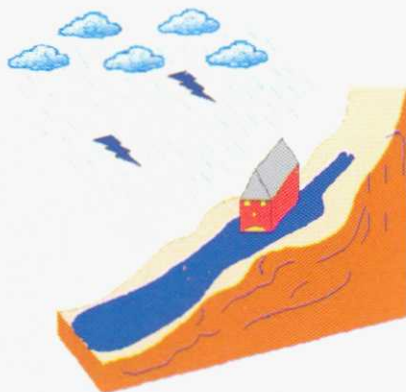


¿Por qué la lluvia puede ser un detonador de un deslizamiento?

Cuando la lluvia es abundante, o cuando es intensa (llueve una gran cantidad de agua en corto tiempo), o bien cuando se presenta una combinación de ambas (como ocurre en un ciclón tropical), se puede infiltrar una importante cantidad de agua en el suelo hasta llegar a los estratos que alojan el agua subterránea (cuya frontera superior se llama nivel freático). La entrada de agua al subsuelo en la ladera puede llegar a un punto en que ésta última se desestabiliza. Esto se explica porque el agua que se infiltra “empuja” a las partículas del suelo de modo que éste reduce su resistencia (incluso bajo su peso). De igual manera, cuando las gotas de lluvia tocan la superficie terrestre y comienza a escurrir el agua hasta formar arroyos, ríos y lagos (escurrimiento superficial), es posible que la fuerza y el volumen de agua provoquen erosión en las orillas de los ríos que en ocasiones son laderas de una montaña (figura 4).



Entre los principales aspectos del clima en nuestro país está la distribución de las lluvias en el año. La lluvia varía en el territorio mexicano como se muestra en la figura 5. Las zonas con mayor cantidad de lluvia al año son las de color rojo y las que tienen escasa lluvia son las de color verde claro.



Figura 4. Deslizamiento de una ladera a la orilla de un río.

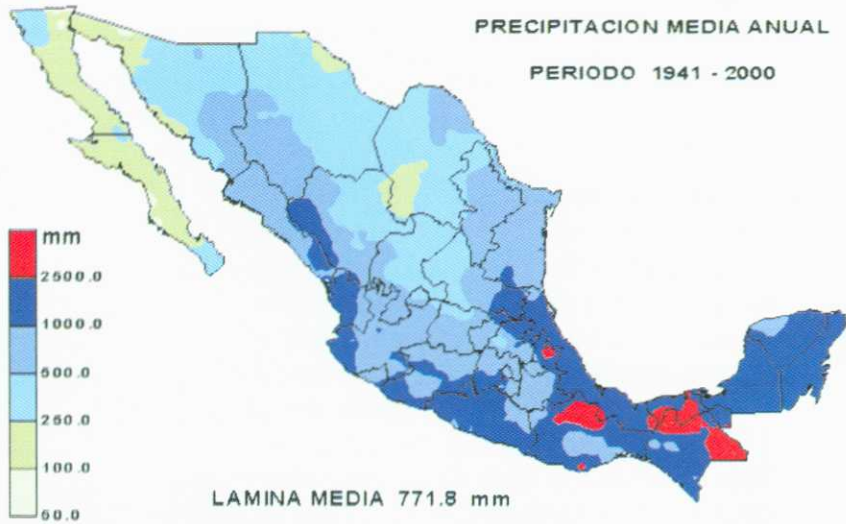


Figura 5. Lluvia media anual en la República Mexicana (fuente: Comisión Nacional del Agua).

Los fenómenos meteorológicos más importantes que provocan lluvia en México son:

- ◆ los ciclones tropicales que pueden intensificarse hasta huracanes y se presentan de mayo a noviembre; casos importantes de inestabilidad de laderas provocados por la lluvia de ciclones se han dado en Acapulco y Oaxaca en 1997 por el huracán Pauline (figura 6), y un ejemplo de mayor devastación fue el paso del huracán Mitch por Centroamérica en octubre de 1998, cuyas lluvias torrenciales, principalmente en Honduras y Nicaragua provocaron, entre otras cosas, el deslizamiento de laderas de grandes proporciones (figura 7).



Figura 6. Flujo de escombros en Acapulco propiciado por las lluvias del huracán Pauline, 1997.

- ◆ las tormentas de invierno o frentes fríos, que en enero de 1993 produjeron lluvias torrenciales en la ciudad de Tijuana, registrando importantes daños por inestabilidad de laderas; también se tienen las *lluvias de verano*, que ocasionan el mayor número de lluvias en el país y que en septiembre de 1998, provocaron graves inundaciones y flujo de lodos a lo largo de las montañas y costa sur del estado de Chiapas (figura 8).

- ◆ las lluvias convectivas, que se caracterizan por ser muy fuertes, con poco tiempo de duración (del orden de minutos o cuando mucho un par de horas) y ocurren en áreas pequeñas, éstas ocasionaron daños por inestabilidad de laderas en Cuajimalpa y Milpa Alta, Distrito Federal, en 1998.

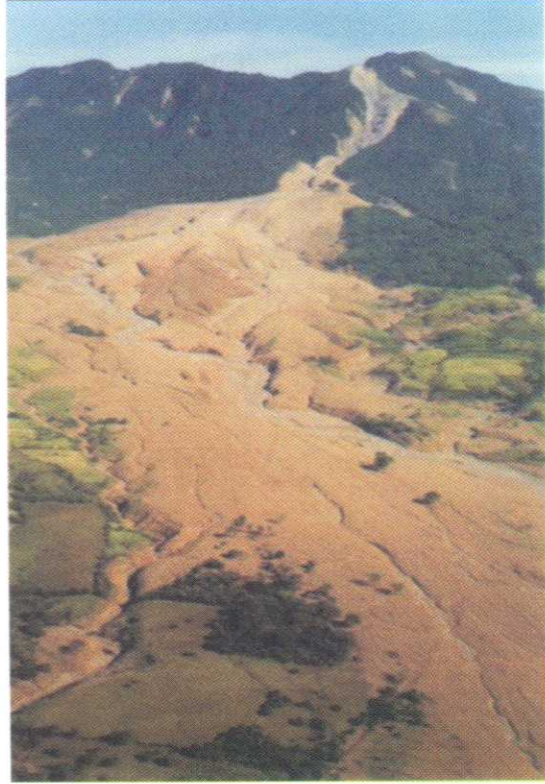


Figura 7. Flujo de lodo en el volcán Casita, Nicaragua, 1998.



Figura 8. Flujo de una ladera en Motozintla, Chiapas, provocada por una lluvia de verano, 1998.

¿Cómo afecta la lluvia a la ladera?

Los efectos de la lluvia en la ladera se pueden entender al revisar el transporte de agua en la atmósfera y en la tierra (ciclo hidrológico).

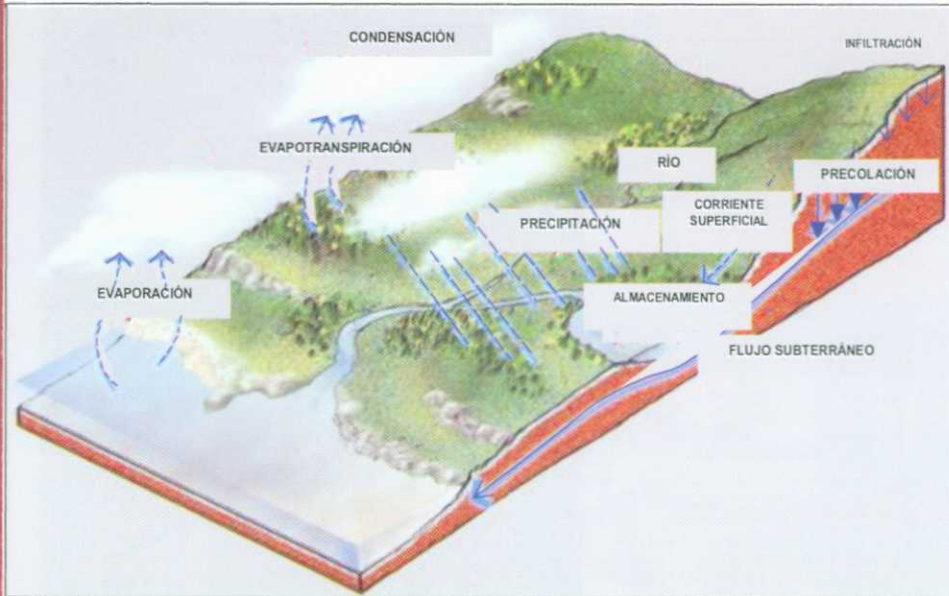


Figura 9. Ciclohidrológico.

En la figura 9 se observa la forma en que el agua realiza un ciclo, el cual inicia cuando ésta se evapora en los océanos debido al calentamiento producido por el sol y sube a la atmósfera formando nubes. Los vientos transportan las nubes a la masa continental donde pueden generarse lluvias. Al caer el agua de lluvia sobre la superficie terrestre, es interceptada en parte por la vegetación, una parte escurre sobre el suelo (flujo superficial), otra es absorbida por éste (infiltración) e incluso sirve de recarga al agua subterránea (percolación). El agua que escurre sobre el suelo descarga en ríos, arroyos

lagos, como escurrimiento superficial. El agua que se precipita en la tierra, fluye hacia el mar como destino final, ya sea por medio de la infiltración, agua subterránea o por el escurrimiento superficial, comenzando con ello nuevamente el ciclo hidrológico.

La infiltración o percolación del agua en el suelo provoca que éste se impregne de humedad. La cantidad de agua que se filtra al suelo depende de la capacidad de absorción o retención de éste. Cuando el terreno se humedece al máximo (saturación) y esta condición dura un largo periodo, el suelo obtiene un peso adicional al suyo, debido a la carga de agua, el cual puede ocasionar la reducción de la resistencia del suelo e incluso causar que éste se comporte como un fluido.

El grado de afectación de la lluvia a la ladera depende de la cantidad de humedad del suelo, de la inclinación de la ladera, del tipo de suelo, de su estado de alteración, de la temperatura y del tipo de vegetación, entre otros. Es importante hacer notar que la inestabilidad de una ladera no se dará por la acción de una tormenta ordinaria, sino que ocurrirá tras una lluvia intensa o bien, después de una lluvia pertinaz por semanas, que saturará y eventualmente afectará la estabilidad de la ladera. El momento del colapso está relacionado con el debilitamiento provocado por la acción del hombre, con el tipo de suelo y con el clima predominante en la zona.

