

Geofísica de la Tierra Sólida 2020 - Evaluación 3

Fechas: 31 de agosto y 1 de septiembre, 2020, durante el día. Tiempo estimado: 100 minutos.

La nota dependerá de las mejores respuestas a SIETE de las preguntas a continuación. (Puntaje total: 42 pts). Entre porcentaje y nota, la escala es lineal entre 0% (1.0) y 100% (7.0).

Estoy consciente que algunas respuestas de estas preguntas podrían salir de Google. En este caso, les pido usar fuentes confiables, entender el tema, y escribir su respuesta en sus propias palabras. **Recuerden siempre escribir sus suposiciones y mostrar sus cálculos.**

Cuando entregan sus respuestas, por favor enviarlas al correo mttmlr@gmail.com además de mi correo de trabajo. El correo de trabajo no ha sido confiable durante los últimos días.

A1) Un tensor de deformación para un medio tiene componentes

$$\begin{aligned}\epsilon_{11} = \epsilon_{22} = \epsilon_{33} = \epsilon_{13} = \epsilon_{23} &= 0 \\ \epsilon_{12} &= 0.01\end{aligned}$$

(a) [2 pts] Si la deformación del medio no incluye una rotación, escriba los otros componentes del tensor de deformación. ¿Qué tipo de deformación representa este tensor?

(b) [2 pts] Si el medio fuese elástico, isótropo, homogéneo, ¿Qué componentes del tensor de esfuerzo σ_{kl} son distintos de cero para generar esta deformación? Escriba las ecuaciones que conectan los componentes de los tensores en términos de los parámetros elásticos del medio.

(c) [2 pts] Para un medio con propiedades elásticas $\lambda = \mu = 20$ GPa, ¿Qué magnitud de esfuerzo hay que aplicar para obtener esta deformación?

A2) La ecuación de ondas sísmicas en la Tierra se puede representar por:

$$\rho \ddot{\mathbf{u}} = (\lambda + 2\mu) \nabla(\nabla \cdot \mathbf{u}) - \mu \nabla \times (\nabla \times \mathbf{u}) \quad (1)$$

(a) [3 pts] Escriba las unidades (S.I.) de ρ , $\ddot{\mathbf{u}}$, λ , μ , ∇ .

(b) [3 pts] Manipule la ecuación (1) para demostrar que una deformación de cizalle en la Tierra se propagaría como una onda y encuentre su velocidad.

A3) El desplazamiento dentro de la Tierra puede estar escrito en términos de potenciales:

$$\bar{u} = \nabla\phi + \nabla \times \bar{\psi} \quad (2)$$

Las soluciones para $\bar{\psi}$ que cumplan con la ecuación de movimiento son:

$$\psi_x = A_x e^{i(\bar{k}\cdot\bar{x}-\omega t)}$$

$$\psi_y = A_y e^{i(\bar{k}\cdot\bar{x}-\omega t)}$$

$$\psi_z = A_z e^{i(\bar{k}\cdot\bar{x}-\omega t)}$$

(a) [1 pts] Escriba la relación entre \bar{k} y ω en este caso.

(b) [2 pts] Use el hecho que $\bar{\psi}$ tiene una divergencia cero para encontrar una relación entre \bar{k} y \bar{A} .

(b) [3 pts] Qué componentes de $\bar{\psi}$ están relacionados con la propagación de una onda Love en la dirección \hat{x} ? Explique su respuesta.

A4) (a) [4 pts] Para las siguiente fases sísmicas, mencione su polarización cuando llegan a la superficie y de una razón cada vez. (Polarización refiere a la dirección en que está oscilando el medio, si quieren pueden escribir el componente / los componentes (Z, R, T) en que llegaría la fase).

(i) La fase PcP llegando muy cerca el epicentro del evento (a una distancia $\Delta \approx 0^\circ$).

(ii) La fase PcS llegando muy cerca el epicentro del evento.

(iii) La fase ScS llegando muy cerca el epicentro del evento.

(iv) La fase ScP llegando muy cerca el epicentro del evento.

(b) [2 pts] Entre las cuatro fases mencionadas en la parte (a), ¿qué fase llegaría primera?, ¿qué fase llegaría segunda?, ¿qué fase llegaría tercera?, ¿qué fase llegaría cuarta?

A5) (a) [2 pts] Las ondas Love y Rayleigh pueden ser sentidas por humanos a una gran distancia (> 1000 km) de la fuente. ¿Por qué?

(b) [2 pts] A estas distancias, las ondas Love y Rayleigh se perciben mas en edificios grandes. ¿Por qué?

(c) [2 pts] Hidrófonos en el mar miden la presión en la columna de agua. Un hidrófono cerca el fondo del mar va a poder registrar algo cuando pasan las ondas de superficie? Explique su respuesta.

A6) La figura muestra curvas de dispersión para la onda Rayleigh. La línea negra es la dispersión de ésta onda cuando pasa por una parte típica de la Tierra. La línea roja es su dispersión cuando pasa a través de un centro volcánico.

(a) [4 pts] Explique cómo una cámara magmática debajo del centro volcánico causa una bajada en la curva de dispersión a ciertos periodos (marcada con la flecha roja en la figura). ¿Por qué no afecta periodos muy bajos o muy altos?

(b) [2 pts] Una aproximación para las ondas de superficie es que su profundidad de penetración es $z_0 \approx \frac{\Lambda}{3}$, donde Λ representa la longitud de onda. Use el valor del periodo de la onda Rayleigh mayormente afectado, junto con su velocidad de fase, para estimar la profundidad de la cámara magmática.

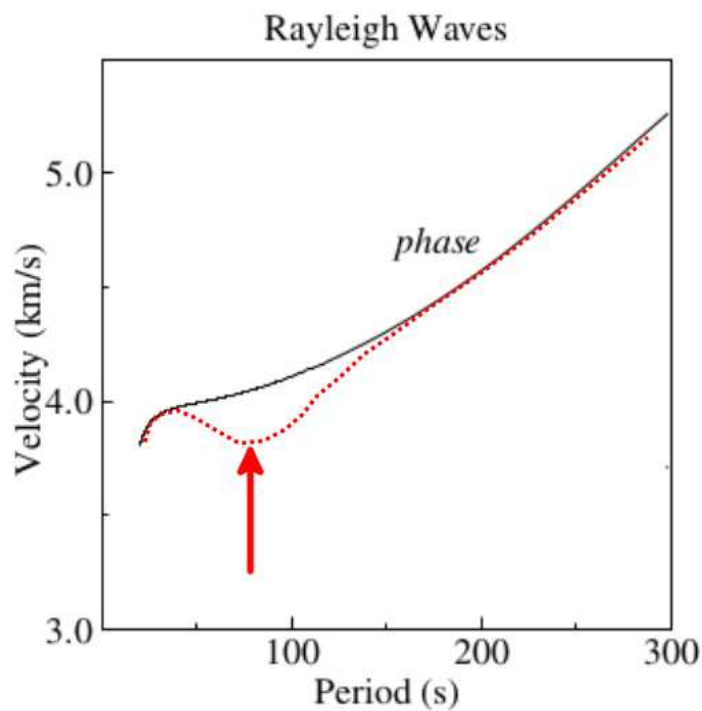


Figura 1: La curva de dispersión para la onda Rayleigh, velocidad de fase. Línea negra: Dispersión típica para la Tierra (modelo PREM). Línea roja: Dispersión de la onda Rayleigh cuando cruza un centro volcánico.

A7) La figura muestra un ejemplo de un sismograma telesísmico de tres componentes.

(a) [1 pts] Identifique la llegada de la onda Love, y la llegada de la onda Rayleigh, en la figura.

(b) [2 pts] Explique por qué la primera llegada en el sismograma (marcada en roja en la figura) solo llega en dos de los tres componentes.

(c) [3 pts] Los tres componentes están vertical, radial y transversal. ¿Cuál del sismograma corresponde a vertical, cuál corresponde a radial y cuál corresponde a transversal? De razones por su elección.

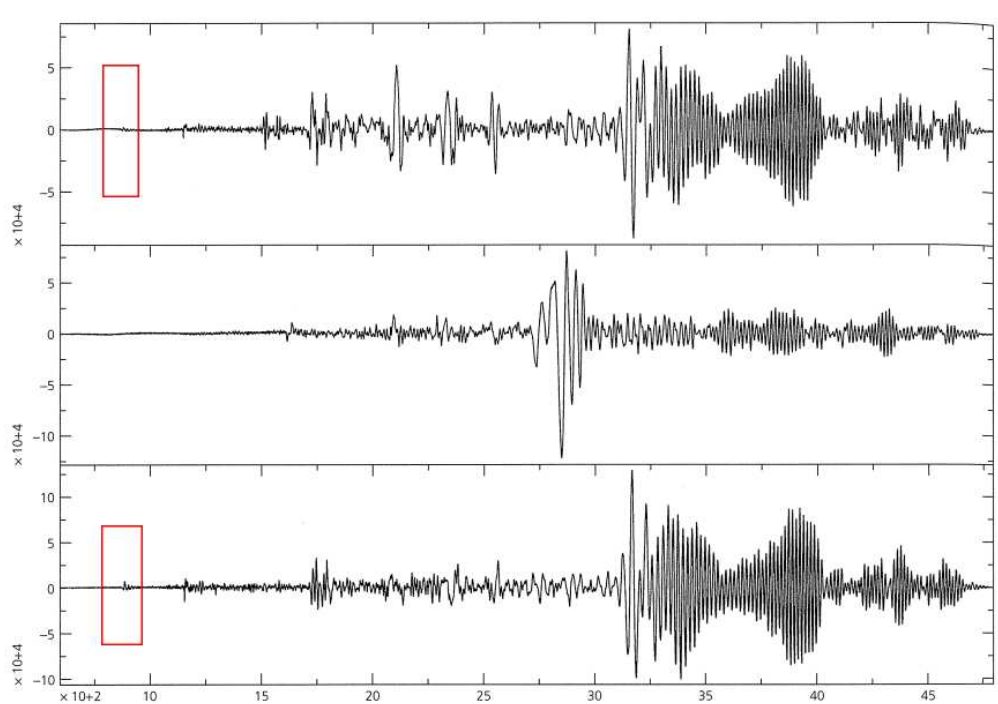


Figura 2: Un sismograma telesísmico de tres componentes mostrando algunas fases sísmicas. La escala horizontal está en segundos (noten que los valores están multiplicados por un factor de $\times 10^2$). La escala vertical está en cuentas digitales. Cuadros rojos: Primera llegada.

A8) La figura muestra algunas fases sísmicas propagándose a través del interior de la Tierra.

(a) [2 pts] La fase PKP siempre llega más lejos que la fase P. ¿Qué dice eso sobre la estructura de velocidades sísmicas terrestre?

(b) [2 pts] La fase S llega hasta los $\approx 90^\circ$, la fase SKS puede llegar mas cerca, desde los $\approx 75^\circ$. ¿Qué dice eso sobre la estructura de velocidades sísmicas terrestre?

(c) [2 pts] ¿Por qué ni la fase PKP ni la fase SKS pueden llegar a una distancia de 180° de la fuente? ¿Cuál es la fase que llega primera a ésta distancia?

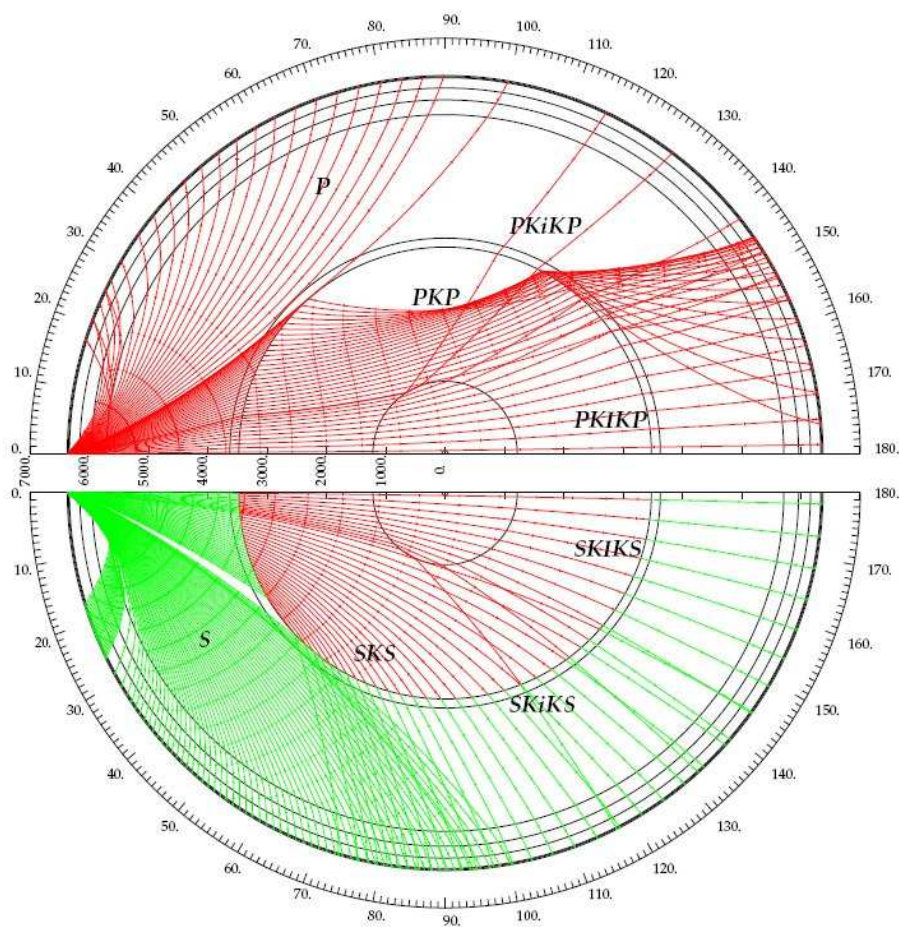


Figura 3: La geometría de los rayos para algunas fases sísmicas. La fuente está a la izquierda a una distancia de $\Delta = 0^\circ$. Rojo: Onda compresional. Verde: Onda de cizalle. El modelo de velocidad usado para calcular las fases es PREM.