

Características y Métodos de Análisis de los Deslizamientos Inducidos por Sismos Importantes.

Por:

Doctor Tupak Obando

Ingeniero en Geología. Master y Doctorado
en Geología, y Gestión Ambiental de los
Recursos Mineros en la Universidad Internacional
de Andalucía UNÍA (Huelva, España)

2009

I. Introducción

Los terremotos pueden producir, además de movimiento vibratorio característico, una serie de efectos inducidos que dan lugar a grandes deformaciones y roturas en el terreno, entre estos encontramos los deslizamientos, y desprendimientos de rocas. Éstos se relacionan con el comportamiento geológico y geotécnico del terreno.

Los movimientos de laderas no sólo depende del sismo para su generación, sino de requiere que la intensidad sea alta para que éstos deslizamientos y desprendimientos tengan lugar.

II. ¿De qué factores depende la susceptibilidad a deslizamientos por terremotos)

Según datos aportados por la Ingeniería Geológica, por debajo de intensidad VIII no se han apreciado deslizamientos importantes. Algunos de los factores a considerar en la estimación de la susceptibilidad frente a deslizamiento por terremoto son los siguientes:

- ✚ Laderas inestables o en condiciones precaria de estabilidad previa al terremoto

- ✚ Pendientes elevadas

- ✚ Suelos de baja resistencia o de estructura meta-estable (arcillas rápidas, suelos colapsables, etc.)

- ✚ Escarpe rocosos con riesgos de desprendimientos.

III. ¿Cuál es el fundamento para su estudio?

El análisis de la susceptibilidad frente a deslizamientos inducidos por sismo puede realizarse por métodos cualitativos en función de los factores condicionantes, o por métodos analíticos como el método pseudoestático, que permite asignar la acción sísmica a una fuerza estática horizontal, la cual se incorpora a la ecuación de equilibrio límite. Dicha fuerza pseudoestática es el producto de un coeficiente sísmico K_h , y del peso W de la masa de suelo analizada.

$$P = K_h W = (a_h/g)W$$

Siendo,

$$K_h = a_h/g$$

Donde a_h es la aceleración máxima horizontal y g , es la aceleración de gravedad.

Para condiciones de equilibrio límite el factor de seguridad sería:

$$F = LSR/WE + k_h WD$$

Donde:

L = longitud de la superficie de rotura

S = resistencia al corte por unidad de área

R = radio del círculo de deslizamiento o distancia con respecto al momento resistente

E y D = distancia con respecto al momento deslizante debidas al peso y a la fuerza sísmica

W = peso por unidad de longitud en sentido perpendicular al plano de la sección analizada.

IV. ¿Desafíos futuros?

Los deslizamientos recientes asociados a grandes terremotos son relativamente fáciles de identificar y analizar, pero los problemas surgen con deslizamientos antiguos cuya geometría y rasgos han sido modificados con el paso del tiempo.

Todos los posibles tipos de inestabilidades de laderas pueden darse durante un terremoto, pero las más frecuentes son las caídas de rocas y los deslizamientos. Si se identifican una serie de deslizamientos inducidos de una misma edad y su distribución regional, es posible evaluar la magnitud del terremoto. La magnitud mínima para inducir caídas de bloques rocosos o pequeños deslizamientos es de 4,0, mientras que para producir avalanchas de rocas y suelos se precisan magnitudes de 6,0 o 6,5 (o intensidad \geq VIII).

Por tanto, los nuevos estudios relacionados con el tópico tratado estarán encaminados a implementar una estrategia para la reducción de riesgos frente a deslizamientos inducidos por sismos. Los trabajos que de aquí resulten contribuirán en temática sobre evaluación de daños, procesos de rehabilitación y reconstrucción posterior a deslizamientos, y en la obtención de lecciones sobre el manejo científico-técnico de los mismos.

V. ¿Qué otros elementos son necesarios en la motivación de deslizamientos por terremotos?

Por otro lado, algunos especialistas, opinan que la saturación de agua en los suelos de laderas produce una sismicidad capaz de arrastrar toneladas de lodo y rocas desde los puntos más altos de la tierra, lo cual, asociado a las inundaciones producidas por los ríos, constituyen una amenaza mortal para cualquier población.

Cuando el suelo está saturado de agua y ocurren movimientos en masas, el suelo no se comporta como una avalancha de escombros que comienza a moverse por gravedad, sino como un flujo de lodo por que el suelo está saturado y existe abundante agua entre los granos de las rocas lo cual provoca una mayor movilidad.

De acuerdo con datos de trabajos realizados, al referirse a depósitos de los deslizamientos, se consideran aquellos materiales tipo arenas fluviales, producto de la descarga del río cerca del mar, matriz fina y fragmento gruesos. En la superficies de los depósitos se encuentran fragmentos muy grandes, mostrando la dirección del flujo.

Igualmente se encuentran flujos hiper concentrados cuando se presenta una especie de estratificación y los clastos están en contacto unos con otros, dentro de una matriz muy fina y la parte final de un flujo contiene menor cantidad de agua.

VI ¿Ejemplo de esto?

Un hecho reciente en que se hizo notorio la incidencia de la sismicidad como factor desencadenante para motivar los flujos de lodos y deslizamientos, fue el movimiento de laderas en el Volcán Nevado de Ruiz, evento ocurrido el 08 de junio de 1,994, incentivado por sismos de magnitud 6,4 en la parte Suroeste del Volcán con consecuencia de más de tres mil deslizamientos con profundidades entre 3 y 7 metros, debido a que el suelo estaba sobresaturado de agua por las intensas lluvias.

Efectivamente, los terremotos pueden provocar movimientos de todo tipo en las laderas, dependiendo de las características de los materiales, de la magnitud y de la distancia al epicentro. Desprendimientos de bloques, deslizamientos, flujos y avalanchas rocosas pueden ocurrir durante las sacudidas sísmicas. Antiguos deslizamientos en condiciones cercanas al equilibrio límite pueden también ser reactivados por las fuerzas sísmicas. Además, en materiales finos y sueltos, como arenas y limos, pueden producirse procesos de licuefacción, afectando también a deslizamientos antiguos con materiales sueltos, saturados y sin cohesión.

El terremoto de Guatemala de 1976 (M-7,6) provocó más de 10,000 desprendimientos rocosos y deslizamientos en materiales sueltos. El terremoto de Loma Prieta, California, de 1989 (M-7,1) desencadenó más de 4,000 desprendimientos, flujos y deslizamientos así como numerosos procesos de licuefacción.

El terremoto de Perú de 1970 (M-7,7) provocó entre muchos otros movimientos en laderas, una inmensa avalancha rocosa en la montaña de Huascarán que sepultó a una ciudad y parte de otra matando a 18,000 personas. La mayoría de las víctimas del terremoto de El Salvador de 2,001 fueron causadas por un deslizamiento repentino en materiales volcánicos, por pérdidas instantáneas de su resistencia.

En España los terremotos no son un factor significativo en el desencadenamiento de deslizamientos. Sin embargo, esta posibilidad debe ser considerada en zonas sísmica montañosas, en donde los terremotos de cierta magnitud pueden ser un factor desencadenante de inestabilidad. Existen algunos ejemplos de deslizamientos asociados a terremotos en los Pirineos y Granada en España; el gran deslizamiento de Guevejar, en arcillas y limos de la depresión de Granada (España), parece ser un claro ejemplo de movimiento generado o reactivado por los terremotos de Lisboa en 1755 y de Andalucía en 1884, destruyéndose dos veces el pueblo.

En ocasiones, las víctimas atribuidas a los terremotos son causadas por los deslizamientos que se desencadenan.

Bibliografía

- ✚ Gonzáles Vallejos, L. et. al. (2,002). Ingeniera Geológica. Editorial PEARSON EDUCACIÓN. Madrid. 744p.
- ✚ Datos aportados de estudios realizados cortesía de T. Obando, 2009.