

10 Procesos de origen Antrópico

10.1 INTRODUCCION

En el sismo de Kobe – Japón de 1995- se observó que los deslizamientos en las áreas urbanas producidos por el sismo eran de mayor tamaño que los generados en condiciones geológicas y topográficas en áreas no habitadas. Esto indica que un área urbana es más susceptible a sufrir deslizamientos que un área no urbana.

El hombre ha sido un permanente modificador de los elementos que conforman la superficie de la tierra y el efecto sobre los taludes ha sido el de agente desestabilizador.

Las principales modificaciones causadas por el hombre y que afectan en forma importante la estabilidad de los taludes son:

1. Cambios en la topografía y cargas del talud

- a. Descargue del talud por remoción de suelos y rocas por corte.
- b. Sobrecarga por medio de rellenos, edificios, etc.
- c. Subsistencia o hundimiento por excavaciones subterráneas (túneles).

2. Cambios en las condiciones de humedad

- a. Modificación de las condiciones naturales del agua superficial por medio de canales, zanjas, represas, etc.
- b. Modificación de las condiciones naturales del agua subterránea por medio de pozos de bombeo, concentración de las infiltraciones, etc.
- c. Infiltración de ductos de agua, especialmente acueductos y alcantarillados.
- d. Aceleración de infiltración por la presencia de depósitos de basura y residuos sobre el talud.
- e. Negligencia en el drenaje superficial y subterráneo.
- f. Cambio general en el regimen de aguas superficiales.
- g. Construcción de reservorios o presas.

3. Vibraciones

- a. Vibraciones de máquinas.
- b. Vías de comunicación,
- c. Explosivos.

d. Efectos de la construcción de obras (especialmente el movimiento de maquinaria).

4. Cambios en la cobertura vegetal

- a. Cambio de la estructura y condiciones de la capa superficial de suelo por prácticas de agricultura, pastoreo, tala de bosques, etc.
- b. Modificación del uso del suelo.

5. Otros factores antrópicos

- a. Negligencia en el manejo de los taludes.
- b. Utilización de los taludes para el paso de personas y animales.

10.2 PROCESOS DE URBANIZACION

Los deslizamientos de tierra son un problema muy común en las ciudades construidas en áreas de montaña.

Existe una relación entre la ocurrencia de deslizamientos y la rapidez de los procesos de urbanización, en especial de los desarrollos desordenados. Los casos más graves ocurren en áreas geotécnicamente susceptibles y con desarrollo urbano rápido y desordenado. Las diversas intervenciones del hombre tales como cortes, rellenos, deforestación, concentración de aguas lluvias y servidas, etc., determinan en buena parte la ocurrencia de deslizamientos.

Koukis (1996) reporta que aproximadamente el 35 % de los deslizamientos en Grecia están relacionados con actividades humanas, siendo sobrepasados solamente por las lluvias intensas y la erosión.

El proceso de ocupación desordenada de áreas urbanas tiene importancia directa sobre la ocurrencia de deslizamientos. Amaral y otros (1996) encontraron una relación directa entre el número de deslizamientos en Río de Janeiro y la localización de asentamientos humanos desordenados (favelas). Se encontró que el 60% de los deslizamientos en Río de Janeiro afectan asentamientos desordenados, asociados con los cortes indiscriminados, rellenos sobre laderas de alta pendiente, fugas incontroladas en ductos de agua y descarga directa de aguas domésticas, acueducto y aguas lluvias.

Las consecuencias de la actividad antrópica urbana sobre la estabilidad de taludes se pueden clasificar en dos grupos: Las consecuencias directas de la acción tales como los derrumbes de una excavación y las consecuencias indirectas como la infiltración de agua en esa excavación.

Efectos del proceso de urbanización

Los deslizamientos en áreas urbanas son afectados por elementos propios del proceso de urbanización y el manejo inapropiado del ambiente. Se debe tener en cuenta la presencia y posible rotura o fugas de redes de aguas de acueducto y alcantarillado.

Fotografía 10.1 Los elementos urbanos son generalmente más vulnerables a los deslizamientos. Se observa el efecto de un deslizamiento lento. La diferencia de tiempo entre las dos fotografías es de 8 meses.

Las modificaciones topográficas producen en ocasiones movimientos diferenciales y concentración de esfuerzos en la estructura de los conductos que conducen a su rotura. Cuando los conductos atraviesan zonas de cambio de materiales de cimentación se pueden presentar con el tiempo movimientos diferenciales que pueden conducir a la rotura de las tuberías y a deslizamientos.

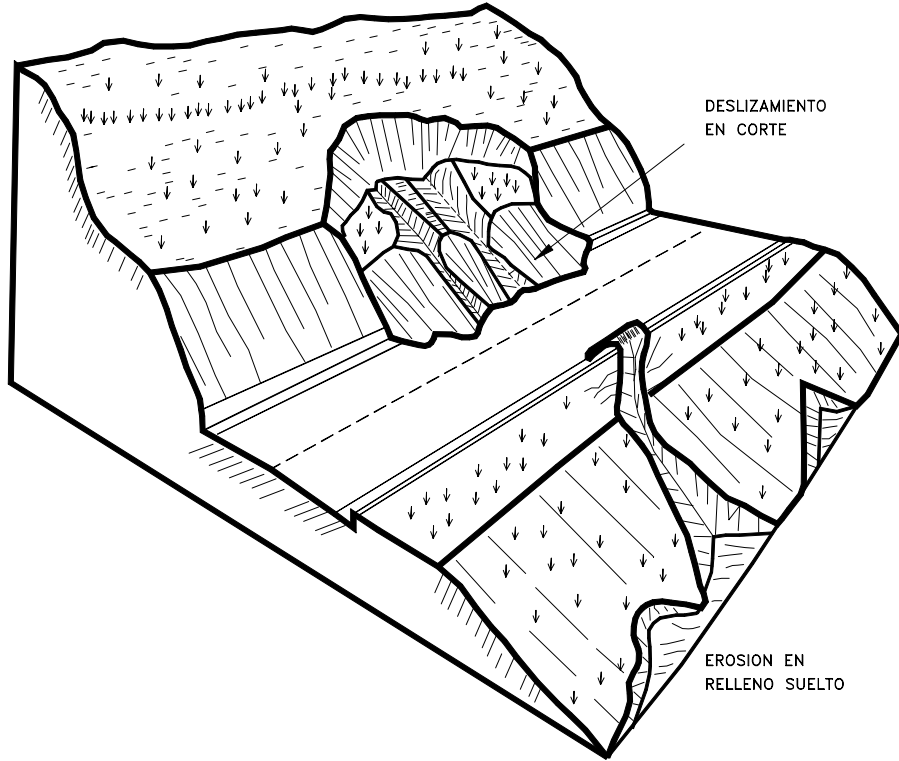


Figura 10.1 Efectos de la modificación de la topografía

Otros factores importantes son la entrega y manejo inadecuado de las corrientes de agua lluvia o servida recolectadas en el área urbana, la cual puede producir focos de erosión, la infiltración en zanjas no revestidas al igual que la existencia de pozos sépticos o de infiltración.

10.3 MODIFICACION DE LA TOPOGRAFIA

La modificación de la topografía del terreno mediante cortes o rellenos puede producir la activación de un deslizamiento. Un corte en un talud produce varios cambios sustanciales en el estado de la formación residual.

Deslizamiento causado por infiltración de agua causada por el hombre

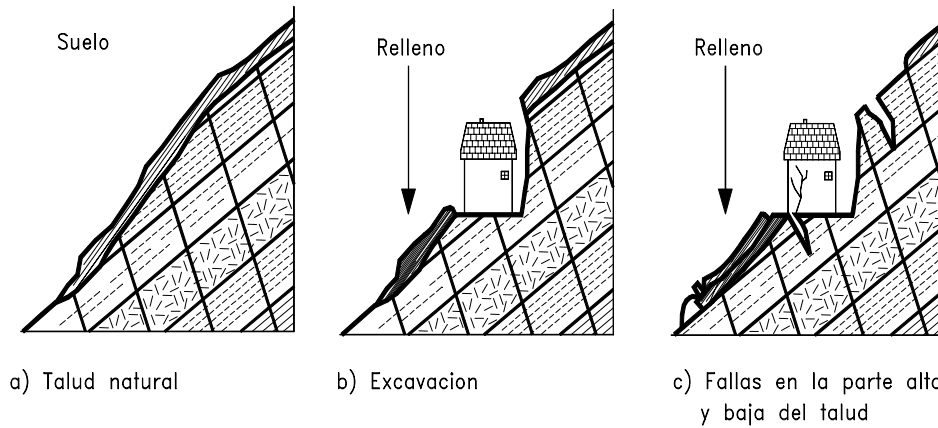


Figura 10.2 Los cortes y rellenos pueden generar deslizamientos de tierra debidos a los cambios de esfuerzos y a la infiltración de agua.

Las excavaciones generan cambios topográficos y concentración de esfuerzos de cortante y en ocasiones descubren superficies críticas para deslizamiento como estratificación, fracturas y planos de cambio de meteorización.

El fenómeno incluye una relajación de los niveles de esfuerzos a compresión y un aumento de los esfuerzos al corte, una exposición del material meteorizado al aire y a los cambios de humedad, alteración de propiedades por cambios físico - químicos causados por la exposición al aire y a la humedad, y modificación de las presiones negativas en el agua de los poros.

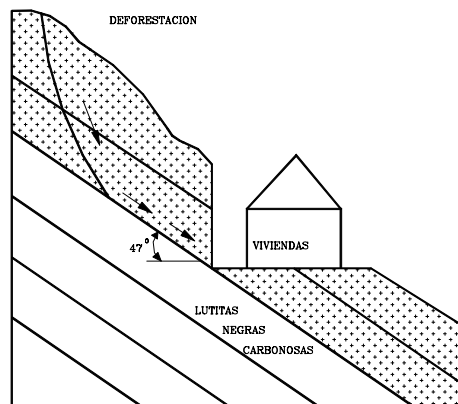


Figura 10.3 Deslizamiento en Alto Jordán – Colombia, por excavación para la construcción de un grupo de viviendas en un talud de lutitas con buzamiento fuerte.

Los materiales derivados de la Lutitas son especialmente propensos a los cambios ambientales y algunos materiales, como los derivados de Esquistos, se alteran muy rápidamente siendo cada vez más parecidos a un suelo (Sowers - 1985).

Un fenómeno muy importante es la apertura de discontinuidades heredadas, por acción de la relajación de los esfuerzos de compresión. En ocasiones se forman grietas de tensión, las cuales se convierten en conductos para la transmisión del agua infiltrada y la formación de presiones altas de poros.

Generalmente se genera un sector de discontinuidades abiertas semiparalelo a la superficie del corte y de espesor directamente proporcional a la altura del talud cortado el cual es más profundo hacia el pie del corte. La mayor parte de las fallas que ocurren al poco tiempo de ejecutado el corte están relacionados con estas grietas. El resultado puede ser un deslizamiento de forma lineal o de arco semiplano, el cual rompe el material residual, seguido por un flujo (Sowers - 1985).

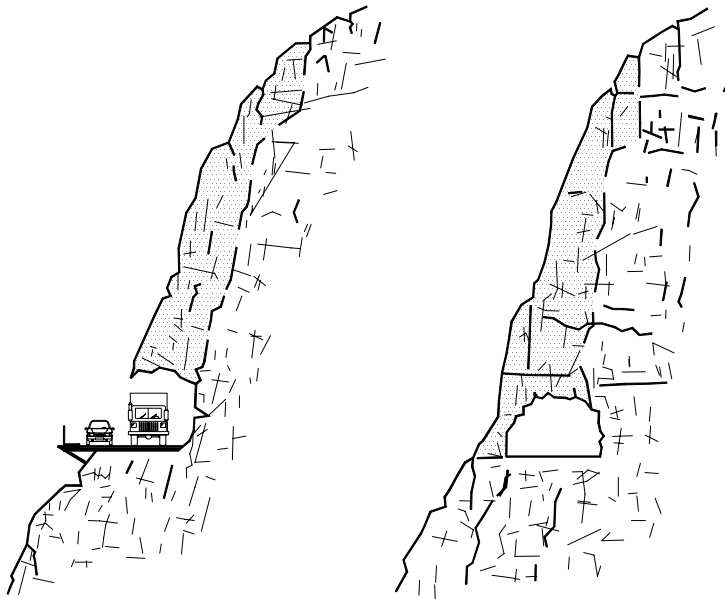


Figura 10.4 Inducción de esfuerzos de corte y relajación de esfuerzos de compresión al cortar para un semitúnel.

En el caso de suelos sin discontinuidades heredadas en ocasiones, se pueden realizar cortes altos verticales (Blight, 1988), pero cuando aparecen estructuras heredadas o discontinuidades se pueden presentar deslizamientos al poco tiempo de efectuado el corte. La ejecución de un corte en el pie de un talud puede dejar al descubierto una discontinuidad o un plano de estratificación y provocar un movimiento aún en taludes de pendiente suave (Blight y otros, 1970).

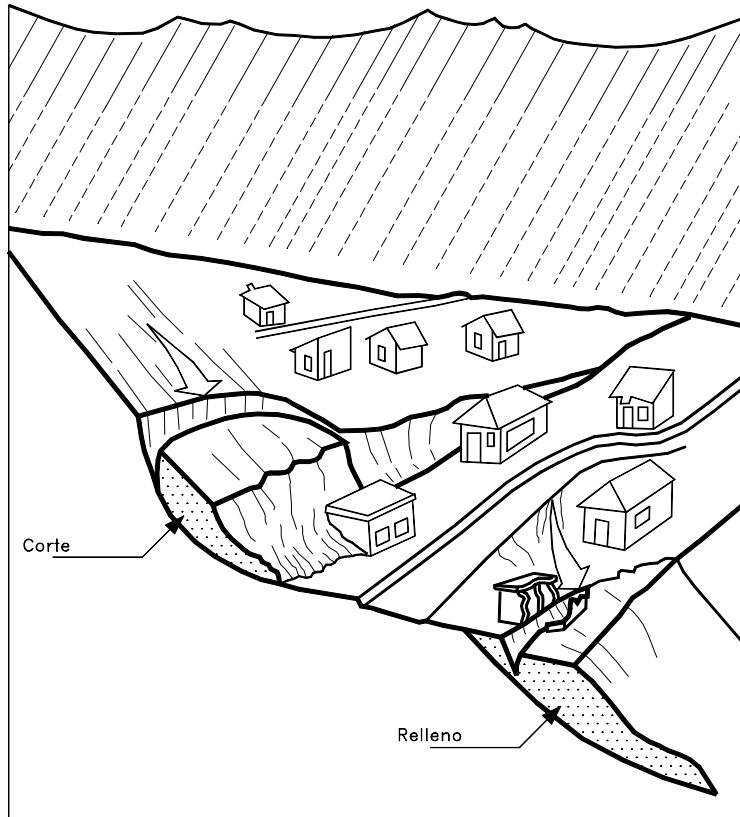


Figura 10.5 Deslizamientos y erosión producidos por corte y relleno en la construcción de una vía o la explanación para una urbanización.

Rellenos

La colocación de rellenos directamente sobre los taludes y generalmente sin compactación o compactados inadecuadamente permiten la sobrecarga de las laderas y la saturación y colapso de los suelos sueltos, facilitando los escurrimientos de suelo, flujo de los suelos sueltos saturados, y formación de cárcavas por erosión.

Los rellenos son generalmente más porosos y menos permeables que los suelos naturales, lo cual genera acumulaciones de agua en los poros. Los rellenos son menos cementados y su estructura más susceptible a deterioro o colapso por eventos sísmicos y el contacto entre el suelo natural y el relleno constituye una línea de debilidad en la cual se concentran los flujos de agua, se generan agrietamientos por diferencia en las características de deformación y comportamiento sísmico. La mayoría de los deslizamientos en rellenos ocurre a lo largo del contacto corte-relleno.

En ocasiones se colocan rellenos sobre suelos blandos como coluviones o depósitos aluviales recientes y el suelo sobre el cual se coloca el relleno puede fallar al cortante.

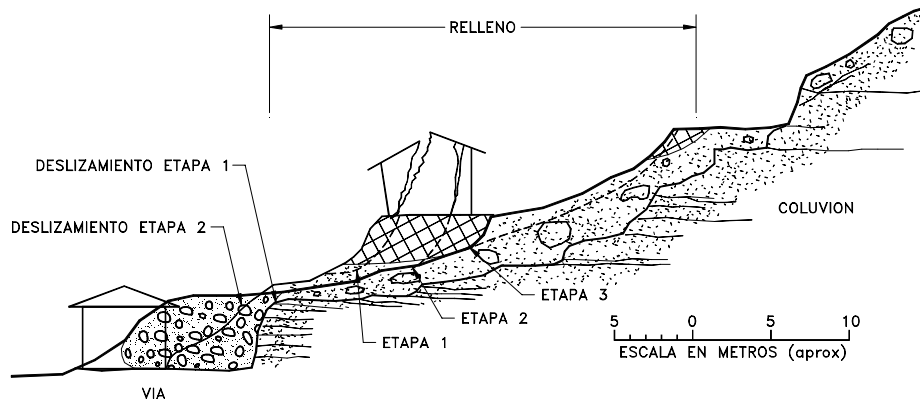


Figura 10.6 Deslizamiento ocasionado por la colocación de un relleno sobre un coluvión .

Excavaciones urbanas

Méndez (1989) describe un caso en los Andes Venezolanos así: “los Proyectistas consideraron que un sitio no difería de lo convencional de otras áreas ya desarrolladas de la ciudad, donde sin criterio geotécnico alguno emprenden obras similares. No obstante se llevaron la sorpresa de activar un deslizamiento, afectando inicialmente a las casaquintas y luego a un conjunto de viviendas por un simple corte de 2,5 metros de altura.

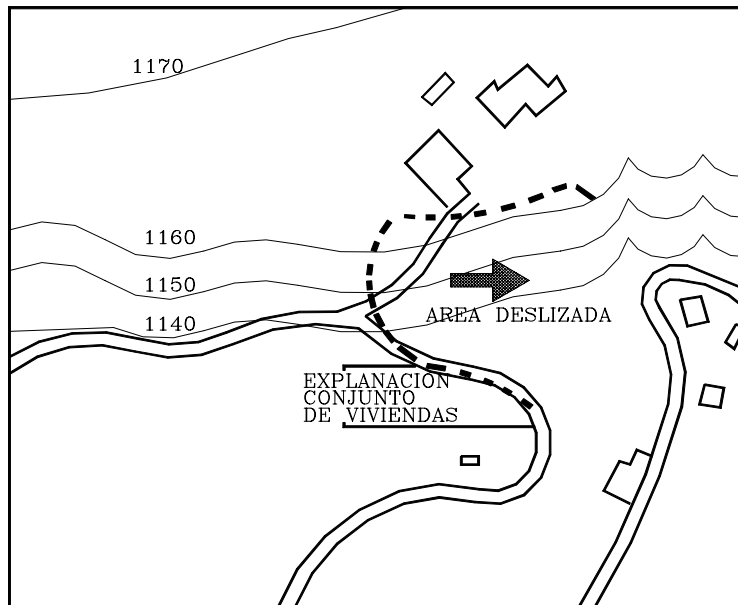


Figura 10.7 Deslizamiento ocasionado por un corte en San Cristobal – Venezuela (Méndez –1989).

Dentro de las excavaciones urbanas merecen capítulo aparte los deslizamientos de excavaciones para sótanos de edificios, de los cuales existe muy buena cantidad de casos históricos en la literatura técnica.

Explotación de materiales de construcción

Las canteras de explotación de materiales son muy comunes en zonas urbanas, afectando grandes áreas con cortes de gran altura y generando deslizamientos masivos. La utilización de explosivos para el corte de materiales generalmente induce procesos de deterioro de la estructura ,los cuales pueden terminar grandes deslizamientos.

Fotografía 10.2 La deforestación y los cambios hidrológicos superficiales favorecen la activación de deslizamientos y flujos.

10.4 DEFORESTACION

La deforestación ha sido identificada como un elemento muy importante de desestabilización de las laderas urbanas. Bauer (1996) presenta un caso en el cual la eliminación de 0.3 Km² de bosque en un área total de 0.9 Km² triplicó la escorrentía e inició un proceso de flujos de escombros (Debris Flow) que destruyó en 1971, varias casas e inundó una población en Austria. La tala y quema indiscriminada de los bosques tropicales, especialmente cerca a los núcleos urbanos ha producido efectos catastróficos de erosión masiva y ocurrencia de deslizamientos.

La Cobertura Vegetal presente determina una mayor o menor protección contra el impacto de la lluvia o la acción de las corrientes de agua. Adicionalmente la vegetación retarda la escorrentía regulando los picos de caudal de las corrientes.

Al eliminar la protección vegetal (cualquiera que sea ésta) se deja el terreno expuesto al impacto de las gotas de lluvia, las cuales producen erosión laminar, seguida por formación de surcos, los cuales pueden convertirse en cárcavas. La situación se agrava aún más cuando se remueve la parte superficial del terreno o descapote la cual funciona como una segunda capa de protección natural contra la erosión y la infiltración de agua.

10.5 CAMBIOS HIDROLOGICOS

La intervención humana del medio físico produce cambios importantes en la hidrología en las áreas urbanas en las siguientes formas:

- a) Eliminación de áreas cubiertas por bosques o vegetación y su reemplazo por áreas duras y edificaciones.
- b) Cambios topográficos para adaptar los terrenos al proceso de urbanización.
- c) Canalización de aguas por medio de pavimentos, sumideros y alcantarillados, disminución de la rugosidad, inhibición de la infiltración y de la evapotranspiración, aumento de los caudales y reducción del tiempo de concentración.
- d) Aumento de caudales con las aguas de acueducto tomadas de otras cuencas.
- e) Transporte de aguas de una microcuenca a otra a través del sistema de alcantarillado.

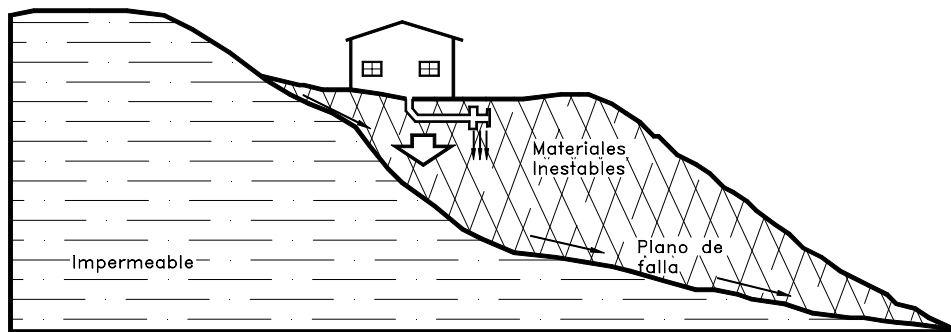


Figura.10.8 Deslizamiento de un relleno o de un coluvión por infiltración de agua.

pérdidas es agua infiltrada al suelo en el sistema de distribución, incluyendo tanques de almacenamiento, válvulas, fugas en los ductos y exudación. Es muy común encontrar fugas importantes de ductos de agua de los servicios públicos. Los casos más graves generalmente corresponden a fugas de ductos de acueducto debido a las presiones altas o tanques de almacenamiento colocados en las coronas de los taludes. (Longworth - 1992). El caso es especialmente grave en suelos permeables, en los cuales el agua fugada de los ductos no sale hacia la superficie del terreno sino que se infiltra totalmente en el suelo. En esta forma, la fuga se convierte en una componente muy importante de la recarga. Como caso histórico se puede mencionar el deslizamiento de 120.000 m³ de una ladera en Bucaramanga - Colombia, inducido por fugas e infiltraciones de agua, en el área de un tanque de acueducto en la corona del talud, en una terraza aluvial de arenas arcillosas cementadas. El nivel freático ascendió más de 10 metros en un área importante de terreno, generando el deslizamiento.

Además, debe mencionarse las infiltraciones de pozos sépticos o campos de infiltración y en canales. En un deslizamiento de tierra en Medellín - Colombia, un pequeño canal de agua en una ladera deforestada arriba de la ciudad activó un deslizamiento que produjo la muerte de más de 300 personas.

La recarga debida a las pérdidas en el sistema de acueducto representa en la mayoría de las ciudades un factor muy importante de inestabilidad en los taludes. Las tasas de fuga varían grandemente de una zona urbana a otra debido a que los ductos antiguos son más susceptibles a fuga que los sistemas nuevos. Adicionalmente, las zonas urbanas sometidas a eventos sísmicos poseen mayores tasas de fracturas de tuberías. La recarga total por unidad de área puede representar un porcentaje muy importante de la infiltración total y en ocasiones muy superior a ésta. En la tabla 10.1 se muestra la información obtenida en la literatura, sobre la recarga total relacionada por procesos urbanos, la cual como se puede observar, es muy alta en ciudades de países no desarrollados, comparativamente con las de países industrializados.

Tabla 10.1 Impacto de la recarga urbana sobre el agua subterránea en algunas ciudades

Ciudad	Litología	Incremento en la Recarga en mm./año	Causas de la Recarga	Referencias
Liverpool (Inglaterra)	Arenisca	55	Fugas de acueducto	Price y Reed (1989)
Mérida (México)	Caliza	500	Fugas de acueducto, alcantarillado y pozos sépticos	Morris (1994)
Santacruz (Bolivia)	Depósitos aluviales	150 a 170	Fugas de acueducto, alcantarillado y pozos sépticos	Morris (1994)
Hat Yai (Tailandia)	Aluvión costero	60	Fugas de acueducto	Lawrence (1994)
Lima (Perú)	Grava aluvial	700	Fugas de acueducto e irrigación	Geake (1986)

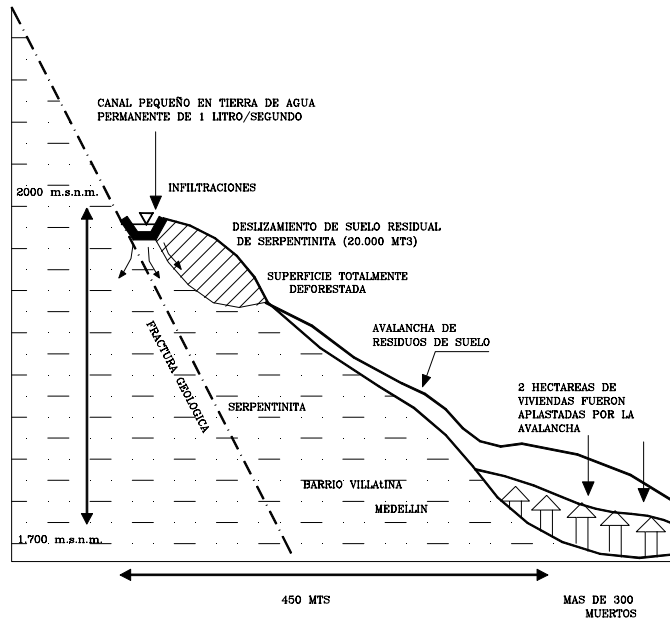


Figura 10.10 Deslizamiento Villatina – Medellín Colombia, 1987

Las fugas de los sistemas de alcantarillado pueden ser muy altas; por ejemplo, en la ciudad de Mérida (Mexico), Morris (1994) reporta que el 95% de las aguas descargadas al sistema sanitario terminan como aguas subterráneas para una geología de calizas karsticas. Existen en la literatura algunos casos similares debido a que las cavernas que se forman en la roca o el suelo permiten la captación de cualquier cantidad de agua que se fugue de los ductos.

Las fugas son relativamente bajas en tuberías o colectores nuevos; sin embargo, el deterioro de los ductos con el tiempo puede producir una mayor susceptibilidad a la ocurrencia de fugas

Mal manejo de aguas lluvias y residuales

Ruth y Moulton (1996) indican que la concentración de agua superficial o sub-superficial en un sitio con situación geológica desfavorable es una causa primaria de inestabilidad de taludes. Las entregas puntuales sobre los taludes producen cárcavas que pueden representar una amenaza directa para las viviendas que producen el vertimiento.

La falta de sistemas de alcantarillado es el caso más grave para la formación de cárcavas de erosión, teniendo en cuenta que las calles actúan como colectores de aguas y se pueden producir familias de cárcavas de gran tamaño. Las entregas de los sistemas de aguas de alcantarillado en sitios potencialmente susceptibles geotécnicamente pueden formar grandes cárcavas, las cuales pueden terminar en deslizamientos de tierra.

La falta de sumideros para aguas lluvias o poca capacidad de estos. En este caso el sistema de alcantarillado no es eficiente en la recolección de las aguas lluvias y las calles actúan como sistemas alternativos con la consiguiente formación de cárcavas.

La falta de sistemas colectores de agua en las coronas de los taludes o en la superficie de las áreas urbanizadas. Las aguas lluvias fluyen por la superficie de los taludes formando surcos y cárcavas. La falta de sistemas colectores aumenta la recarga hacia los niveles freáticos y es muy importante en los sectores de alta densidad de población.

Disposición inadecuada de basuras y residuos sólidos

La disposición inadecuada de basuras sobre los taludes permite muy fácilmente la infiltración, formando depósitos de agua subsuperficial y corrientes de agua en la interface entre la basura y el suelo, los cuales producen escurrimientos de suelo y basura y en ocasiones deslizamientos del suelo debajo de las basuras.

Muchos deslizamientos han ocurrido de depósitos o acumulación de residuos industriales junto a núcleos urbanos.

El manejo de residuos en gran escala ocasiona acumulaciones grandes de material y aunque generalmente se construyen diques de contención, la acumulación de agua dentro de los depósitos de los residuos es tal, que éstos se comportan como líquidos viscosos, destruyendo a menudo los diques y produciendo flujos y avalanchas de gran magnitud.

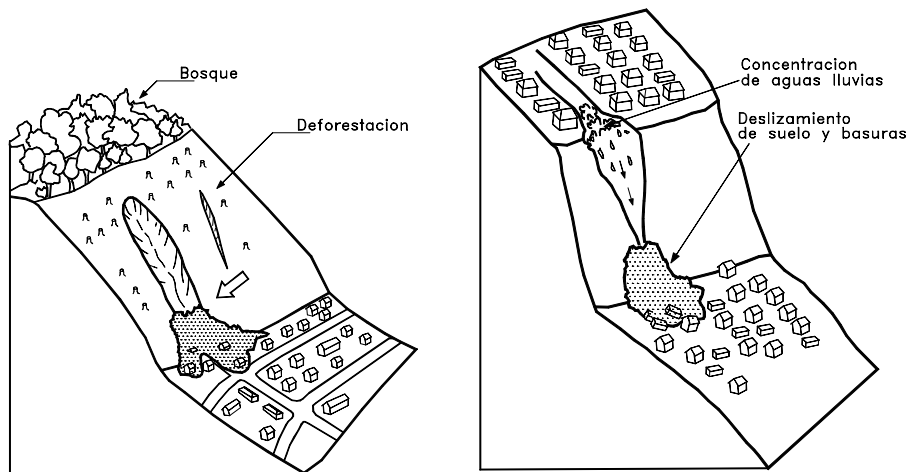


Figura 10.11 Deslizamientos urbanos relacionados con alteraciones del medio ambiente.

Modificación de los cauces de cañadas o ríos

Los cauces de las corrientes son estables mientras no se modifique su cauce, ni se realice extracción de materiales o cambien las condiciones hidráulicas de la corriente o hidrológicas de la cuenca.

Los factores más importantes de desequilibrio son: la extracción de materiales del fondo del cauce, la modificación de la topografía de la corriente, la construcción de estructuras dentro del cauce, los vertimientos de aguas residuales, los cambios hidrológicos debidos al proceso de urbanización y la deforestación de la cuenca.

Los efectos relacionados con la explotación de materiales del cauce en corrientes de alta montaña se pueden resumir en la siguiente forma: Aguas abajo del sitio: Disminuye la sedimentación produciéndose una profundización de la sección del cauce. Aguas arriba del sitio: La pendiente promedio longitudinal del cauce se hace mayor, aumentándose las velocidades y el poder de socavación. La profundización del cauce aumenta la altura de los taludes semiverticales, los cuales pueden producir deslizamientos.

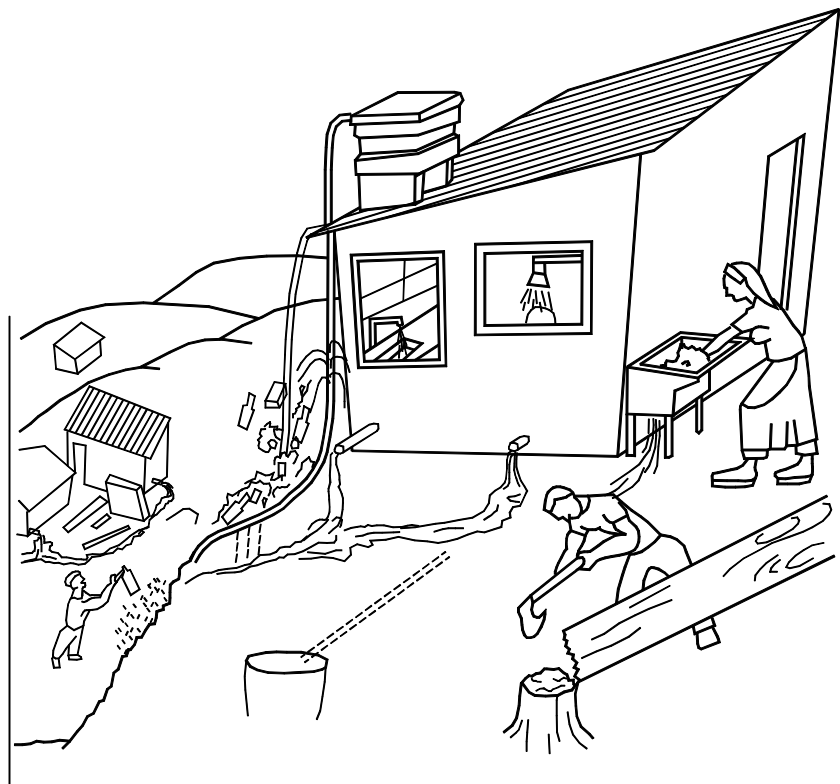


Figura 10.12 Fuentes domésticas de erosión urbana

Irrigación, Lagos ornamentales y otros cuerpos de agua

La construcción de canales de irrigación de agua, los procesos de irrigación propiamente dichas, la construcción de lagos ornamentales o depósitos superficiales de agua, constituyen puntos concentrados de infiltración que generan variaciones considerables en el régimen de aguas subterráneas. En especial los depósitos de agua a mitad de ladera presentan condiciones muy delicadas de concentración de corrientes de agua, aguas abajo del depósito y en ocasiones han producido deslizamientos de tierra de gran magnitud.

10.6 PROCESOS DE EROSION URBANA

Los cambios hidrológicos pueden producir procesos de erosión, los cuales actúan como iniciadores de deslizamientos.

Los procesos de erosión obedecen a fenómenos regidos por leyes naturales y puede considerarse normal que ocurran; sin embargo, la acción antrópica puede acelerarlos a tal punto de poner en peligro vidas humanas y construcciones (Angelieri Cunha - 1991). El problema es de especial gravedad en áreas urbanas con topografía montañosa y materiales de suelo susceptibles a la erosión.

En los casos de erosión urbana se han detectado tres mecanismos:

1. Formación de cárcavas

Debido al manejo inadecuado de las aguas lluvias o servidas, procesos de urbanismo, etc.

El principal fenómeno es la ocurrencia de cárcavas localizadas de gran tamaño, conectadas o desconectadas al sistema de drenaje. Las cárcavas son producidas generalmente por entregas localizadas de agua en sitios susceptibles. La concentración de aguas propicia un aumento de la energía del agua, la cual en contacto con el terreno desencadena un proceso de erosión localizado.

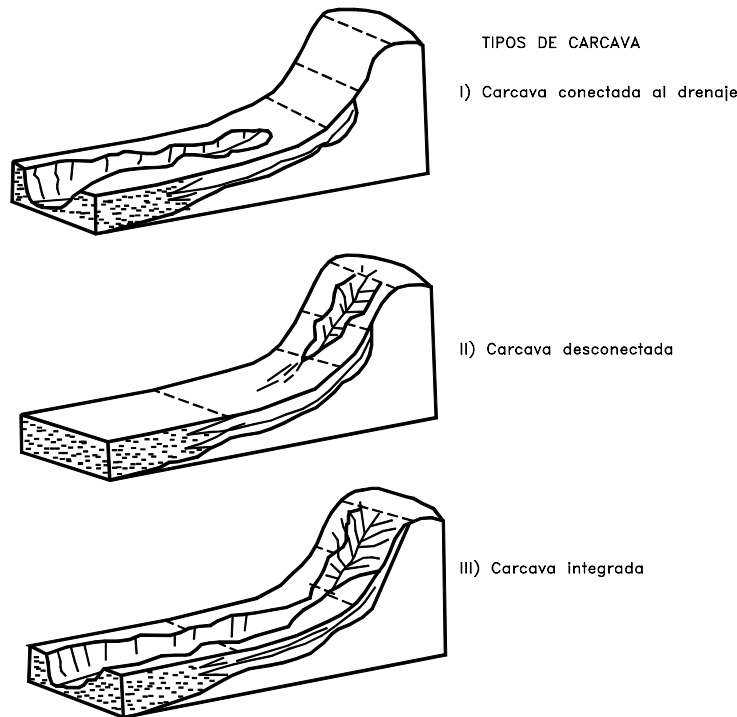


Figura 10.13 Tipos de Cárcava

Las concentraciones de agua y formación de cárcavas pueden estar relacionadas con los siguientes elementos:

a) Falta de sistemas de alcantarillado. Es el caso más grave para la formación de cárcavas teniendo en cuenta que las calles actúan como colectores de aguas y se pueden producir familias de cárcavas de gran tamaño. En áreas de desarrollos desordenados las cárcavas pueden ocurrir en medio de los asentamientos humanos. Las entregas puntuales sobre los taludes producen cárcavas que pueden representar una amenaza directa para las viviendas que producen el vertimiento.

Fotografía 10.3 Las entregas de alcantarillado son comunmente sitios de erosión concentrada y causa de deslizamientos de tierra.

- b) Entregas de los sistemas de aguas de alcantarillado en sitios potencialmente susceptibles. Generalmente, para los diseños de sistemas de alcantarillado no se analiza la estabilidad a la erosión de los sitios de entrega y es práctica corriente el entregar las aguas en el sitio más cercano sin ningún tipo de análisis de los problemas de erosión. La entrega de grandes corrientes de agua en sitios susceptibles a erosionarse puede formar grandes cárcavas las cuales pueden terminar en deslizamientos de tierra.
- c) Falta de sumideros para aguas lluvias o poca capacidad de estos. En este caso el sistema de alcantarillado no es eficiente en la recolección de las aguas lluvias y las calles actúan como sistemas alternativos con la consiguiente formación de cárcavas.

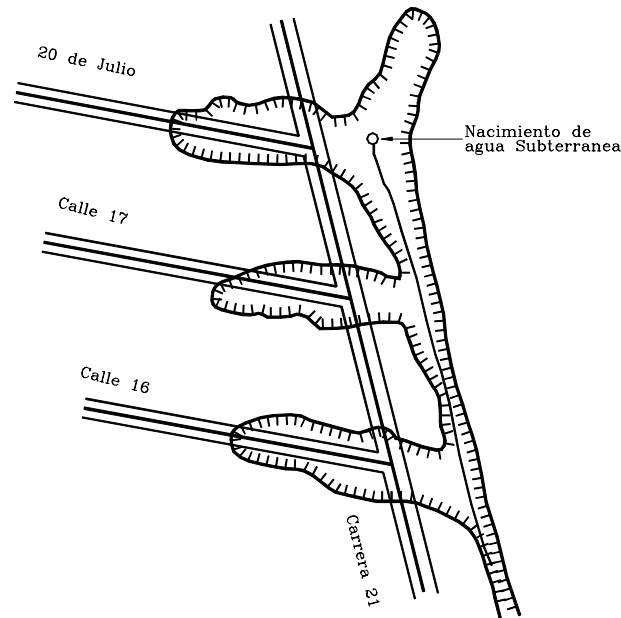


Figura 10.14 Formación de cárcavas por urbanismo inadecuado.

- d) Falta de sistemas colectores de agua en las coronas de los taludes o en la superficie de las áreas urbanizadas (Figuras 4 y 5). Las aguas lluvias fluyen por la superficie de los taludes formando surcos y cárcavas.
- e) Ejecución inadecuada de rellenos. Los rellenos sin compactación o compactados inadecuadamente permiten la saturación y colapso de los suelos sueltos facilitando los escurrimientos de suelo y formación de cárcavas por erosión y/o por flujo de los suelos sueltos saturados.
- f) Disposición inadecuada de basuras sobre los taludes. Las basuras permiten muy fácilmente la infiltración formando depósitos de agua subsuperficial y corrientes de agua en la interface entre la basura y el suelo; se producen escurrimientos de suelo y basura formando cárcavas las cuales crecen en un proceso combinado de erosión y flujos.
- g) Remoción de la vegetación. Al eliminar la protección vegetal (cualquiera que sea esta) se deja el terreno expuesto al impacto de las gotas de lluvia las cuales producen erosión laminar, seguida por formación de surcos, los cuales pueden convertirse en cárcavas. La situación se agrava aún más cuando se remueve la parte superficial del

terreno o descapote, la cual funciona como una segunda capa de protección natural contra la erosión.

2. Profundización y erosión lateral en cauces de ríos

La corriente de agua de una cañada o río profundiza el fondo del cauce y puede activar deslizamientos laterales.

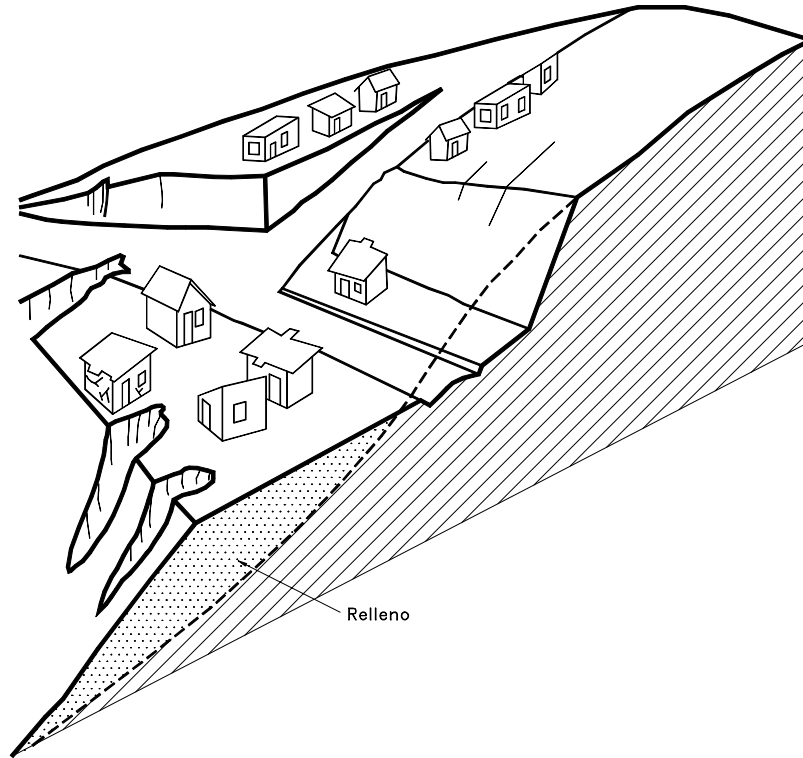


Figura 10.15 Los rellenos urbanos son muy susceptibles a procesos de erosión.

3. Erosión por afloramiento de agua subterránea al profundizarse los cauces de las quebradas o ríos.

El agua al aflorar a la superficie de un talud o ladera arrastra partículas de suelo o se produce el colapso por exceso de presión de poros o fuerza de la corriente interna. Este proceso puede generar deslizamientos, los cuales generalmente, progresan ladera arriba sobre una superficie base de falla.

El principal fenómeno es la ocurrencia de cárcavas localizadas de gran tamaño, conectadas o desconectadas al sistema de drenaje. Las cárcavas son producidas generalmente, por entregas localizadas de agua en sitios susceptibles. La concentración de aguas propicia un aumento de la energía del agua, la cual en contacto con el terreno desencadena un proceso de erosión localizado.

Con frecuencia los procesos de erosión antrópica tienen su origen en la excavación de materiales de suelo por debajo de los niveles freáticos destapando las corrientes subterráneas de agua y generando afloramientos.

Cuando el agua subterránea aflora a la superficie del terreno puede producir el desprendimiento de las partículas de suelo, generando cárcavas. Cuando en el avance de una cárcava de erosión subsuperficial se captura un contacto en el cual existe afloramiento de agua subterránea, éste contacto trata de ampliarse en un proceso de deslizamientos laterales progresivos.

REFERENCIAS

- Angelier Cunha M. (1991) "Ocupação de encostas" Manual del Instituto de Pesquisas Tecnológicas, Estado de São Paulo, Brasil. 216 p.
- Amaral C., Vargas E., Krauter E. (1996) "Analysis of Rio de Janeiro landslide Inventory data" Seventh international symposium on landslides Trondheim Norway. pp 1843-1846.
- Bauer M. (1996) "Human interferences with metastable slopes of the Stubnerkogel near Badgastein (Austria) and their consequences for slope stability". Seventh international symposium on landslides Trondheim Norway. pp. 443-446.
- Carvalho E. T. (1995) "Erosão nos meios urbanos: Prevenção e Controle" 5o. Simposio Nacional de Controle de Erosão. Bauru Brasil p.33.
- Cvetkovic-Mrkic, S., Janjic, I.M. (1997) "Environmental aspects of interaction between structures and geologic milieu" Engineering Geology and the Environment, pp. 2647-2652.
- Geake, A.K., Foster, S.S.D., Nakamatsu, N., Valenzuela, C.F. y Valverde M.L. (1986) "Groundwater recharge and pollution mechanisms in urban aquifers of arid regions". BGS Hydrogeology Research Report 86/11.
- Koukis G., Tsiambaos G., Sabatakakis N. (1996) "Landslides in Greece: Research evolution and quantitative analysis" Seventh international symposium on landslides Trondheim Norway. pp. 1935-1940.
- Lawrence A.R., Cheney C., (1996) "Urban Groundwater". Urban Geoscience, Balkema, Rotterdam, pp.61-80.
- Lawrence, A.R., Morris, B.L., Foster, S.S.D. (1994) "Groundwater recharge-changes imposed by rapid urbanisation". Presented at AGID-GSHG-GSEG Meeting, Geoscience and the Urban Environment. In: Geohazards and Engineering Geology. Engineering Geology Special Publication, Geological Society, in press.
- Lekkas E., Kranis H., Stylianos P., Leounakis M (1996). "Earthquake induced landslides during the great Hanshin Earthquake of January 17th, 1995 (Kobe, Japan)". Seventh international Conference on Landslides Trondheim Norway Volume 2 pp 989-993.
- Longworth T.I. (1992) "Investigation, monitoring and emergency remedial works at the La Butte landslide, Mauritius" Sixth international symposium on Landslides Christchurch. pp.1593-1602.
- Méndez E. (1989) "Deslizamientos por Excavaciones al pie de ladera, Experiencias históricas de un área urbana de los Andes Venezolanos. I Simposio Suramericano de deslizamientos Paipa, Colombia. Pp 362-381.
- Morris, B.L., Lawrence, A.R., Stuart, M.E. (1994) "The impact of urbanisation on groundwater quality (Project summary report)". BGS Technical Report WC/94/56.
- Price, M., Reed, D.W. (1989) "The influence of mains leakage and urban drainage on groundwater levels beneath conurbations in the UK". Proc. Instn. Civil Engrs., Part I, Vol 86, pp. 31-39.
- Ruth B.E., Moulton L.K. (1996) "Colluvial Landslides in Weathered sedimentary rock terrain" Seventh international symposium on landslides Trondheim Norway. Pp 861-866.
- Sanabria M. V. (1996) "Análisis de los procesos de formación y progreso de cárcavas de erosión en áreas urbanas. Proyecto de grado. Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga - Colombia.
- Sawaya de Carvalho P. A. (1991) "Taludes de Rodovias" Instituto de Pesquisas Tecnológicas, Estado de São Paulo. Brasil, 388 p.
- Suárez J. (1993) "Manual de Ingeniería para el control de erosión" CDMB-Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, 338 p.
- Suárez J. (1995) "Erosión urbana en Colombia". 5o. Simposio Nacional de Controle de Erosão. Bauru, Brasil p. 45.