en los sismogramas, de las ondas superficiales (por lo general ondas de Rayleigh) con períodos de oscilación entre 18 y 22 segundos. Esta escala permite determinar magnitudes de sismos más grandes, pero también sufre una saturación cuando se trata de sismos con magnitudes mayores de 8.3 - 8.7.

Magnitud de momento, M_w

Esta magnitud se determina a partir del momento sísmico, que es una cantidad proporcional al área de ruptura (i.e., al tamaño de la falla geológica que rompió) y al deslizamiento que ocurra en la falla. Su estimación es compleja y puede llevarse a cabo empleando diversos métodos y tipos de datos. En general, su cálculo requiere, por lo menos, de los primeros 15 minutos después de ocurrido el evento sísmico en el caso de que se empleen datos locales (i.e., a escala nacional), pero puede requerir hasta 30 minutos si se emplean datos de estaciones lejanas (i.e., a escala mundial). Esta magnitud es la más robusta; a diferencia de M_L , m_B y M_s , la escala M_w no se satura, por lo que hoy en día es la más confiable y la más usada por las agencias dedicadas a la detección de sismos. También es la magnitud más usada por científicos para comparar los tamaños entre sismos. REFS: Kanamori (1977); Hanks y Kanamori (1979).

Magnitud de energía, M_e

La magnitud de energía es proporcional a la energía que irradió el sismo en forma de ondas sísmicas. Para un sismo dado, este valor puede ser diferente al determinado para M_w , pues M_e cuantifica un aspecto diferente del sismo. Su cálculo es laborioso, por lo que generalmente esta magnitud no es reportada por las agencias durante los primeros días de sucedido el sismo. REF: Choy y Boatwright (1995).

Magnitud de energía, M_E , y magnitud de amplitud, M_A , para México

Para sismos de magnitudes mayores de 4.5 y cuyo epicentro haya tenido lugar en las costas de Guerrero, se tienen calibradas dos tipos de magnitud usando una sola estación, por lo que su estimación es muy rápida. M_E se basa en un cálculo simple de la energía irradiada y M_A en la amplitud máxima observada en el registro de la estación sismológica ubicada en Ciudad Universitaria de la UNAM. Estas estimaciones son consideradas preliminares pues se obtienen sólo con un dato sismológico. REF: Singh y Pacheco (1994).

Referencias

Choy, G. y J. Boatwright, Choy, Global patterns of radiated seismic energy and apparent stress, *J. Geophys. Res.*, **100**, doi:10.1029/95JB01969, 1995.

Hanks, T.C. y H. Kanamori, Moment magnitude scale, *J. Geophys. Res.*, **84**, 2348-2350, 1979.

Kanamori, H., The energy released in earthquakes, *J. Geophys. Res.*, **82**, 2981-2987, 1977.

Richter, C.F., An instrumental earthquake magnitude, *Bull. Seismol. Soc. Am.*, **25**, 1-32. 1935.

Singh, S.K.S. y J.F. Pacheco, Magnitude determination of Mexican earthquakes, *Geofísica Internacional*, **33**-2, 189-198, 1994.

Suteau, A.M. y J. H. Whitcomb, A local earthquake coda magnitude and its relation to duration, moment M_0 , and local Richter magnitude M_l , *Bull. Seismol. Soc. Am.*, **69**, 353-368, 1979.