

Guía 4: Leyes de escala

Parte 2: Leyes de escala en sismología

Cátedra: Prof. Ana María Llois - Depto. Física, FCEyN, UBA.

Objetivo general: Esta práctica tiene como objetivo el análisis de relaciones no-lineales mediante el uso de leyes de escala en el estudio de terremotos.

Introducción

Los terremotos son fenómenos muy complejos. En particular, el *momento sísmico* es una medida del tamaño del sismo en función de las propiedades físicas de la roca y de las dimensiones del área de ruptura, de manera que permite comparar sismos entre sí.

Las relaciones entre el momento sísmico de un terremoto, su duración y parámetros de las zonas de ruptura (tales como su longitud, superficie o ancho) proporcionan información sobre la mecánica de las fallas en el interior de la Tierra. Esto motiva a los investigadores a estudiar cómo se vinculan estas magnitudes y en muchos casos han observado que la relación entre las variables sigue una ley de potencias [1–3]

$$Y = Y_0 X^b \quad (\text{A1})$$

donde X e Y son variables asociadas al terremoto, mientras que Y_0 y b son constantes que caracterizan la relación.

Actividad

Se propone trabajar con dos conjuntos de datos (series I y II):

1. el primer conjunto (serie I) corresponde a datos reportados de momento sísmico M_0 y duración de terremotos τ ocurridos en México entre 1965 y 1998 [2]. Se sospecha que los datos siguen una ley de la forma

$$M_0 = A\tau^B \quad (\text{A2})$$

donde $B = 3$.

El archivo **serieI.dat** tiene 4 columnas de datos con el siguiente orden: τ (s), Error de τ (s), M_0 (dina cm), Error de M_0 (dina cm). En el archivo **serieI.pdf** se detallan los datos de los terremotos.

2. el segundo conjunto (serie II) corresponde a datos de momento sísmico M_0 y área de fractura S de terremotos históricos mundiales entre 1906 y 1981 [3, 4]. En este caso se cree que los datos siguen una ley de la forma

$$M_0 = C S^D \quad (\text{A3})$$

con $D = \frac{3}{2}$.

El archivo **serieII.dat** tiene 4 columnas de datos con el siguiente orden: S (km²), Error de S (km²), M_0 (dina cm), Error de M_0 (dina cm). En el archivo **serieII.pdf** se especifican la información de los terremotos.

Análisis:

1. Graficar (ambas magnitudes con sus incertezas)
 - i. τ y M_0 (serie I)
 - ii. S y M_0 (serie II)

Observando los gráficos que construyó, analice la dependencia de las variables entre sí y discuta la posibilidad de realizar un ajuste lineal.

2. Repetir los gráficos del ítem 1, pero esta vez utilizando el logaritmo de las variables. Observando los nuevos gráficos que construyó, ¿qué dependencia existe entre las variables en esta nueva representación? En caso de observar linealidad, realice un ajuste lineal y estime los parámetros de las leyes de potencias.

Sugerencia: para realizar la regresión lineal coloque como variable Y aquella variable con mayor error relativo.

Referencias

- [1] W. Lowrie y A. Fichtner, *Fundamentals of geophysics*, Cambridge university press (2007).
- [2] S. K. Singh, J. Pacheco, M. Ordaz y V. Kostoglodov, *Source time function and duration of Mexican earthquakes*, Bulletin of the Seismological Society of America **90** (2), 468-482 (2000).
- [3] D. L. Wells, y K. J. Coppersmith, *New empirical relationships among magnitude, rupture length, rupture width, rupture area, and surface displacement*, Bulletin of the seismological Society of America **84** (4), 974-1002 (1994).
- [4] T. C. Hanks, y W. H. Bakun, *A bilinear source-scaling model for M -log A observations of continental earthquakes*, Bulletin of the Seismological Society of America **92** (5), 1841-1846 (2002).