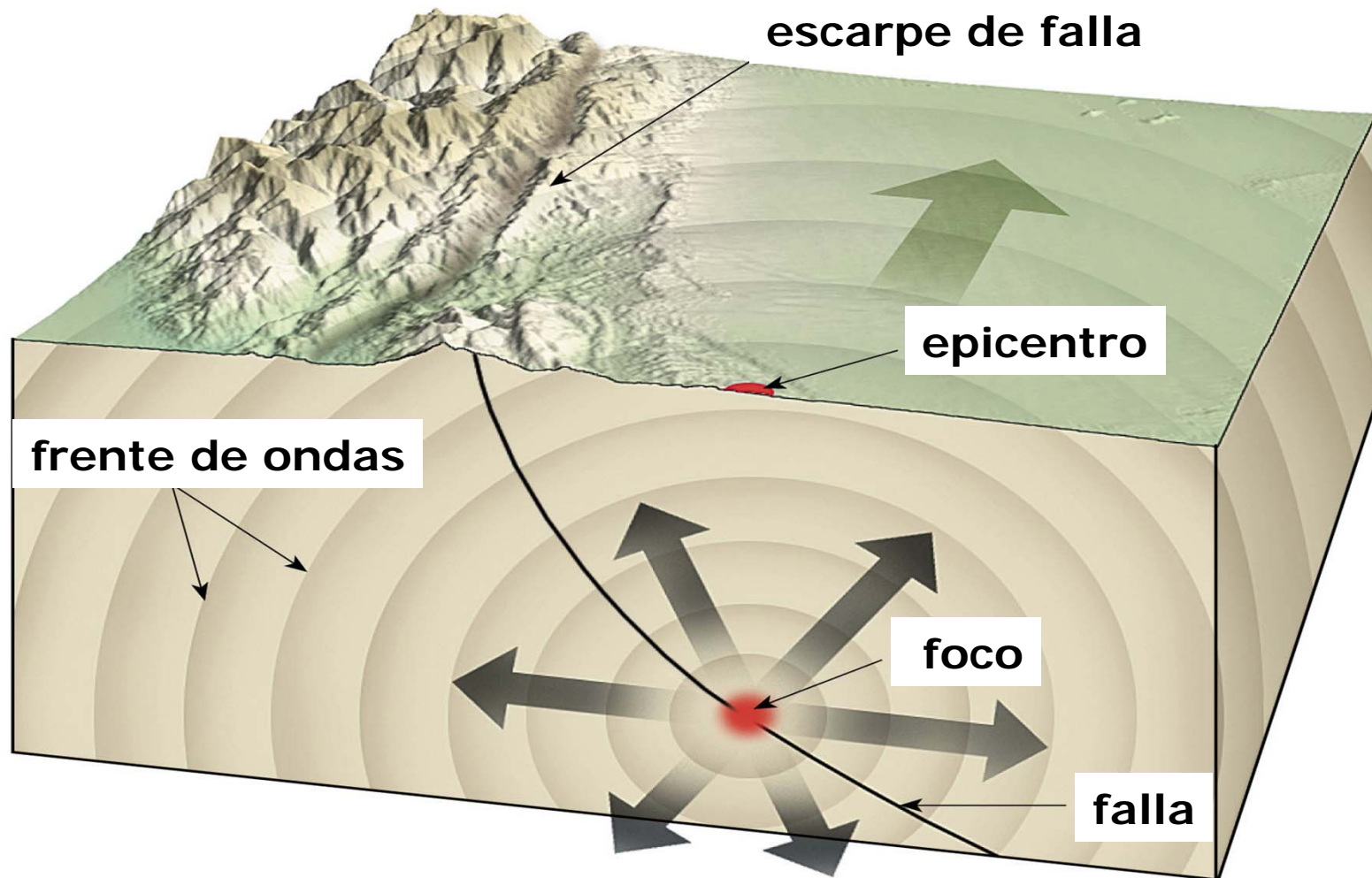


Tema 4
Los Terremotos

¿Qué es un terremoto?

- Un **terremoto** es una vibración de la Tierra producida por una rápida liberación de energía
 - La energía liberada se irradia a partir de un punto en todas las direcciones: el **foco**
 - La energía se propaga en la forma de ondas
 - Alrededor del mundo, las vibraciones son captadas por unos instrumentos muy sensibles: los **sismógrafos**

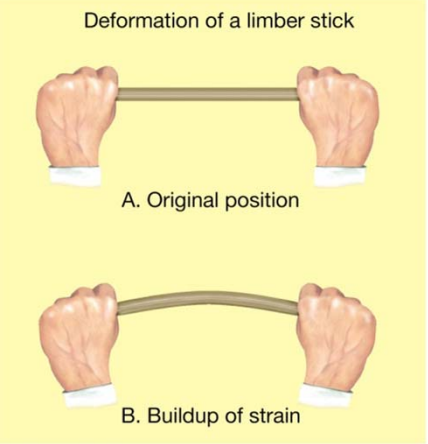
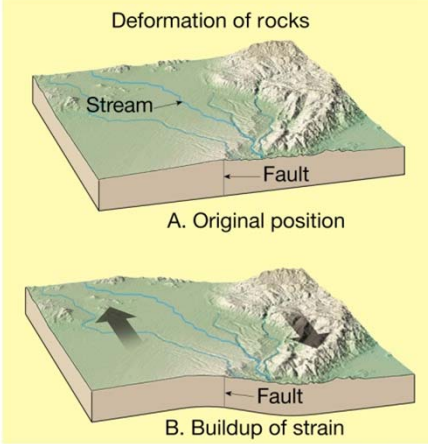
Foco Sísmico y Epicentro



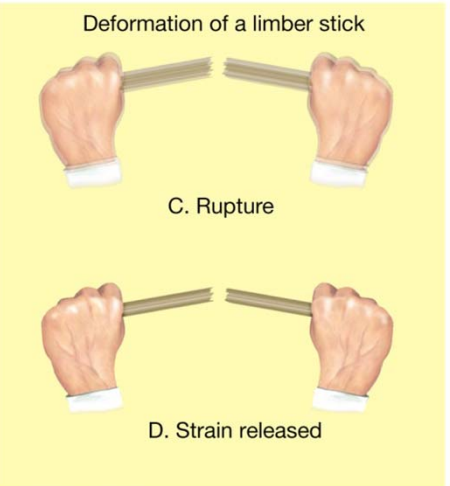
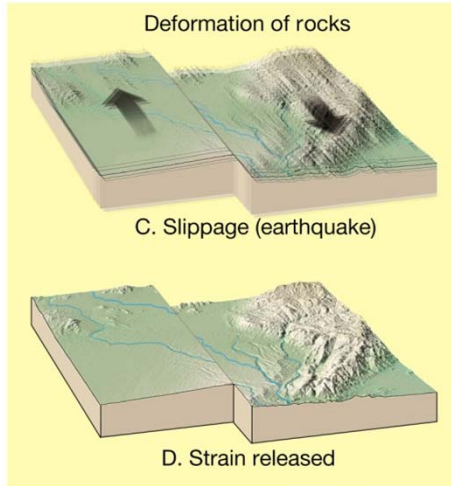
¿Qué es un Terremoto?

- **Terremotos y Fallas**
 - **Los movimientos que provocan los terremotos están asociados a grandes fracturas de la corteza terrestre denominadas fallas**
 - **El movimiento de las fallas puede ser explicado por la Teoría de la Tectónica de Placas**
- **Teoría del Rebote Elástico**
 - **El mecanismo que produce los terremotos fue explicado por primera vez por H.F. Reid**
 - **Las rocas a ambos lados de una falla son deformadas por la acción de fuerzas tectónicas**
 - **Las rocas se flexionan y almacenan energía elástica**
 - **La resistencia friccional que mantiene los bloques rocosos juntos es superada a partir de un cierto umbral**

Rebote Elástico



Copyright © 2005 Pearson Prentice Hall, Inc.



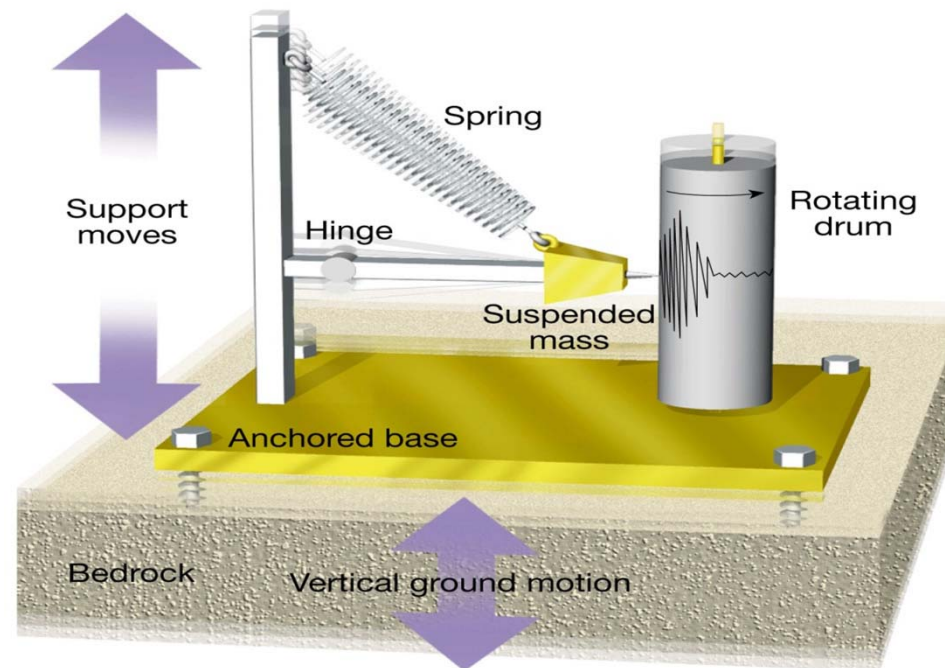
Copyright © 2005 Pearson Prentice Hall, Inc.

¿Qué es un Terremoto?

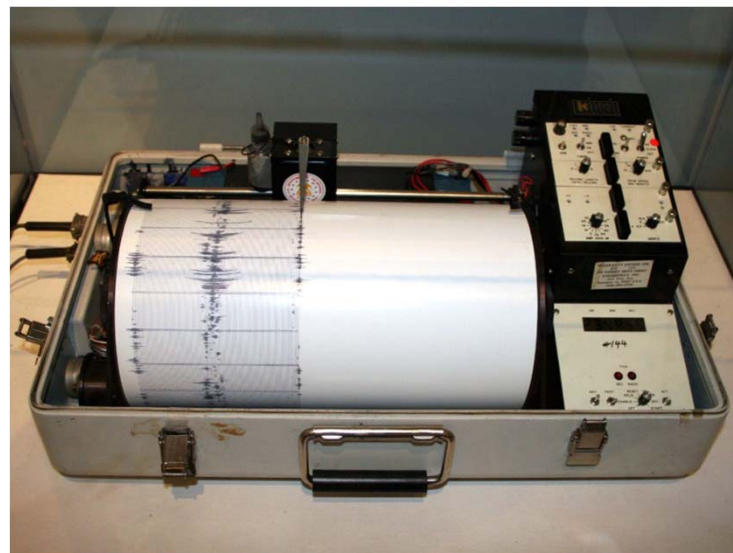
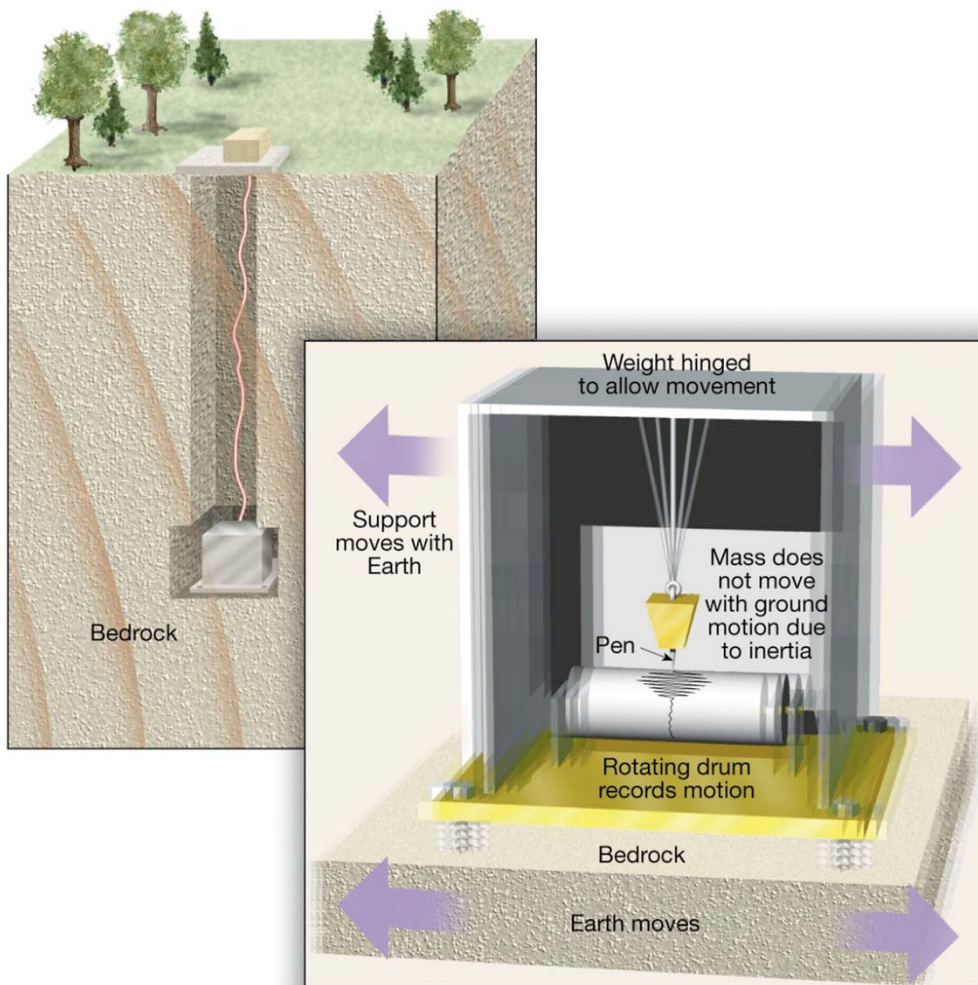
- Teoría del Rebote Elástico
 - **Mecanismos de generación de sismos**
 - Deslizamiento en el punto de mayor debilidad (el foco)
 - Las vibraciones (o terremotos) se producen como resultado del retorno de las rocas a su geometría primitiva (rebote elástico)
 - Los terremotos más frecuentes se producen en fallas preexistentes, cuando las fuerzas tectónicas sobrepasan la resistencia friccional de la superficie de la falla
- Precursores y Réplicas
 - Los ajustes que siguen a un terremoto de gran magnitud y que provocan otros terremotos menores reciben el nombre de réplicas
 - Los terremotos pequeños que, a menudo, preceden a otro de gran magnitud (horas, días o años) se denominan precursores

Sismología

- **Sismógrafos**: instrumentos que registran las ondas sísmicas
 - Registran el movimiento de la Tierra en relación con una masa estacionaria situada dentro de un tambor rotatorio o una cinta magnética



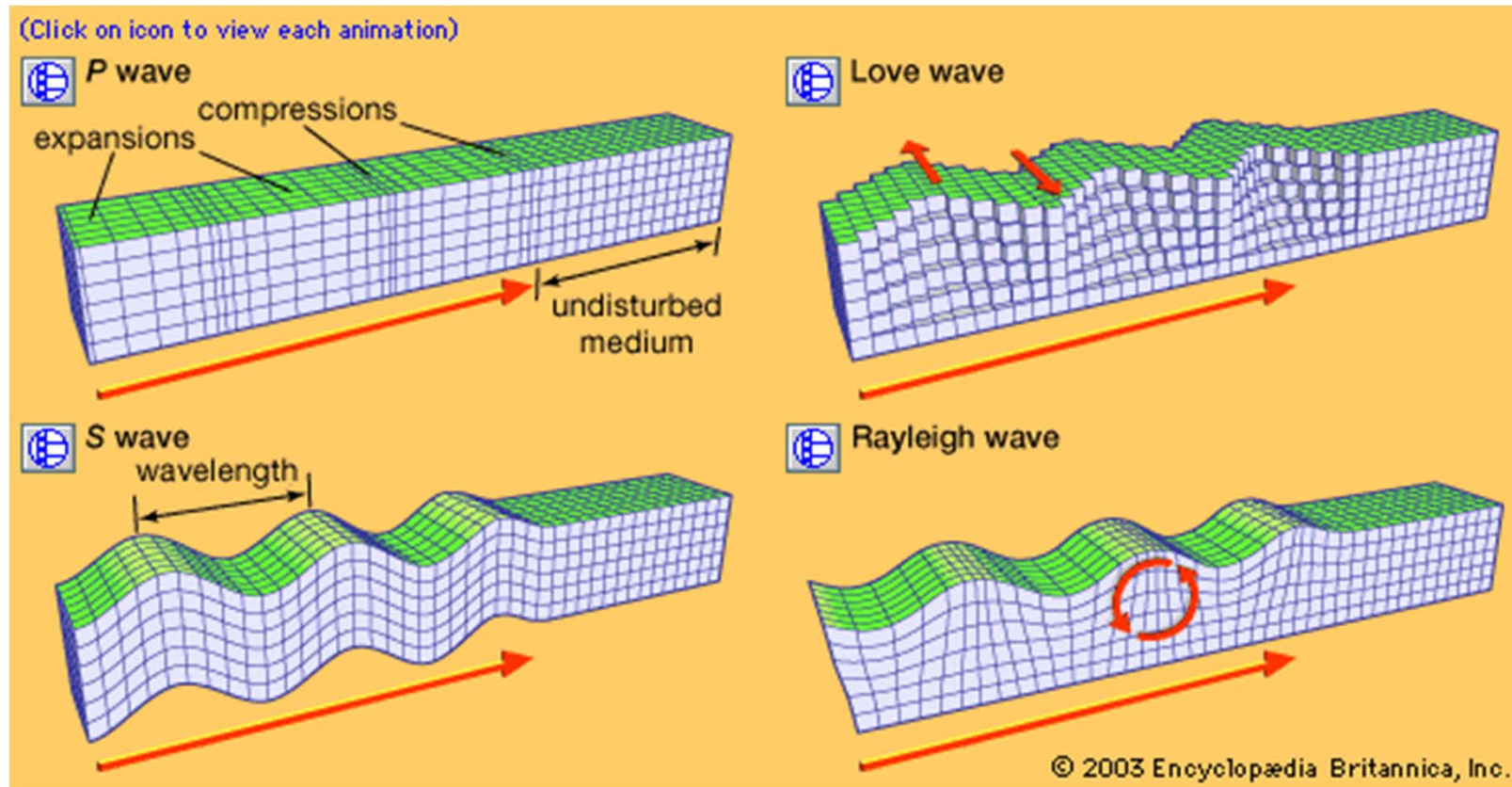
Sismógrafo Horizontal



Sismología

- **Sismógrafos**
 - Se necesita más de un tipo de sismógrafo para registrar el movimiento vertical y horizontal del terreno
 - Los registros sísmicos reciben el nombre de sismogramas

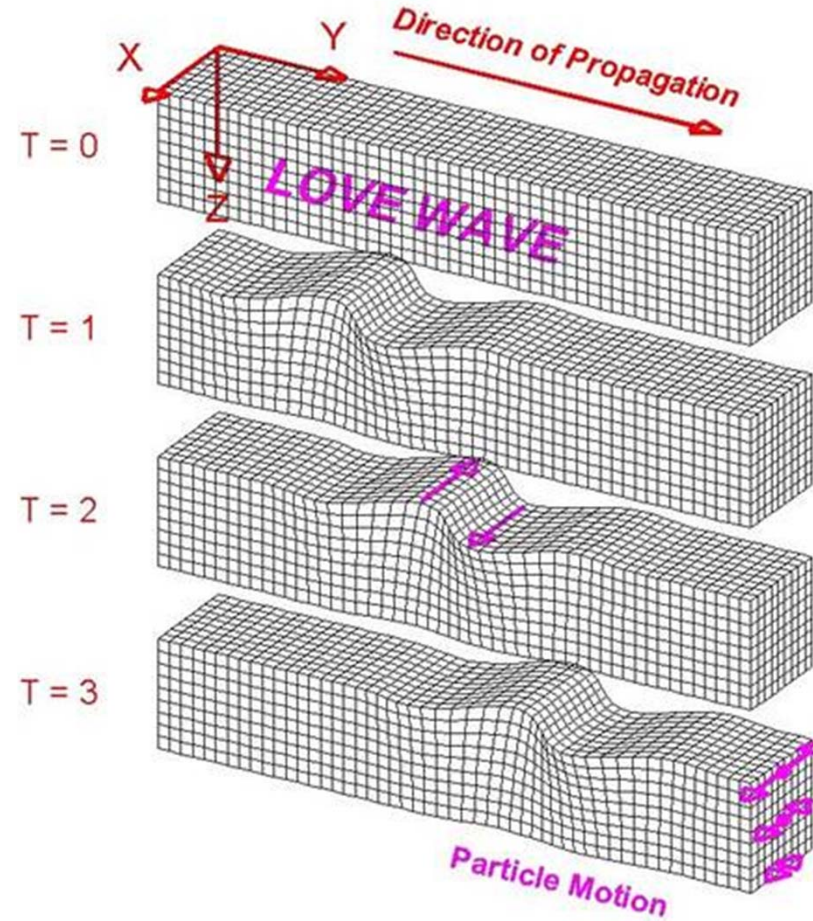
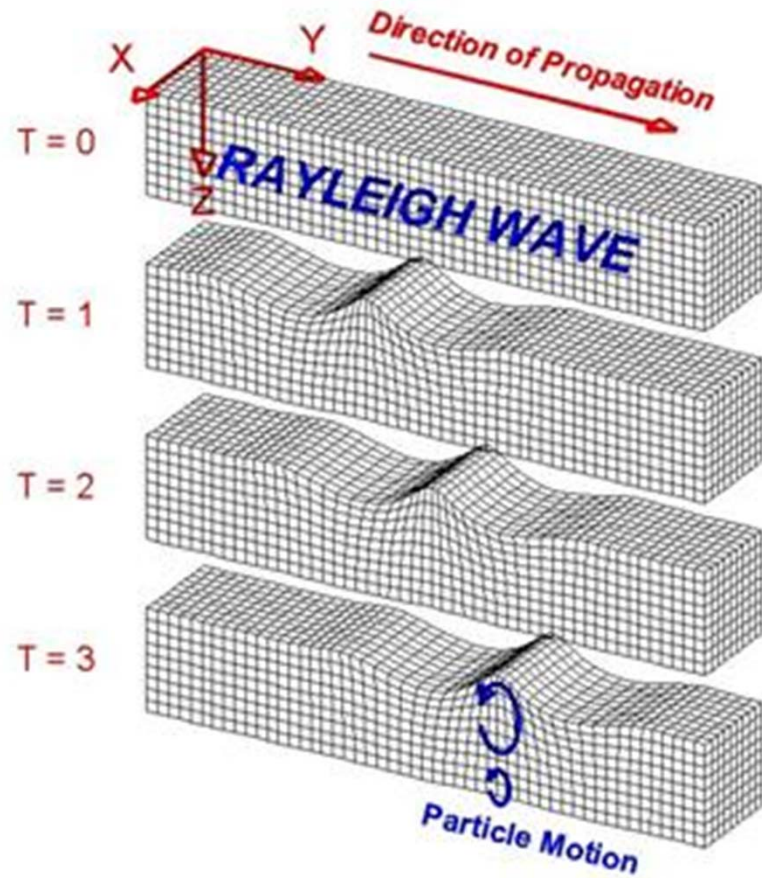
Ondas Sísmicas



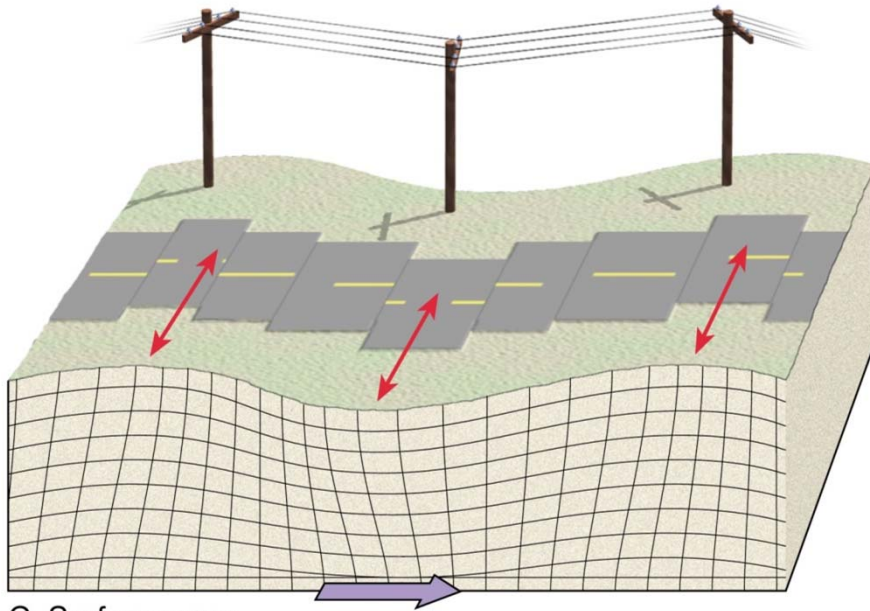
Ondas Sísmicas

- **Ondas superficiales (Rayleigh y Love)**
 - Tienen un movimiento complejo
 - Viajan a lo largo de la superficie de la Tierra
 - Causan la mayor destrucción
 - Presentan la mayor amplitud y la menor velocidad de propagación
 - Tienen los mayores periodos (intervalo de tiempo entre dos crestas)

Ondas Superficiales



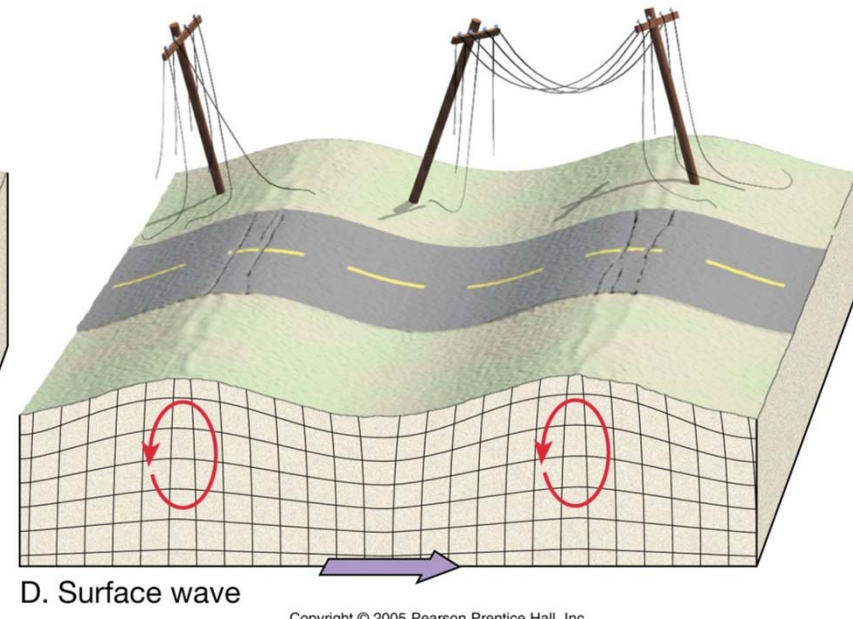
Ondas Superficiales



C. Surface wave

Copyright © 2005 Pearson Prentice Hall, Inc.

Love



D. Surface wave

Copyright © 2005 Pearson Prentice Hall, Inc.

Rayleigh

Ondas Sísmicas

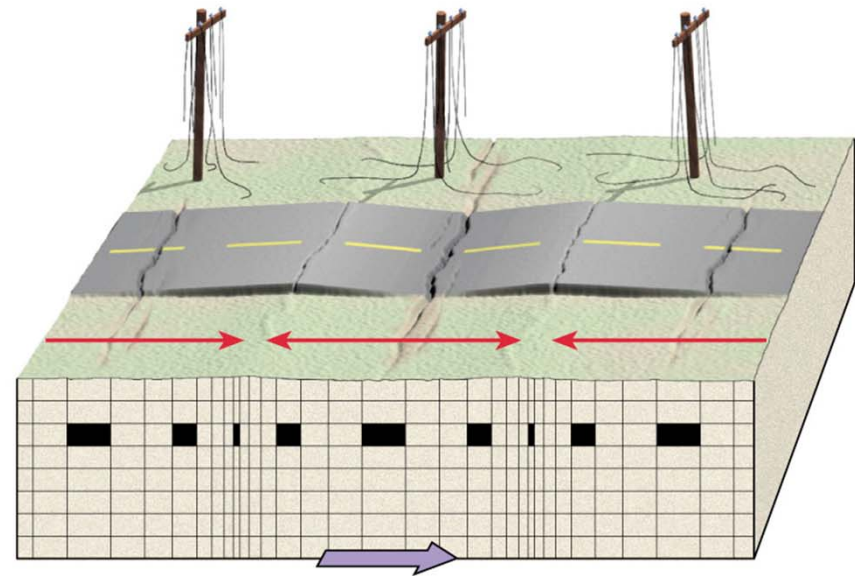
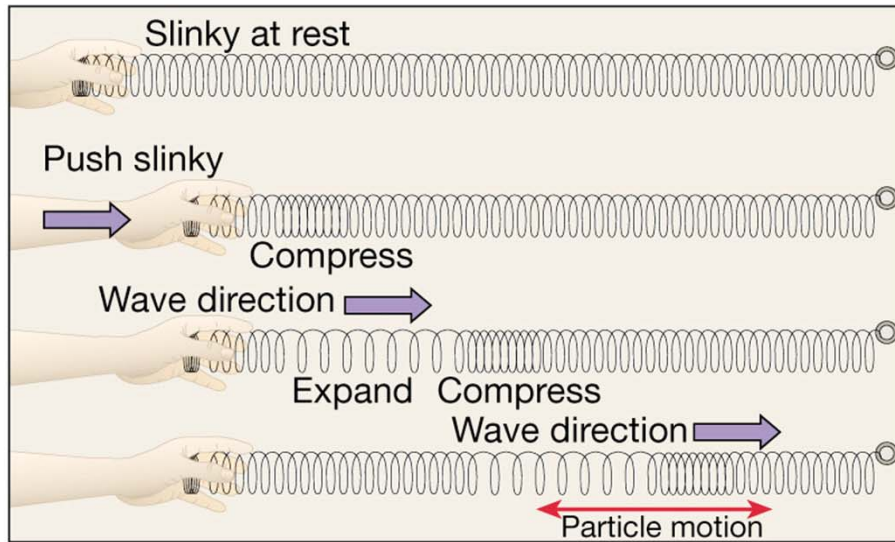
– Ondas Primarias (P)

- Movimiento regular de compresión/ retracción, que cambia el volumen del material atravesado
- Se propagan a través de sólidos y fluidos
- En general, para cualquier sólido, las ondas P viajan alrededor de 1.7 veces más rápido que las ondas S

– Ondas Secundarias o de Cizalla (S)

- Movimiento de agitación en la dirección perpendicular al de propagación del rayo sísmico
- Solo se propagan a través de los sólidos
- Menor velocidad de propagación que las P y amplitud algo mayor que estas

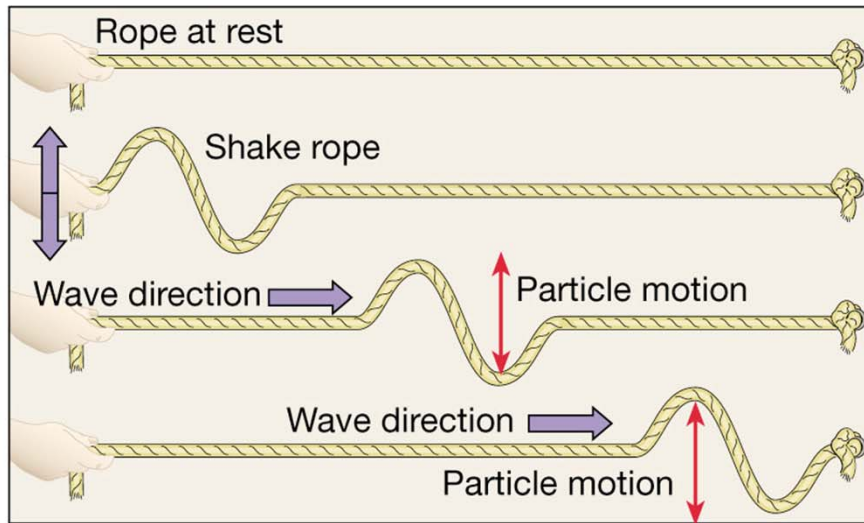
Ondas P



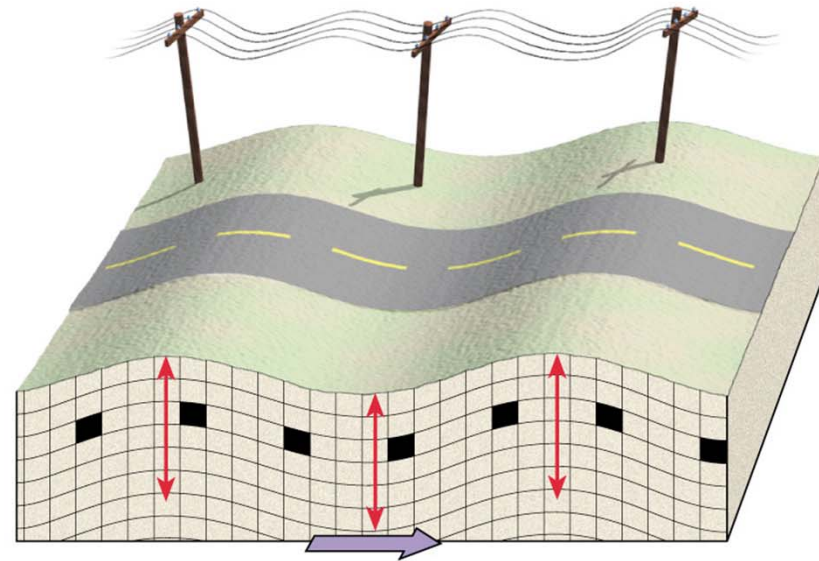
A. P wave

Copyright © 2005 Pearson Prentice Hall, Inc.

Ondas S

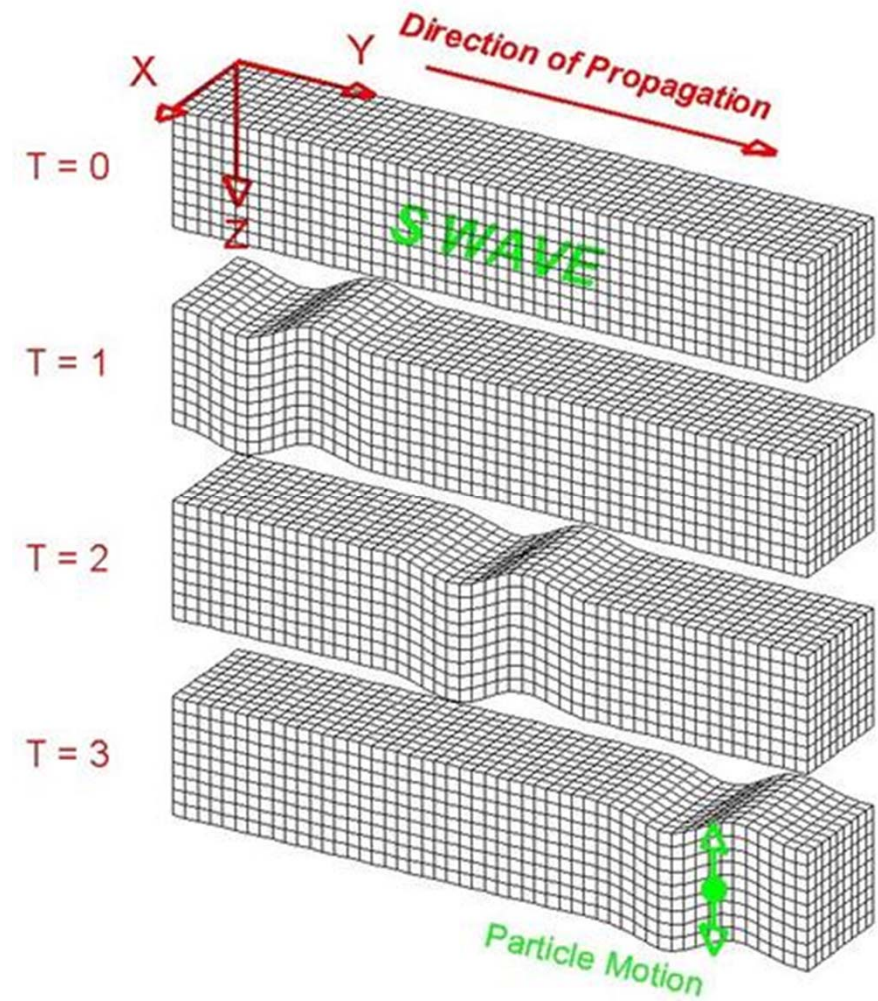
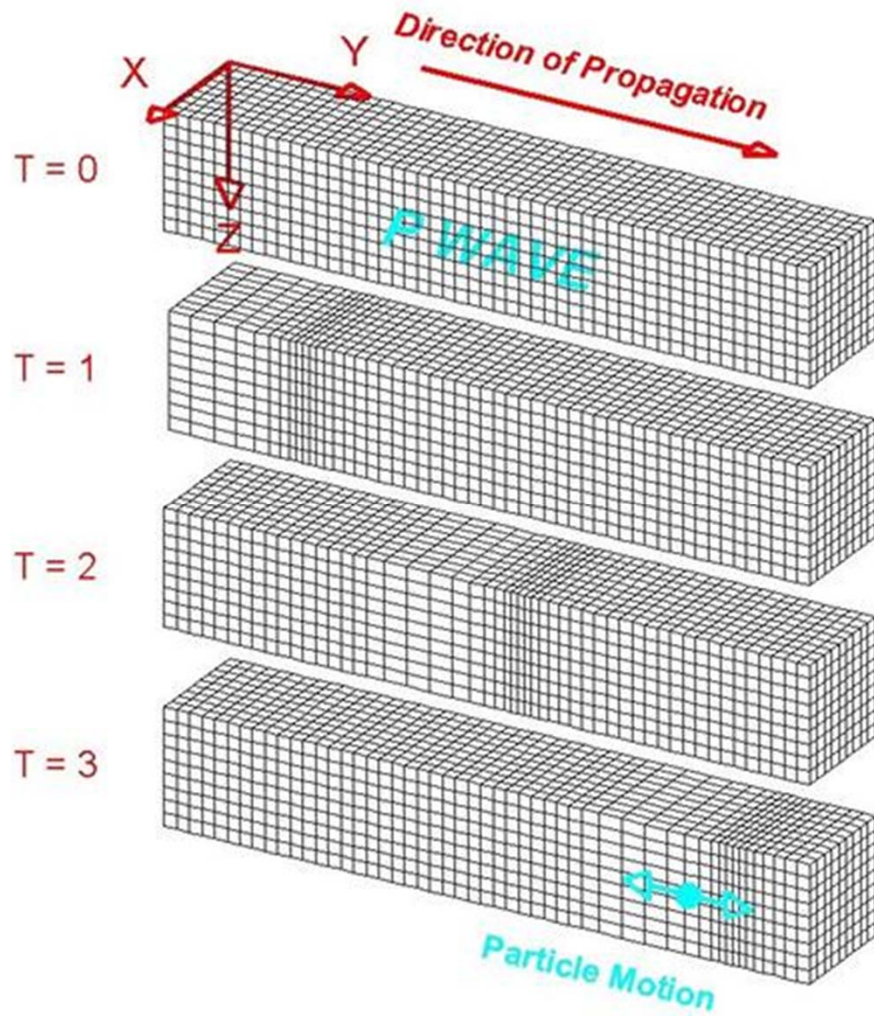


B. S wave



Copyright © 2005 Pearson Prentice Hall, Inc.

Ondas S



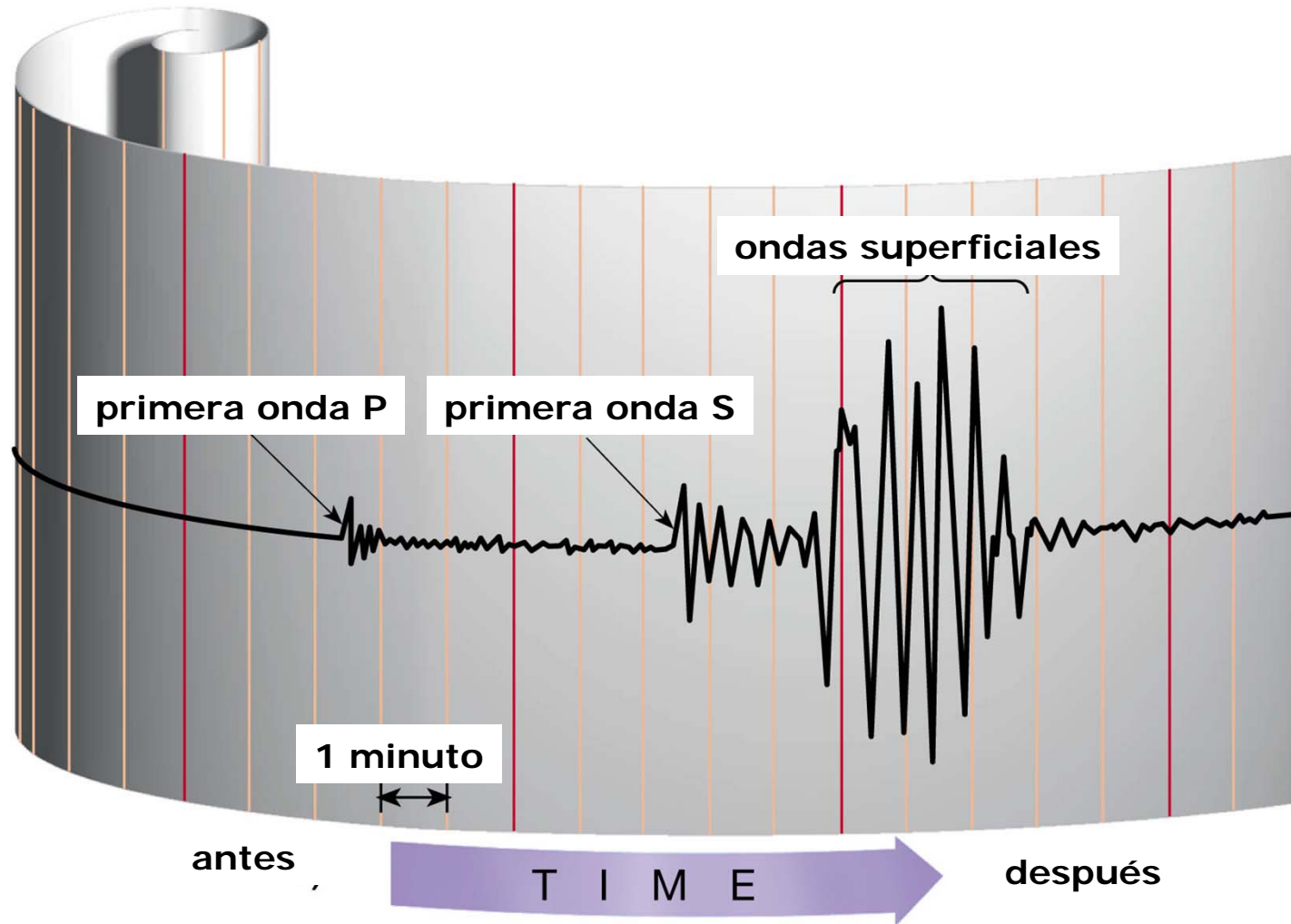
Localización del Foco de un Terremoto

- **Términos**
 - **Foco**: Lugar dentro de la Tierra donde se originan las ondas sísmicas se producen
 - **Epicentro**: Proyección vertical, en superficie, del foco sísmico
- **El epicentro se localiza empleando la distinta velocidad de propagación de las ondas P y S**

Localización de Terremotos

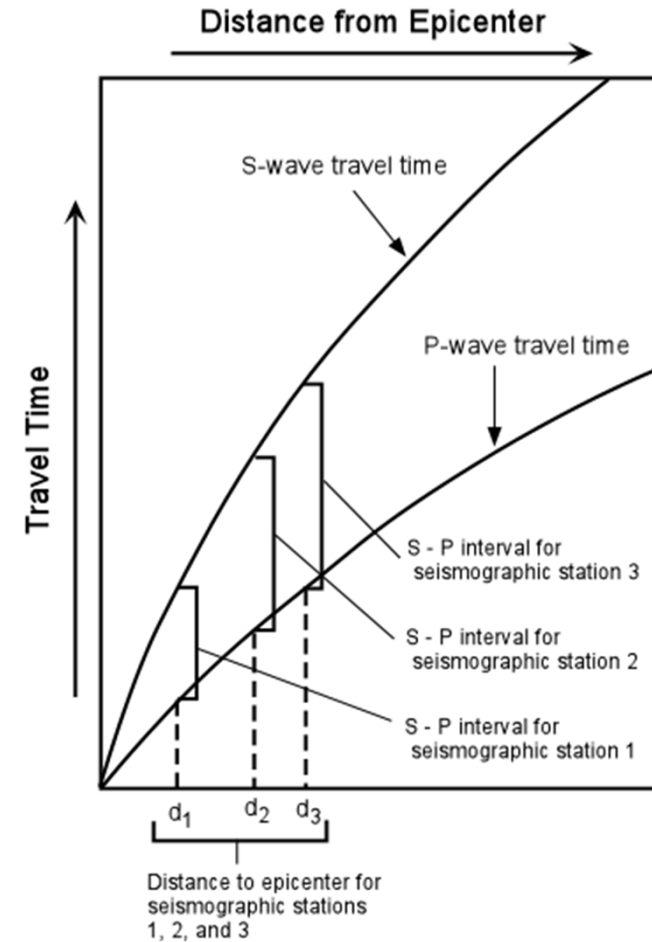
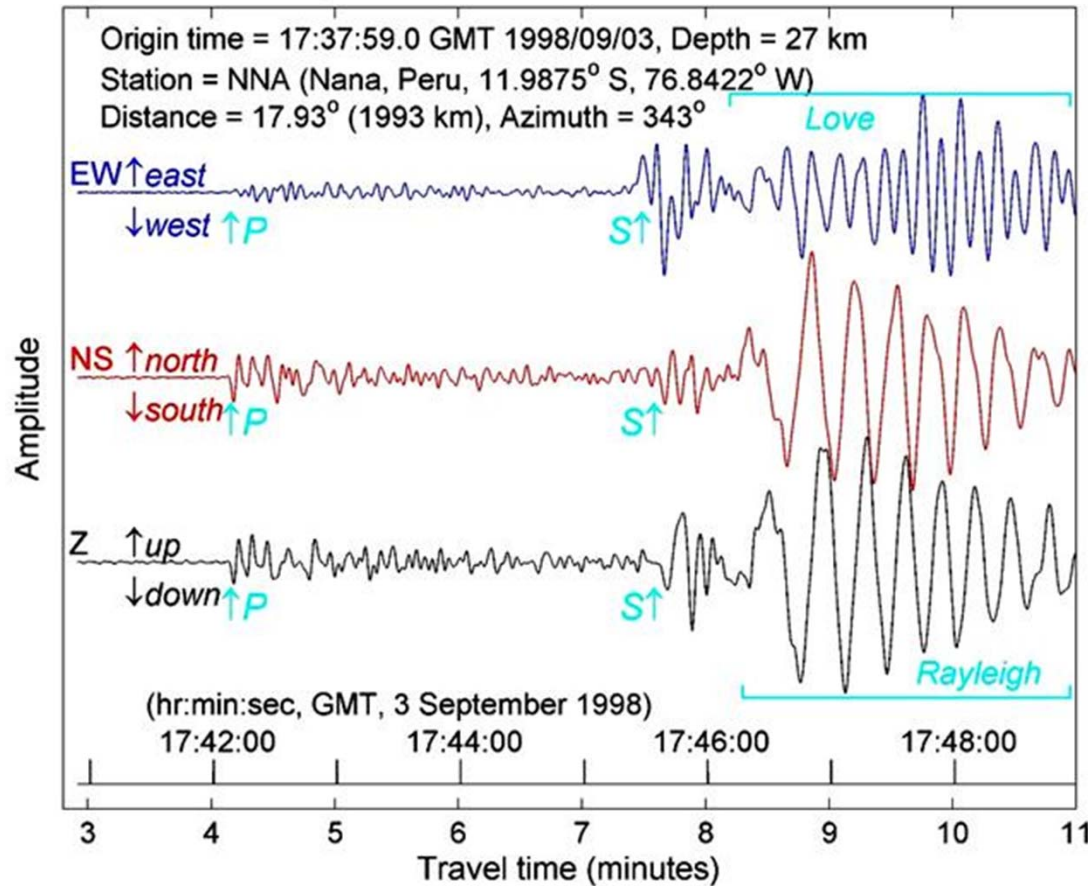
- **Se necesitan los registros de, al menos, tres estaciones sísmicas.**
- **En cada estación se determina el lapso de tiempo que separa la llegada de la primera onda P y la primera S.**
- **Se dibuja un gráfico de tiempo de viaje de las ondas sísmicas para determinar la distancia que separa el epicentro del terremoto y la estación**

Localización de Terremotos

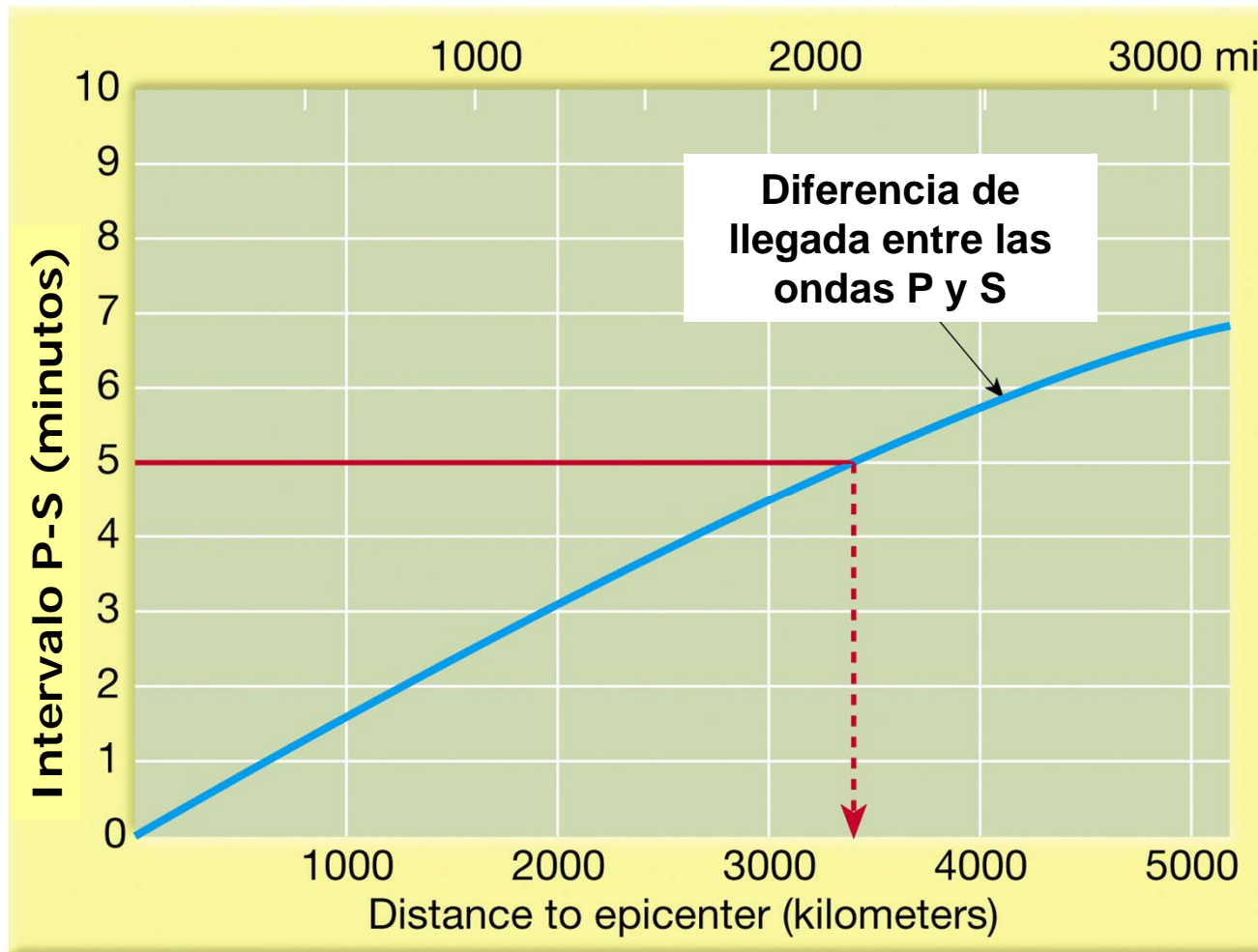


Localización de Terremotos

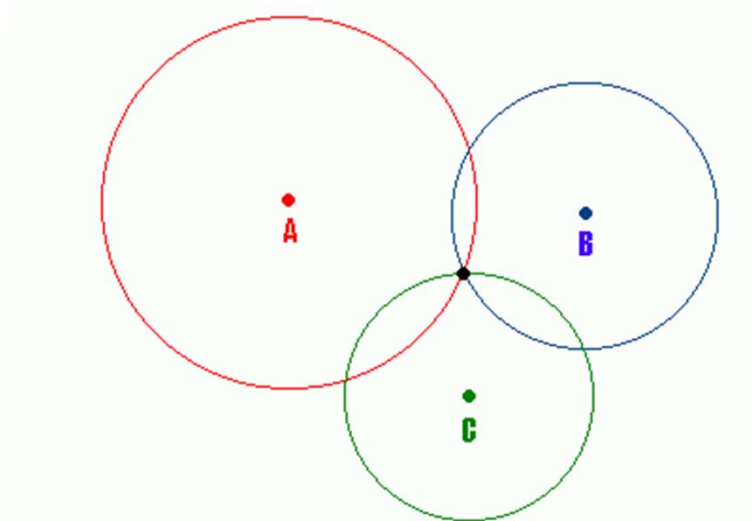
Magnitude 6.5 earthquake, near coast of central Chile, 29.2934° S, 71.5471° W



Localización de Terremotos



Localización del Epicentro de un Terremoto



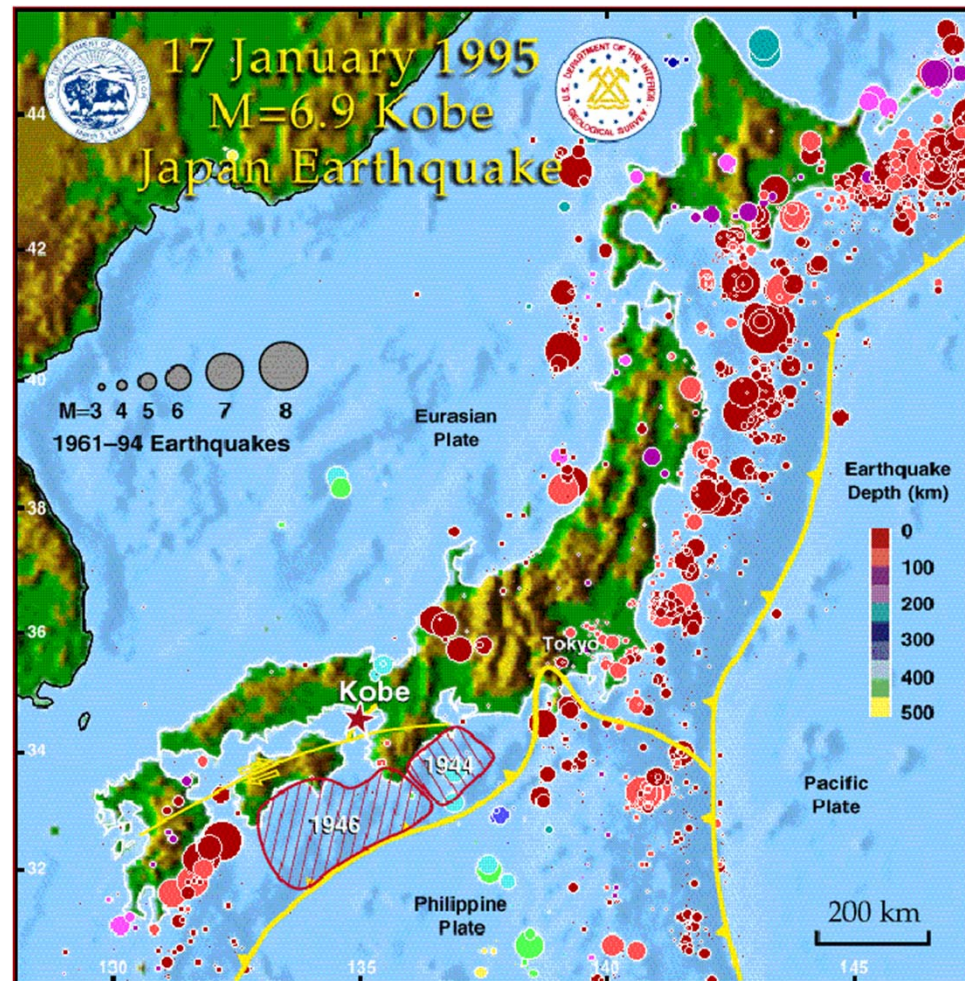
Earthquake epicenter requires at least 3 recording stations to localize.



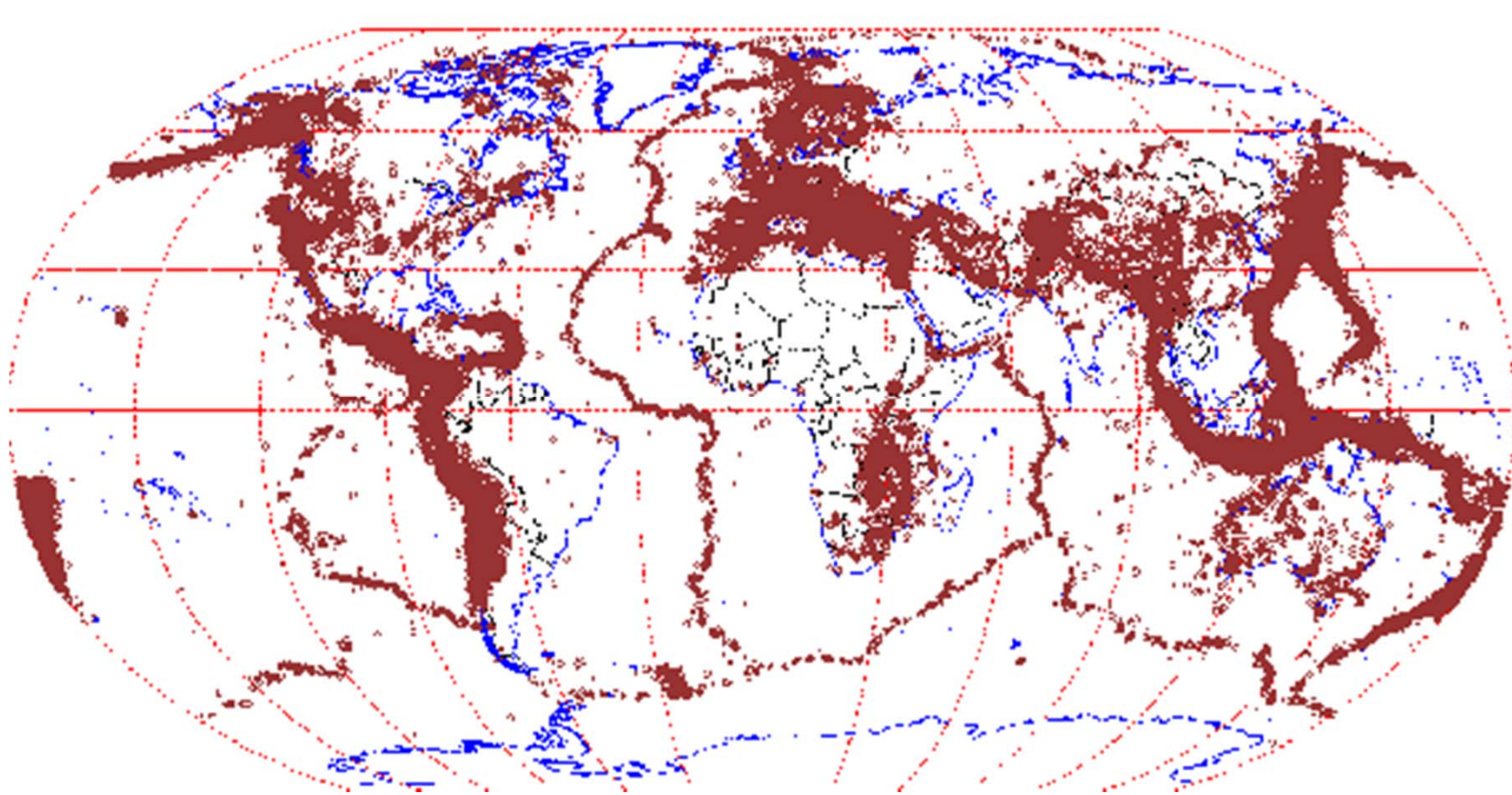
Localización de Terremotos

- **Cinturones sísmicos**
 - Alrededor del 95 % de la energía liberada por los terremotos se origina en una relativamente estrecha banda alrededor de la Tierra
 - Las zonas sísmicas de mayor actividad incluyen el Cinturón Circumpacífico, el Mediterráneo, la región del Himalaya y el sistema de dorsales oceánicas

Terremoto de Kobe (17/6/1995)



Distribución Global de los Terremotos (1986-1993)



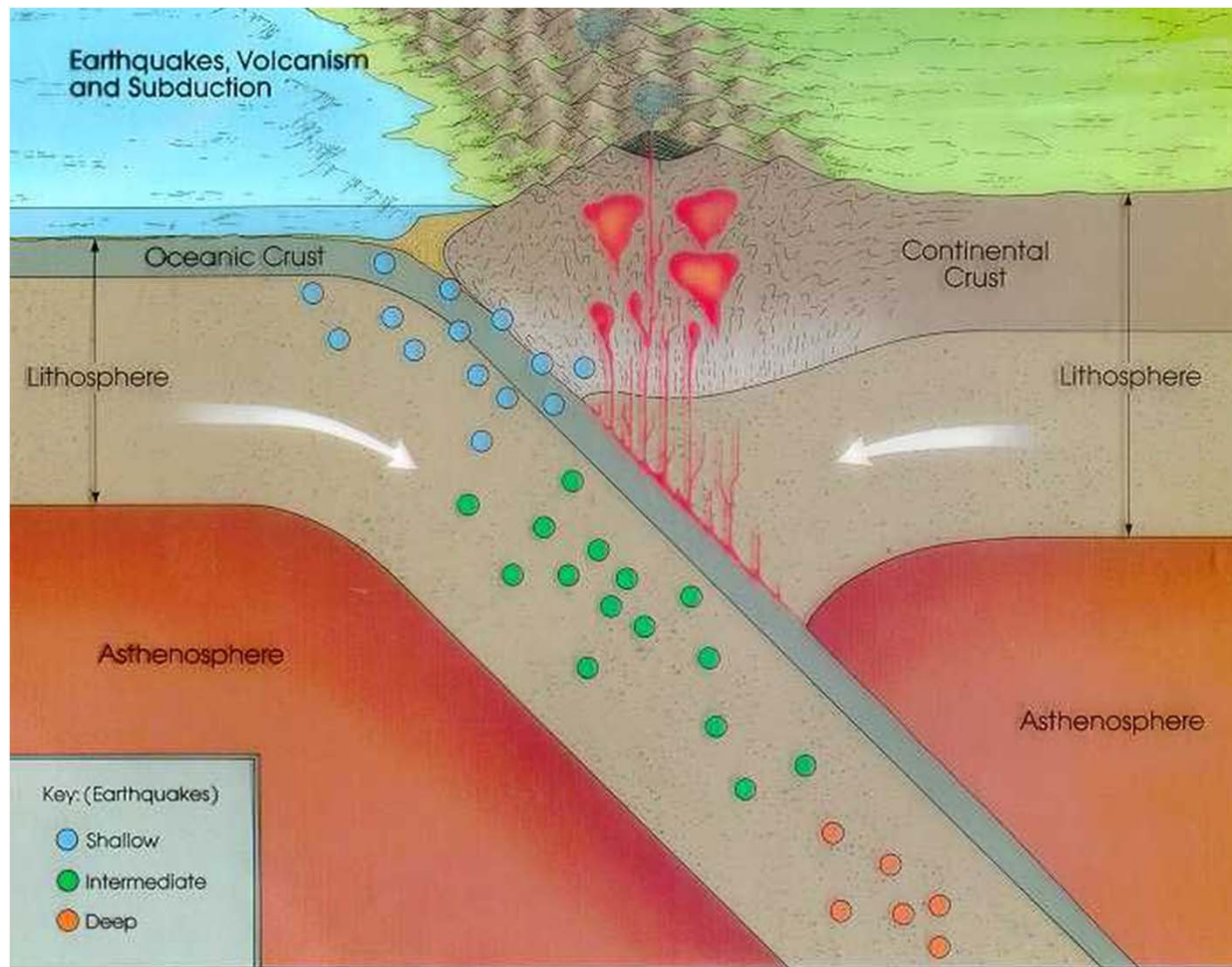
Localización de Terremotos

- **Profundidad de generación de sismos**
 - **Los terremotos se originan, típicamente, a profundidades que van desde los 5 hasta los 700 kilómetros**
 - **Los focos de los terremotos se clasifican como**
 - **Superficiales (0 - 70 km)**
 - **Intermedios (70 - 300 km)**
 - **Profundos (> 300 km)**

Localización de Terremotos

- **Se pueden reconocer pautas de distribución**
 - **Los terremotos de foco superficial tienden a concentrarse a lo largo del sistema de dorsales oceánicas**
 - **La práctica totalidad de terremotos profundos se produce en el Cinturón Circupacífico, en particular en las regiones continentales adyacentes a las grandes fosas oceánicas**

Localización de Terremotos



the Tasa Collection: Plate Tectonics

Copyright © 1984, by Tasa Graphic Arts, Inc. All rights reserved.

Medida del Tamaño de un Sismo

- **Existen dos formas (o escalas) de medir el tamaño de un terremoto:**
 - **Intensidad** – es una medida del grado de agitación provocado por un terremoto en un ámbito local, de acuerdo con la cantidad de daño producido
 - **Magnitud** – estima la cantidad de energía liberada en el foco del terremoto

Medida del Tamaño de un Sismo

- **Escalas de Intensidad**
 - Escala de Intensidad de **Mercalli Modificada**: se desarrolló tomando como referencia las construcciones de California
 - Una limitación de este tipo de escala es que el grado de destrucción no tiene por qué ser una indicación real de la severidad verdadera de un terremoto

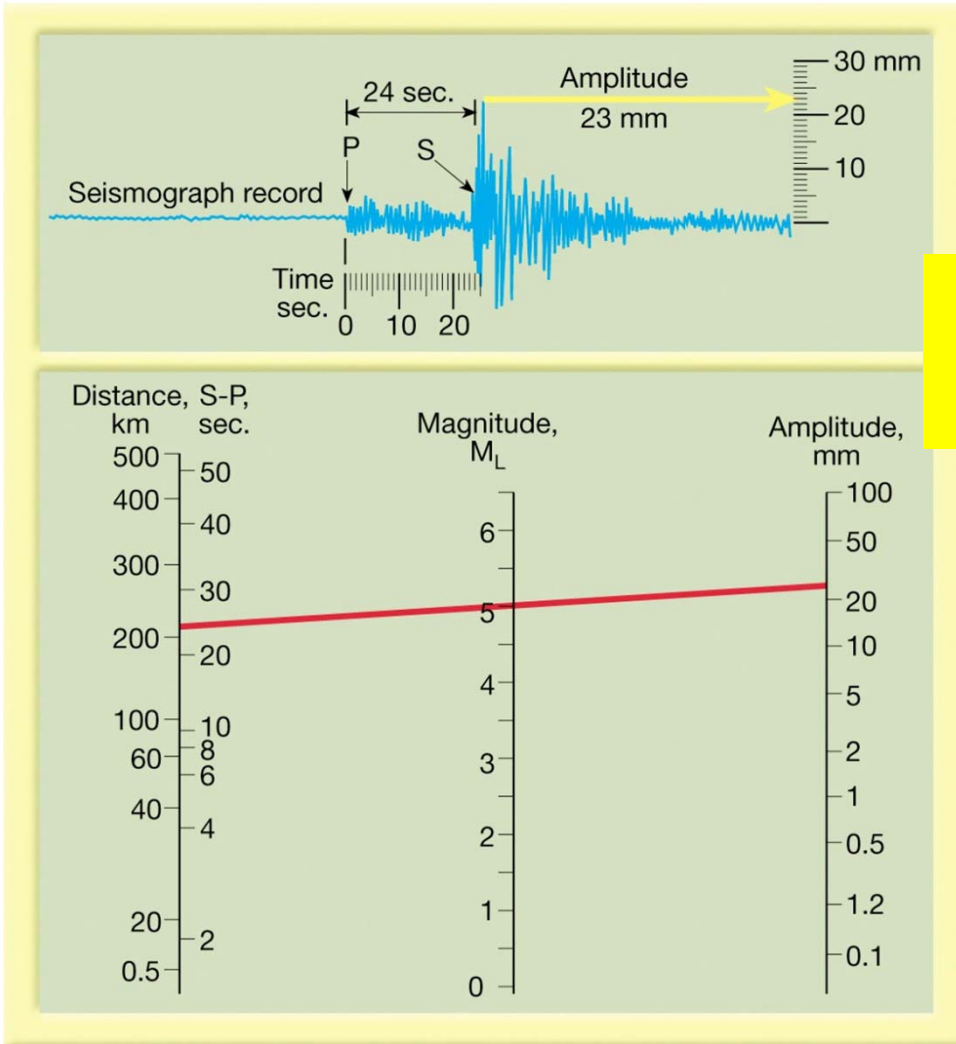
Medida del Tamaño de un Sismo

- **Escalas de Magnitud**
 - **Magnitud Richter – concepto propuesto por Charles Richter, en 1935**
 - **Escala Richter**
 - Toma como base la amplitud de la onda sísmica mayor registrada
 - Tiene en cuenta la disminución de la amplitud de las ondas con la distancia al foco sísmico

Medida del Tamaño de un Sismo

- **Escalas de Magnitud**
 - **Escala Richter**
 - La magnitud mayor registrada ha sido de 9.5 (Chile)
 - Las magnitudes inferiores a 2.0 no son percibidas por los humanos
 - Cada aumento de unidad de la escala de magnitud Richter corresponde a 10 veces el incremento en la amplitud de la onda y 32 veces la energía liberada

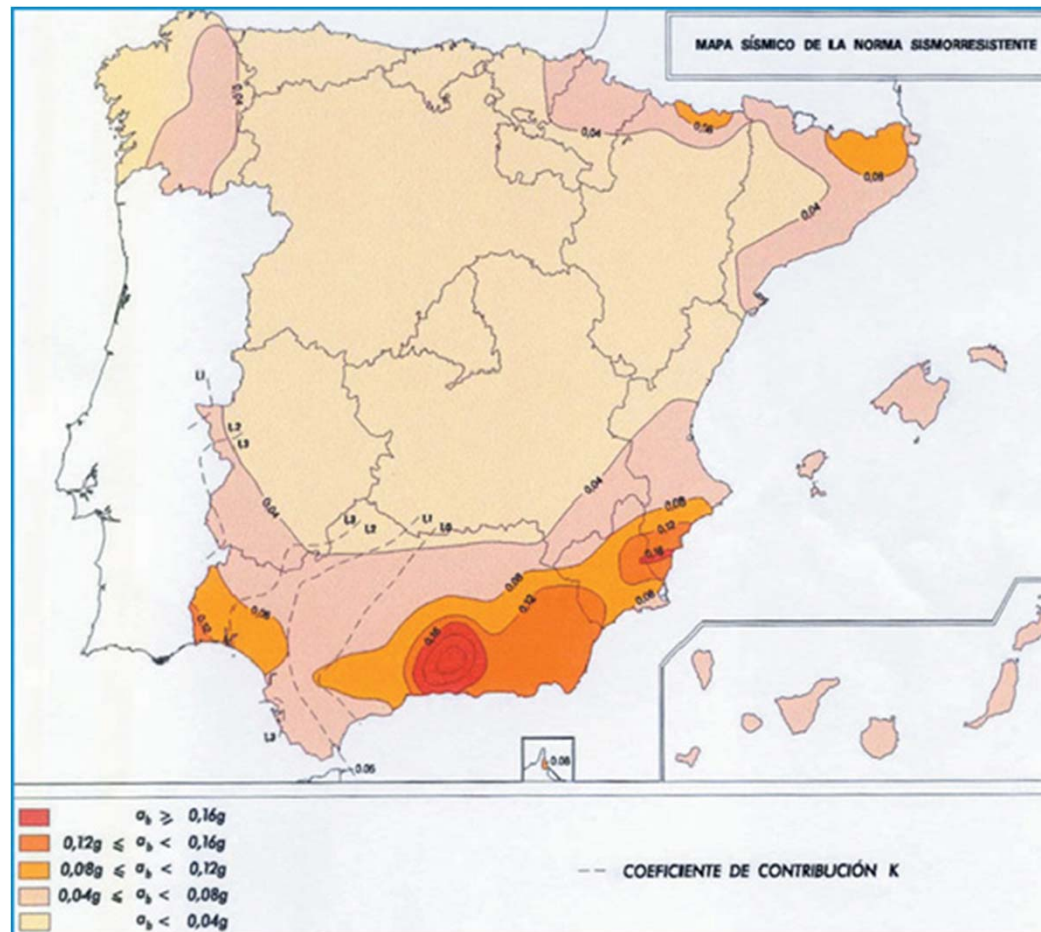
Medida del Tamaño de un Sismo



Determinación de la magnitud Richter a partir de un sismógrafo Wood-Anderson

Norma Sismoresistente (NCSE-02)

Norma Sismoresistente (NCSE-02) BOE n° 244 (11/10/2002)



Terremotos: Evidencia de la Tectónica de Placas

- **Existe una muy buena correlación entre el modelo de la Tectónica de Placas y la distribución global de terremotos**
 - **La conexión entre terremotos de foco profundo y fosas oceánicas es un factor añadido**
 - **Los terremotos de foco superficial sólo se producen en bordes divergentes de placa o bien a lo largo de las fallas transformantes**