



513335 Geofísica de la Tierra Sólida

La interpretación de sismogramas

Una clase práctica de GTS

Matt Miller
2013-1

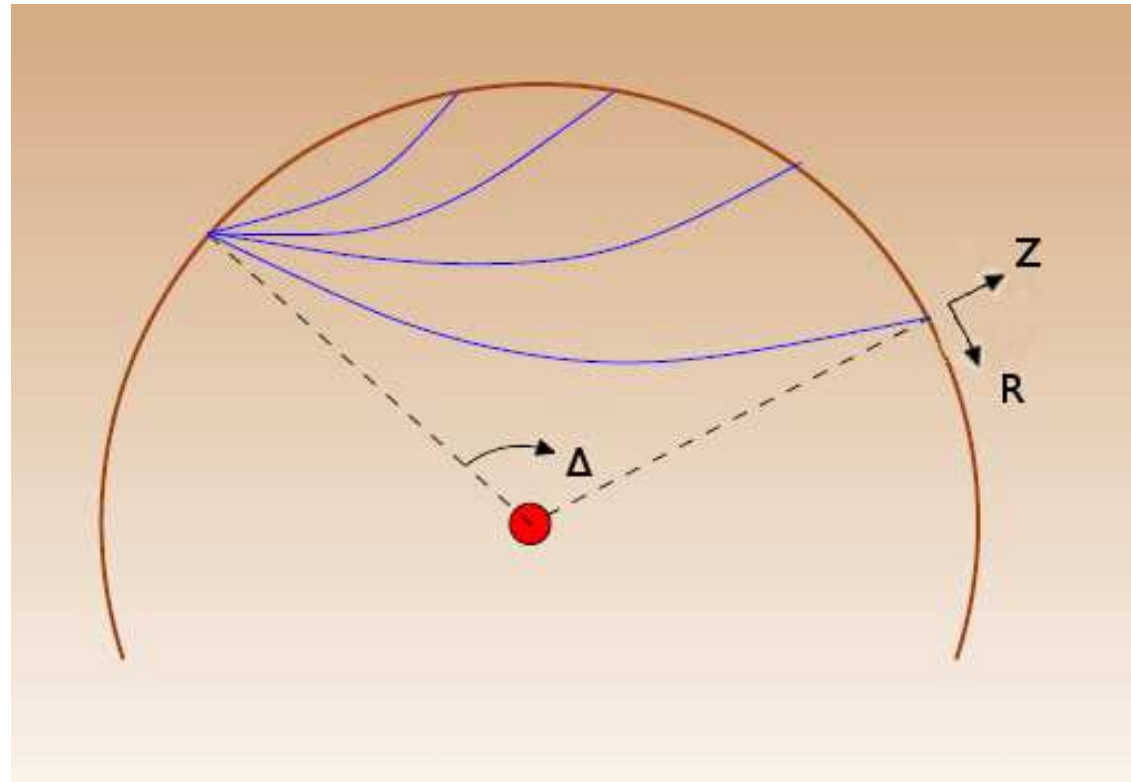
Referencia: IASPEI New Manual of Seismological Observatory Practice



1 Introducción

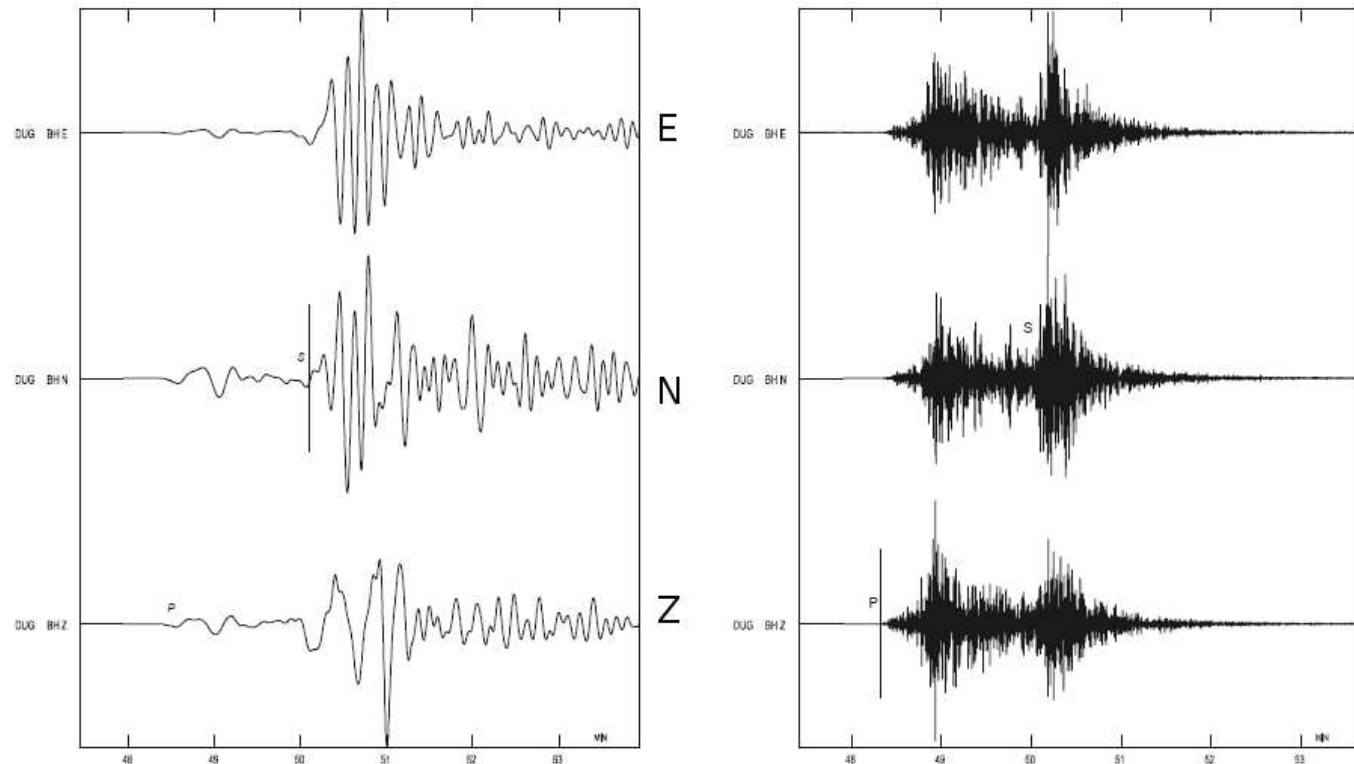
- Sismómetros miden la velocidad de la Tierra en 3 dimensiones. Dos componentes son horizontales, y uno es vertical.
- Cuando ocurre un terremoto, diferentes fases sísmicas llegan a diferentes distancias del hipocentro, y en diferentes componentes del instrumento.
- Las diferentes fases sísmicas tienen un diferente rango de frecuencias. Ondas de cuerpo en general tienen mayor frecuencia que las ondas de superficie.
- En general, las vibraciones sísmicas con alta frecuencia decaen rápidamente en amplitud con distancia de la fuente (atenuación). Las altas frecuencias se sienten cerca del hipocentro, y muy lejos solamente uno siente las frecuencias más bajas.

2 Componentes transversal y radial



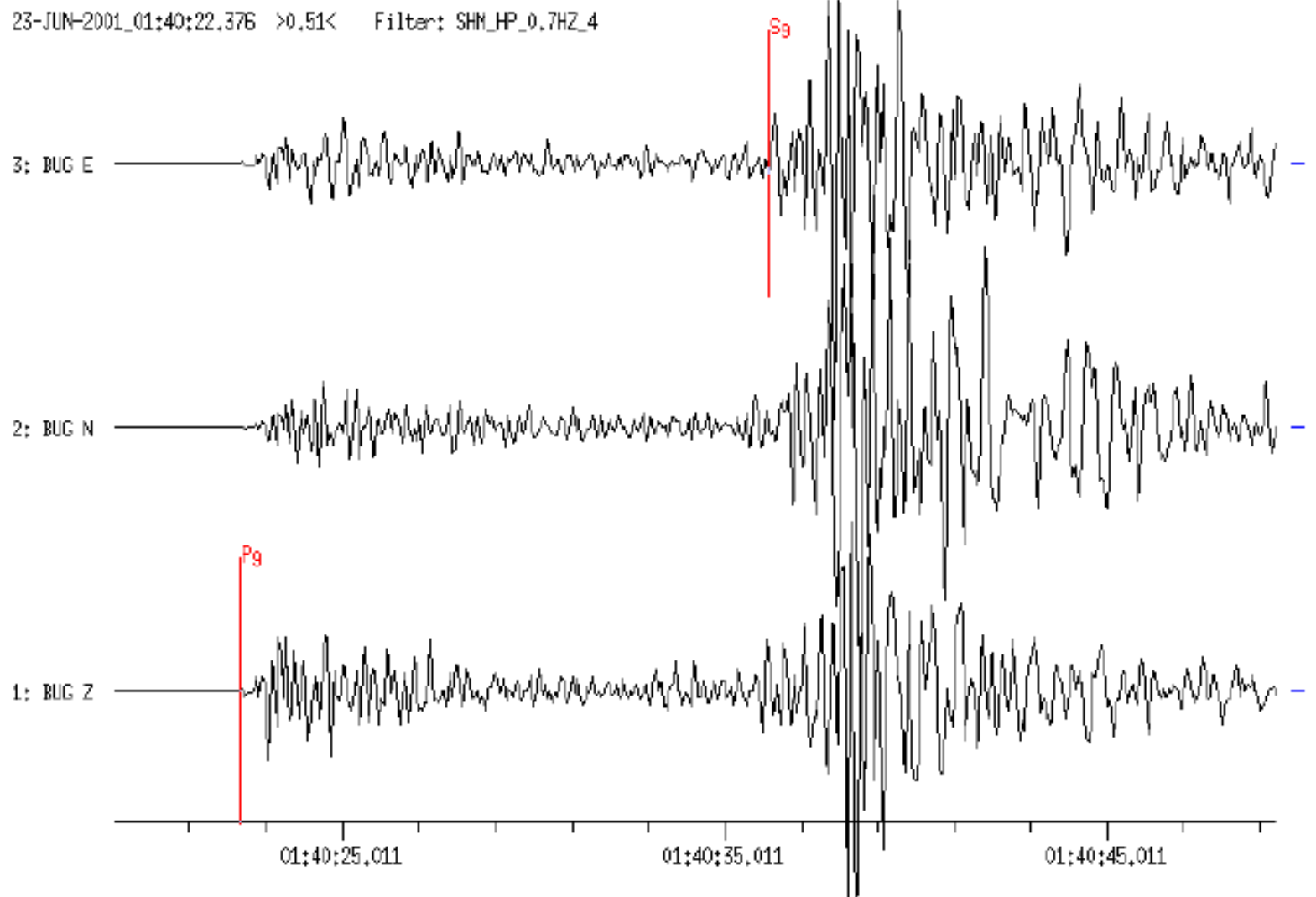
Los dos componentes horizontales del sismómetro (comúnmente norte y este) pueden ser rotado hacia las direcciones radial (R) y transversal (T). La dirección radial esta en el plano que atraviesa el centro de la Tierra que contiene la fuente (el terremoto) y el punto de observación (el sismómetro), y entonces los rayos sísmicos. La dirección transversal es perpendicular a este plano. El otro componente apunta en la dirección vertical (Z).

3 Filtros de frecuencia



Los sismogramas pueden estar filtrados para mostrar solamente un cierto rango de frecuencias. Este ejemplo muestra el mismo evento filtrado (i) para mostrar frecuencias menor que 0.1 Hz, y (ii) para mostrar frecuencias entre 3 y 8 Hz. Los filtros pueden estar usados para eliminar ruido ambiental y para enfatizar algunas fases sobre otras.

4.1 Evento local

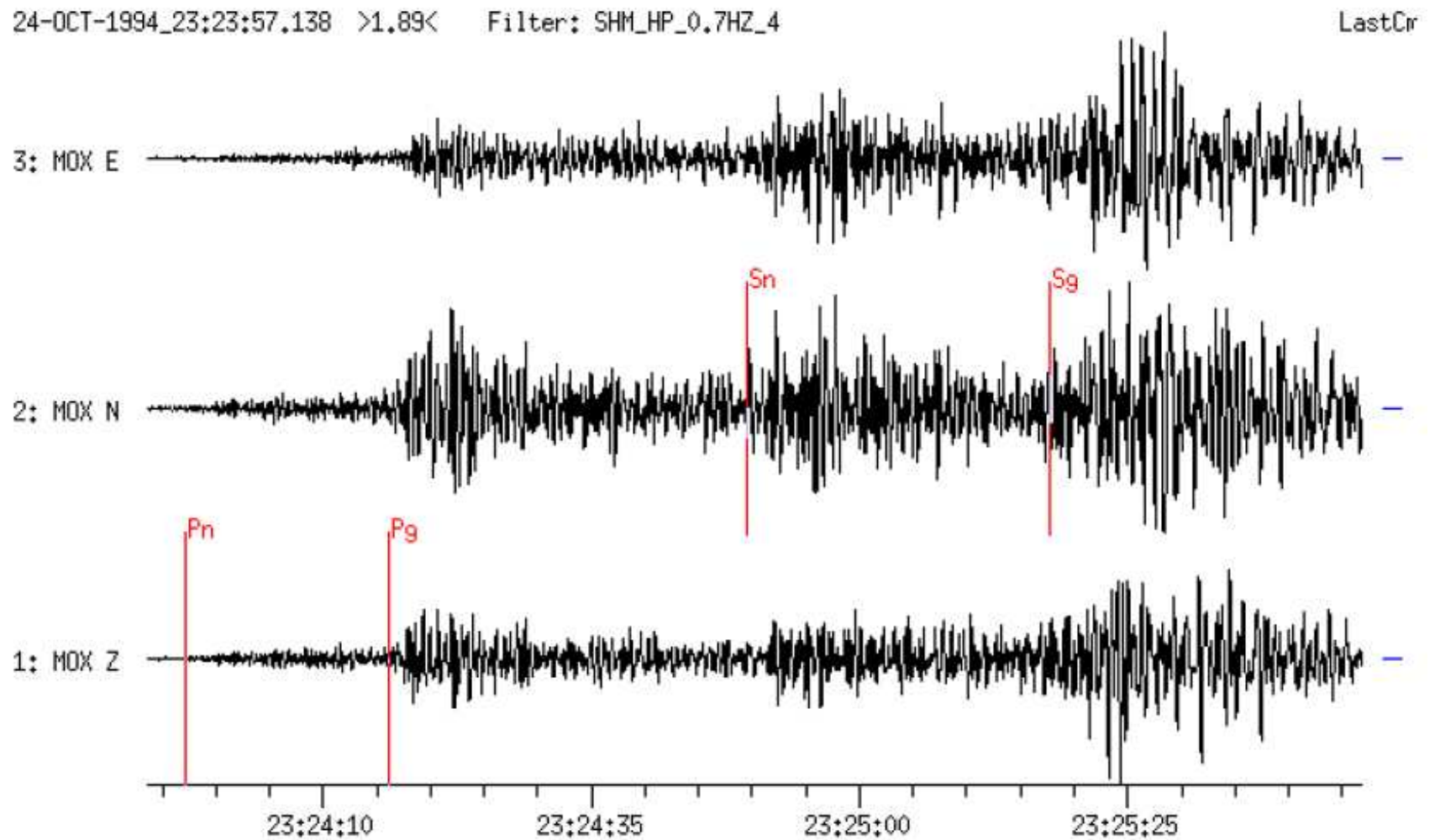




4.2 Evento local

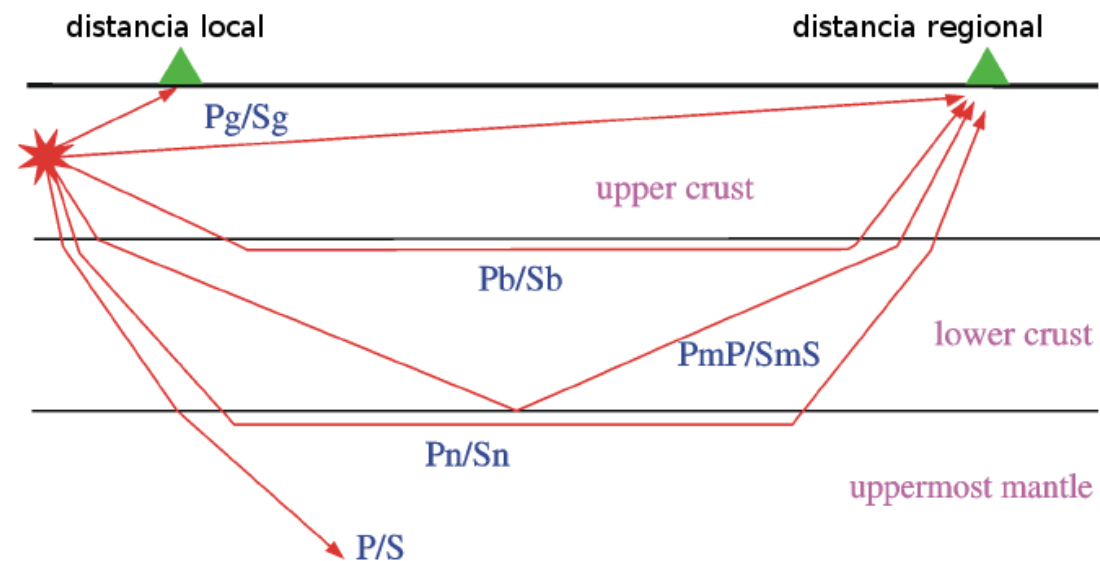
- El imagen muestra un sismo local (distancia entre la fuente y la estación de $\sim 1^\circ$ (o 111 km). El sismo es baja magnitud (menor que 4).
- Las ondas P y S generadas por el terremoto viajan por la corteza.
- El tiempo S-P es alrededor de 10 segundos por esta distancia.
- La onda P esta más pronunciada en el componente vertical. La onda S esta más pronunciada en los componentes horizontales.
- La onda P esta a una frecuencia un poco mayor que la onda S.

5.1 Evento regional



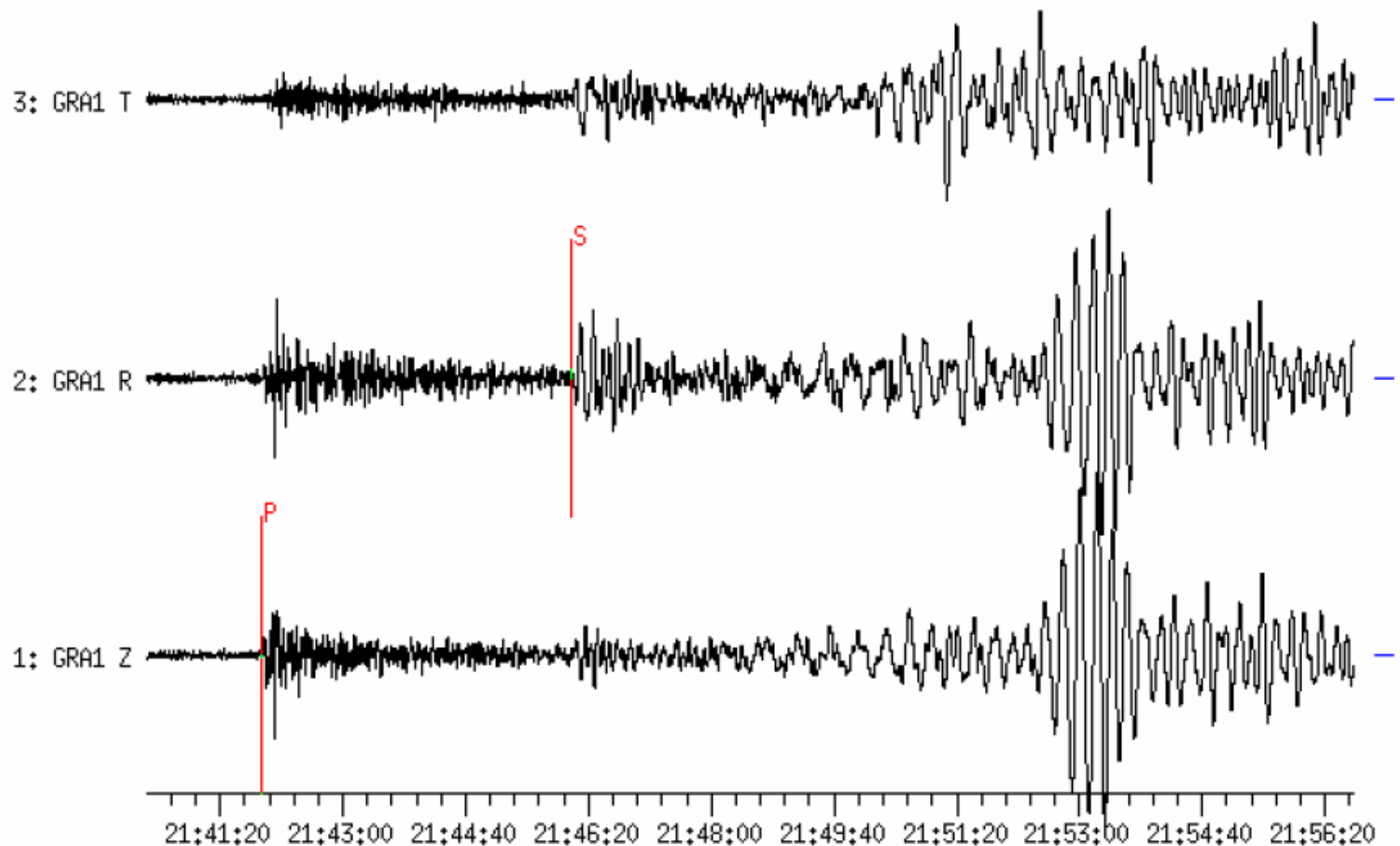
5.2 Evento regional

- El evento regional, el ejemplo aquí registrado a una distancia de ~ 500 km, tiene ambas llegadas de las fases de la corteza (Pg, Sg) y las fases refractadas debajo del Moho (Pn, Sn). A veces existen fases que refractan en una discontinuidad dentro de la corteza (Pb, Sb) y se puede distinguir la reflexión del Moho (PmP, SmS).



6.1 Evento telosísmico

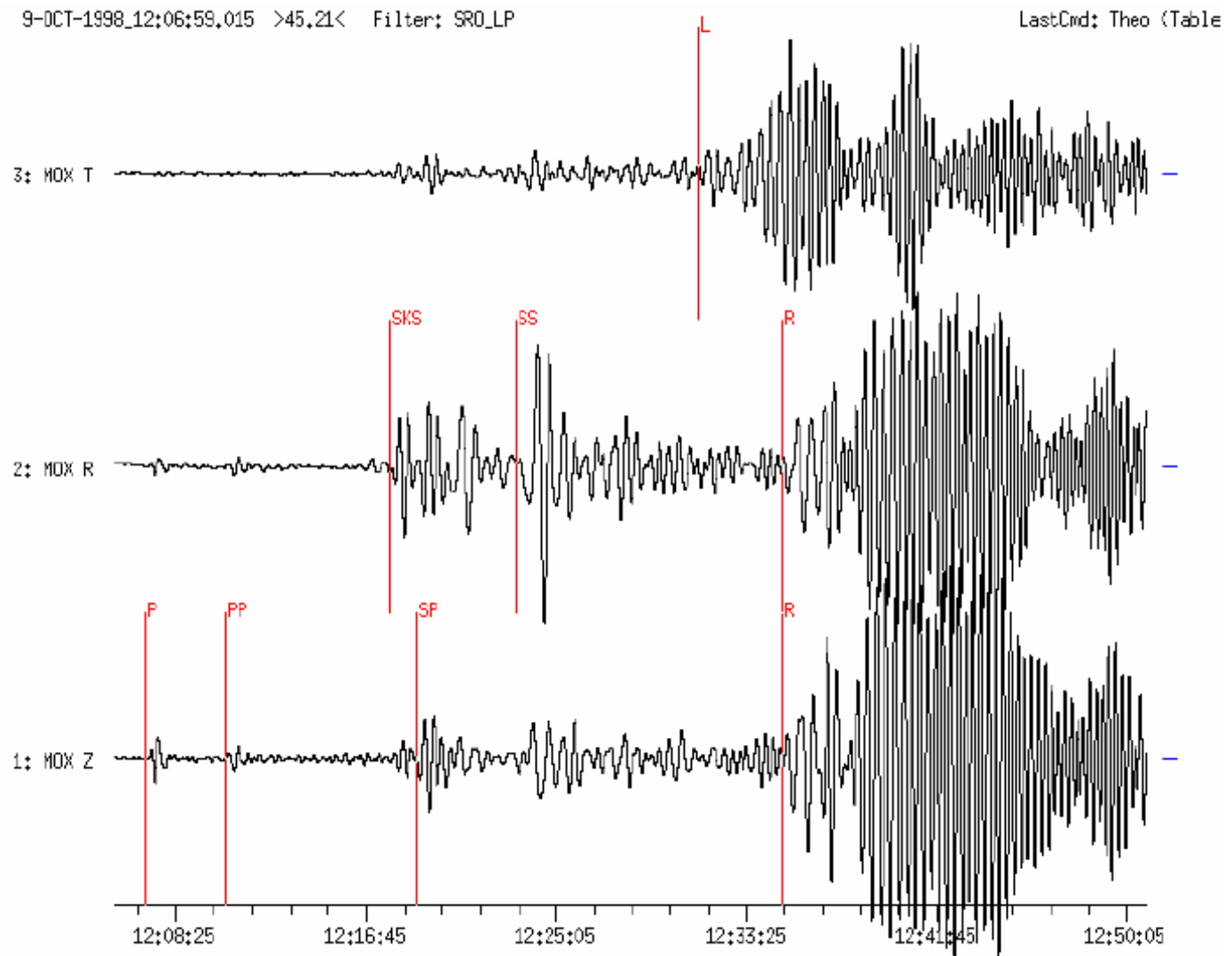
4-JUN-1998_21:42:18.746 >16.37< Filter: None



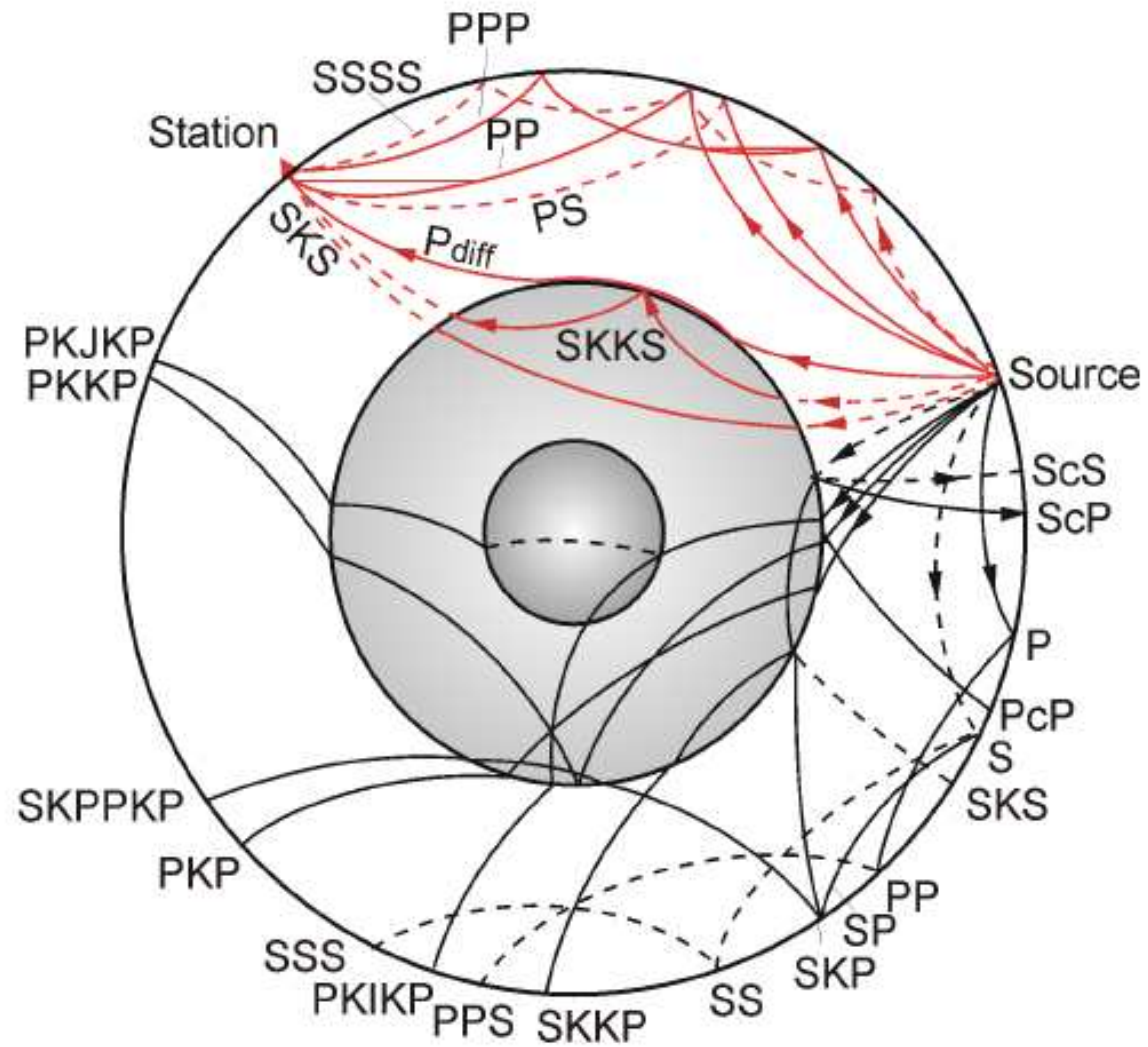
6.2 Evento telesísmico

- Eventos telesísmicos empiecen a mostrar más fases sísmicos debido a rebotes dentro de la Tierra y la interacción de las ondas P y S con la superficie de la Tierra.
- Desde $\sim 15^\circ$ se empiecen notar las ondas de superficie.
- El sismograma en la sección 6.1 esta a una distancia de $\sim 22^\circ$, las fases perceptibles están la P, S, y las ondas de superficie. Noten que este sismograma tiene sus componentes horizontales rotados al radial y transversal.
- Se puede notar la onda Rayleigh en los componentes radial y vertical. La onda Love aparece en el componente transversal un poco antes.
- El registro siguiente, en 6.3, muestre más fases porque la distancia entre el terremoto y la estación esta mayor ($\sim 90^\circ$). Noten que la energía SKS llega mayormente en el componente radial (¿por que?).

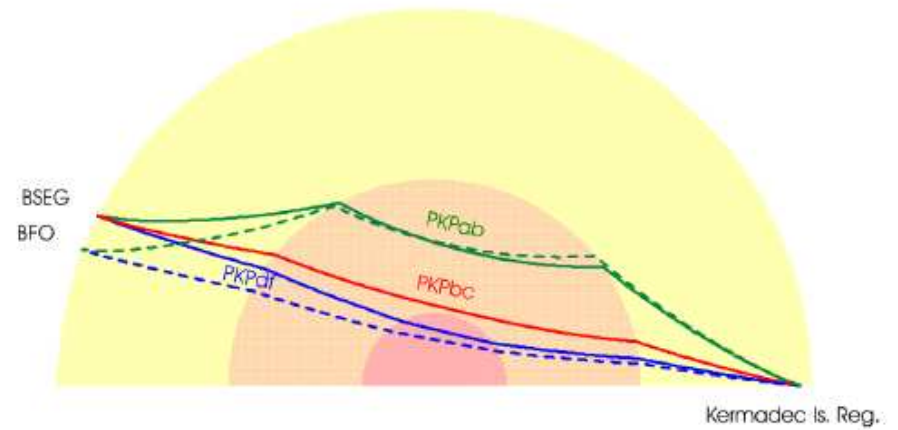
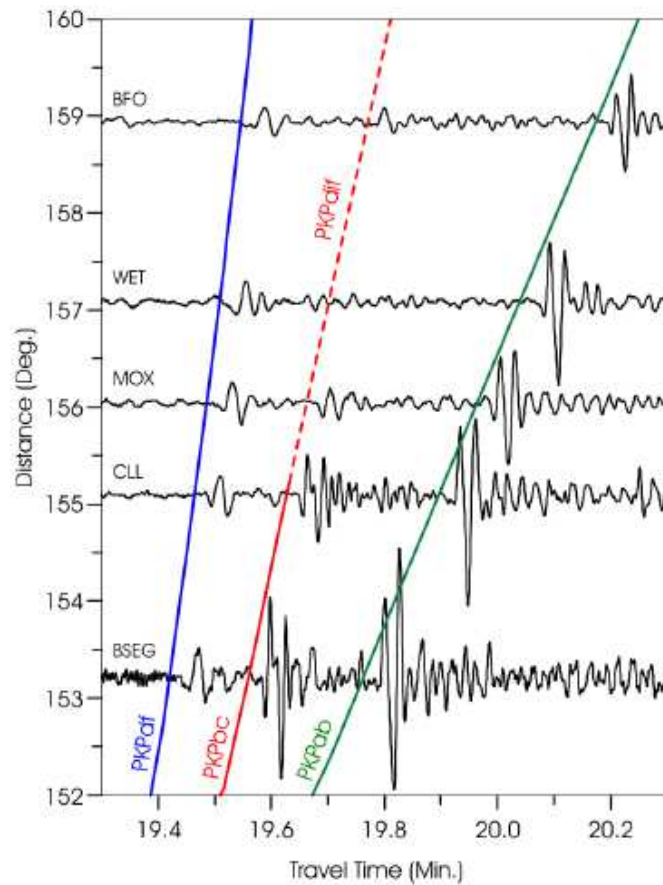
6.3 Evento telosísmico



6.4 Fases telesísmicas



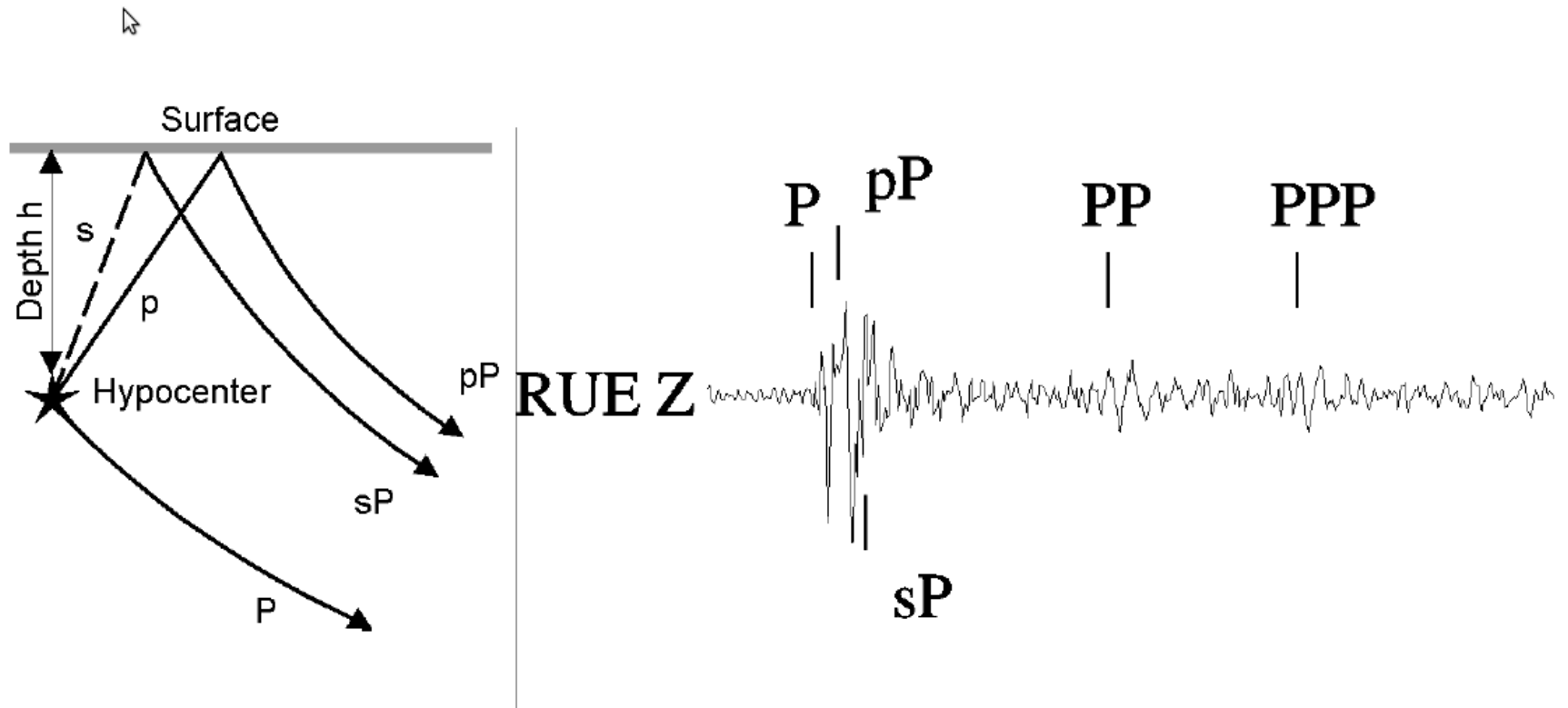
7 Fases del núcleo



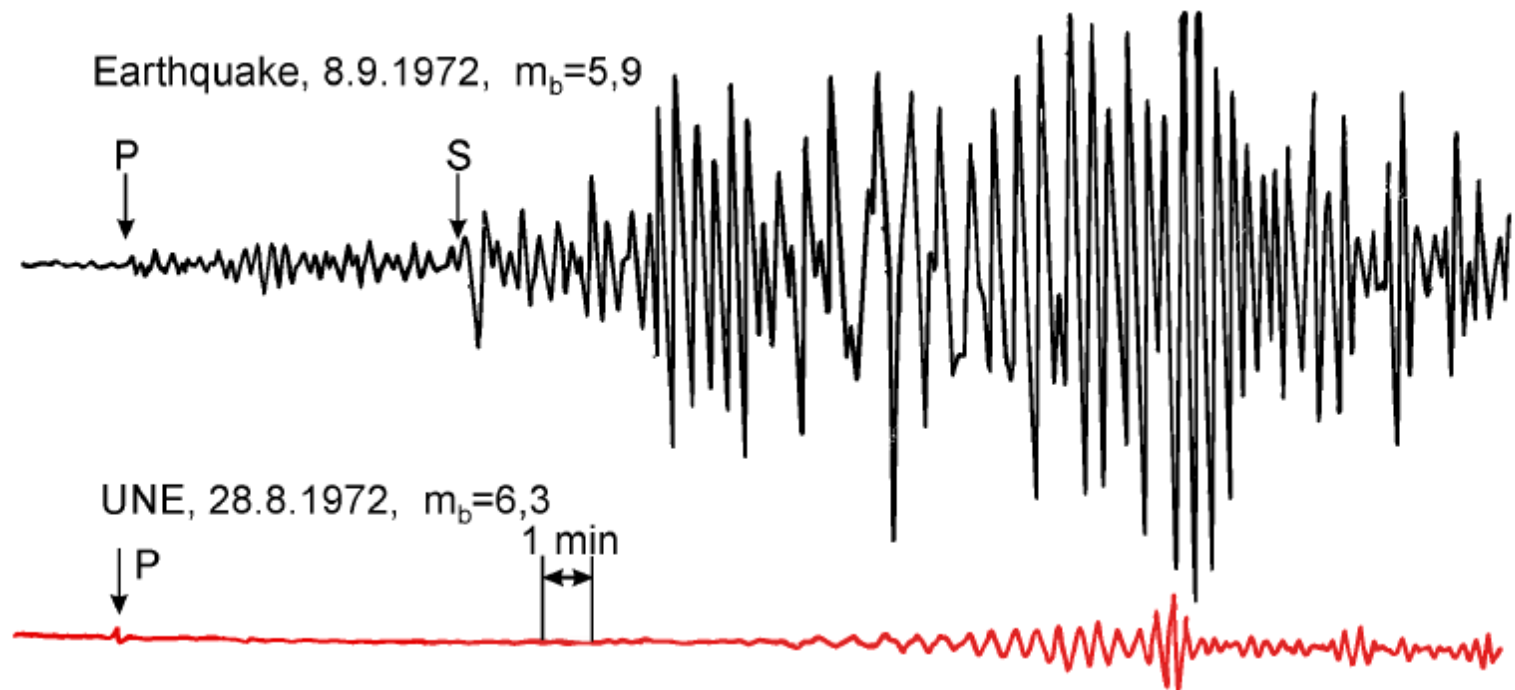
2000-04-11 OT 06:41:26.2 27.9S;178.4W
h=201km mb=5.6 Kermadec Is. Reg. (NEIC)

Filter: WWSSN-SP
Travel-time curves with ellipticity correction: IASP91

8 Fases pP etc.

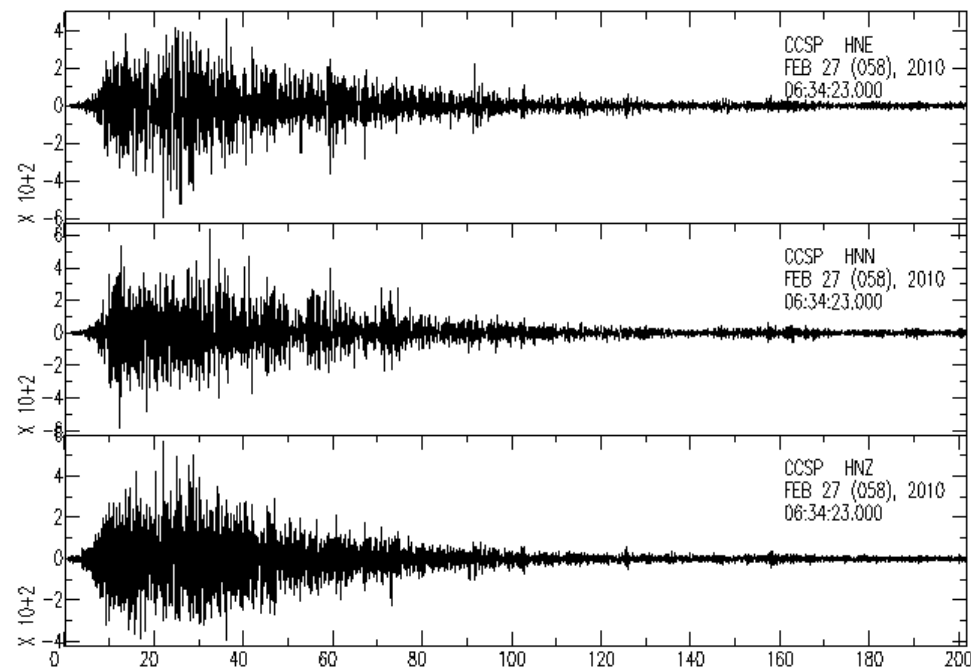


9 Una explosión nuclear



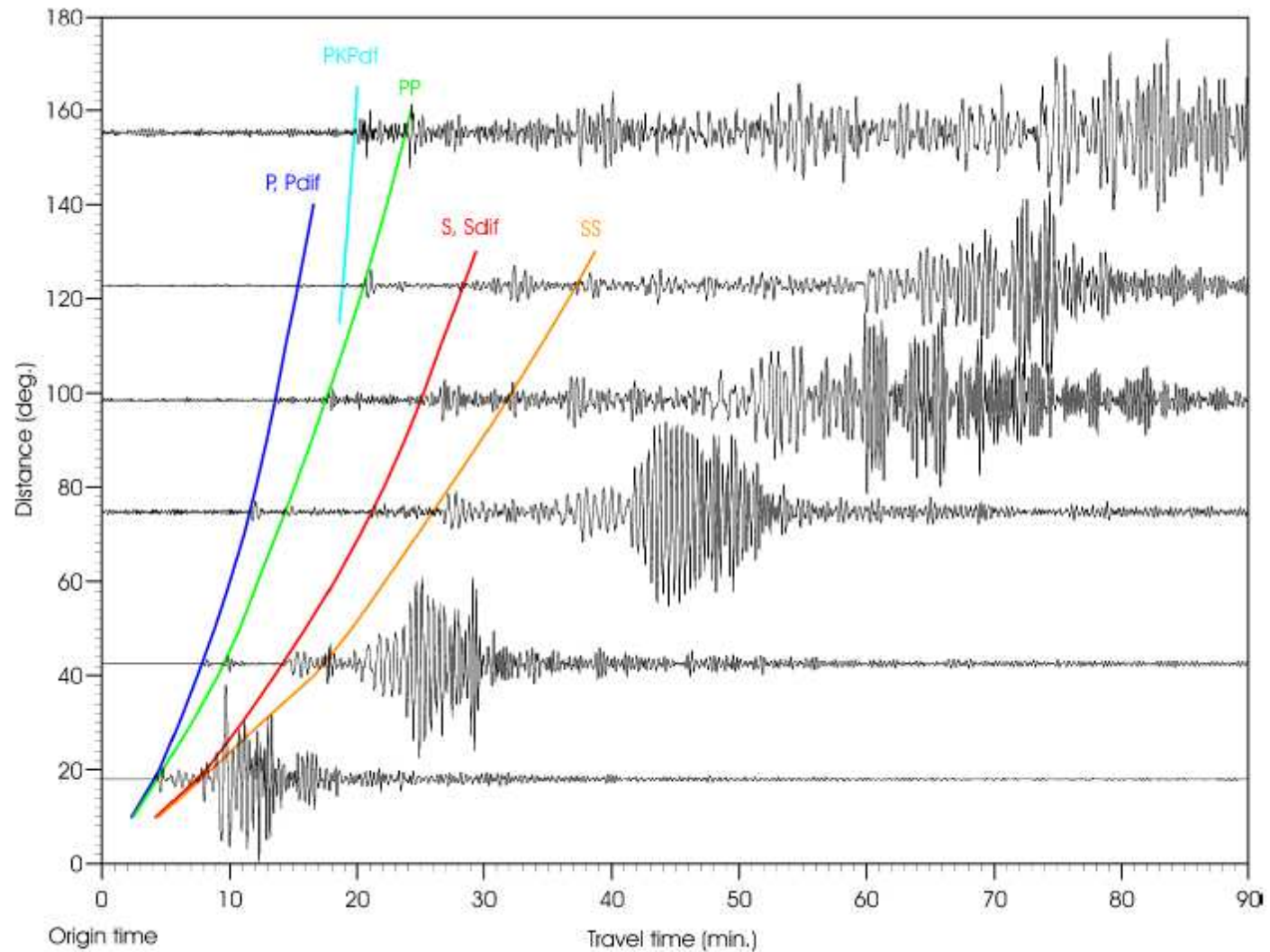
- La figura compara los sismogramas (componente Z) de un terremoto y de una explosión nuclear (UNE). Tienen una magnitud y distancia evento-estación similar ($\sim 40^\circ$).

10 Megaterremotos



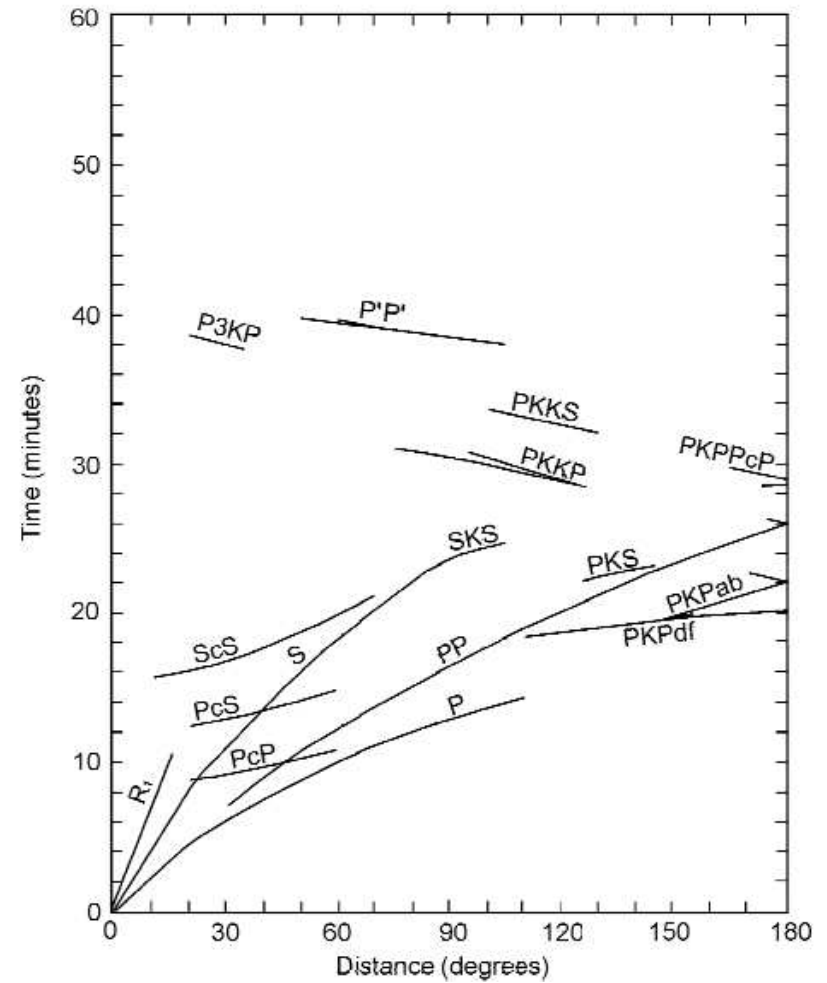
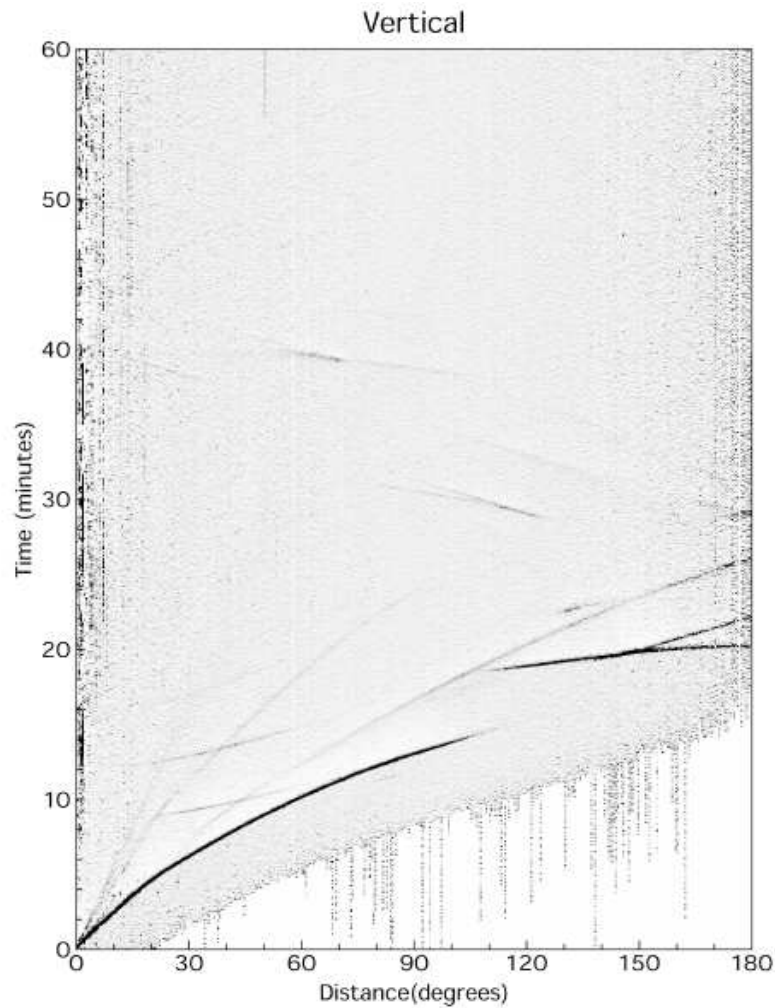
- Cuando el tamaño de la ruptura esta alrededor de la distancia evento-estación, y la ruptura demora minutos para propagarse a lo largo de la falla, los sismogramas locales son una mezcla de registros de ondas P y S de diferentes regiones de la falla, y sus multiples rebotes en capas sedimentarias cerca la superficie de la Tierra, que llegan dentro de unos minutos.

11.1 Curvas de tiempo de viaje



11.2 Curvas de tiempo de viaje

Periodo corto, componente vertical.



11.4 Curvas de tiempo de viaje

Las observaciones de los tiempos de viaje de las diferentes ondas que viajan dentro de la Tierra nos dan modelos de velocidades para la Tierra.

