

Clase Práctica 2: Localización y magnitudes de terremotos.

Localización

1. En figura 2 están las componentes verticales y horizontales de sismogramas de cuatro estaciones que registran un sismo local. Las ubicaciones de las estaciones están mostradas en la figura 3.

(a) La única información sobre la estructura de velocidad en la región es datos de tiempos de llegada para un perfil sísmico mostrado en el mapa. Localice el epicentro de este terremoto usando los tiempos de llegada $S - P$ de las estaciones DNY, WHR y WCN, y revise su localización usando el sismograma de la estación KVN. Asuma que la corteza es un sólido de Poisson.

(b) ¿Qué se puede decir sobre la profundidad del sismo?

(c) Para la ubicación de un terremoto global, ¿cómo cambiará el método mostrado aquí?

Dist. (km)	Tiempo (s)	Tiempo (s)	Dist. (km)	Tiempo (s)	Tiempo (s)
5	0.79	-	141	22.07	23.42
10	1.57	-	157	24.72	25.37
15	2.34	-	163	25.42	26.13
20	3.11	-	181	28.40	-
30	4.69	-	196	30.63	-
42	6.59	-	210	32.05	33.07
57	8.89	-	222	33.67	35.02
70	10.87	-	235	35.17	37.07
87	13.59	-	247	36.85	38.96
92	14.49	-	258	38.16	40.69
108	16.93	-	270	39.59	42.65
114	17.95	19.93	293	42.45	46.36
127	19.87	21.62	300	43.24	-

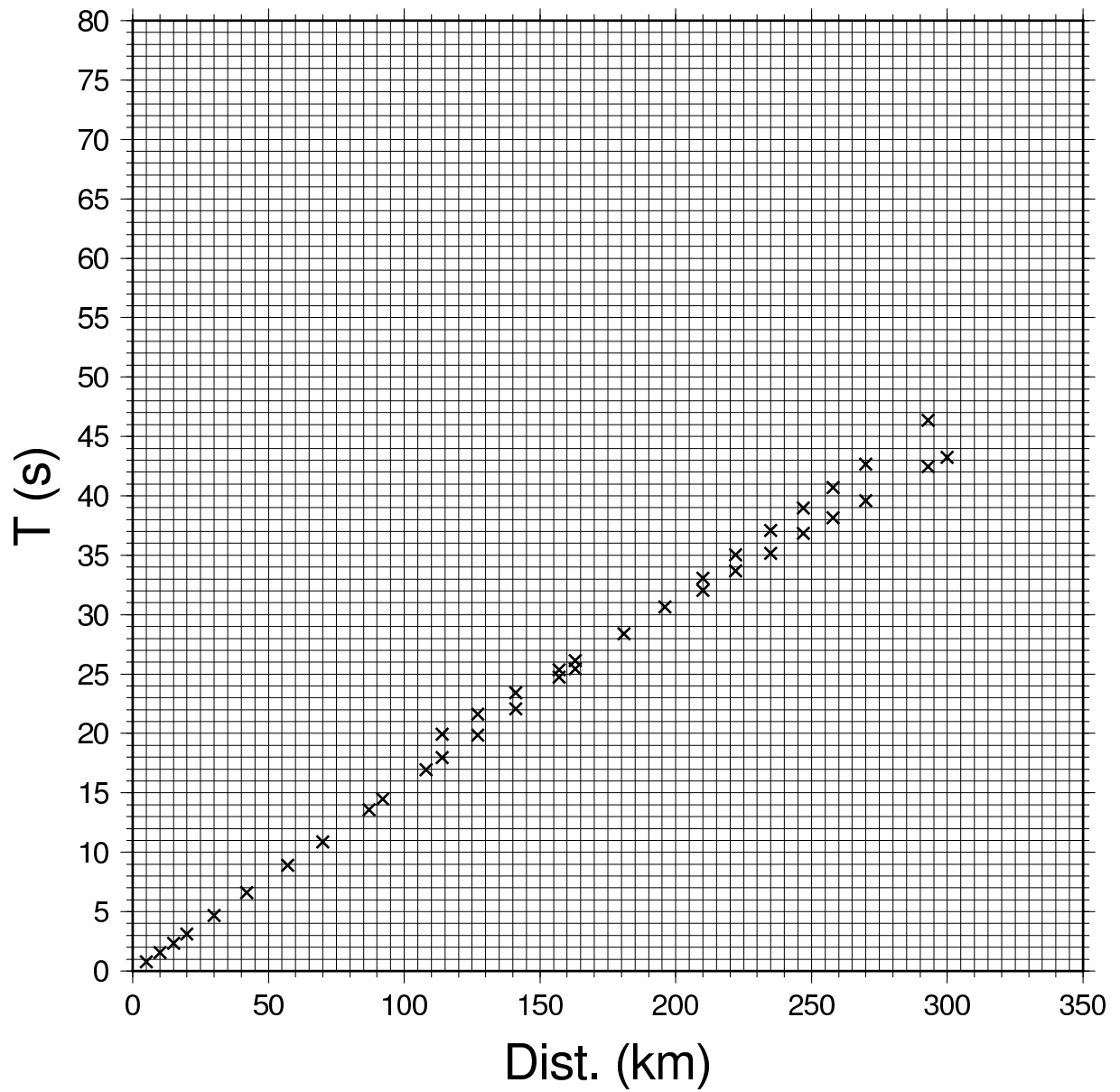


Fig 1: Los datos del tiempo de llegada en el perfil sísmico.

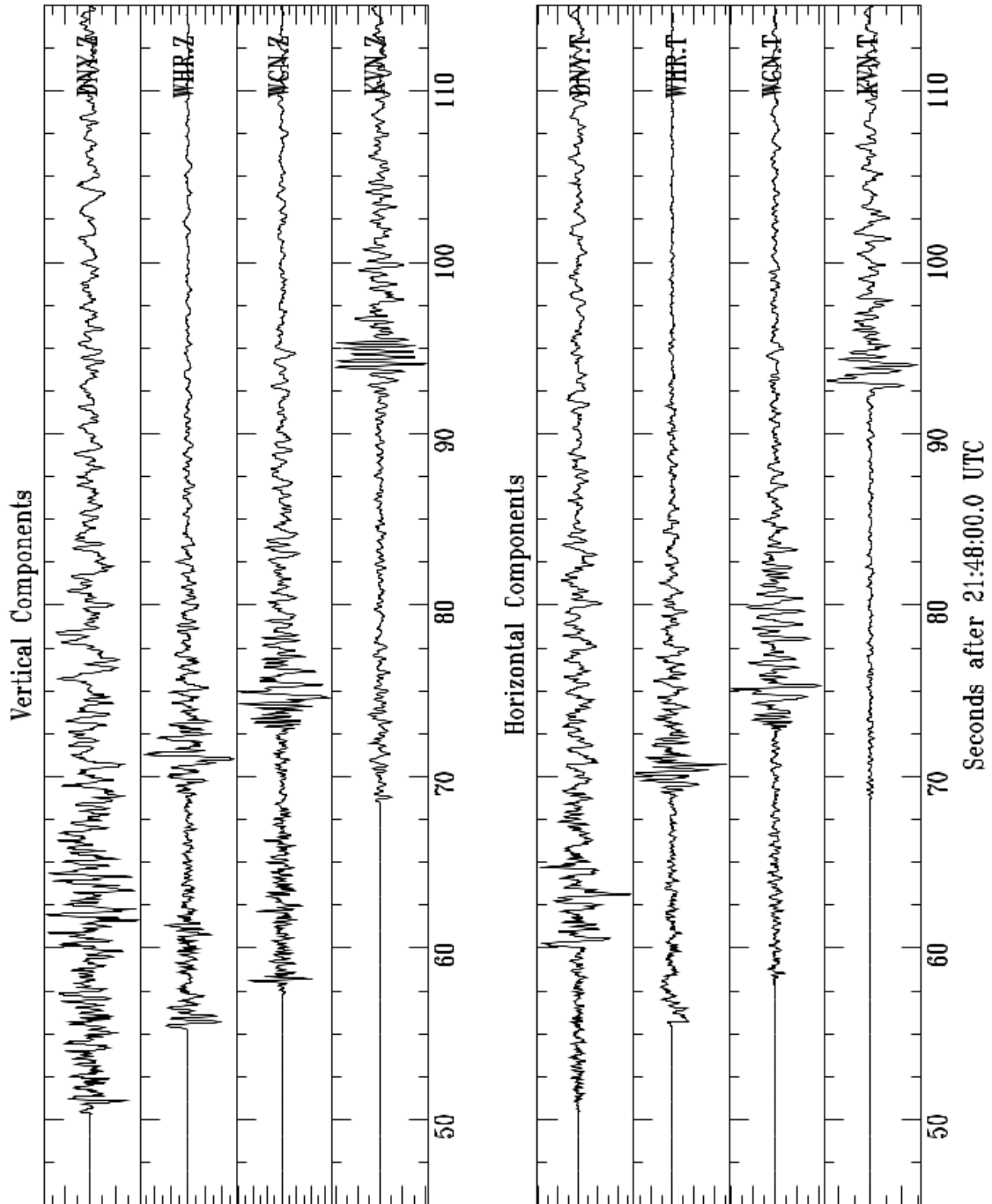


Fig 2: Sismogramas para la pregunta 1.

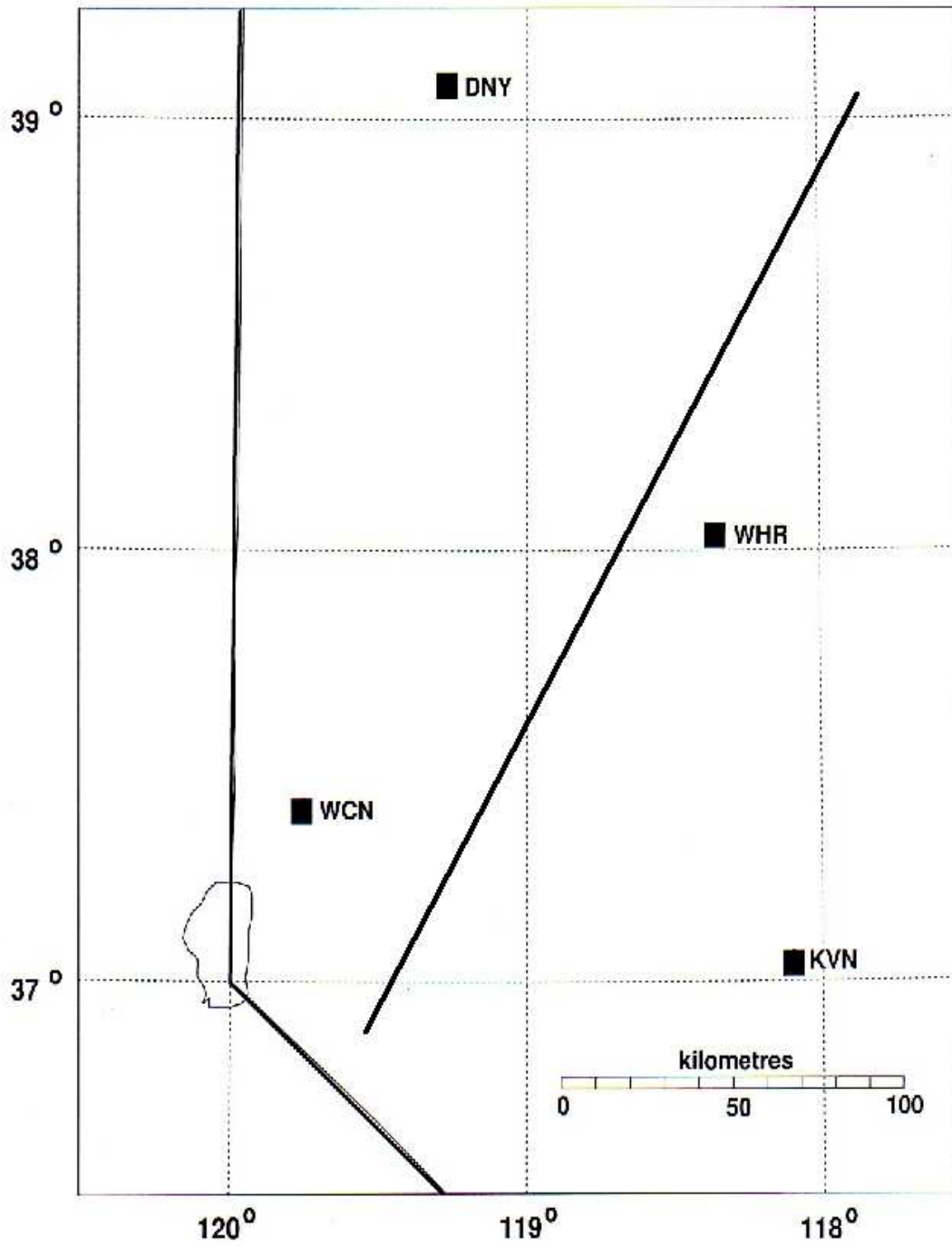


Fig 3: El mapa de las estaciones en la pregunta 1.

Magnitud

La primera escala para magnitudes de terremotos era la escala de Richter (Charles Richter, 1936). Esta escala estaba basada en la amplitud de las ondas sísmicas registradas en un sismómetro Wood-Anderson. La escala es logarítmica, entonces un aumento de uno en la magnitud corresponde a un aumento de 10 en la amplitud del movimiento del suelo.

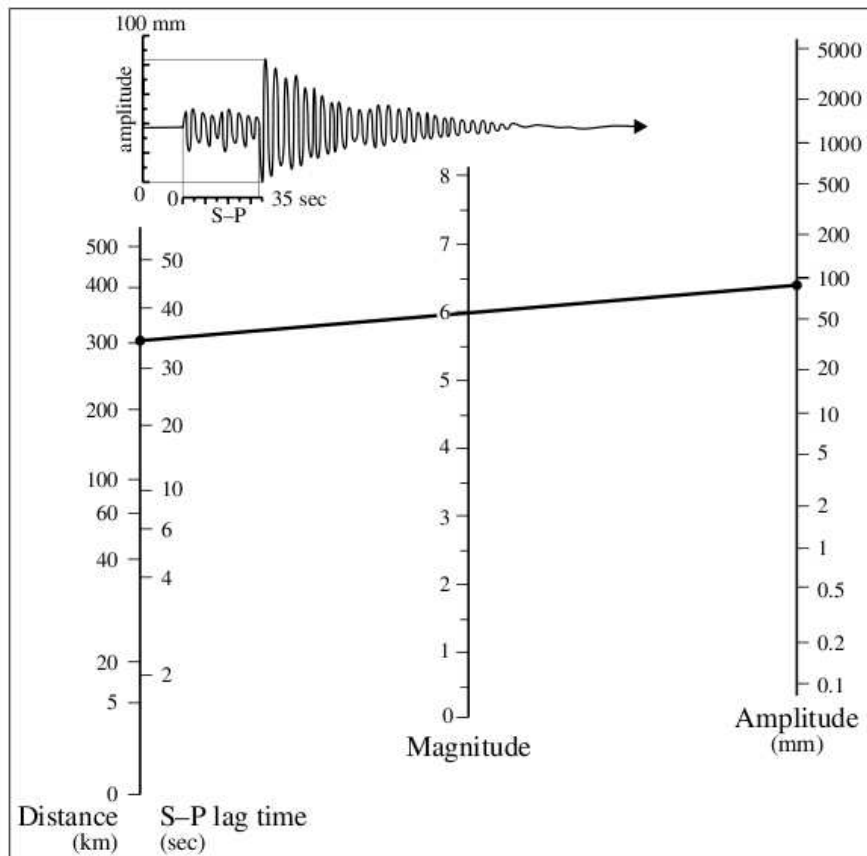


Fig 4: Una manera gráfica para determinar la magnitud Richter de un terremoto. Noten que lo que mide acá es la amplitud máxima, peak to peak, de la traza de un instrumento Wood-Anderson. La escala esta en milímetros y represente el desplazamiento del lápiz de este instrumento sobre su tambor de papel.

Del trabajo de Richter, una fórmula aproximada (Bullen & Bolt, 1985) fue derivada para magnitud local (M_L):

$$M_L = \log_{10} A + C_1 \log_{10} \Delta - C_2 \quad (1)$$

dónde A es la amplitud máxima del suelo en 10^{-6} m y Δ es la distancia en km. C_1 y C_2 son constantes que dependen de la región de estudio. Esta formula es aproximadamente válida para $10 < \Delta < 600$ km. Estimaciones individuales de M_L varían debido al patrón de radiación de las ondas del terremoto (mecanismo focal), pero el promedio de varias estaciones generalmente da una estimación estable. M_L es en efecto el equivalente moderno de la magnitud de Richter.

2.

(a) Use la figura 4 para determinar la magnitud Richter del siguiente terremoto.

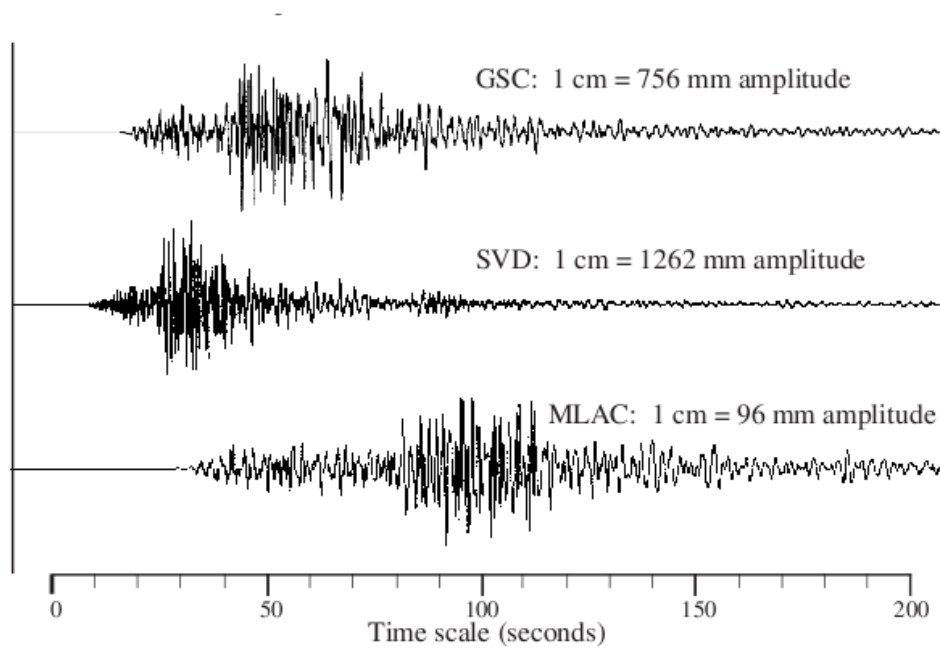


Fig 5: Tres sismogramas (terremoto de Northridge, CA, 1994), señal modificada para estar la señal hipotética que registrará un sismómetro Wood-Anderson (polos y ceros ... ver el curso de Análisis de Datos Sismológicos).

(b) A veces, las magnitudes del mismo sismo en Chile varían entre los catálogos del Servicio Sismológico de Chile, y del IRIS GSN (Global Seismic Network). De razones del por qué sucede eso.

3.

(a) La figura 6 muestra el terremoto de Maule, 2010, registrado en Colegio Concepción, San Pedro (CCSP). Estime su magnitud Richter basada en este sismograma.

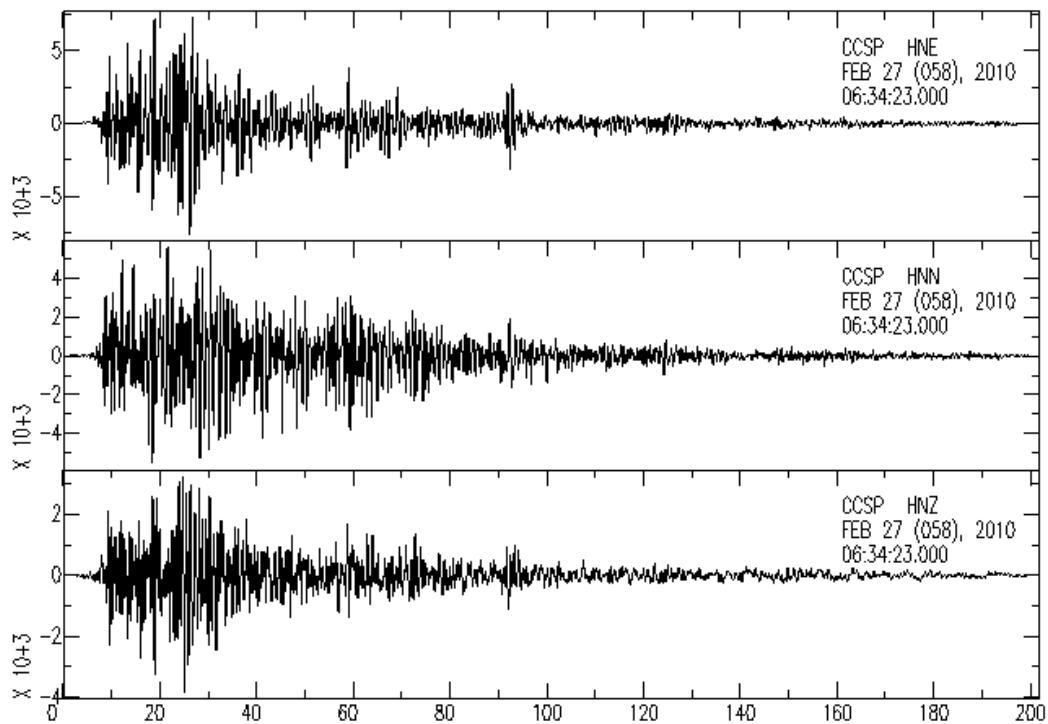


Fig 6: Sismograma Maule 2010, registrado en CCSP. Señal hipotética de un sismómetro Wood-Anderson (escala vertical es desplazamiento del equipo en mm, escala horizontal es el tiempo en segundos).

(b) La figura 7 muestra el mismo terremoto registrado en la estación CHCA.

Una escala de magnitud para sismología global es la magnitud de ondas de superficie (M_S), que es definida por:

$$M_S = \log_{10}(A/T) + 1.66 \log_{10} \Delta + 3.3 \quad (2)$$

para la onda Rayleigh en el componente vertical. Aquí, Δ esta en grados, A es amplitud del desplazamiento en μm (*la amplitud es desde cero, no es peak to peak en este caso*), y T es el periodo de la onda de Rayleigh.

Estime la magnitud M_S del terremoto de Maule usando esta estación.

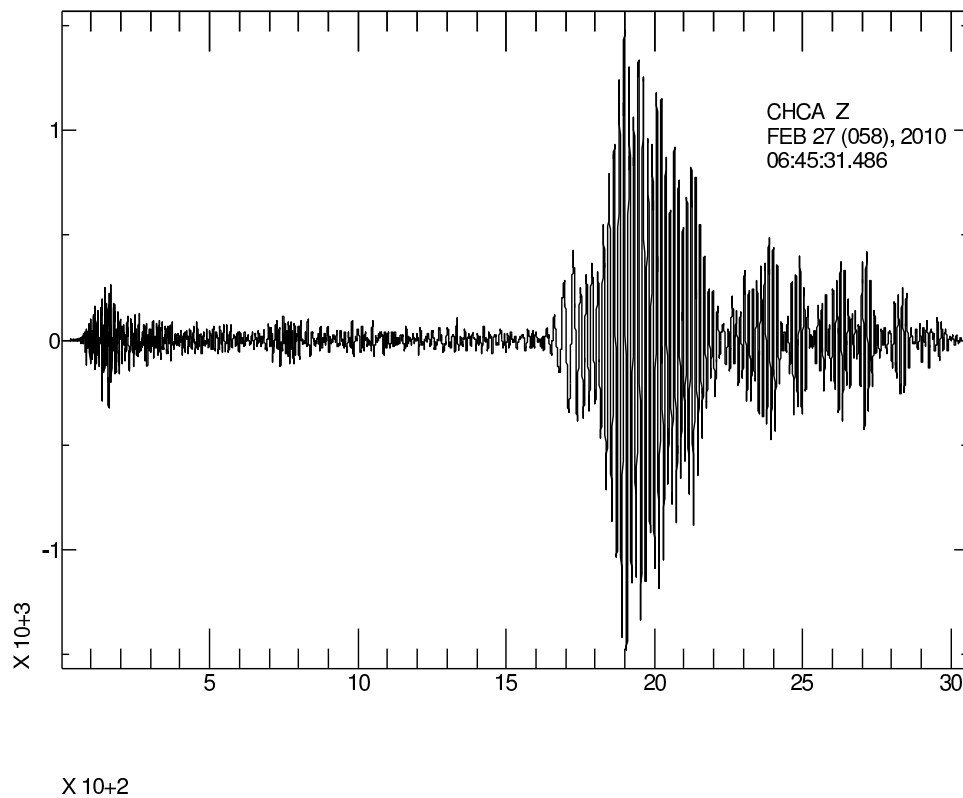


Fig 7: Sismograma Maule 2010, registrado en CHCA (distancia $\approx 80^\circ$). Señal de desplazamiento, la escala vertical esta en μm , la onda Rayleigh tiene un periodo de ≈ 20 s.

(c) La figura 8 muestra el perfil de la distribución de deslizamiento en la falla para el terremoto de Maule. La ubicación del hipocentro es mostrada por la estrella, la amplitud del deslizamiento se muestra en gris y los contornos muestran el tiempo de la iniciación de la ruptura en segundos.

(i) ¿Entiendes el gráfico? Calcule el buzamiento de la falla. Estime la duración de la ruptura.

(ii) Calcule el momento sísmico para este terremoto:

$$M_o = \mu \times A \times D \quad (3)$$

donde A es el área de la ruptura (en m^2), D es el deslizamiento en promedio en la falla (en m), μ es la rigidez de la corteza ($\approx 3.3 \times 10^{10} \text{ N/m}^2$).

(iii) Calcule la magnitud de momento para este terremoto:

$$M_w = (2/3)\log_{10}M_o - 6.06 \quad (4)$$

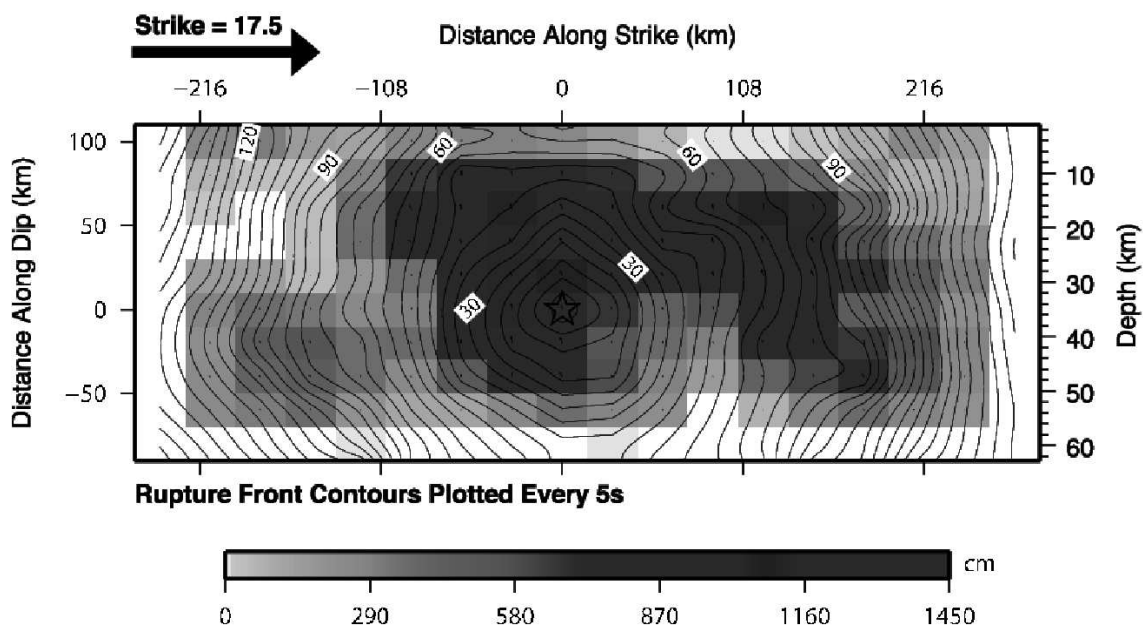


Fig 8: El perfil de la distribución de deslizamiento en la falla para el terremoto de Maule (USGS).

4. De razones por que M_L , M_S y M_w son diferentes para el terremoto de Maule.