

Determinación automática del Tensor Momento Sísmico (TMS) en el Instituto Geográfico Nacional

El Tensor Momento Sísmico (TMS) es en la actualidad la mejor forma de representación de la fuente de un terremoto. Contiene información del tamaño del sismo así como de los parámetros geométricos de la falla responsable.

Es el TMS un tensor simétrico, de segundo orden, cuyas componentes están relacionadas con la situación de los esfuerzos en la región focal y representa de forma general el proceso físico en el foco del terremoto, Gilbert (1970), Backus y Mulcahy (1976). La determinación mediante un proceso de inversión del TMS M_{kj} partiendo de los sismogramas observados $d_s(t)$, se fundamenta en la linealidad entre el TMS y la convolución entre la derivada de la función de Green $G_{sk,j}$ y la función temporal en la fuente $s(t)$:

$$d_s(t) = M_{k,j} [G_{sk,j}(t) * s(t)]$$

Calculado el TMS, conocemos mediante su descomposición, Jost y Herrmann (1979), los parámetros geométricos del plano de falla (su mecanismo focal) y el momento sísmico escalar M_0 , que está directamente relacionado con las dimensiones de la fractura, Aki (1966):

$$M_0 = \mu A \Delta u$$

donde μ es el módulo de rigidez, Δu el valor medio de la dislocación y A el área de ruptura. La magnitud momento M_w es una magnitud ligada directamente con el momento sísmico, y por lo tanto la mejor representante del tamaño de la fuente sísmica. Definida por Hanks y Kanamori (1979) se calcula según la relación:

$$M_w = \frac{2}{3} \log M_0 - 10.7$$

El proceso de cálculo automático implementado en el Instituto Geográfico Nacional, está basado en el método de Dreger y Helmberger (1993), desarrollado por Douglas Dreger para Berkeley Seismological Laboratory. Esta adaptación y los resultados del periodo de prueba se encuentran descritos en [Rueda y Mezcua \(2005\)](#) y responden al siguiente esquema:

- Se ha formado previamente una biblioteca de funciones de Green y sus derivadas, de uso rápido, para distancias de 40 a 800 km cada 5 km y para profundidades de 0 a 150 km cada 3 km en dos regiones que encierran el área de la Península Ibérica y Canarias respectivamente, partiendo de los modelos simples estratificados de corteza que se usan en la localización. En su generación se ha utilizado el software desarrollado por Chandan Saikia de URS Corporation, Saikia (1994).

- Una vez detectado y localizado un terremoto de magnitud superior a 3,5 mbLg, localizado en el interior de cualquiera de las dos regiones de interés, el proceso se inicia automáticamente con el filtrado de las formas de onda del terremoto completo en las tres componentes de cada estación y las correspondientes derivadas de las Funciones de Green para cada distancia epicentral y para todas las profundidades.

	Filtro
mbLg > 3,5	0,02 – 0,10 Hz
5,0 > mbLg ≥ 3,5	0,02 – 0,05 Hz
mbLg ≥ 5,0	0,01 – 0,05 Hz

- La bondad de la inversión se cuantifica mediante el término reducción de la varianza RV que está definido por:

$$RV = \left[1 - \sum_{i=1}^n \sqrt{\frac{(d_i - D_i)^2}{d_i^2}} \right] 100$$

- Se elige como solución final la de aquella inversión que obtiene un valor de RV más alto. Cuando RV es mayor del 50% se considera el resultado como válido y se publica de forma inmediata en esta página WEB. La profundidad que corresponde a las Funciones de Green utilizadas en esa inversión es considerada la profundidad del centroide, o lugar promedio del desarrollo de toda la fuente sísmica, a diferencia de la profundidad determinada en la localización hipocentral que refleja únicamente la situación del inicio de la ruptura.

- Mediante el proceso de descomposición del TMS se obtienen los parámetros de los planos de falla del mecanismo focal, el momento sísmico escalar M_0 y como consecuencia la magnitud momento M_w .

- El resultado de todo el procesamiento automático y su inclusión en esta página WEB se produce 3 minutos después de que se haya obtenido la localización hipocentral.

Referencias

Aki, K. (1966). Generation and propagation of G waves from the Niigata earthquake of June 16, 1964. Part 2. Estimation of earthquake moment, released energy, and stress-strain drop from the G wave spectrum. Bull. Earthquake Res. Inst. **44**, 73-88.

Backus, G. y M. Mulcahy (1976). Moment tensors and other phenomenological descriptions of seismic sources - I. continuous displacements. Geophys. J. R. Astr. Soc. **46**, 341-361.

Dreger, D. y D. Helmberger (1993). Determination of source parameters at regional distances with three-component sparse network data. J. geophys. Res. **98**, 8107-8125.

Gilbert, F. (1970). Excitation of the normal modes of the earth by earthquake sources. Geophys. J. R. Astr. Soc. **22**, 223-226.

Hanks, T.C. y H. Kanamori (1979). A moment magnitude scale. J. geophys. Res. **84**, 23480-23500.

Jost, M.L. y R.B. Herrmann (1989). A student's guide to and review of moment tensors. Seismol. Res. Lett. **60**, 37-57.

[Rueda, J. y J. Mezcua \(2005\):](#) Near-real-time seismic moment-tensor determination in Spain. Seismol. Res. Lett. **76**, 455-465.

Saikia, C.K. (1994). Modified Frequency-wavenumber algorithm for regional seismograms using Filon's quadrature: Modelling of Lg waves in eastern North America. Geophys. J. Int. **118**, 242-255.

