

Deslizamiento

¿Cómo ayuda el control de la reptación de las fallas a predecir los terremotos?

Desde la década de 1980, los científicos han utilizado la tecnología de satélites GPS (Sistema de Posicionamiento Terrestre) para medir con exactitud, con una precisión de sólo unos milímetros, el lento deslizamiento a lo largo de las fallas que acaba provocando su ruptura y un terremoto. La reptación de las fallas se controla mediante estudios **repetidos** en los que se localiza por GPS la posición exacta de marcadores de superficie fijos a ambos lados de una zona de falla y se miden los cambios a lo largo del tiempo. Hay tres tipos principales de mediciones: dos consisten en medir con gran precisión los cambios horizontales en los ángulos entre los marcadores en el suelo y las distancias entre los marcadores. El tercero (no tratado aquí) mide los cambios en la elevación de los marcadores a lo largo del tiempo. Este tipo de control de las fallas permite conocer la tensión acumulada con el paso del tiempo, lo que ayuda a prever los seísmos.

Simulación de un estudio de control

Con dos bloques de madera (o de otro material), tres chinchetas y una goma elástica (Fig. 1) se puede realizar una simulación tridimensional simplificada de un estudio de vigilancia en una zona de falla. Las líneas de medición están representadas por los segmentos de la goma elástica estirada entre tres marcadores de medición fijos («chinchetas») situados a ambos lados de la «zona de falla» entre los bloques. Se puede animar a los alumnos a que hagan sus propios modelos.

El desplazamiento relativo de los bloques provoca cambios en la distancia medida entre los marcadores topográficos fijos. Esto se registra como una ganancia positiva o una pérdida negativa en la longitud de las líneas de medición entre mediciones sucesivas. La línea de medición **X-Z** permanece constante, ya que no corta la falla.

La cantidad de desplazamiento también se determina a partir de la variación de los ángulos entre los puntos de referencia (en relación con la línea **X-Z**).



Fig. 1. Simulación de un estudio de control (*Pete Loader*)

Demuestre que el desplazamiento relativo se produce incluso si ambos bloques se mueven en la misma dirección pero a diferente velocidad.

Cuando se les presenta el modelo simplificado, se les pide que:

- sugieran los cambios que pueden observarse en las líneas de medición al desplazar los dos bloques en una dirección u otra;
- registren estos cambios a medida que los bloques se desplazan cada centímetro respecto al otro;
- utilicen los datos de sus mediciones para dibujar un gráfico de los cambios en la longitud de las líneas de medición a lo largo del tiempo.

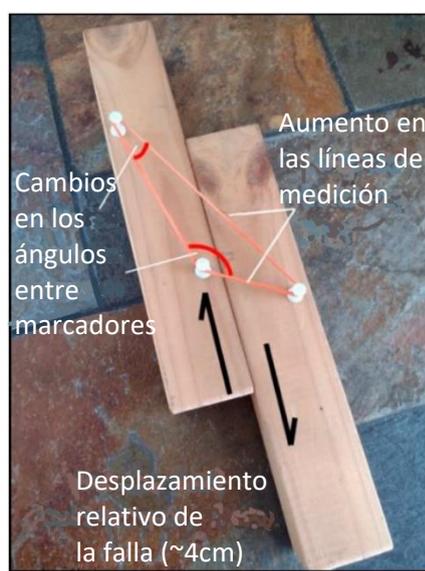


Fig. 2a. Deslizamiento progresivo en la falla – nótese el cambio en los ángulos y longitudes en las líneas del estudio (*Pete Loader*)

Control de datos de seguimiento a través del sistema de la Falla de San Andrés.

Tras la simulación, se puede pedir a los alumnos que analicen los datos de seguimiento real a través del sistema de la Falla de San Andrés, en el centro de California, en un período en que no se produjeron terremotos significativos (Fig. 3b). En este caso, las placas de Norteamérica y del Pacífico se desplazan hacia el NO, pero a velocidades diferentes, y el desplazamiento relativo resultante a través de la falla de San Andrés se muestra en la Fig. 3a.

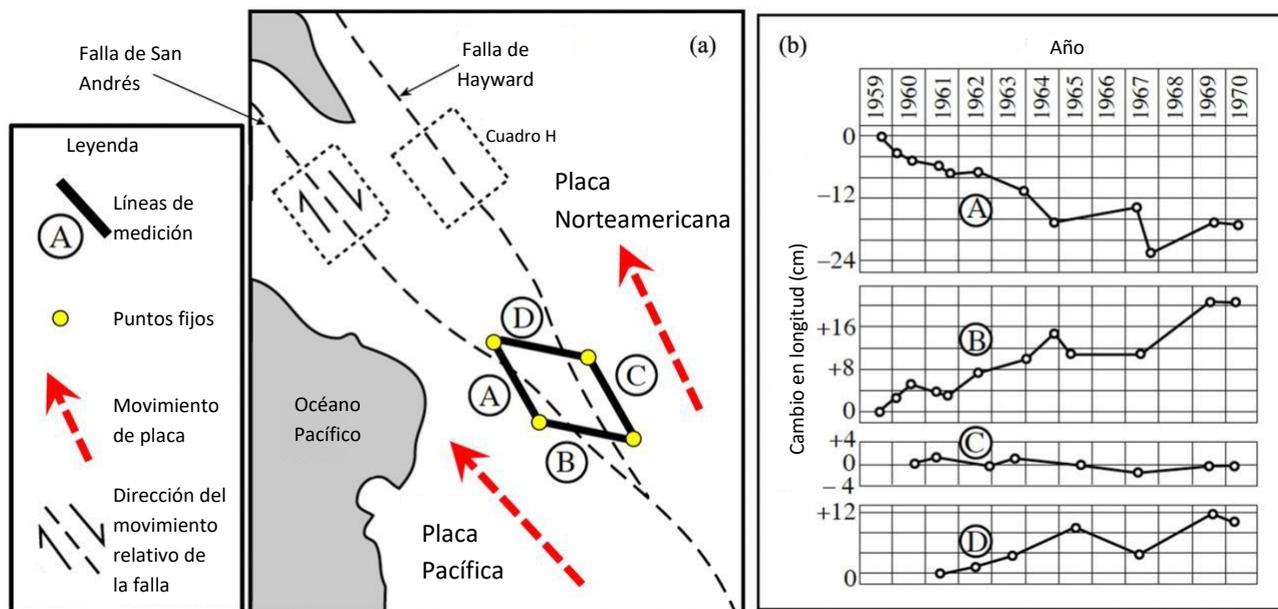


Fig. 3 (a) Líneas de prospección a través del sistema de fallas de San Andrés - California central, (b) Cambios en la longitud de las líneas de prospección. (1959 – 1970)

Se pide a los alumnos que

- calculen la tasa media de variación de la longitud de la línea de medición (A) entre 1959 y 1970;
- describan la principal diferencia en los cambios de las longitudes de las líneas topográficas (A) y (B) a lo largo del tiempo;
- expliquen la diferencia entre la tasa media de variación de la longitud de la línea topográfica (B) y la de (C);

- utilicen los datos del estudio para dibujar la dirección del desplazamiento relativo de la falla a ambos lados de la Falla de Hayward en el cuadro H;
- sugieran qué placa (Pacífica o Norteamericana) se desplaza más rápidamente hacia el NO;
- expliquen cómo podrían utilizarse los estudios de seguimiento para predecir un terremoto inminente en esta zona.

Ficha técnica

Título: Deslizamiento

Subtítulo: ¿Cómo ayuda el control de la reptación de las fallas a predecir terremotos?

Tema: Simulación y estudio de un caso práctico de vigilancia de la deformación lenta a lo largo de los planos de falla que conduce a la acumulación de esfuerzos antes de su liberación en un terremoto.

Edad de los alumnos: 16 – 18 años

Tiempo necesario: 20 minutos

Aprendizajes de los alumnos: Los alumnos pueden:

- identificar los métodos cuantitativos utilizados para medir la reptación de las fallas a lo largo del tiempo;
- explicar la diferencia entre el desplazamiento relativo a través de una falla y la dirección real del movimiento de las placas;
- identificar que el desplazamiento a través de los planos de falla (reptación) no siempre provoca la

ruptura, pero puede utilizarse para medir la acumulación de esfuerzos antes de un terremoto;

- interpretar y manipular matemáticamente los datos espaciales que aparecen en mapas y gráficos.

Contexto:

La simulación demuestra que los marcadores fijos en la superficie terrestre, establecidos por GPS, pueden mostrar cambios mesurables en la orientación angular y las distancias entre sí a medida que la deformación del terreno hace que las fallas se desplacen lentamente.

En el sistema de San Andrés, la longitud de la línea de medición (A) disminuyó con el tiempo (se calcula que aproximadamente 2 cm/año) a medida que se acortaba la distancia entre los marcadores, mientras que la línea de medición (B) se alargó y aumentó de longitud. La línea de medición (C) permaneció más o menos constante, ya que no cruza la falla.

En cuanto a la línea de medición (D), el aumento general de longitud sugiere que esta línea se está alargando. Esto sugiere que el desplazamiento

relativo a través de la Falla de Haywood es **dextral**, similar al de la Falla de San Andrés, y contrario a la dirección del movimiento de la placa. Si se comparan con las líneas de medición (A) y (B), se observa que la placa Pacífica se desplaza hacia el NO a **mayor velocidad** que la placa americana.

Nota:

- Las orientaciones angulares entre los marcadores también habrán cambiado con el tiempo, pero esto no queda registrado en estos datos.

Ampliación de la actividad:

Pida a los alumnos que investiguen:

- cuándo se produjo el último terremoto en esta zona;
- si existen brechas sísmicas;
- la teoría del rebote elástico.

Principios subyacentes:

- Cuando los esfuerzos tectónicos provocan un alargamiento o acortamiento de la superficie del terreno, las líneas topográficas que atraviesan una zona de falla se acortarán o alargarán con el tiempo y los ángulos entre los marcadores fijos cambiarán.
- El seguimiento constante de estos cambios permitirá identificar la deformación acumulada en una zona de falla a medida que los bloques de falla se desplazan unos junto a otros sin provocar un terremoto.

- Estos datos pueden utilizarse para controlar los cambios repentinos en las velocidades de reptación, lo que puede ayudar a predecir un terremoto.

Desarrollo de habilidades cognitivas:

El análisis de los gráficos establece un patrón de alargamiento o acortamiento de las líneas topográficas. La dirección del desplazamiento relativo a lo largo de la falla de Haywood es contraria a la dirección del movimiento de la placa norteamericana, lo que provoca un conflicto cognitivo. Explicar y discutir los resultados de los sondeos implica metacognición. Aplicar los datos del modelo al mundo real implica establecer nuevas conexiones.

Material:

- dos tacos de madera (u otro material)
- tres chinchetas/clavos
- una goma elástica
- datos de seguimiento de San Andrés

Enlaces útiles:

http://www.earthlearningidea.com/PDF/359_Sp_anish.pdf

Fuente: Actividad diseñada y escrita por Pete Loader del Equipo de ELI basada en una idea en 'Teaching Earth Sciences', Vol. 30 No. 3 2005. San Andreas data - según Bolt (Earthquakes 1993). Fotos por Pete Loader

© **El equipo de Earthlearningidea.** El equipo de Earthlearningidea se propone presentar una idea didáctica cada semana de coste mínimo y con recursos mínimos, útil para docentes y formadores de profesores de Ciencias de la Tierra, a nivel escolar de Geología y Ciencias, juntamente con una "discusión en línea" sobre cada idea con la finalidad de desarrollar una red de apoyo. La propuesta de "Earthlearningidea" tiene escasa financiación y depende mayoritariamente del esfuerzo voluntario.

Los derechos (copyright) del material original de estas actividades han sido liberados para su uso en el laboratorio o en clase. El material con derechos de terceras personas contenido en estas presentaciones sigue perteneciendo a las mismas. Cualquier organización que quiera hacer uso de este material, deberá ponerse en contacto con el equipo de Earthlearningidea.

Se han hecho todos los esfuerzos posibles para localizar a las personas o instituciones que poseen los derechos de todos los materiales de estas actividades para obtener su autorización. Si cree que se ha vulnerado algún derecho suyo, póngase en contacto con nosotros; agradeceremos cualquier información que nos permita actualizar nuestros archivos.

Si tiene dificultades para leer estos documentos, póngase en contacto con el equipo de Earthlearningidea para obtener ayuda.

