

CONTRIBUCION A LA SISMOLOGIA EXPERIMENTAL

por el prof. geol. JUAN TAVERA

Introducción

En las experiencias que se describen más adelante, el autor de este trabajo toma como base de los ensayos, la hipótesis que interpreta el fenómeno sísmico como de origen tectónico; en su mecanismo, como trepidaciones producidas por el desplazamiento de bloques, a lo largo de un plano de fractura (fallas). No desconoce, por cierto, que aunque típicamente el sismo tenga este origen, exista un cierto número de sismos que pudieran ser originados por otras causas.

Estos ensayos deben tomarse como rudamente preliminares y muy empíricos y en parte sólo comprobaciones, ya que muchos de los resultados parecieran obvios y previsibles por deducción.

1º Experiencia

Desplazamiento de bloques según un plano de separación (falla) de posición vertical.

Ensayo A

Se empleó como material para la preparación de dos bloques utilizados, fango arenoso, endurecido por desecación. Como registros, se emplearon simulando construcciones, cajas de fósforos con su contenido, por reunir condiciones de estabilidad suficientes, a la vez que sensibilidad al movimiento.

Durante el ensayo, uno de los bloques se mantuvo fijo, desplazándose el bloque móvil, apretado a la superficie de contacto (falla). Las cajas (construcciones) fueron dispuestas en el bloque móvil, orientadas verticalmente a la línea de fractura (intersección del plano de contacto de ambos bloques, con la superficie) y apoyadas sobre la cara estrecha correspondiente al largo, por resultar ser la más apropiada. Se dejó como control de la intensidad del movimiento de vibración resultante, una caja orientada paralelamente (según el largo), a la comparativamente línea de dislocación, apoyada sobre la misma cara. En el bloque fijo se dispusieron cajas igualmente apoyadas, pero orientadas paralelamente a la supuesta línea de fractura (línea de contacto bloques según superficie).

Resultado. En el bloque móvil, todas las cajas (construcciones) fueron sacudidas verticalmente, sin llegar a caer ninguna de ellas. Se pudo constatar que la disuesta paralelamente viró en un ángulo relativamente

grande. En el bloque fijo, oscilaron visiblemente todas las cajas (construcciones), pero sin caer.

Ensayo B

Condición del plano de fractura, la misma que en el ensayo anterior.

En el bloque móvil, se dispusieron todas las supuestas construcciones, paralelas al plano de contacto (falla) y se situó una de ellas, más alejada a dicho plano, también dispuesta paralelamente. Se pudo constatar en esta experiencia que en el bloque móvil, aunque las cajas o supuestas construcciones no llegaron a caer, la oscilación fue bastante más amplia (intensa) que en el fijo, con las cajas (construcciones) orientadas en igual forma. La caja de control, más alejada que las otras de la línea de contacto (línea de falla), esto es de la zona de fricción, osciló más débilmente.

Observaciones

Las conclusiones que parecen desprenderse de los dos ensayos que anteceden, serían:

- 1 El desplazamiento con fricción, produce trepidación y ésta, en la superficie, tiene el efecto de sismo.
- 2 La intensidad de la vibración es mayor en el bloque móvil (caso de la experiencia) y disminuye a medida que nos alejamos del plano de fricción.
- 3 En el desplazamiento vertical de bloques, el efecto sería de vibración vertical, sin producir caída de cuerpos (experiencia), salvo el efecto de martilleo en la base.
- 4 El desplazamiento vertical sería el más favorable o de menos consecuencias (construcciones), por consiguiente de efectos menos desastrosos.

Es obvio que sería necesario repetir los ensayos para nuevas verificaciones y dar a las experiencias forma cuantitativa.

*2º Experiencia**Plano de deslizamiento inclinado*

Se prepararon dos bloques del mismo material que en el caso anterior, pero ajustables según un plano inclinado (plano de falla), conservando la horizontalidad de la superficie de ambos bloques. Se dio al plano de contacto o de ajuste (falla), un ángulo de

17°, un tanto arbitrariamente, para reproducir las condiciones de un plano de falla muy tendido.

Ensayo 1

En este primer ensayo se produjo deslizamiento del bloque situado sobre el plano de contacto (plano de falla). Las cajas, reemplazando a las construcciones, fueron orientadas paralelamente a la línea de contacto, esto es intersección con el plano de superficie (línea de falla), es decir, paralelas a la traza de la dislocación en el caso real.

Se imprimió al bloque superior, relativo al plano de deslizamiento (bloque pendiente), movimiento de ascenso, condición que sería equivalente a la de la falla con sobrecorrimiento. No se constató movimiento en las cajas (construcciones), es decir no hubo vibración, pero sí, en el caso en que el deslizamiento era acelerado e interrumpido bruscamente. En este caso hay oscilación de las cajas a continuación de la interrupción del movimiento. Si esta interrupción es suficientemente brusca y el deslizamiento muy rápido, se produce tumbamiento de las cajas. El mismo tipo de movimiento, con bruscas interrupciones en pequeñas fracciones de tiempo, produce el efecto de terremoto.

Observaciones sobre la experiencia anterior. Los resultados que se describen más atrás, son válidos igualmente que para el sobrecorrimiento, para el deslizamiento normal (falla normal).

Es obvio que en estas experiencias el foco está contenido en el plano de fricción, esto es la falla. Si no se definiera en esta última una superficie con fricción tal que produjera trepidación, no habría propiamente foco.

Respecto de las cajas (construcciones), se puede establecer que las orientadas paralelamente al sentido del deslizamiento, tienen incomparable mayor resistencia al movimiento de vibración y en la experiencia, prácticamente no se mueven.

Ensayo 2

Se aumentó la fricción, en un punto del plano de deslizamiento, introduciéndose grava para crear condiciones favorables a la vibración. Las construcciones (cajas), se repartieron en toda la superficie.

En el punto en que se había provocado vibración (punto con grava), las cajas cayeron a un deslizamiento determinado, permaneciendo estables en el resto. Se pudo constatar que habiendo grava en el plano de deslizamiento, la sacudida de las cajas (construcciones) es muy brusca. Las cajas distantes que permanecieron en la forma inicial, sólo se encontraban a 25

cms. de la proyección, en la superficie, del punto de ubicación de la grava (foco). En efecto se atenuaría visiblemente a corta distancia (horizontal).

Se practicó el mismo ensayo, orientando paralelamente a la dirección del movimiento de vibración, las cajas situadas en la zona crítica (epicentro supuesto) y las restantes, se las orientó perpendicularmente al sentido de la vibración. En este caso, se constató que cayeron las distantes.

Ensayo 4

Condiciones del ensayo anterior conservadas.

Se imprimió al bloque superior (pendiente) o bloque móvil, traslación rotatoria dentro del deslizamiento normal (descenso). Se constató que las cajas (construcciones), dispuestas paralelamente al sentido inicial del movimiento, permanecieron estables, comenzando a caer cuando el bloque móvil había virado en un ángulo suficientemente grande. Este ángulo, tomado en general, estaría determinado por el sentido de la vibración inicial y la orientación tomada por las construcciones (cajas) en el momento crítico.

Ensayo 5

Condiciones de la experiencia según el ensayo anterior, pero se dispusieron guijarros en toda la superficie de deslizamiento (plano de falla), en lugar de un punto (ensayos 2, 3 y 4). La vibración en este caso, resultó un sacudimiento compacto de todas las cajas (construcciones) dispuestas paralelamente a la línea de fractura y por ello, perpendicularmente al sentido de la vibración. El foco estaría, en este caso, repartido en toda la superficie de fricción.

Observaciones

A través de las experiencias, ha sido posible constatar que en el bloque fijo (yacente), la vibración es comparativamente muy pequeña. Mientras en el bloque móvil (superior o pendiente) provoca la caída de todas las cajas (construcciones), en el fijo, éstas sólo experimentaban vibración. Comparativamente, en las condiciones naturales correspondientes a la experiencia (sismo), la porción del bloque móvil con mayor proximidad al plano de fricción, sería la que experimenta el sacudimiento más violento.

Desde el punto de vista de la intensidad del sismo, sería la falla más tendida la que provoca en la superficie, comparativamente, sacudida más violenta (catastrófica), de modo que es posible deducir que la intensidad del sismo sería en gran parte, función de la

inclinación del plano de falla, alcanzando para un caso dado, una máxima intensidad en la falla tendida y decrecería hasta cambiar finalmente el sentido de la vibración (falla vertical).

Próximo al labio de la falla, según bloque pendiente y dentro de la zona comprendida por la línea de fractura, se deben esperar agrietamientos por cortaduras (tracción), lo que dejaría a la zaga bloques, o una sucesión de estos, que no sufrirían arrastre o que sólo lo han tenido muy parcialmente en el momento inicial.

En la zona de agrietamiento, es probable que las grietas se aproximen a una disposición paralela a la traza superficial de la falla, aún dentro de las direcciones caprichosas que pudieran afectarlas.

El agrietamiento puede significar la proximidad del plano de falla con relación a la superficie y labios de ésta. Se agregarían, además, otras evidencias, como escalonamiento del material destrozado (corrimientos), en el sentido del arrastre producido por la falla.

Se deduce para el bloque pendiente una zona areal crítica del sismo, limitada por la zona de agrietamiento y la zona profunda de la dislocación, donde la roca se comportaría como cuerpo plástico.

La intensidad del sismo, estaría en gran parte determinada por la naturaleza de la roca, la que determinaría propiamente el deslizamiento con sacudida. Implicaría brechización, brechas previas, conglomerados. Si la matriz de los últimos es blanda y abundante, la vibración puede ser escasa o nula, pero no así, si estos son compactos y pueden triturrarse, Arenas o bancos blandos de arena no producirían efecto.

A profundidad, sobre el plano de falla, el efecto del sismo debe desaparecer, por comportamiento plástico de la roca.

La duración y grado del sismo aparecerían como funciones de la magnitud del deslizamiento y su velocidad. Tendría importancia decisiva el material interpuesto en el plano de deslizamiento.

Otras deducciones que se desprenden de las experiencias

Cuando la fricción es uniforme en toda la superficie de deslizamiento, se puede decir que el foco comprende toda esta superficie, de otro modo, puede afectar valores muy diversos, pudiéndose constituir focos

secundario múltiples. Es obvio que interviene igualmente en la intensidad del sismo, la profundidad de la zona de fricción determinante.

Con regularidad (caso normal), la vibración se propagaría paralelamente al sentido del deslizamiento y se debe admitir que éste experimente a través del deslizamiento (sismo), fluctuaciones en el sentido (movimientos diferenciales).

Se deduce que el mejor registro sería aquel en que el dispositivo (sismógrafo) se encuentre en el plano de vibración y contemple la posibilidad de seguir sus fluctuaciones, pues de otro modo sólo ha de registrar componentes.

Por analogía, es posible establecer, con relación a las áreas construidas, que los edificios elevados caen más prontamente si se encuentran orientados perpendicularmente al sentido de propagación de la vibración (deslizamiento) y en seguida ha de esperarse lo mismo de los bajos igualmente orientados y han de permanecer en pie los elevados, paralelamente orientados al sentido de la vibración (deslizamiento, dislocación), aun después de la caída de los pocos elevados, orientados perpendicularmente al sentido de propagación de la vibración.

Dada la diferente naturaleza de las rocas que pueden ser seccionadas por una falla, es posible deducir para grandes áreas las probables áreas sísmicas. Es lo mismo, las áreas de mayor fricción con relación a fallas. Sería de gran utilidad, según se deduce, el reconocimiento por sondeos de los sectores más afectados (áreas urbanas). Dada la posibilidad de fallas activas, ello llevaría al conocimiento de las zonas de mayor fricción, dentro de la capacidad de los medios mecánicos (sondajes).

BIBLIOGRAFIA SUCINTA:

Brüggen, J.: Fundamentos de la geología de Chile, Santiago, 1950.

Lomnitz, Cinná: I Los terremotos del 4 de septiembre de 1958 en el Cajón del Maipo.

II Esfuerzos y deformaciones en el interior de un planeta no evolutivo.

Fac. de Cienc. Fís. y Mat., Inst. de Geol. y Sismol., Univ. de Chile, Publ. N° A 5. Año 1961. Apartado. Vol. 18, An. de la Fac. de Cienc. Fís. y Mat.

Tarr, S. R. y Martín, L.: Earthquakes at Yakutat Bay, Alaska in September, 1899. Prof. Paper 69. Washington. Geol. Surv. 1912.