

Tarea 2

Efectos Locales y Caracterización de la Amenaza Sísmica

PREGUNTA 1 (30 ptos)

El objetivo de esta pregunta es que usted se familiarice con las ecuaciones predictoras del movimiento sísmico (GMPE) y con asociar sus resultados a probabilidades de excedencia. Para ello, vamos a utilizar la GMPE de Youngs et al. (1997) para zonas de subducción. Esta serie de ecuaciones fue desarrollada a partir de datos de movimiento fuerte registrados en las zonas de subducción de Alaska, Chile, la región de Cascadia en EE.UU, Japón, México, Perú, y las Islas Salomón. Las ecuaciones propuestas por Youngs et al. son las siguientes:

Para sitios en roca:

$$\ln(y) = 0.2418 + 1.414M_w + C_1 + C_2(10 - M_w)^3 + C_3 \ln(r + 1.7818e^{0.554M_w}) + 0.00607 H + 0.3846Z_T$$

$$\sigma_{\ln Y} = C_4 + C_5 M_w$$

Para sitios en suelo:

$$\ln(y) = -0.6687 + 1.438M_w + C_1 + C_2(10 - M_w)^3 + C_3 \ln(r + 1.097e^{0.617M_w}) + 0.00648 H + 0.3643Z_T$$

$$\sigma_{\ln Y} = C_4 + C_5 M_w$$

La Tabla 7.4 de Villaverde (2009), en la página siguiente, contiene información acerca de qué significa cada parámetro, además de los valores para los coeficientes C_i .

Con esta información, se pide:

- 1) Graficar el PGA promedio esperado para un terremoto tipo interplaca (“*interface earthquake*”) vs la distancia r , con las siguientes consideraciones:
 - a. Utilice una profundidad focal de 37 km
 - b. Haga 3 figuras separadas considerando las siguientes magnitudes $M_w = \{7.0; 8.0; 8.8\}$
 - c. En cada de las figuras de la parte b, incluya dos curvas: una para roca y otra para suelo
 - d. Para sus 3 gráficos utilice escala logarítmica para ambos ejes
 - e. Utilice valores de r variando desde 10 a 500 km, con incrementos $\Delta r = 1.0 \text{ km}$.
 - f. Compare sus resultados y comente
- 2) Repita el proceso anterior, pero esta vez grafique la aceleración espectral promedio para $T_n = 2.0$ segundos y $\xi = 5\%$
- 3) Para una distancia de 20 km, una profundidad focal de 37 km, y una magnitud $M_w = 8.8$ calcule el valor del PGA que tiene una probabilidad de excedencia del 5%, tanto para roca como para suelo. Es decir, el valor de x tal que $P(PGA \geq x | M = 8.8, R = 20 \text{ km}) = 5\%$. Compare sus resultados con el PGA del registro de Concepción de la Tarea 1. Comente.

TABLE 7.4

Youngs, Chiou, Silva, and Humphrey's Attenuation Equations and Regression Coefficients for Subduction Zone Earthquakes to Estimate Horizontal Peak Ground Acceleration and Acceleration Response Spectrum Ordinates for 5% Damping (Valid for $M_w \geq 5.0$ and $10 \leq r \leq 500$ km)

For ground motions on rock:

$$\ln y = 0.2418 + 1.414M_w + C_1 + C_2(10 - M_w)^3 + C_3 \ln[r + 1.7818 \exp(0.554 M_w)] + 0.00607H + 0.3846Z_T \sigma_{\ln y} = C_4 + C_5 M_w$$

Period (s)	C_1	C_2	C_3	C_4^*	C_5^*
0	0.00	0.00	-2.552	1.45	-0.1
0.075	1.275	0.00	-2.707	1.45	-0.1
0.1	1.188	-0.0011	-2.655	1.45	-0.1
0.2	0.722	-0.0027	-2.528	1.45	-0.1
0.3	0.246	-0.0036	-2.454	1.45	-0.1
0.4	-0.115	-0.0043	-2.401	1.45	-0.1
0.5	-0.40	-0.0048	-2.360	1.45	-0.1
0.75	-1.149	-0.0057	-2.286	1.45	-0.1
1.0	-1.736	-0.0064	-2.234	1.45	-0.1
1.5	-2.634	-0.0073	-2.160	1.50	-0.1
2.0	-3.328	-0.0080	-2.107	1.55	-0.1
3.0	-4.511	-0.0089	-2.033	1.65	-0.1

For ground motions on soil:

$$\ln y = -0.6687 + 1.438M_w + C_1 + C_2(10 - M_w)^3 + C_3 \ln[r + 1.097 \exp(0.617 M_w)] + 0.00648H + 0.3643Z_T \sigma_{\ln y} = C_4 + C_5 M_w$$

Period (s)	C_1	C_2	C_3	C_4^*	C_5^*
0	0.00	0.00	-2.329	1.45	-0.1
0.075	2.400	-0.0019	-2.697	1.45	-0.1
0.1	2.516	-0.0019	-2.697	1.45	-0.1
0.2	1.549	-0.0019	-2.464	1.45	-0.1
0.3	0.793	-0.0020	-2.327	1.45	-0.1
0.4	0.144	-0.0020	-2.230	1.45	-0.1
0.5	-0.438	-0.0035	-2.140	1.45	-0.1
0.75	-1.704	-0.0048	-1.952	1.45	-0.1
1.0	-2.870	-0.0066	-1.785	1.45	-0.1
1.5	-5.101	-0.0114	-1.470	1.50	-0.1
2.0	-6.433	-0.0164	-1.290	1.55	-0.1
3.0	-6.672	-0.0221	-1.347	1.65	-0.1
4.0	-7.618	-0.0235	-1.272	1.65	-0.1

y = spectral acceleration or peak ground acceleration divided by g .

$\sigma_{\ln y}$ = standard deviation of logarithm of ground motion parameter y .

M_w = moment magnitude.

r = closest distance to rupture zone in km (see Figure 7.10).

H = focal depth in kilometers.

Z_T = source-type indicator = 0 for interface earthquakes; = 1 for intraslab earthquakes.

*Standard deviation for magnitude greater than 8 is equal to the value for magnitude equal to 8.

PREGUNTA 2 (20 ptos)

El objetivo de esta pregunta es estimar los parámetros para la relación de recurrencia no acotada entre la tasa anual promedio λ_m y la magnitud m . Para ello utilice el catálogo de terremotos del USGS (<https://earthquake.usgs.gov/earthquakes/search/>) y descargue todos los terremotos que hayan en el catálogo desde el 01-01-1950 hasta el 13-04-2022 para el área delimitada por las coordenadas [N: -25 ; S: -36 ; E: -70 ; W: -74] que tengan magnitud igual o mayor a 4.0 y menores a 10. Las coordenadas las puede especificar en el menú “Advanced Options” de la página. En “Output Options” elija CVS, de modo de que pueda leer los resultados utilizando MS EXCEL.

- 1) Para cada terremoto del catálogo, calcule el número de terremotos N_m que exceden o igualan su magnitud m , para todo el rango de magnitudes de los datos. (Esto se puede hacer muy rápido en Excel copiando la columna de magnitudes, eliminando sus valores duplicados y luego utilizando la función COUNTIF o CONTAR.SI)
- 2) Haga una regresión lineal entre $\log(N_m)$ y m (considere solo los puntos dados por los terremotos del catálogo).
- 3) Calcule el periodo de tiempo Δt que cubren los datos
- 4) Calcule la tasa anual de recurrencia y su ecuación no acotada a partir de la regresión del punto 2 como $\lambda_m = \hat{N}_m / \Delta t$, donde \hat{N}_m es el estimador de N_m dado por la regresión lineal.
- 5) Grafique $\log(\lambda_m)$ vs m para los datos del punto 1. En el mismo gráfico, grafique los resultados de la ecuación no acotada del punto 4.
- 6) Comente sus resultados.

PREGUNTA 3 (50 pts)

- (20 pts) Calcule la función de densidad de probabilidad (PDF) de la distancia a la fuente $f_R(r)$ correspondiente al caso 3 para una fuente lineal, discutido en clases.
- (2 pts) Para la falla de la Figura 1, calcule la magnitud máxima posible M_{max} que la falla es capaz de generar utilizando las relaciones para fallas tipo strike-slip de la Tabla 4-1 de Kramer (1996) de la tarea anterior.
- (3 pts) Utilizando las relaciones de la Tabla 4-1 de Kramer (1996) de la tarea anterior, calcule los largos de ruptura promedio asociados a $0.95M_{max}$, $0.85M_{max}$, $0.80M_{max}$, y $0.70M_{max}$.
- (5 pts) En un mismo gráfico, grafique $f_R(r)$ vs r para el sitio de la Figura 1, utilizando los distintos largos de ruptura calculados en la parte c. Para cada curva, indique en la leyenda del gráfico la magnitud asociada. Comente.
- (20 pts) Para el caso con el largo de ruptura asociado a $0.70M_{max}$ aproxime $f_R(r)$ numéricamente utilizando histogramas de acuerdo al método visto en clases. Se pide aproximar $f_R(r)$ utilizando 3 discretizaciones distintas para la falla: $\Delta x = \{0.1 \text{ km}; 1 \text{ km}; 2 \text{ km}\}$ y 3 agrupaciones distintas de la distancia para categorizar los casilleros del histograma $\Delta R = \{1 \text{ km}, 2.5 \text{ km}, 5 \text{ km}\}$. En un mismo gráfico, grafique $f_R(r)$ contra r para las 3 discretizaciones de distancia e incluya también el resultado analítico de la parte c (es decir, debe generar 3 gráficos: 1 para cada agrupación de ΔR que contenga los resultados para las 3 discretizaciones de Δx). Comente sus resultados.

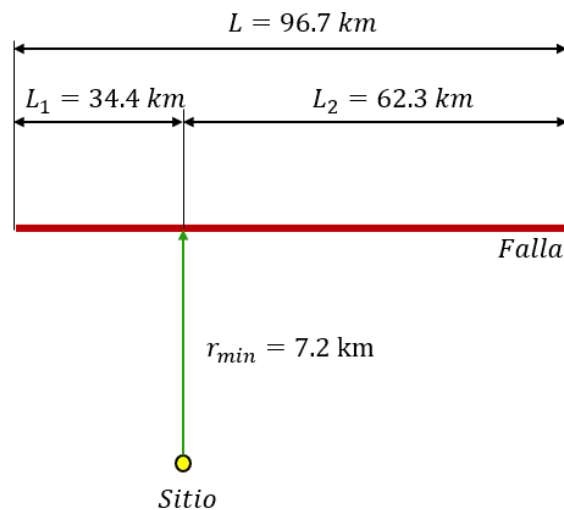


Figura 1: Mapa del sitio en estudio