

DOCUMENTO ORIGINAL EN MAL ESTADO

1. FACTORES QUE INFLUYEN EN LOS DESLIZAMIENTOS.

El término deslizamiento incluye una amplia variedad de procesos que dan como resultado el movimiento hacia abajo y hacia afuera de los materiales que forman las laderas, los cuales están compuestos de rocas naturales, suelo, desperdicios artificiales o combinaciones de éstos.

1.1 Topografía.

La topografía o geometría de la superficie de la tierra es un claro indicio de la actividad de los deslizamientos pasados y de la inestabilidad potencial.

Para estudios de deslizamiento se requiere de mucho más detalles que los presentados en levantamientos topográficos o en proyectos de mapas de diseño. Además, interpretaciones hechas por topógrafos, quienes no son específicamente buscadores de deslizamientos pueden oscurecer u opacar la geometría o topografía de formas especiales que son diagnósticos de deslizamientos.

A causa del tiempo prolongado que transcurre después de haber hecho los levantamientos, la localización del área deberá ser referida con un sistema de localización unificada. Latitudes y longitudes pueden ser suficientes para estudios en áreas remotas o estudios en sitios circundantes. Los levantamientos topográficos deberán ser referenciados, ya que el hombre a menudo efectúa cambios y quienes utilizan los datos pueden ignorarlos.

1.2 Factores climáticos.

Uno de los factores básicos en la generación y aceleración de los fenómenos de deslizamiento lo constituye el clima, cuyos mayores parámetros son la humedad, la precipitación, la escorrentía y la temperatura. En cuanto a la precipitación y a la escorrentía superficial, es conocido que son los mecanismos erosivos de mayor importancia en las áreas intertropicales. El agua presente en el suelo actúa como lubricante, además ejerce peso y presión en el terreno. Si se encuentra en exceso, da a la masa una condición hidrodinámica que aumenta parcialmente la presión, al helarse ejerce una fuerza expansiva.

El deslizamiento de materiales no consolidados ocurre porque el equilibrio existente ha sido roto por una

disminución de la resistencia a la rotura o falla, por eliminación del sostén del material, por un cambio en la carga soportada o por alguna combinación de estos tres factores. El agua al penetrar en una masa de suelo, no sólo reduce la resistencia al reducir el coeficiente de fricción sino que, además, incrementa el peso de la masa.

1.3 Factores geológicos.

La geometría del subsuelo es el factor individual más importante en el análisis de deslizamientos. Primero, la variedad de suelos y unidades rocosas deben ser identificadas.

Aunque es aceptable asociar las unidades geológicas con las formaciones nombradas que fueron definidas o previamente estudiadas en el área, esta actividad frecuentemente utilice más tiempo y esfuerzo que son relevantes para la evaluación de un deslizamiento, ya que el nombre de una formación pocas veces refleja su comportamiento mecánico. La determinación de la estructura, litología y propiedades mecánicas de la formación, son mucho más importantes que determinar su edad exacta e identificación. Sin embargo, los nombres tienen valor cuando se trata de comparar áreas con actividades de deslizamientos que incluyen formaciones y edades relativamente iguales, que ayudan a describir características estructurales.

Frecuentemente, la estructura geológica es un factor importante en deslizamientos.

Cambios en las condiciones geológicas dan importantes indicios en áreas de desastre y de actividad potencial de deslizamiento. Equivalencia en estratos, cambios en la orientación de juntas y cambios abruptos en las depresiones; laderas son indicadores de condiciones geológicas no uniformes.

2. CLASIFICACION GENERAL DE LOS DESLIZAMIENTOS.

David J. Varnes (1978) clasifica los movimientos en:

Desprendimiento.

Se define como la masa en movimiento que cae, la mayor parte de la distancia a través del aire, incluye caída libre, saltos, rebotes y rodamientos de fragmentos de roca o suelo. Ver figura No 1.

DESPRENDIMIENTO ROCOSO DEL SUBSTRATO
Tomado de Varnes, 1978

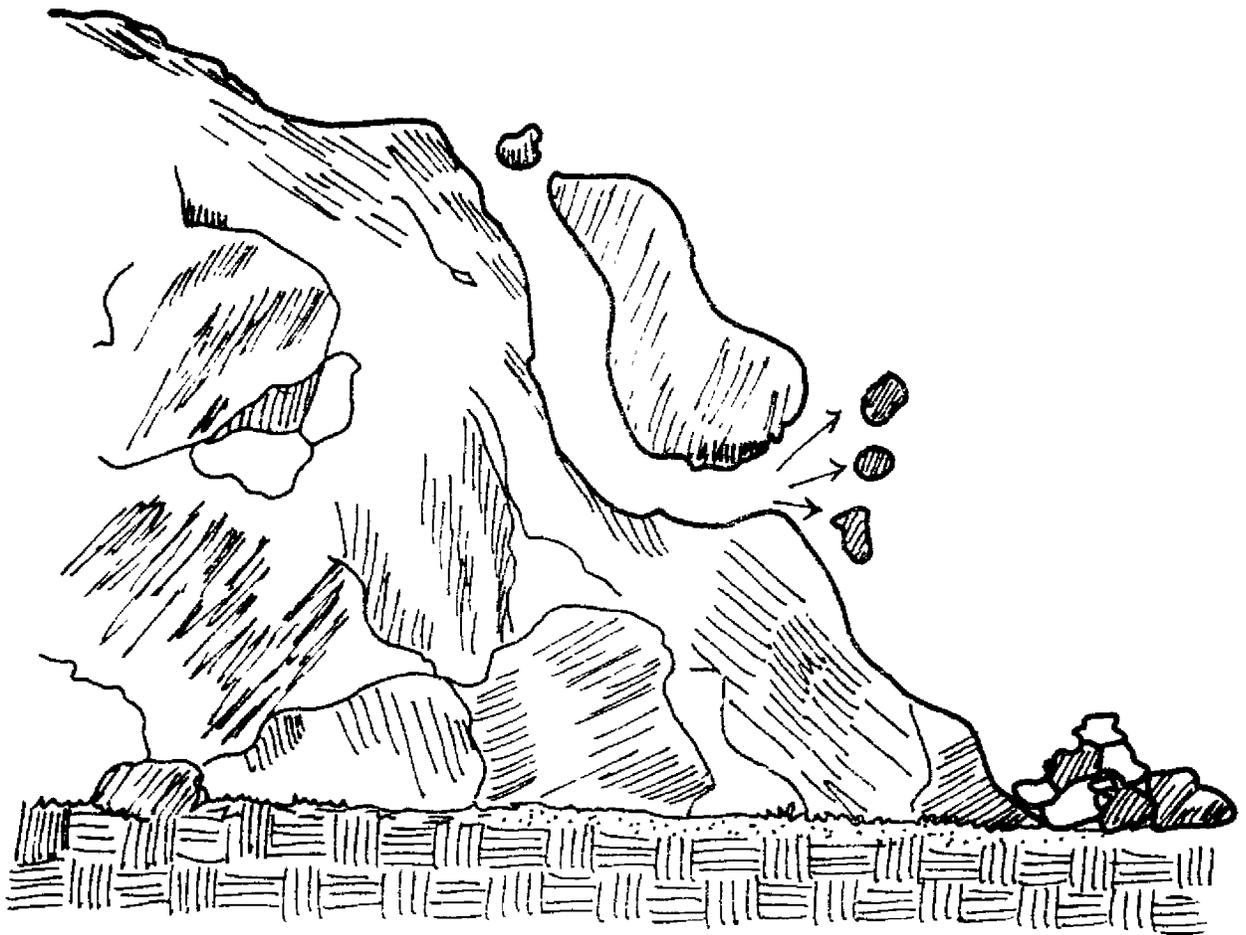


Fig. 1

Vuelcos.

Son desprendimientos debido a fuerzas que causan un movimiento de volteo alrededor de un punto bajo el centro de gravedad del bloque. Ver figura No 2.

Deslizamientos.

Este tipo de movimiento involucra desplazamientos por corte a lo largo de una o varias superficies o dentro de una zona relativamente estrecha, además, se afirma que los mismos son visibles, fácilmente. Se clasifican en dos grandes grupos.

a- Deslizamientos rotacionales.

Se producen a lo largo de superficies de ruptura que son curvas cóncavas hacia arriba, dando una inclinación hacia atrás; los asentamientos son el tipo más común de movimientos de deslizamientos que ocurren en capas de roca y suelo.

Continuamente suceden cuando el pie o punta del talud ha sido cortado por erosión natural o por actividad humana, lo que provoca la inestabilidad de la ladera. Ver figura No 3.

b- Deslizamientos traslacionales.

Este tipo de deslizamiento ocurre a lo largo de superficies de ruptura que, generalmente, son planas o suavemente inclinadas.

Las primeras, superficies planas, generalmente siguen discontinuidades, preexistentes, tales como planos de estratificación, fallas, juntas.

Cuando se disgrega la masa en movimiento durante el deslizamiento, depende de qué tan plan sea la superficie de ruptura y de la distancia de que la masa se mueva.

Básicamente, los deslizamientos traslacionales pueden presentarse pasando la superficie de falla por el pie del talud, afectando al terreno en que se encuentra apoyado el talud, por lo tanto, se considera como falla de base. Ver figura No 4.

Flujos.

Este tipo de fallas consiste en movimientos más o menos rápidos, de zonas localizadas en taludes naturales, de manera que el movimiento en sí y la distribución

VUELCO DEL SUBSTRATO

Tomado de Vornes, I, 1978

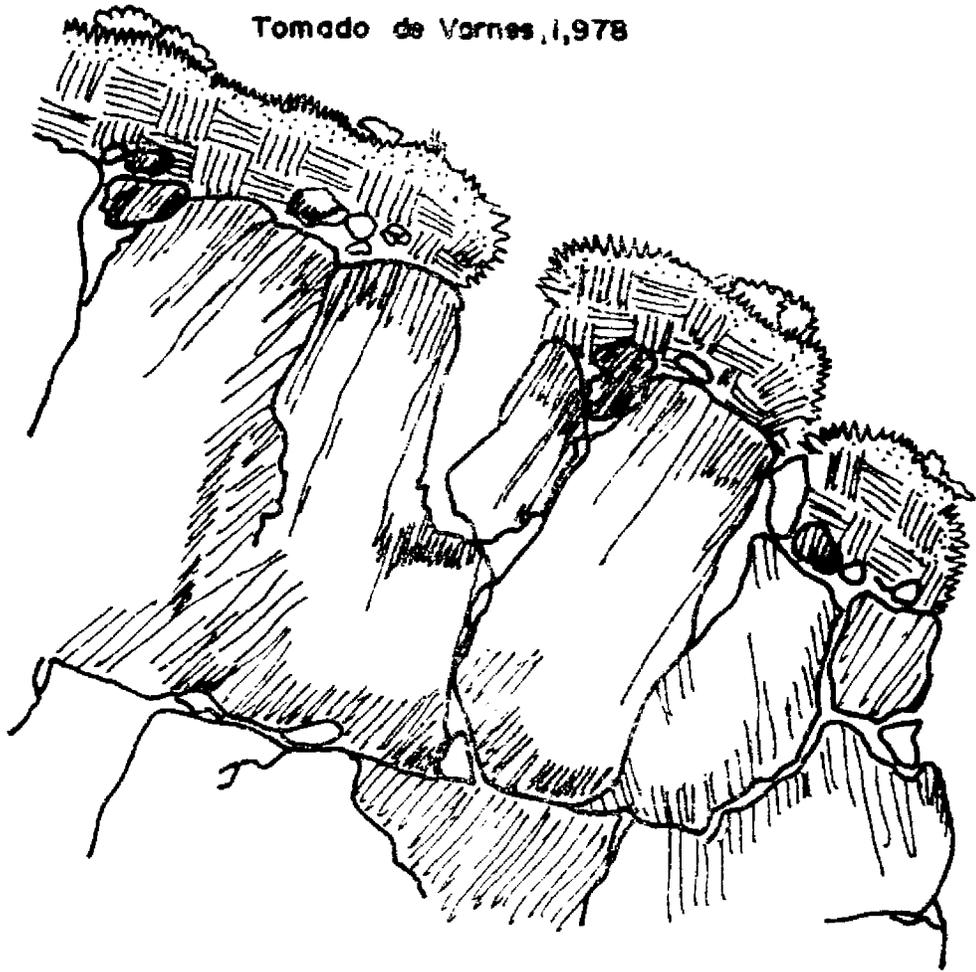


Fig. 2

DESLIZAMIENTO ROTACIONAL
Tomado de Varnes, 1978

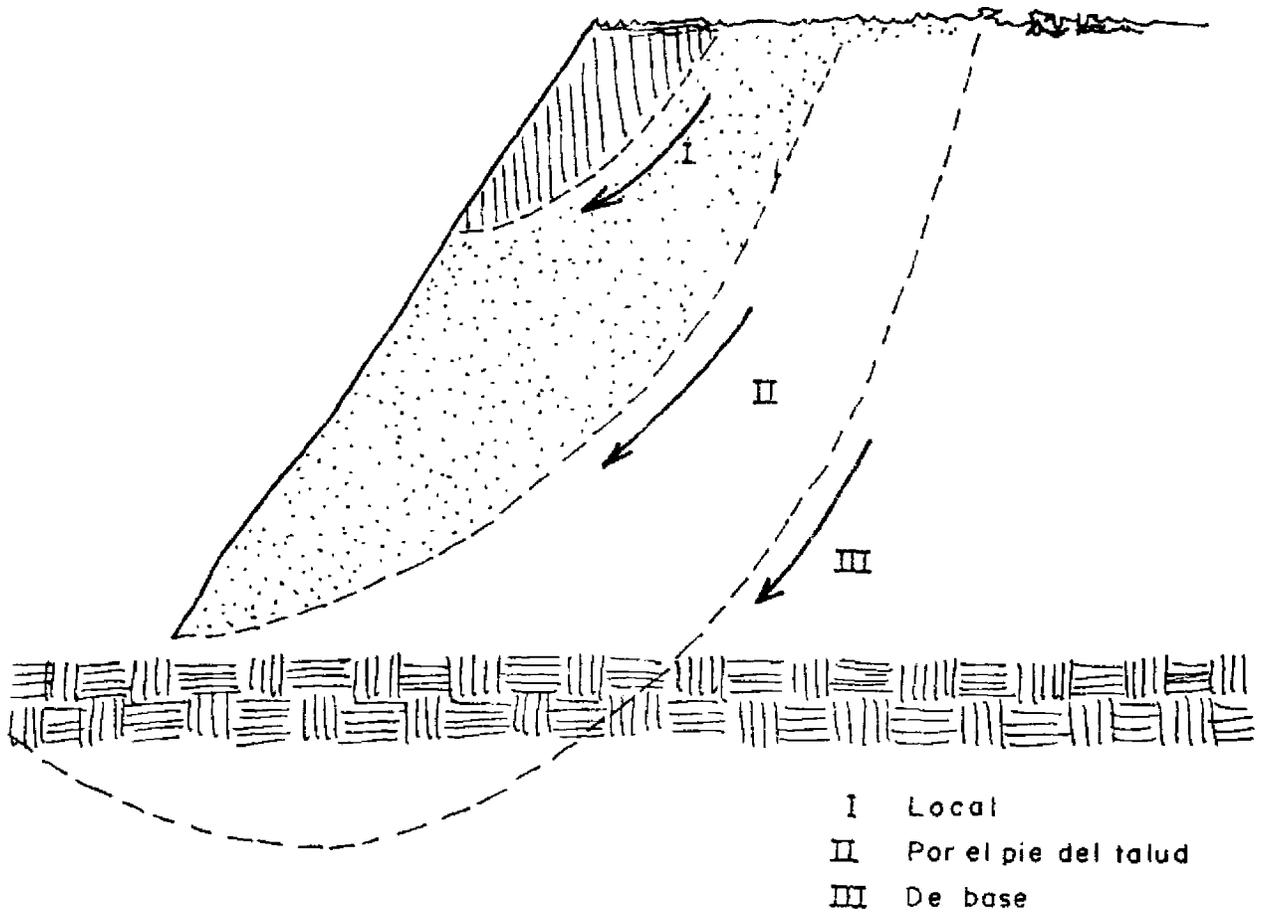


Fig. 3

DESLIZAMIENTO TRASLACIONAL

Tomado de Varnes, 1,978

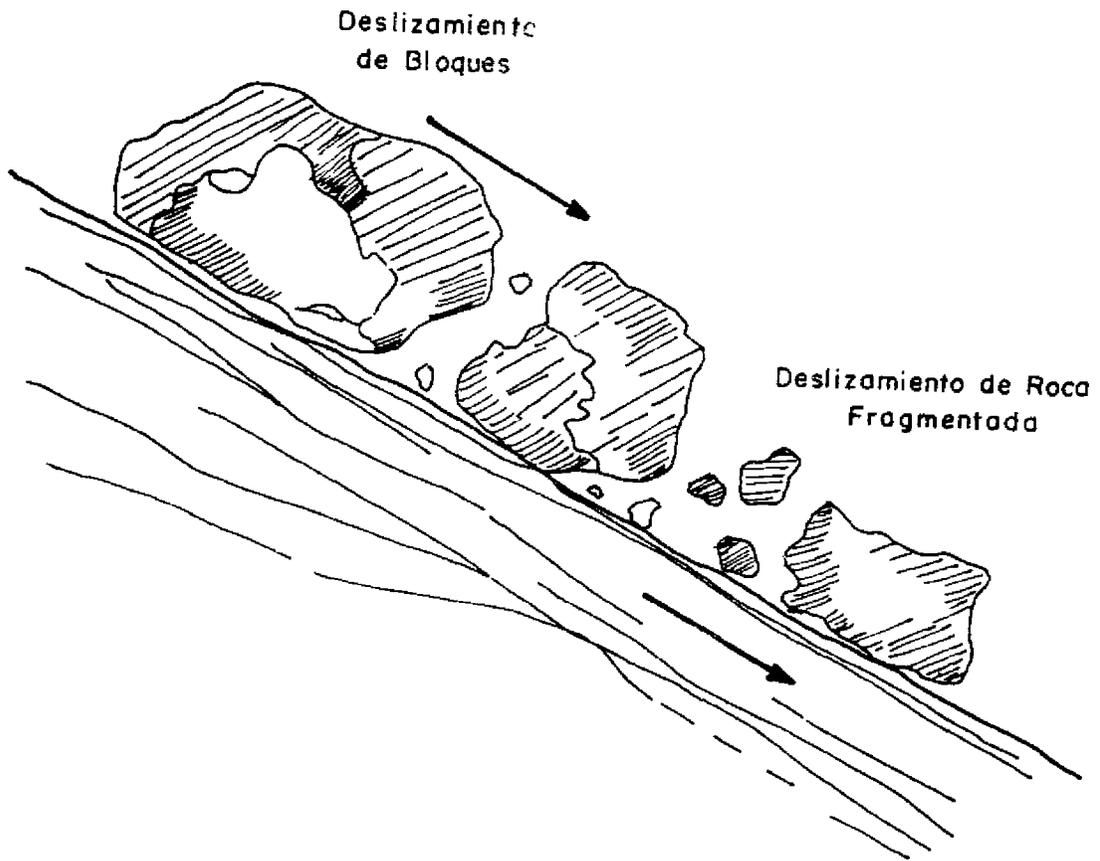


Fig. 4

aparente de velocidades y los desplazamientos se asemejan al fluir de un fluido viscoso.

No existe en sí una superficie de falla y se considera que éste se desarrolla en un lapso muy breve al inicio del fenómeno.

Este tipo de fallas puede ocurrir en cualquier formación geológica, desde fragmentos de roca hasta arcillas francas, suceden tanto en materiales secos como húmedos. El material seco está constituido por fragmentos de roca provenientes de explosiones volcánicas, de deslizamientos y de desprendimientos de roca, arenas uniformes y limos.

Por lo tanto, los flujos secos no presentan grietas sobre el escarpe principal y no tienen un pie definido.

El material húmedo está constituido por suelos granulares finos, con contenido de agua variable.

Los flujos húmedos se caracterizan por su longitud, por su pendiente de escurrimiento uniforme y por la ausencia de tensión y de escarpes menores. Ver figura No 5.

Deslizamientos complejos.

A los movimientos de taludes que presentan más de uno de los tipos principales de movimiento son llamados complejos, por lo tanto, se afirma que casi todos los movimientos son complejos.

Una masa simple puede moverse por derrumbamientos, caída, deslizamiento y flujo. Las clases de deslizamiento sirven para identificar el mecanismo y materiales involucrados y las condiciones del terreno, el movimiento de la masa puede cambiar de mecanismo.

Los deslizamientos rotacionales van a menudo acompañados de flujo de los materiales que se han asentado y desintegrado hacia adelante. (Ver figura No 6).

Reptación.

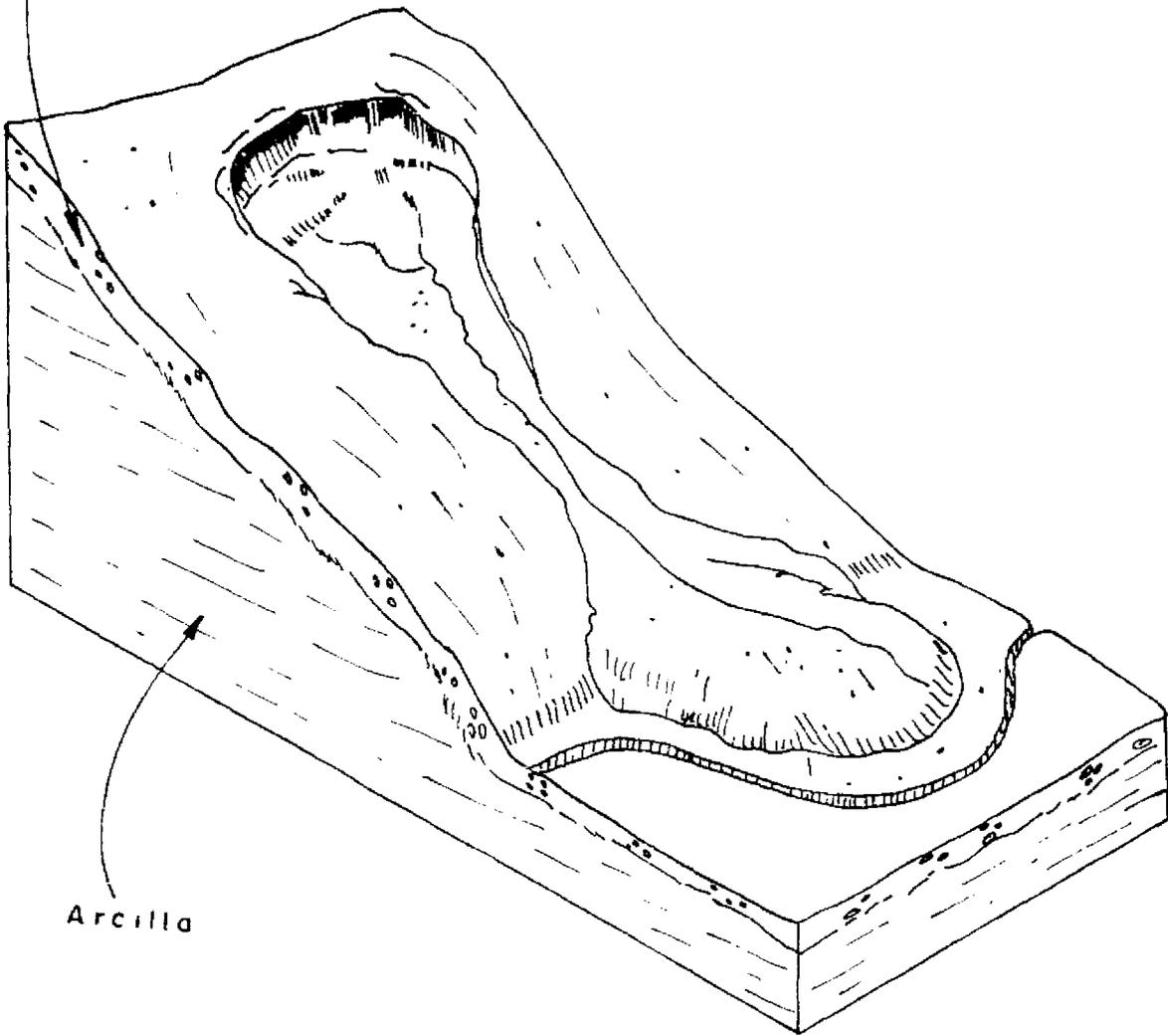
La reptación al igual que los desprendimientos, es un fenómeno que también presenta síntomas de movimientos; de reptación depende de la existencia de un grosor de alteración suficiente que dé lugar a un suelo.

Se manifiesta por la inclinación de los postes de las cercas y otros objetos rígidos similares en posición vertical, la mejor indicación de la reptación es la suave curva de los árboles con el lado convexo cuesta abajo en la dirección del movimiento.

FLUJOS

Tomado de Varnes, 1978

Capa permeable



Arcilla

Fig. 5

DESLIZAMIENTO COMPLEJO

Tomado de Varnes, 1,978

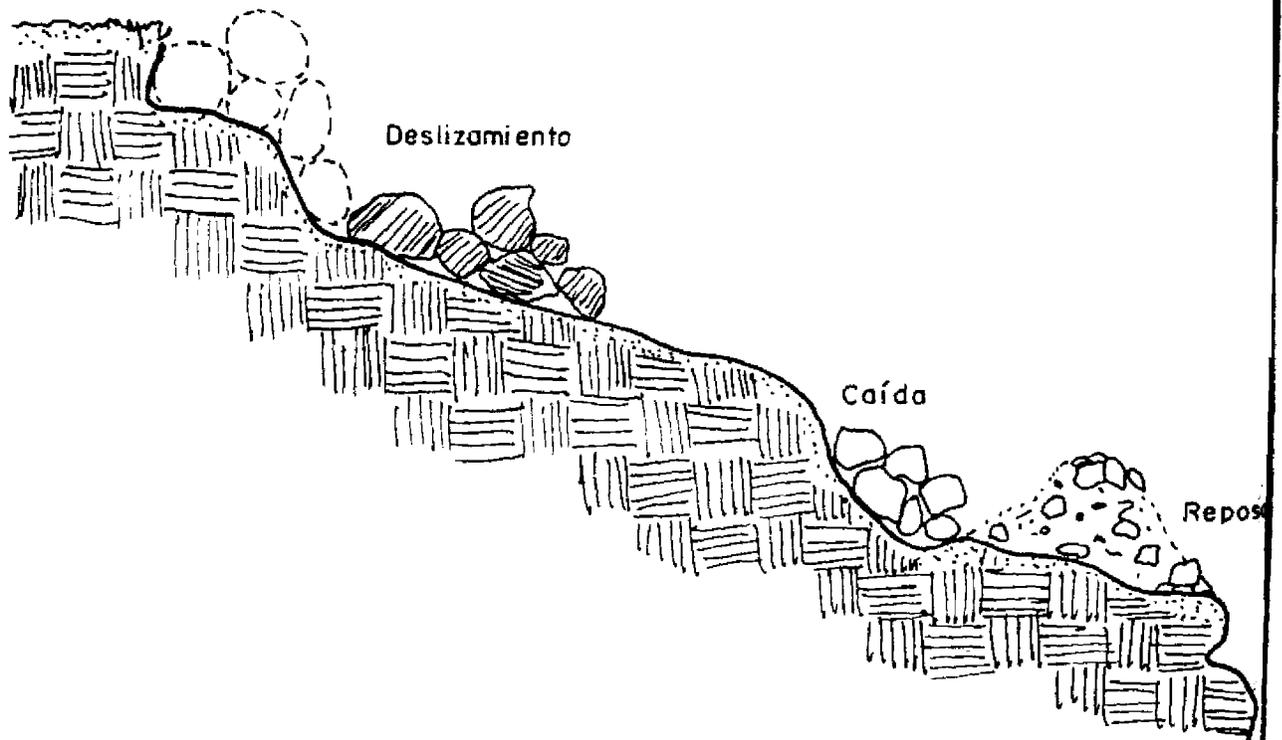


Fig. 6

La reptación está, generalmente, confinada a los cinco o seis metros superiores de la masa de suelo o de roca fragmentada. Es muy rápida cerca de la superficie del terreno. Ver figura No 7.

3. ANALISIS DE LAS CONDICIONES LOCALES.

3.1 Topografía.

El territorio de Guatemala presenta un relieve poligenético. Conforme a la hipsometría, se pueden definir las siguientes regiones:

- Plataforma continental del Pacífico
- Cordillera Centroamericana
- Valles de los ríos Motagua y Polochic
- Tierras bajas del Petén y Alta Verapaz
- Montañas Mayas.

La parte sumergida de la plataforma continental del Pacífico forma la planicie costera del sur del país entre las fronteras de México y de El Salvador, representa aproximadamente el 9% del área total de la República. Los gradientes de esta región plana y nivelada varían entre 1% y 5%, encontrándose con frecuencia unidades de microrrelieve.

La cordillera centroamericana comprende la sierra Madre y la cordillera Central. La sierra Madre, paralela a la costa del Pacífico, tiene elevaciones de más de 3,000 m. ella representa un 12% del área de la República, y en sus pendientes es característico el cultivo del café. Los altiplanos que se sitúan dentro de la cordillera Central constituyen una región que cubre un 7% del área total de la República. Las elevaciones del altiplano varían entre 1,500 y 2,000 m sobre el nivel del mar y sus gradientes son variables, con valores medios del orden de 5% a 10%. La sierra de los Cuchumatanes, tiene su asiento principal en los departamentos de Huehuetenango y Quiché. Hacia el este se bifurca dando origen a las sierras de Chamá, de Chuacús y de las Minas, de las que a su vez se derivan sistemas secundarios. La sierra de los Cuchumatanes y sus estribaciones, cuyas mayores elevaciones superan los 3,600 m. representan aproximadamente un 20% del área total de la República.

Los valles de los ríos Motagua y Polochic se orientan en dirección sur-este-noreste siguiendo la dirección de dos fallas paralelas separadas entre sí por la sierra de las Minas. Estos valles, cuyos gradientes

REPTACION

Tomado de Varnes, 1978

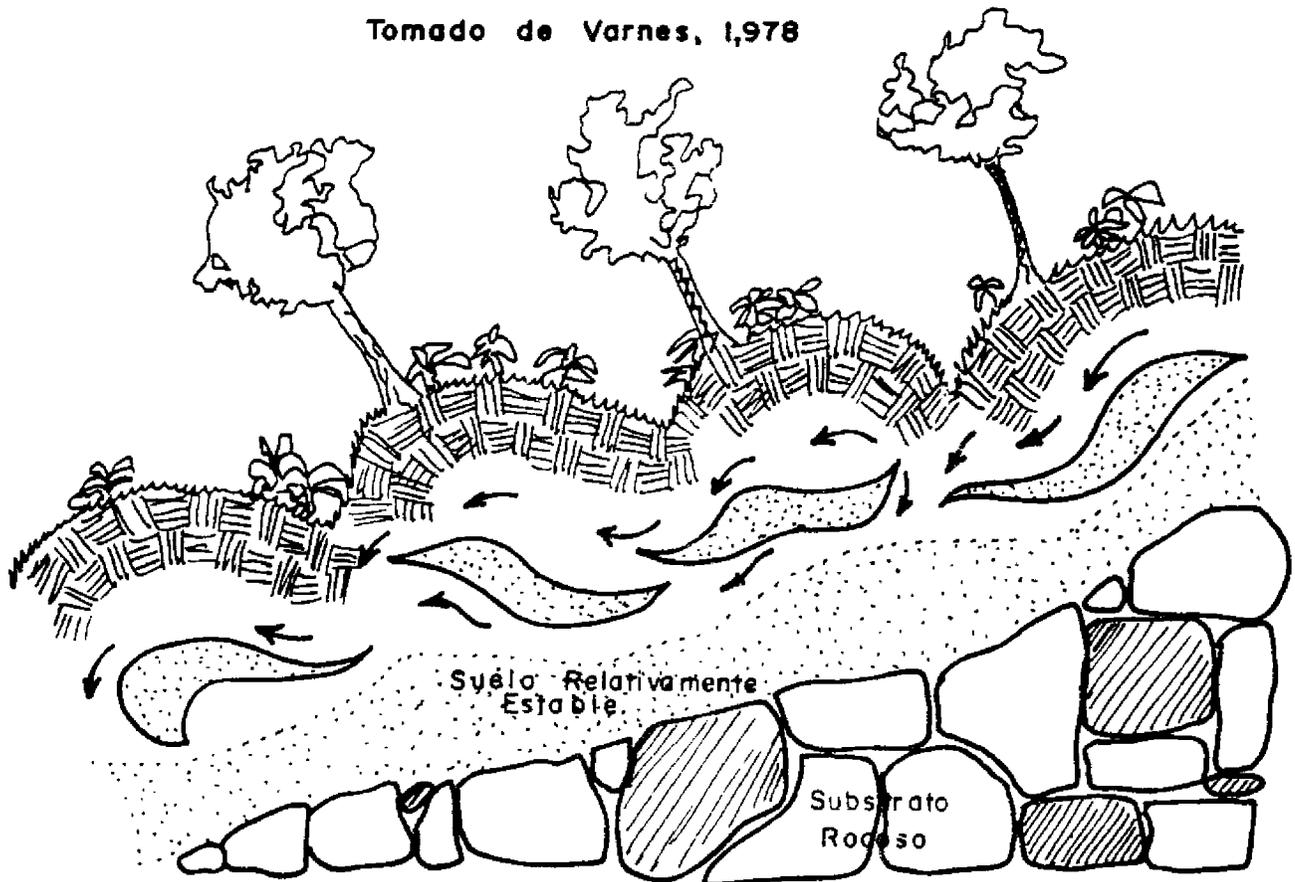


Fig. 7

no pasan del 5%, cubren, aproximadamente, un 3% del área total de la República.

Las tierras bajas del Petén y Alta Verapaz tienen gradientes medios de 1% a 5% y presentan dos tipos de paisaje: zonas relativamente planas de relieve kárstico con sus características unidades de microrelieve y llanuras aluviales formadas por la deposición de los ríos que se originan en la sierra de Chamá. Las tierras bajas del Petén y Alta Verapaz cubren un 30% del territorio de la República, con alturas comprendidas entre 100 y 500 m sobre el nivel del mar.

El complejo montañoso de las Montañas Mayas, con elevaciones máximas del orden de mil metros sobre el nivel del mar, encuentra su máxima extensión en el Departamento de Belice. El macizo está aislado de las otras unidades de relieve y comprende aproximadamente el 4% del área total de la República. La parte emergida de la plataforma del Caribe forma la planicie de la costa norte del país y tiene un relieve semejante a la planicie costera del Pacífico.

Es una región con gradiente del 1% al 5% que cubre un área del 20% del total de la República.

3.2 Factores Climáticos.

Las características climáticas de Guatemala están definidas básicamente por su posición intertropical, con modificaciones considerables debidas a la presencia de dos litorales y el relieve del país.

El régimen de precipitaciones depende principalmente de los desplazamientos de la zona de convergencia intertropical, a lo largo de la cual se encuentran las corrientes de vientos alisios de ambos hemisferios de convergencia intertropical los que se desplazan hacia el norte durante el verano del hemisferio norte y hacia el sur en el invierno y a su paso, en Guatemala que ocurre aproximadamente entre junio y septiembre, se producen las mayores precipitaciones; se definen así una estación de lluvias comprendidas de mayo a octubre y una estación seca "verano" de noviembre a abril, durante la época lluviosa (mayo a octubre) ocurren dos picos de precipitación, separados (junio-julio y septiembre-octubre). Por un receso en agosto. Las lluvias de el primer pico son por lo general convectivas e intensas, aunque de corta duración y cubriendo áreas localizadas. El segundo pico es influenciado por los ciones tropicales y las lluvias, aunque de menor

intensidad que las primeras, mantiene dicha intensidad durante periodos más largos y cubren grandes extensiones, jugando un papel de importancia en las mayores crecidas registradas a la fecha tanto vertientes del Atlántico como del Pacífico.

Este esquema es modificado en mayor o menor medida por lluvias originadas generalmente por frentes fríos del hemisferio norte, ondas de inestabilidad en la corriente de los alisios del noroeste, circulaciones atmosféricas locales, y por los huracanes y temporales del Caribe.

Las precipitaciones anuales medias varían aproximadamente entre quinientos y seis mil milímetros (500-6,000 mm), se extienden aproximadamente desde la Bahía de Amatique, hasta el vértice Santiago en el Departamento de Huehuetenango. Otra banda de altas precipitaciones se extiende a lo largo del litoral del Pacífico, desde la frontera con México, hasta la cuenca del río Achiguate. Entre ambas bandas de alta precipitación se sitúan zonas relativamente secas que comprenden el altiplano, el alto valle del río Chixoy, y las cuencas de los ríos Motagua, Ostúa, Paz y Esclavos en el centro-sur del país. Las zonas más secas, con precipitación del orden de los quinientos milímetros (500 mm) al año se encuentran en el valle del Motagua (Zacapa). Las zonas más húmedas comprenden la boca-costa al oeste del litoral Pacífico y el flanco noroeste de los Cuchumatanes (departamento de Huehuetenango). Las temperaturas medias al nivel del mar son del orden veintisiete grados Celsius (27 C) en el litoral del Pacífico y veintiocho grados Celsius (28 C) en la Bahía de Amatique, con máximos en los meses de abril y agosto que alcanza a treinta grados Celsius (30 C) y treinta y uno punto cinco grados Celsius (31.5 C). En el interior del país, las temperaturas varían primordialmente en relación con la situación altitudinal.

El gradiente térmico medio es de -1C por cada ciento setenta y seis metros (176 m) adicionales de altura, aproximadamente.

Los vientos predominantes del país siguen las características normales de los alisios (NNE), pero se registran apreciables variaciones debido a las configuraciones topográficas locales. En el litoral del Pacífico se verifican generalmente las variaciones cotidianas conocidas como "brisas del mar" y "brisas de tierra". La intensidad máxima de los vientos normales no sobrepasa los setenta y cinco a ochenta kilómetros por hora (75-80 km/h), aunque

puede ser considerablemente mayor en las zonas expuestas a los huracanes (litoral del Caribe).

3.3 Sismicidad.

Guatemala está situada en el segmento centroamericano de la franja sísmica circumpacífica, en la cual se localiza posiblemente un 90% de la actividad sísmica del globo.

En Guatemala se define en forma general dos zonas sísmicas diferentes:

- la franja sísmica circumpacífica, paralela a la costa
- las zonas de falla con actividad sísmica de las sierras norte, que se extiende con rumbo E-O entre el Pacífico y el Atlántico.

La región donde se cruzan estas dos zonas está situada en el área fronteriza entre México y Guatemala, en el extremo oriental de la Sierra Madre.

De acuerdo con Vassaux (1,969) los últimos 400 años ocurrieron por lo menos 60 terremotos destructores, eso es, sismos con intensidad seis o mayor (en la escala Mercalli). Estos números se refieren por supuesto solamente a las regiones pobladas.

Entre los terremotos destacan cuatro eventos catastróficos:

- 1,773 Antigua Guatemala
- 1,902 Quetzaltenango
- 1,918 Ciudad Guatemala
- 1,976 Franja a lo largo de la falla del Motagua (terremoto del 4 de febrero).

En 1,926 se estableció un observatorio sísmológico en la ciudad de Guatemala, el cual registró hasta el año 1,969 solamente sismos con intensidad mayor de 6. Cada año se registran alrededor de 300 sismos en Guatemala, que muestran las siguientes distribuciones de intensidades (sin considerar la actividad sísmica reciente);

- 80% microsismos, detectados solamente con instrumentos
- 12% sismos con intensidad de 1 a 2
- 7% sismos con intensidad de 2 a 4
- 1% sismos con intensidad de 4 o mayor

La secuencia en tiempo de la actividad sísmica en la región muestra los siguientes periodos:

- 1,914-1,921 actividad fuerte
- 1,939-1,946 actividad mediana

- 1,955-1,959 actividad baja

El terremoto del 4 de febrero de 1,976 y la intensa actividad sísmica posterior a él, es un fenómeno muy reciente por lo que en la evaluación de los datos estadísticos anteriores no se ha considerado.

3.4 Uso de la tierra.

El uso de la tierra expresa no sólo las actividades económico-tecnológicas del hombre, sino refleja también la perturbación ecosistemática y la estructura socio-ambiental de las diferentes zonas de producción agrícola.

Refleja, asimismo, las influencias naturales del medio ambiente en la organización de los tipos de cultura, ya que éstas están representadas por la intensidad del uso y explotación de los recursos naturales y determinan cualquier tipo de regionalización agrícola. La precipitación, insolación, temperatura, vientos, estaciones y otras pulsaciones climáticas se reflejan en las tierras cultivadas, alterando de una forma radical los paisajes naturales, e imprimiendo no sólo el cambio de cubierta vegetal, sino también la presencia de elementos totalmente artificiales como los diferentes cultivos, tierras en rotación y baldíos e infraestructura mecánica.

El uso de la tierra es por sí mismo la manifestación dinámica del hombre, que trata de culturizar la naturaleza al imprimir su historia colonizadora. En el mismo está impreso lo típico y lo intencional, lo excepcional y lo accidental, lo permanente y lo efímero, y, concretamente, los valores del hombre hacia la naturaleza.

En la república de Guatemala, el uso de la tierra es eminentemente agrícola y así las áreas de cultivos anuales representan un uso intensivo periódico con altas concentraciones de capital y trabajo, en áreas de fácil extracción energética, en las cuales la función primordial es la producción a bajo costo, sin evaluar el impacto que ésta producirá en el paisaje, desvalorizando al hombre y produciendo una estructura social basada en la explotación hombre-ambiente, ya que la tecnología, a través de la mecanización, fertilizantes y pesticidas, no aporta ningún control biológico-social para la conservación de la energía de los ecosistemas pre-existentes. Las áreas de uso extensivo están localizadas en la llanura costera del Pacífico, tierras altas volcánicas, algunas áreas de

las tierras altas cristalinas, la depresión del valle del Motagua y del lago de Izabal; las mismas están condicionadas a características fisiográficas, tales como suelo, clima, vegetación y recursos hídricos.

Los cultivos perennes y hortícolas consumen pero también producen las más altas concentraciones de capital y trabajo y su función ecosistemática no sólo depende de la tecnología sino de los factores fisiográficos limitantes. El impacto en el paisaje es mínimo, ya que ha sido por sustitución de especies vegetativas y animales, quedando los recursos básicos más o menos sin disturbar. La estructura social es heterogénea y hay más uniformidad en el nivel de vida sin llegar a los extremos producidos por el uso intensivo anual. Las áreas, en las cuales están concentradas, son las pendientes volcánicas recientes y áreas de concentración urbana en las tierras altas volcánicas y depresión del Motagua.

El uso de pastos produce un impacto contradictorio en el paisaje, ya que los mismos, como producción de energía, están en el segundo nivel trópico, permitiendo bajas concentraciones de capital y trabajo pero alterando la función social debido a la poca ingestión de proteína animal de la ciudadanía guatemalteca.

Asimismo, hay pasturas en las cuales podrían plantarse cultivos anuales intensivos, debido a que las condiciones ambientales y la estructura social de esas áreas permiten el uso de los mismos y con el uso del pasto, se fomenta el uso indebido de los recursos naturales. Los pastos están localizados en las áreas de más potencial agrícola, como es la llanura costera del Pacífico, el pie de monte de la pendiente volcánica reciente, algunos rellenos de roca de las tierras altas volcánicas, en el delta del Polochic y lugares aledaños al lago de Izabal y parte inferior de la depresión del Motagua. Los bosques y pantanos permiten con optimismo ampliar el horizonte del uso potencial vegetativo del mismo, ya que la alteración ecosistemática es mínima y la estructura social ambiental aún no se ha iniciado, lo cual permite corregirla con planes de desarrollo, en los cuales el fin primordial será mantener el balance ecosistemático de las diferentes zonas de vida vegetal.

Zonas de vida vegetal

Según Holdridge, el país está dividido en tres fajas ecológicas y éstas en trece zonas que se diferencian

unas de otras básicamente por la temperatura y precipitación. Estos factores determinan las diferentes especies vegetales que crecen en ellas. Estas zonas de vida van desde el bosque pluvial subtropical hasta el bosque seco subtropical.

En Guatemala existen cerca de 1,500 especies arbóreas de hoja ancha y 15 coníferas de valor comercial. Estas coníferas se localizan en los 40,800 kilómetros cuadrados del altiplano, con alturas que van de los 1,500 a los 3,200 metros sobre el nivel del mar, con excepción del pinus caribaea que se encuentra en un área de unos 75 kilómetros cuadrados en la región baja del Petén, en Poptún.

La región norte del país es la única donde aún quedan maderas tropicales duras como el cedro y la caoba.

Guatemala dispone de 63,386 kilómetros cuadrados o sea el 58 por ciento de su territorio, de tierras de aptitud forestal. El aprovechamiento de muchas áreas boscosas se realiza sin ningún ordenamiento. Además grandes volúmenes de madera se destruyen, sea por las plagas de insectos, enfermedades y por los incendios. Finalmente, el campesino tala anualmente extensiones boscosas para destinar la tierra a cultivos limpios de subsistencia.

Se estima que existirían solo 36,100 kilómetros cuadrados de bosques lo que representa a casi una tercera parte de la aptitud de las tierras del país.

Deforestación y reforestación.

La eliminación anual de la cubierta vegetal se ha estimado entre 1,000 a 1,600 kilómetros cuadrados, mientras que la reforestación cultivada en los 10 años últimos fue de 490 kilómetros cuadrados, de seguir a este ritmo en 25-40 años desaparecería toda la cubierta vegetal. Ver figura No 8.

3.5 Geología.

Desde el punto de vista geomorfológico general, se distinguen en Guatemala tres grandes regiones.

- La provincia volcánica de edad terciaria a reciente que comprende la parte sur del país.
- La planicie costera del Pacífico, formada por detritos provenientes de la erosión de las sierras volcánicas.

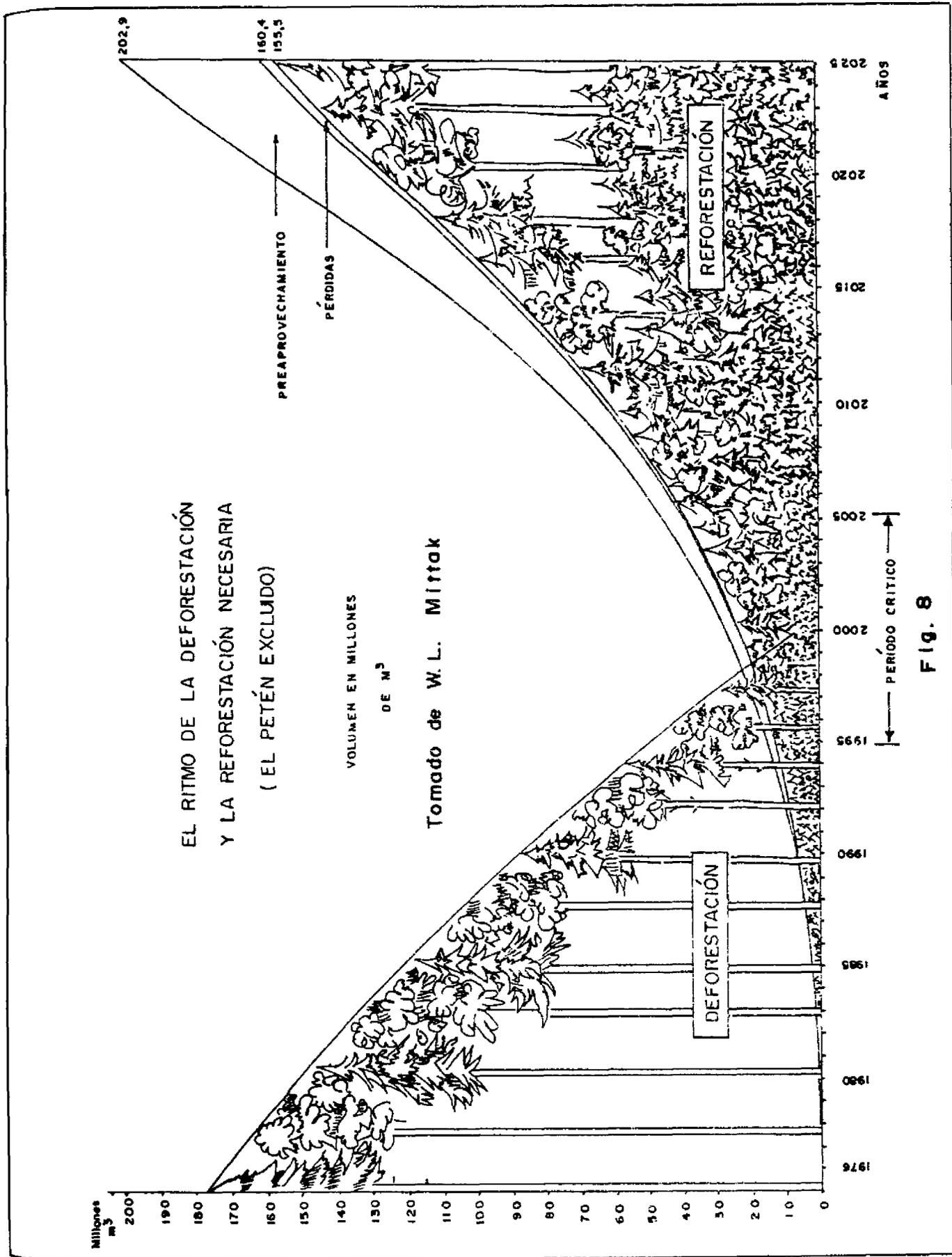


Fig. 8

- La cordillera que forma el núcleo norte de centro-américa.

Esta cordillera está formada por esquistos, granitos, serpentinas y comprende un cinturón plegado sedimentario hacia el Norte, y

- las Tierras bajas del Petén, correspondientes a una cuenca sedimentaria de edad cretácica,.
- las rocas sedimentarias de la cuenca de Petén y la zona plegada; de la cordillera tienen juntas un espesor de más de 10,000 metros. Ellas comprenden aproximadamente 3,000 m. de lutitas y calizas de edad pensilvánica y pérmica 1,000 m. de capas rojas de edad jurásica y cretácica. 3,000 m. o más de carbontatos cretácicos, y más de 1,000 m. de clásticos del terciario inferior. Los sedimentos de edad terciaria superior exceden 1,000 m., de espesor.

La provincia volcánica forma parte de la franja volcánica circumpacífica y presenta un vulcanismo activo en la actualidad. Se observan 3 volcanes activos y numerosos fenómenos postvolcánicos. Las erupciones de los volcanes constituyen un peligro permanente para toda obra humana que se construya en su vecindad inmediata, ya sea por la precipitación de ceniza, de bombardeo durante fases explosivas o por corrientes de lava. Fuera de los volcanes activos se distinguen varias zonas en donde el gradiente geotérmico es elevado.

Geología del Norte de Guatemala.

- Plataforma de Yucatán.

La sección Norte de Petén, asociada, fisiográficamente, con la península de Yucatán, está formada sobre capas horizontales de rocas sedimentarias del cretácico superior y del eoceno.

Aquí se encuentran depresiones de solución ocasional que se incrementan ligeramente en frecuencia hacia el Este, con un drenaje que en su mayor parte está pobremente desarrollado por la naturaleza soluble de la capa de roca caliza.

En el extremo oeste de la región se localizan grandes pantanos y numerosos lagos y lagunas, cuyo número disminuye hacia el este, en donde se encuentran varios ríos asociados con algunas fallas normales que delimitan el margen del área.

- Cinturón plegado del lacandón.

Esta zona, la mayor parte de la cual es conocida como arco la Libertad, es asimismo, el resultado de plegamientos, los cuales son de corto intervalo y gran frecuencia. Se perciben mejor en la propia tierra del Lacandón y forman un arco que es cóncavo hacia las montañas Mayas en el Este.

Los estratos que forman el arco, como también los que franquean las montañas Mayas en el Oeste, son de roca caliza y dolomitas.

Desarrollados sobre estos estratos y dando homogeneidad a la región se encuentra la topografía kárstica de las variedades de sumideros y mogotes (sink & knob). La solución de las rocas de carbonato que forma esta topografía, da una apariencia agreste al área, aunque las características reales tienen poco relieve. La red de drenaje superficial es incompleta y desintegrada, y algunos ríos fluyen sin interrupción fuera de la región, así como arroyos intermitentes de características de rejilla centripeta, localizados en muchas áreas kársticas.

- Planicie interior del Petén.

Circunscrita por el cinturón plegado, las tierras altas y el río Salinas, esta región presenta una superficie plana y casi intacta. Los rasgos kársticos no se encuentran, como tampoco indicaciones superficiales de pliegues y fallas. La estructura sedimentaria es aquí extremadamente profunda y compuesta principalmente de evaporitas. Las llanuras de inundación del río Salinas y del río de la Pasión contribuyen, además, con cantidades grandes de aluvión reciente. El drenaje está influenciado por estos dos ríos de lenta corriente y recorrido serpenteado. Las elevaciones a través de la región son generalmente de menos de doscientos metros sobre el nivel del mar.

- Tierras altas sedimentarias.

La unidad del altiplano de Guatemala puede ser separada en tres regionales, basadas en el tipo predominante de roca extensa, es la de las tierras altas sedimentarias, definidas al norte por las márgenes de la cuenca del Petén y al sur por las fallas y contactos que la separan de la parte dominante cristalina del altiplano. También se

extiende desde la actual frontera con México en el Oeste, hacia las montañas del Mico en el Este.

Dentro de esta unidad fisiográfica hay una gran variedad de formas de la tierra, entre las cuales puede mencionarse la sección compleja localizada al norte de la sierra de Chamá, cuyos pliegues, fallas y procesos erosivos han creado un paisaje de colinas paralelas, topografía kárstica, anticlinales y sinclinales sumergidos.

La sierra de los Cuchumatanes, en su parte sur con gran número de fallas, es abrupta. Domina la parte occidental de la región y contiene algunas de las más espectaculares vistas en el país, mientras que el área alrededor de Cobán muestra ejemplos clásicos de sumideros, conocidos localmente como siguanes, así como cavernas de piedra caliza.

El drenaje en el oeste tiene una dirección norte-noreste hacia el golfo de México. Los sistemas de los ríos Selegua y Chixoy o Negro han esculpido profundos desfiladeros dentro y a través de la sierra de los Cuchumatanes y, a medida que el río Chixoy o Negro pasa a través de las colinas paralelas de la zona norte de la sierra de Chamá, el control estructural de los tributarios se hace evidente.

Las elevaciones dentro de esta región varían desde el nivel del mar en el este, hasta más de 3,700 metros en la sierra de los Cuchumatanes.

Geología del centro de Guatemala.

- Tierras altas cristalinas.

Serpentinitas, gneisses metamórficos y esquistos dominan esta región, apareciendo algunas, pequeñas áreas de material plutónico, principalmente granito, que forman una región distinta tanto de los estratos sedimentarios del norte, como de las regiones volcánicas del sur. Esta área se ubica entre dos principales sistemas de fallas (Motagua y Chixoy-Polochic) que han estado en evolución desde el paleozoico. El patrón de drenaje a través de la región es muy ilustrativo, ya que los cursos de los ríos Quilco, Chixoy o Negro y Motagua, están controlados por las diversas fallas existentes.

- Depresiones de Izabal y del Motagua.

Estas dos depresiones o valles hendidos tienen un origen común. En la que está ubicada más al norte se

encuentra el lago de Izabal, el cuerpo de agua de mayor extensión en el país (590 km²). En el extremo Oeste del lago se realiza una constante deposición de sedimentos aluviales, transportados principalmente por el río Polochic. El área sujeta a inundación por lo que atraviesa dicho río en su recorrido final, con características de un delta, en el pasado fue agua abierta y parte del mismo lago. En su confín este, las aguas del lago pesan por medio del río Dulce a la Bahía de Amatique.

La segunda depresión está ocupada por el río Motagua, el cual ha construido una extensa llanura de inundación formada por aluvión cuaternario, meandros bien desarrollados, así como abandonados y meandros fósiles, caracterizan el paisaje fisiográfico en la sección baja de la región.

Debido al grado de desarrollo de estas características y a la llanura de inundación aquí constituida, el Motagua se caracteriza como un río de perfil equilibrado y estable. Asimismo, el río ha formado un delta sobre el golfo de Honduras y el banco de arena que separa la bahía de Amatique del Golfo en sí, también está constituida de tanto material transportado por el citado río, como por otros fluvios. Las corrientes costeras han trasladado aun más este material dentro de la boca del río en dirección noroeste y de su deposición subsecuente ha resultado la formación de dicha característica.

Geología del sur de Guatemala.

- Tierras altas volcánicas.

En Guatemala ha existido actividad volcánica desde el Paleozoico, intensificada durante el terciario en esta región, las erupciones de tipo de grieta lanzaron cantidades de material -principalmente basalto y riolitas- que cubrieron las formaciones de tierra preexistentes, desarrolladas sobre el basamento cristalino y sedimentario que se encuentra hacia el norte.

La formación de esta región volcánica fue seguida por fallas causadas por tensión local, la cual quebró, movió el material de la superficie como, por ejemplo, el valle hendido (graben) en que está localizada la ciudad de Guatemala.

Varias cuencas en esta región han sido parcialmente llenadas o cubiertas con pómez cuaternario, lo que proporciona aún paisaje muy contrastado con las áreas

volcánicas escabrosas que las rodean. Los valles en los que se localizan las ciudades de San Marcos, Quetzaltenango, Sololá, Chimaltenango y la ciudad de Guatemala, son ejemplos característicos de lo anterior y han sido centros de asentamiento cultural indígena. La Laguna de Ayarza -que es una caldera- y el volcán de Ipala con un pequeño lago en su cráter, ofrecen formas de la tierra adicionales en contraste a los basaltos quebrados masivos y cortados que evidencian aún más el origen volcánico de la región.

- Pendiente volcánica reciente.

Esta región incluye los volcanes de más reciente formación en Guatemala, así como el material asociado que ha sido drenado o depositado hacia la costa sur.

Dicho material es principalmente de edad cuaternaria, y la actividad que lo produjo está asociada con una zona fallada paralela a la costa, a lo largo de las laderas hacia el sur del altiplano volcánico.

Los numerosos conos de esta región están compuestos predominantemente de andesita y algunos como el Santiaguillo, Fuego y Pacaya, se encuentran actualmente en actividad. Algunos de estos alcanzan las mayores alturas, tanto de Guatemala como de América Central; por ejemplo, el Tajumulco con 4,220 metros, Tacaná (3,270 metros), Santa María (3,772 metros), Tolimán (3,158 metros), Agua (3,776 metros) o el Fuego con (3,763 metros). Las faldas hacia el sur son formadas por coladas de lava, ceniza volcánica y, en algunos lugares, laháricos o de lodo volcánico. Este material proporciona la base de los buenos suelos volcánicos, en los cuales se cultiva mucho del café de Guatemala. El área también se caracteriza por la cantidad de ríos de corriente rápida que forman caídas de agua antes de alcanzar la llanura costera del sur.

- Llanura costera del Pacífico.

Dentro de esta provincia fisiográfica del sur, está comprendido el material aluvial cuaternario que cubre los estratos de la plataforma continental. Los flujos que corren desde el altiplano volcánico, al cambiar su pendiente, han depositado grandes cantidades de materiales que han formado esta planicie de poca ondulación y de aproximadamente unos cincuenta kilómetros de ancho a lo largo de la costa del Pacífico. Por lo general, las elevaciones son menores de doscientos metros y el drenaje, en su

mayor parte, es deficiente. Son comunes las extensas áreas sujetas a inundación, particularmente en el oeste.

En contraste a la costa del Caribe son menos frecuentes formas de la tierra tales como barras de boca de bahía, barras fuera de playa, esteros, o islotes, aquí, las playas de arena negra con áreas de pantano de mangle y algunos esteros, son las características predominantes de la región.

4. METODOLOGÍA.

La metodología empleada para la ejecución del presente trabajo consta de las siguientes partes.

a. Recolección de información sobre deslizamientos.

Se realizó una investigación en la Hemeroteca Nacional, en la cual se consultaron tres diarios, para tres diferentes periodos, en la siguiente forma.

- Diario de Centro América, para el periodo de agosto del 1,881 a 1,921.
- Diario El Imparcial, para el periodo de 1,922 a junio de 1,985.
- Diario Prensa Libre, para el periodo de julio de 1,985 a mayo de 1,991.

Recabándose noticias que reportaran deslizamientos, hundimientos derrumbes, deslaves; se extrajeron los datos más importantes como son: la fecha, el departamento, el municipio, daños humanos, daños materiales, dimensiones del deslizamiento (si existiera el dato), mecanismo activador (lluvia, sismo, corte), además, se resumió brevemente la noticia, y se clasificó por departamentos.

La investigación duró aproximadamente 4 meses, empleándose para ella a 6 personas con horario de las 8:00 a las 16:30 horas de lunes a viernes.

b. Recolección de datos sísmicos y climatológicos.

Se recabaron datos de lluvia mensual y anual a partir de los registros existentes en INSIVUMEH, los cuales datan desde 1,926 aprovechándose de la siguiente manera.

Al tener ubicado el evento con sus coordenadas geográficas, se escogió la estación climatológica más cercana y estos datos fueron los que se tomaron. Existen áreas que no están cubiertas, por lo que se

dejó sin este dato.

c. Organización de banco de datos.

Al tener completa la información, se ingresó a un paquete de microcomputador llamado DATA EASE, con el cual se manejan bases de datos, trabajando en sistema operativo DOS.

Actualmente esta información se encuentra en los archivos de la sección de Hidrología Aplicada de INSIVUMEH.

d. Graficar los eventos.

A cada deslizamiento se le ubicó con sus coordenadas geográficas sobre un mapa a escala gráfica (ver figura No 9 en el apéndice).

5. RESULTADOS.

La república de Guatemala, está situada en el centro del continente americano, entre las repúblicas de El Salvador, Honduras y México y los océanos Pacífico y Mar de las Antillas.

Su posición geográfica lo hace un país muy castigado por las perturbaciones atmosféricas de origen ciclónico, además, se encuentra ubicada en una zona de alta sismicidad, probablemente entre las más grandes del mundo considerando su área (108,900 Km²); esta es una zona de triple unión de placas tectónicas que forman en parte la corteza terrestre, ellas son la placa de Cocos, la del Caribe y la de Norte América. Podemos sumar a estos factores la actividad constructiva y destructiva del hombre que se encarga de alterar el ambiente, contribuyendo así a la inestabilidad de los terrenos, laderas y taludes al desproveerlos de una cobertura vegetal adecuada, los cultivos tradicionales han sido reemplazados por otros y en los períodos de mayor precipitación o de ocurrencia de sismos, la carencia de vegetación suficiente para anclar el suelo ayuda a que se generen deslizamientos.

Los deslizamientos someros en taludes de alta pendiente se asocia a suelos residuales de desarrollo moderado, desprovistos generalmente de cobertura forestal, cuyas raíces serían casi siempre suficientes para el sostenimiento de los materiales. Al carecer de este sostén y con la percolación de las aguas de escorrentía y el aumento de las presiones intersticiales, se reduce la resistencia al corte de los materiales, dando origen al deslizamiento.

La asociación de los terremotos violentos con

deslizamientos es bien conocida y no existe duda alguna de que los terremotos pueden causar deslizamientos, especialmente en laderas inestables.

El hombre, ante casi cualquier situación que se plantee, sobre todo cuando se trata de desarrollo material, termina por alterar el ambiente de una u otra forma; entre estas podemos citar: explotación de materias primas, apertura de caminos y carreteras (cortes, rellenos), desplantes para diversas obras de infraestructura (edificios, puentes) y explotación agrícola inadecuada del suelo (deforestación), sistemas inadecuados de pastoreo y agricultura, penetración y colonización de zonas de vocación netamente forestal, etc.

Estos son algunos de los factores, que de una u otra manera influyen en los deslizamientos, no se trata de detener el desarrollo material sino se trata de alterar lo menos posible el ambiente y en caso contrario, dejar sentadas las condiciones de una recuperación lo más rápida y efectiva posible. (Schuster y Kretz, 1978).

6. CONCLUSIONES.

1. Se considera que existe un incremento en el número de deslizamientos con el paso del tiempo, este incremento puede ser producto de:
 - a) que con el paso del tiempo existe una mayor información.
 - b) crecimiento de la población y por consiguiente conquista de nuevos territorios y deterioro ambiental.
2. Existe una estrecha relación entre geología y los deslizamientos, ya que éstos fenómenos se dan, principalmente, asociados a las zonas de fallas como Motagua, Chixoy, Zunil, San Agustín, Jocotán, Olintepeque, Jalpatagua, Mixco, Santa Catarina Pinula. Estas zonas son consideradas de debilidad debido al efecto continuo del movimiento de las partes de las fallas, que ocasionan movimientos sísmicos que inciden en el deterioro de los materiales.
3. Al efecto geológico y geomorfológico contribuyen el efecto que en superficie ejerce el relieve (topografía) y el agua, que a través de la escorrentía contribuyen a la desestabilización de las laderas; en el caso del presente estudio, la mayor parte de los deslizamientos coinciden con las zonas donde existen cambios abruptos del relieve como las cordilleras volcánicas, Chuacús, etc. y lo anterior combinado con el efecto del agua de escorrentía.

7. RECOMENDACIONES.

- Planificar un trabajo de investigación para estudiar las características de los deslizamientos y hacer una clasificación que permita estudiarlos por tipos.
- Planificar un trabajo de investigación para delimitar con detalle las áreas de mayor susceptibilidad por deslizamientos.
- Estudiar deslizamientos típicos y activos para conocer la mecánica de su movimiento, causas y posibles soluciones que se pueden implementar.

8. BIBLIOGRAFÍA.

- Bonis, S. Contribución a la segunda reunión de geólogos de América Central, Instituto Geográfico Nacional, Guatemala 1,966
- Estrada Gómez, Jorge. Inestabilidad de taludes en el valle de Guatemala, Tesis. Facultad de Ingeniería Universidad de San Carlos de Guatemala, octubre 1,989.
- Gall, Francis Diccionario Geográfico de Guatemala, Tomos I, II, III y IV (segunda edición) Instituto Geográfico Nacional
- Instituto Geográfico Nacional, IGN, 1,972. Atlas Nacional de la República de Guatemala
- Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología -INSIVUMEH- Diciembre 1,977
Evaluación Cuantitativa de Riesgos de Desastres por Ciclones Tropicales en la República de Guatemala
- Krizek, Raymond J., Eusterer, Robert L. Editors. Landslides analysis and control special report 176
Transportation research board
National Academy of Sciences Washington, D.C.
1,978
- Mérida Alva, Carmen Marina. Causas de los deslizamientos de tierra y reducción de riesgos. Tesis. Facultad de Ingeniería. Universidad de San Carlos de Guatemala, junio de 1986.
- Mittak, W. L. Estimación de la Deforestación y la Reforestación Necesaria. PNUD-FAO, Guatemala, julio de 1,975