

MOVIMIENTOS DE LADERAS. PROPUESTA PRELIMINAR DE CLASIFICACIÓN PARA CUBA

SLOPE MOVEMENTS. PRELIMINARY CLASSIFICATION PROPOSAL FOR CUBA

 RAMÓN OMAR PÉREZ ARAGÓN*

*Instituto de Geología y Paleontología-Servicio Geológico de Cuba.
Vía Blanca 1002 e/ Río Luyanó y Carretera Central. San Miguel del Padrón, La Habana, Cuba*

*Correspondencia: perezaragonramon@gmail.com

RESUMEN: Un fenómeno de naturaleza esencialmente geológica y origen gravitacional es comúnmente denominado con los nombres de "deslizamiento de tierra", "derrumbe", "movimiento de masas", "fallo de pendiente", "remoción en masa", entre otros. Con base en la consulta de numerosa bibliografía, así como en una serie de trabajos y experiencias de campo llevadas a cabo por diferentes especialistas y entidades cubanas, se hace un recuento o sumario de los principales tipos de movimientos de ladera estudiados y clasificados en todo el mundo; se identifican entre ellos, cuáles son los que ocurren o tienen posibilidades teóricas y geológicas de ocurrir en el territorio nacional. Se propone la utilización y generalización de la expresión movimientos de ladera para referirse a este tipo de evento, por considerarse un término más general y abarcador que describe con gran exactitud el fenómeno que trata y permite englobar con mayor comodidad y menor grado de confusión las diferentes modalidades y formas de presentarse el mismo en la naturaleza, al tiempo que se hace, por primera vez, una propuesta preliminar de clasificación de los movimientos de ladera para Cuba, con el fin de facilitar el inventario y estudio de los mismos en el territorio nacional.

Palabras clave: clasificación, deslizamientos, movimientos de laderas.

ABSTRACT: A phenomenon of essentially geological nature and gravitational origin, it is commonly called by the names of "landslide", "mass movement", "slope failure", "mass removal", among others. Based on the consultation of numerous bibliography, as well as a series of works and field experiences carried out by different Cuban specialists and entities, a count or summary of the main types of slope movements studied and classified throughout the world; Among them, those that occur or have theoretical and geological possibilities of occurring in the national territory are identified; The introduction and use of the expression slope movements is proposed to refer to this type of event, as it is considered a more general and comprehensive term, which describes with great accuracy the phenomenon it deals with and allows us to encompass with greater comfort and a lower degree of confusion the different modalities and ways of presenting itself in nature. At the same time, for the first time, a preliminary proposal for the classification of slope movements for Cuba is made, in order to facilitate the inventory and study of them in the national territory.

Key words: classification, landslides, slope movements.

Recibido: 23/01/2026

Aceptado: 04/04/2026

Conflictos de interés: El autor declara que no existen conflictos de interés.



Este artículo se encuentra bajo los términos de la licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial (CC BY-NC 4.0).
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>



INTRODUCCIÓN

Existen diversos términos para definir un evento de naturaleza esencialmente geológica y origen gravitacional. Esta variedad de denominaciones para referirse a un mismo fenómeno es reflejo de la compleja naturaleza del mismo y de la gran cantidad de disciplinas que intervienen en su estudio.

Los geólogos, geomorfólogos, ingenieros y otros profesionales, a menudo aplican sus propias y particulares definiciones de los movimientos de laderas, las cuales suelen ser diferentes. Aunque existe en el país una Guía de PVR y una Directiva 1, documentos de carácter rector, utilizados en el estudio del fenómeno tratado, en los mismos se utiliza el término deslizamiento para definirlo y no existe una clasificación para un estudio más completo y apropiado del mismo. Se propone utilizar y promover el uso de la expresión movimientos de laderas, por considerarlo un término más general y abarcador, que describe con gran exactitud el fenómeno que trata y permite englobar con mayor comodidad y menor grado de confusión las diferentes modalidades y formas de presentarse el mismo en la naturaleza. El término se utiliza para describir el desplazamiento descendente de rocas, suelo y otros materiales orgánicos, bajo el efecto de la gravedad y, generalmente, también a la forma del terreno que resulta de ese movimiento.

Comúnmente, el término “deslizamiento” se aplica a todos los tipos y tamaños de movimientos de laderas. Se han hecho diferentes clasificaciones de los movimientos de laderas, asociadas con la mecánica específica de los fallos de pendientes y las propiedades y características de los materiales y factores geológicos, climatológicos, elementos desencadenantes, etc., involucrados en cada caso específico. En el trabajo, se muestra un resumen de los tipos más comunes y mejor estudiados en el mundo. Sobre la base de estos tipos, y con un mínimo de adaptaciones a las condiciones geológicas y climáticas de su territorio, se realiza una propuesta preliminar de clasificación de los movimientos de laderas detectados y/o con posibilidades de ocurrir en Cuba, la cual podrá y deberá ser modificada y complementada en la medida que avancen en la Isla los trabajos en esta disciplina.

MATERIALES Y MÉTODOS

En calidad de materiales se utilizaron mapas, libros y revistas especializadas, fotografías aéreas y de afloramientos, así como imágenes de satélites. De gran importancia resultaron los informes de los estudios de peligro, vulnerabilidad y riesgo por deslizamientos (PVR), realizados para la AMA por varios colectivos de investigadores.

Como método fundamental de investigación para este artículo, se utilizó la consulta de bibliografía especializada: libros y artículos científicos, los cuales se relacionan en las referencias bibliográficas. Metodologías para la determinación de riesgos de desastres a nivel territorial. Parte II. Grupo de Evaluación de Riesgo de la Agencia del Medio Ambiente (Serrano-Méndez et al., 2014). Adicionalmente, se utilizó la experiencia personal de autor y de otros investigadores durante trabajos de reconocimiento de campo, donde se constató la existencia de diferentes tipos de movimientos de laderas, algunos de cuyos ejemplos se muestran gráficamente en este artículo. La selección de los casos expuestos se realizó sobre la base de los estudios mejor documentados textual y gráficamente, aunque los mismos no son abundantes en el país.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En los últimos años, varios grupos multidisciplinarios provinciales, dirigidos por la Agencia de Medio Ambiente (AMA), del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA), han llevado a cabo estudios de Peligro, Vulnerabilidad y Riesgo (PVR) por “deslizamientos” en nueve provincias montañosas de Cuba: Guantánamo, 2011; Holguín, (Colectivo de autores, 2011); Villa Clara, 2012;

Granma (Hernández-Surós et al., 2012); Sancti Spíritus, 2013; Santiago de Cuba (Villalón-Semanat et al., 2012); Cienfuegos (Gómez-Brito et al., 2013); Pinar del Río (Pereda-Báez et al., 2015) y Matanzas, 2019 (Chávez-Hernández, 2022). Las encuestas realizadas como parte de estos trabajos, confirman la inexistencia de memoria histórica de estos fenómenos, así como la ausencia de registros históricos y menos aún de clasificaciones o distinciones de diferentes tipos. Por otra parte, el grado de percepción de la población y las autoridades acerca del peligro de ocurrencia de movimientos de ladera fluctúa de bajo a muy bajo.

Los propios estudios realizados se limitan a diagnosticar áreas susceptibles a la ocurrencia de estos eventos, a los que invariablemente se denomina “deslizamientos”, como si sólo hubiera un único tipo. Una de las causas de esta falencia parece ser la inexistencia de una guía para la clasificación de estos fenómenos geológicos. Sin embargo, trabajos de campo y recorridos realizados por este y otros autores por lugares donde han ocurrido varios de estos eventos (Castellanos-Abella y Von Westen, 2008; Pérez-Aragón et al., 2013, 2015, 2016, Pérez-Aragón, 2018, 2020, entre otros), demuestran que en Cuba se detectan varios tipos y subtipos mostrados en la Figura 1 y existen al menos las condiciones teóricas y materiales para que se produzcan otros fenómenos, como la solifluxión y las avalanchas de escombros, aunque no se haya reportado su ocurrencia hasta el presente. A continuación, se muestran los resultados de las investigaciones realizadas que han permitido hacer una propuesta preliminar de clasificación de tipos de movimientos de laderas en Cuba, independientemente de que la misma tendrá que ser perfeccionada y actualizada en lo adelante.

Deslizamientos o derrumbes

Este primer grupo de movimientos de laderas se reporta en Cuba en sus dos variantes:

- de rotación o rotacionales y
- de traslación o traslacionales.

	DESLIZAMIENTOS (LANDSLIDES)	
	1 - Deslizamiento rotacional	
	Deslizamiento traslacional - 2	
	CAÍDA DE ROCAS (ROCK FALL)	
	3 - Desprendimientos	
	Derribos o volcamientos - 4	
	CORRIENTES DE TIERRA	
	5 – Reptación	
	Corrientes lentas de tierra (arrastre) - 6	
	FUJOS (FLOWS)	
	7 – Flujos de escombros (debris flows)	
	8 – Flujos de tierra	
	Avalanchas de escombros - 9	
	10 – Arcillas rápidas (quick clays)	
	11- Flujos por terremotos o solifluxión	
	Deslizamientos en permafrost - 12	
	13 – Flujos de lodo volcánico (lahares)	
	Avalanchas o aludes de nieve - 14	

Figura 1. Tipos de movimientos de laderas más conocidos y estudiados a nivel mundial.

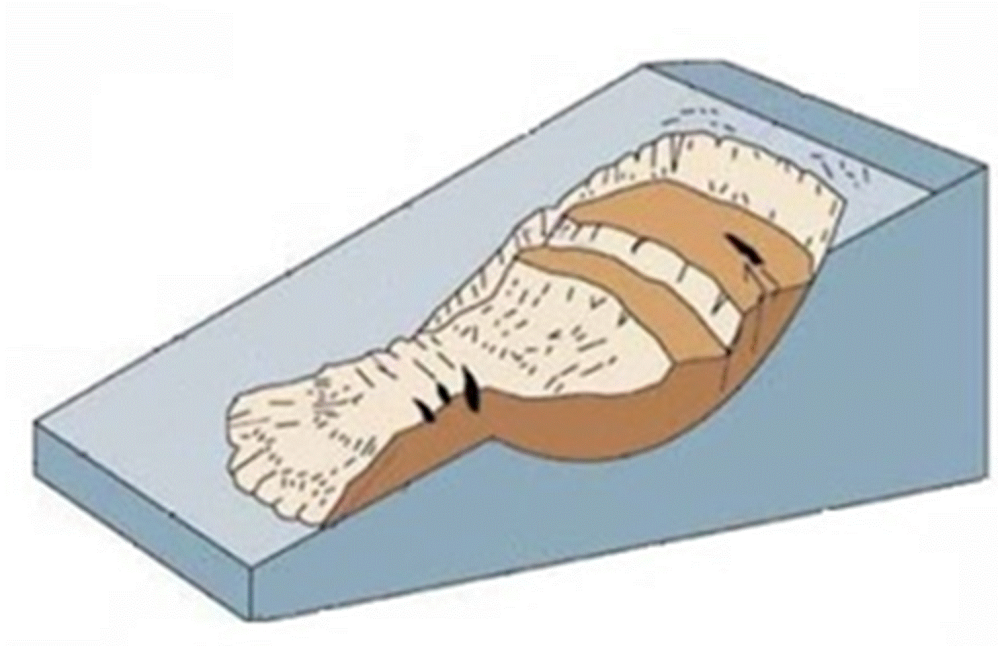


Figura 2. Esquema de un deslizamiento rotacional. Adaptado de Highland y Bobrowsky (2008).

Deslizamientos de rotación o rotacionales

En este tipo de fenómeno, la parte frontal del material desplazado, denominado “cabeza”, se hunde verticalmente hacia abajo, mientras la superficie superior de dicho material suele inclinarse ligeramente hacia atrás en dirección a la escarpa. La masa desplazada no sufre grandes alteraciones y se mantiene su cohesión. La Figura 2 muestra la posición y los términos más comunes utilizados para describir las partes de un movimiento de ladera en el ejemplo de un deslizamiento rotacional.

En Cuba se reportan varios deslizamientos rotacionales, pero el más conocido y mejor estudiado (Castellanos-Abella y Von Westen, 2008), es el llamado deslizamiento de Puriales de Caujerí, ocurrido en la localidad rural Los Jagüeyes, sierra de Caujerí, provincia de Guantánamo, durante el ciclón Flora en 1973, que como ya se ha demostrado tiene una extensión de 2 km (Figura 3).

Ese evento provocó la muerte de alrededor de 12 personas y un número indeterminado de cabezas de ganado que había sido evacuado hacia las alturas huyendo de la gran inundación del valle colindante. El factor disparador fueron las lluvias intensas y prolongadas que caracterizaron el evento hidrometeorológico.

Deslizamientos de traslación o traslacionales

La masa desplazada de los derrumbes de traslación o traslacionales se mueve a favor de la pendiente, con poco o ningún movimiento de rotación o inclinación hacia atrás, a todo lo largo de una superficie relativamente plana (Figura 4). A diferencia de los deslizamientos rotacionales, que tienden a recorrer cortas distancias al restablecerse rápidamente el equilibrio de las masas desplazadas, este tipo de deslizamiento puede avanzar distancias considerables si la superficie de ruptura está lo suficientemente inclinada. En los deslizamientos de traslación, los fallos de pendiente ocurren coincidiendo con las superficies de ruptura y estas, a su vez, con diferentes discontinuidades geológicas, tales como fallas, diaclasas, planos de estratificación o los contactos entre rocas de diferente composición o competencia y también entre estas y la capa de suelo. La masa del deslizamiento puede consistir en paquetes de roca consolidada, detritos, suelos poco consolidados o sus combinaciones.



Figura 3. Deslizamiento rotacional de Los Jagüeyes, Sierra de Caujerí, provincia de Guantánamo. Tomado de Castellanos-Abella & Von Westen (2008).

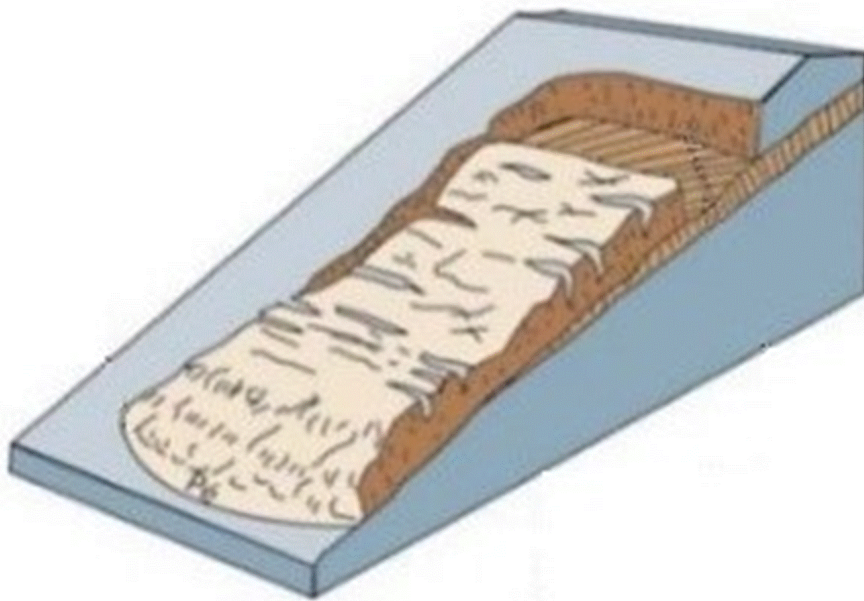


Figura 4. Esquema de un deslizamiento traslacional. Adaptado de Highland y Bobrowsky (2008).

En Cuba no se reportan muchos eventos de este tipo, lo que no significa que no existan varios sin detectar en zonas apartadas. El único de gran magnitud que se conoce, es el ubicado en la carretera de Pilón, provincia de Granma, al sur de la Sierra Maestra, que se muestra en la **Figura 5**.

El movimiento ocurre en una secuencia de tobas del Grupo El Cobre, a favor de los planos de estratificación muy abruptos que buzcan hacia el sur a favor de la pendiente. Se observan grandes paquetes de rocas de la parte superior del corte yaciendo dentro del mar y otros más pequeños, así como material detrítico, se acumulan en la base del corte junto a la carretera.

No se tiene memoria histórica ni datos acerca de las causas de este fenómeno, pero por su gran extensión areal, se supone que debe haber sido provocado por algún sismo de gran intensidad o por la acción antrópica mediante voladuras con explosivos durante la construcción de la vía, o ambas.



Figura 5. Deslizamiento traslacional al sur de la Sierra Maestra, carretera de Pílon, provincia Granma. Se desconoce su antigüedad. Foto tomada por Pérez-Aragón (2014).

Lo cierto es que el fenómeno está activo y se reportan con frecuencia deslizamientos parciales y caída de rocas, provocados por los sismos y también por las aguas de la escorrentía superficial durante las lluvias, por lo que el tramo de carretera es bastante peligroso y susceptible a la ocurrencia de estos movimientos de ladera durante o después de los eventos sísmicos e hidrometeorológicos, ambos muy frecuentes en la región.

Caídas de rocas

Las caídas de rocas son aquellos movimientos de laderas que comienzan con un desprendimiento de suelo y/o roca, en una ladera de pendiente pronunciada a lo largo de una superficie de ruptura generada por una diaclasa o grieta vertical o subvertical, con poco o ningún desplazamiento, y continúa con el desplome del material rocoso que desciende principalmente por caída libre hasta rebotar y/o rodar en la base en el caso de los fragmentos o rotar y volcarse en el caso de los bloques más grandes. En dependencia del mecanismo desarrollado durante su ocurrencia este tipo de movimiento de ladera incluye dos modalidades:

- Desprendimientos.
- Derribos o volcamientos

Estos tipos de movimientos de ladera son, con mucho, los más comunes o frecuentes en cualquier parte del mundo, y Cuba no es la excepción.

Desprendimientos

Los desprendimientos de rocas se caracterizan por el movimiento descendente brusco de rocas y/o tierra (suelos o detritos), desprendidas desde laderas acantiladas. El material que cae suele golpear la parte inferior del talud con un ángulo menor que el de la caída, lo que hace que rebote. La masa que cae se puede romper con el impacto, y comenzar a rodar en las pendientes más pronunciadas, continuando su desplazamiento hasta el lugar donde el terreno se aplanan (Figura 6).

A lo largo de todo el país, sobre todo en las carreteras y caminos de montaña (Vía Mulata y La Farola en Guantánamo, carretera Pílon-Santiago de Cuba, carretera de Topes de Collantes en Cuba Central, carretera de Vinales en Pinar del Río y muchísimas más), este tipo de movimiento de laderas es uno de los más frecuentes (Figuras 7 y 8).



Figura 6. Esquema de una caída de rocas tipo desprendimiento Adaptado de Highland y Bobrowsky (2008).



Figura 7. Desprendimiento de rocas metasilíceas en una ladera del macizo metamórfico Guamuhaya, provincia Cienfuegos. Foto tomada de Gómez-Brito et al., (2013).

Los desprendimientos de rocas son también de los que mayores daños económicos causan en Cuba, por la necesidad de limpiar y desobstruir constantemente los viales afectados. No se tiene conocimiento de que hayan ocurrido pérdidas de vidas humanas por esta causa.

Derribos o volcamientos

Los derribos o volcamientos (Figura 9), consisten en la rotación hacia adelante de bloques de roca que se desprenden de una ladera, girando alrededor de un eje imaginario que pasa por un punto ubicado por debajo del centro de gravedad de la masa desplazada. El derribo puede ocurrir por el impulso que ejerce la gravedad debido al peso del mismo bloque o del material que se encuentra sobre él pendiente arriba. Otras veces, la causa del derribo es la fuerza que ejerce el agua o hielo en las grietas situadas entre el macizo rocoso y el bloque que se desplaza. Este tipo de movimiento es inherente a bloques grandes de roca, aunque durante la caída puede fragmentarse y generar fragmentos menores que se clasifican como detritos o tierra el material de grano fino o como escombros los más gruesos, que suelen incluir, además, árboles, arbustos y otros materiales arrastrados durante el movimiento ladera abajo. Finalmente, el material resultante suele ser mixto.



Figura 8. Desprendimiento de rocas ofiolíticas obstruye la Vía Mulata, entre Viento Frío y Quiviján provincia Guantánamo. Foto tomada por Pérez-Aragón. (2018).



Figura 9. Esquema de una caída de rocas tipo volcamiento Adaptado de Highland y Bobrowsky (2008).

La mayoría de los movimientos de este tipo reportados en Cuba están asociados a las zonas costeras acantiladas con desarrollo de solapas de abrasión, también llamadas nichos de mareas, las cuales van siendo socavadas en su parte baja por el oleaje formándose verdaderos voladizos que al final se fracturan por su propio peso o por determinadas grietas, volcándose hacia el mar como puede observarse en las Figuras 10 y 11.

Movimientos de laderas extensionales o de propagación (corrientes de tierra)

De forma general, este tipo de movimiento de ladera consiste, en la extensión o estiramiento de un suelo cohesivo o masa de roca, que se produce simultáneamente con la fractura y subsidencia general de dicha masa, al yacer sobre un material más blando. La causa principal de este fenómeno suele ser la licuación y/o el flujo del material que subyace a la capa que se desplaza. Entre los tipos de deslizamientos de extensión o propagación, los más comunes son los de extensión lateral o reptación, las corrientes lentas de tierra o arrastres y otro tipo muy lento restringido a ambientes muy especiales de las zonas de congelamiento perpetuo o permafrost en las regiones circumpolares del planeta.



Figura 10. Volcamiento de rocas calizas de la Fm. Río Maya al sur del hotel Balcón del Caribe, provincia Santiago de Cuba Foto tomada por Pérez-Aragón. (2018).



Figura 11. Volcamiento de rocas calizas de la Fm. Jaimanitas, al sur de la provincia Guantánamo Foto por cortesía de Luis Bernal-Rodríguez (2013).

Corrientes de tierra de extensión lateral (reptación)

La corriente de tierra de extensión lateral o reptación ocurre en terrenos relativamente llanos o de pendientes muy suaves, donde un estrato o capa de rocas compactas o rígidas, suprayace y se desplaza sobre otro de constitución más suave y más dúctil que le sirve de patín para su desplazamiento (Figura 12).

En Cuba se han reportado eventos asociados con lluvias intensas, como el ocurrido en la carretera de Nibujón en la parte oriental de la provincia de Holguín (Figura 13), pero pueden ocurrir en laderas inestables como la que se muestra en la Figura 14 en Pinar del Río y en cualesquiera otras regiones.

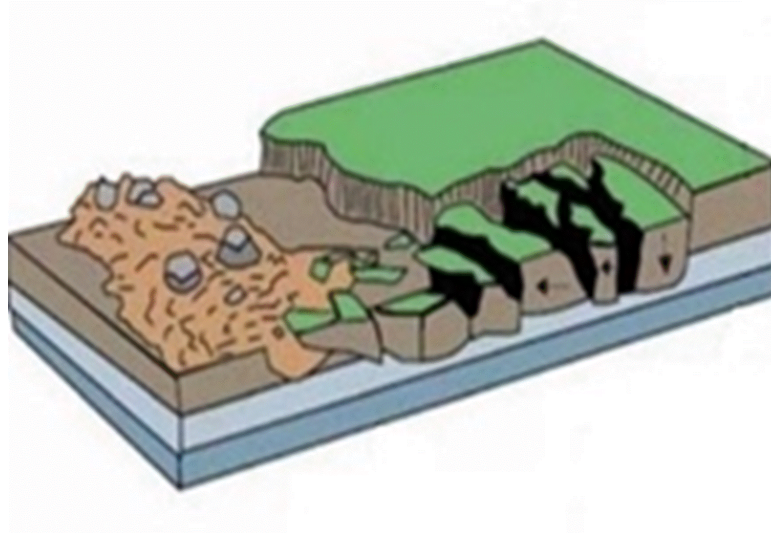


Figura 12. Esquema de una expansión lateral del tipo reptación Adaptado de Highland y Bobrowsky (2008).



Figura 13. Movimiento de ladera de expansión lateral o reptación, ocurrido en Nibujón, provincia Horguín. Foto por cortesía de Luis Bernal-Rodríguez IGP/SGC.

Corrientes lentas de tierra (arrastres)

Arrastre es el nombre informal que se da un tipo lento de corriente de tierra (Figura 15) consistente en el movimiento descendente imperceptiblemente lento y constante del suelo o roca que forma una ladera. Este tipo de corriente de tierra ocurre lentamente, como resultado de una tensión cortante en la cohesión interna que es suficiente para causar la deformación, pero insuficiente para provocar un fallo de pendiente. Estas son llamadas corrientes lentas de tierra o arrastres. En Cuba se conocen numerosos casos de movimientos lentos de tierra manifestados en las deformaciones del terreno y los elementos del relieve como inclinación de cercas, árboles y postes. Algunos de los casos más conocidos y mejor estudiados son los ocurridos, uno en las afueras de la ciudad portuaria de Mariel ("deslizamiento" del Mariel, Figura 16). Es un caso de influencia antrópica, donde el peso de un gran castillo construido en la cima de una colina de rocas carbonatadas venció la resistencia del sustrato, que se desplaza lenta y continuamente desde hace muchos años, provocando todo tipo de daños de infraestructura.



Figura 14. Reptación donde intervienen margas y calizas en la provincia de Pinar del Río. Foto por cortesía de Elmidio Estévez Cruz, UPR/MES.

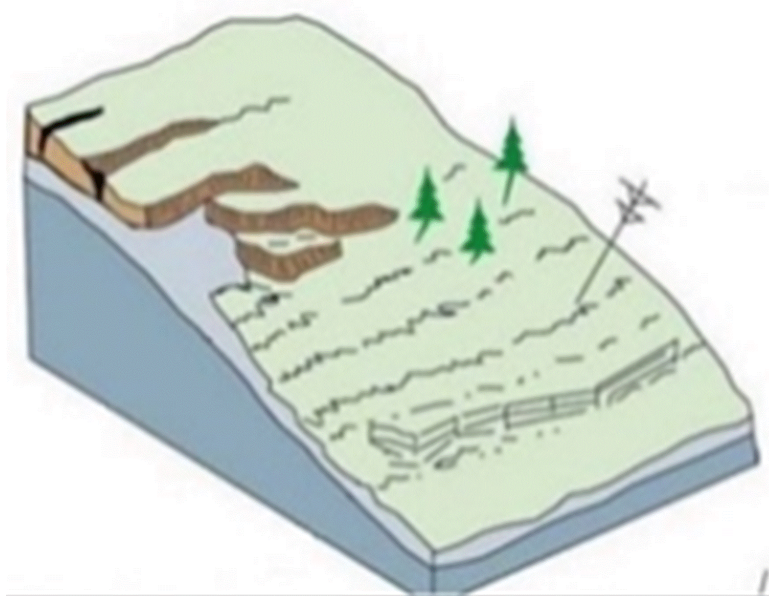


Figura 15. Esquema de una corriente lenta de tierra o arrastre Adaptado de Highland y Bobrowsky (2008).

El otro se encuentra al sur del municipio La Habana Vieja ("deslizamiento" del castillo de Atarés, **Figura 17**). De forma similar, el castillo de Atarés es una pesada fortaleza militar construida con pesados bloques de "piedra Jaimanitas" (calizas biohérticas de la Formación homónima) por los colonialistas españoles entre los años 1763 y 1767, en lo alto de una pequeña colina formada por calcarenitas de la Formación Peñalver, que yacen sobre rocas arcillosas de la Formación Vía Blanca. Los cortes efectuados en la base de la colina para la construcción de viales terminaron por desestabilizar la ladera y al cabo de los años se observan deformaciones y grietas en las paredes y pisos de la antigua construcción, así como la inclinación de cercas, árboles y postes existentes en el perímetro, todos ellos síntomas del fenómeno de arrastre.



Figura 16. El llamado “deslizamiento” del Mariel, provincia Artemisa, clasifica como una corriente lenta de tierra o arrastre. Fotos de Archivo



Figura 17. Movimiento lento de tierra del castillo de Atarés, Habana Vieja: arboles inclinados y agrietamiento de muros y paredes. Foto de Cantillo-Rodríguez et al. ,(2017).

Flujos

Aunque en la literatura especializada suele llamársele también corriente, en este estudio se ha preferido utilizar simplemente flujo (*flows* en inglés), para evitar posibles confusiones y separarlos de las verdaderas corrientes, explicadas en el grupo anterior. De esta manera, por flujos, se comprende un tipo de movimiento de laderas espacialmente continuo y rápido, donde una masa de suelo, detritos friables (tierra suelta) y rocas, se combinan con agua para formar un lodo más o menos viscoso que fluye ladera abajo arrasando todo lo que se encuentra a su paso. Se ha logrado distinguir varios tipos fundamentales de flujos, en dependencia del contenido de agua en la masa desplazada, la composición y granulometría de esta última, así como la velocidad de desplazamiento:

- Flujos de escombros.
- Flujos de tierra.
- Flujos de lodo (arcillas rápidas, licuefacción)
- Flujos de lodo volcánico (lahares)

De estos cuatro tipos de flujos en Cuba se reportan los tres primeros. El único que no ocurre es el cuarto por motivos obvios: la actividad volcánica en este país cesó hace unos 33 millones de años.

Flujos de escombros

Como se infiere de lo anteriormente expresado, un flujo de escombros (*debris flow* en inglés) no es más es un tipo de movimiento de laderas espacialmente continuo y rápido, donde la masa desplazada se compone de suelo, detritos friables (tierra suelta) y rocas la cual al combinarse con agua forma una pasta o lodo más o menos viscoso, que fluye ladera abajo arrasando e incorporando a su paso la vegetación existente (Figura 18).

En Cuba, los flujos de escombros se han reportado con recurrencia a lo largo de un tramo de varios kilómetros en las elevaciones que bordean la costa norte del municipio de Santa Cruz del Norte, en la provincia Mayabeque, donde una cubierta blanda de suelos, margas y calizas margosas de la Formación Güines yace sobre calizas más duras de la misma formación, con un buzamiento monoclinal de unos 30° hacia el norte. En este lugar, en la madrugada del 9 de noviembre de 2015, ocurrieron cuatro movimientos de ladera casi simultáneamente, uno de los cuales terminó con la destrucción de un almacén de víveres de la base de campismo Playa Amarilla (Figura 19) y otro puso en peligro una planta eléctrica y una pista de baile del mismo centro turístico. Un equipo de especialistas del IGP/SGC (Pérez-Aragón et al., 2015; 2018), realizó trabajos de investigación en el lugar determinando que se trataba de flujos de escombros, provocados por lluvias intensas y prolongadas ocurridas durante tres días consecutivos, provocando la sobresaturación del suelo y sirviendo de detonante de dichos eventos.

También son muy frecuentes en el norte de las provincias de Holguín y Guantánamo), donde existen cortezas de intemperismo sobre las rocas de la Asociación Ofiolítica. En un recorrido geológico por la carretera de montaña conocida como Vía Mulata en 2018, el autor pudo observar un considerable número de movimientos de laderas (Pérez-Aragón, 2020), en las elevaciones de Quiviján, Viento Frío, Cuchillas del Toa, la mayoría de los cuales se desarrollan en cortezas de intemperismo sobre rocas ofiolíticas y son del tipo flujos de escombros (Figura 20).

Flujos de tierra

Los flujos de tierra suelen producirse en áreas de pendientes inclinadas, pero también en las suaves a moderadas. Son típicas de aquellas regiones con predominio de suelos de grano fino, arcillas y limos, también en sustratos rocosos de arcilla degradada. La masa de una corriente de tierra en su desplazamiento sufre fuertes deformaciones internas y se comporta como una amalgama plástica o viscosa de composición más o menos homogénea.

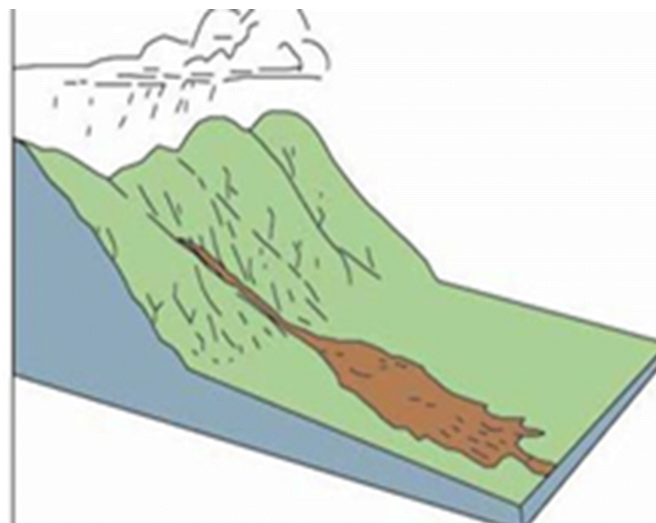


Figura 18. Esquema de un flujo Adaptado de Highland y Bobrowsky (2008).



Figura 19. Flujo de escombros de Playa Amarilla, provincia Mayabeque (9/11/2015). Fotomontaje por Pérez-Aragón (2015).



Figura 20. Reptación donde intervienen margas y calizas en la provincia de Pinar del Río. Foto por Pérez-Aragón (2015).

Se reportan movimientos de laderas del tipo flujo de tierras en las zonas del oriente de Cuba, especialmente donde abundan las cortezas de intemperismo lateríticas sobre sustrato rocoso de corteza oceánica (ofiolitas), conocidas como serpentinitas. Muchos de ellos se han reportado en las zonas montañosas de la provincia de Guantánamo (Pérez-Aragón, 2020), la mayoría de pequeñas dimensiones, y sin mayores afectaciones económicas, limitándose a la obstrucción parcial y temporal de los viales de montaña (Figura 21).

Flujos de lodo

Los flujos de lodo se producen en ciertos tipos de arcilla, que, al perder toda la cohesión interna, sufren el fenómeno conocido como licuefacción o licuación (Álvarez-Hurtado, s/f; Ibáñez, 2008). Este fenómeno puede producirse al alterarse su contenido de humedad natural, o puede ser inducido por vibraciones durante la ocurrencia de grandes sismos en ambos casos, ocurre un cambio en su comportamiento, permitiéndole fluir rápidamente por las laderas y ocasionar la destrucción de extensas áreas. Se reconocen tres tipos de flujos de lodos por su origen:

- Flujos de lodo o solifluxión (arcillas rápidas)
- Flujos de lodo inducidos por terremotos (licuefacción)
- Flujos volcánicos (lahares)



Figura 21. Pequeño flujo de tierra asociado a lluvias intensas que provocaron el desplazamiento de una porción de corteza de intemperismo sobre ultramafitas, ubicadas en una ladera de pendiente muy pronunciada, a la vera de la Vía Mulata, entre los caseríos de Viento Frío y Quiviján, municipio de Baracoa, provincia Guantánamo. Foto por Pérez-Aragón (2018).

De forma general, se puede decir que los dos primeros tipos, aunque existen las condiciones naturales para su ocurrencia en Cuba, hasta el momento no se han reportado. En el caso de los flujos inducidos por terremotos, existen varios estudios y tesis de grado realizadas en la universidad de Moa, donde se llegan a proponer sectores propensos a la ocurrencia del fenómeno de licuefacción (Fernández-Diéguez et al., 2016, 2017; Rosabal-Domínguez, 2018; Villalón-Poulut, 2018).

El tercer tipo, no tiene posibilidades de ocurrir, ya que necesita de la existencia de un volcanismo activo, y en este país los últimos volcanes se extinguieron hace varios millones de años.

Avalanchas o aludes

Una avalancha o alud, es el desprendimiento repentino de una capa de suelo o de una capa superficial de nieve de la ladera de una montaña. Es posible diferenciar, por tanto, dos tipos de aludes en dependencia de su composición básica: los aludes de nieve y los aludes de barro o escombros, cuando se incorpora parte del sustrato (suelo firme) y la vegetación.

Avalanchas de escombros

Una avalancha de escombros consiste, en el desprendimiento de una capa de suelo o masa rocosa debido al derrumbe de un talud inestable que desciende por una pendiente inclinada a velocidades muy rápidas, a veces con la fragmentación y pulverización de los escombros, que alcanzan grandes distancias en su recorrido por las pendientes (Figura 22). Se caracterizan por ocurrir en pendientes amplias y abiertas y por sus grandes dimensiones. En Cuba, aunque existen las condiciones naturales para su desarrollo potencial, no se han reportado estos fenómenos hasta la fecha, lo cual no impide que existan y no hayan sido detectados. En cuanto a los aludes de nieve, por razones más que obvias no existen posibilidades de que ocurran.

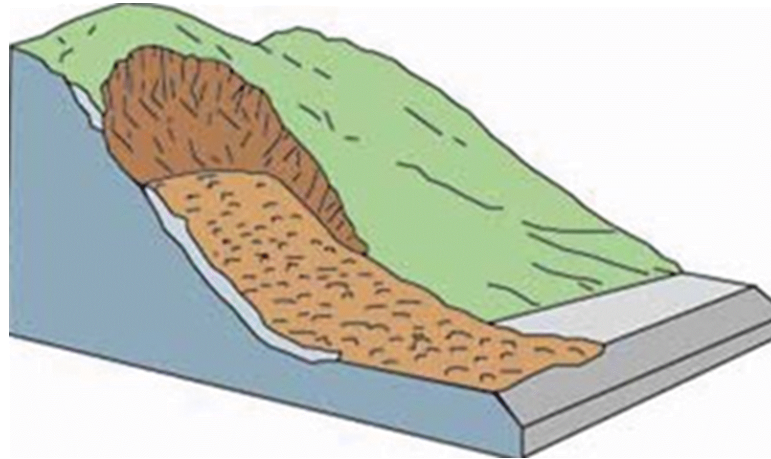


Figura 22. Esquema de una avalancha de escombros. Adaptado de Highland y Bobrowsky (2008).

Sobre la base de todo lo anterior, se hace una propuesta preliminar (Tabla 1), para la clasificación de los movimientos de laderas identificados y los que tienen posibilidades reales de ocurrir Cuba, aunque no hayan sido reportados hasta el día de hoy.

Tabla 1. Propuesta de clasificación de los movimientos de ladera para Cuba.

Grupo	Tipo / Subtipos	Posibilidades de ocurrencia	Reportado
Deslizamientos o derrumbes	Deslizamiento de rotación o rotacional	SI	SI
	Deslizamiento de traslación o traslacional	SI	SI
Caída de rocas	Desprendimientos	SI	SI
	Derribos o volcamientos	SI	SI
Corrientes de tierra	Corrientes de tierra de extensión lateral o Repitación	SI	SI
	Corrientes lentas de tierra o Arrastre	SI	SI
Flujos	Flujos de tierra	SI	SI
	Flujos de escombros	SI	SI
	Flujos de lodo (Acillas rápidas o solifluxión)	SI	No
	Flujos de lodo (Inducidos por terremotos (licuefacción))	SI	No
Avalanchas	Avalanchas de tierra o escombros	SI	No

CONCLUSIONES

1. Se propone una clasificación (10 tipos en 5 grupos) para los movimientos de laderas reportados en Cuba y/o con condiciones dadas para su ocurrencia.
2. Se reportan al menos 8 de los 14 tipos y subtipos de movimientos de laderas más estudiados y reconocidos en el mundo.
3. Se incluye en la propuesta la categoría de avalanchas de escombros, por diferir este fenómeno sustancialmente de los flujos y existir las condiciones geológicas para su ocurrencia, aunque no se han reportado, hasta la fecha, movimientos de ladera del tipo.
4. No se reporta la ocurrencia de movimientos de ladera del tipo arcillas rápidas. Se incluyen en la clasificación por existir las condiciones geológicas para su ocurrencia, e incluso, numerosos trabajos realizados que incluyen áreas de pronóstico.
5. Se excluyen de la propuesta los tipos avalanchas de nieve, flujos volcánicos o lahares y corrientes de tierra en permafrost, por no existir las condiciones geológicas ni climáticas para su ocurrencia en el país.

REFERENCIAS

- Álvarez-Hurtado, J. (s/f). *Fenómeno de licuación de suelos y ocurrencias en el mundo*. <http://www.jorgealvaahurtado.com>.
- Castellanos-Abella, E.A. & Von Westen, C.J. (2008). Qualitative landslide susceptibility assessment by multicriteria analysis: A case of study from San Antonio del Sur, Guantanamo, Cuba. *Geomorphology*, Vol. 94. No. 3-4. pp. 453-466 Ed. Elsevier, Neederlands.
- Colectivo de autores (2011). Resultados de los estudios de peligro, vulnerabilidad y riesgos de deslizamientos de tierra en la provincia Holguín. Archivo Agencia del Medio Ambiente. CITMA. La Habana. Inédito.
- Chávez-Hernández, JA (2022). Estado del manejo de las variables en las investigaciones de los Movimientos de Remoción en Masa a nivel de país. Informe. Servicio Geológico de Cuba-Agencia del Medio Ambiente. Pp. 27. Inédito.
- Fernández-Diéguez, L., Bandera-Cuñat, I., Guardado-Lacaba, R. y Oliva-Álvarez, R. (2017). Susceptibilidad a la licuefacción de los suelos en la ciudad de Caimanera, Guantánamo. <http://revista.ismm.edu.cu>.
- Fernández-Diéguez, L., Guardado-Lacaba, R., Herrera-Delfín, I., Oliva-Álvarez, R. y Díaz-Santo, P. (2016). Escenarios susceptibles a la licuefacción inducida por sismos de gran magnitud en Santiago de Cuba. *Minería y Geología*, v.32 n.2, pp. 53-69. ISSN 1993 8012.
- Gómez-Brito, R., Rivada-Suárez, R., Estupiñán-Suárez, Suárez-Quintero, G., Cruz-Suárez, L. y Soto-Herrera, Y. (2013). Estudio de Peligro, Vulnerabilidad y Riesgo por deslizamientos de terreno provincia de Cienfuegos. Archivo Agencia del Medio Ambiente. CITMA. La Habana. Inédito.
- Hernández-Surós, EL, Mártir-Amargo, P., Licea-Rosa, Y., Salgueiro-Álvarez, E., Ramón-Puebla, A., Montecarlos-Zamora, Y., Chávez, H., Ramírez-Martínez, R., Felicidad-Argote, M., Batista-Elías, M. y Sam-Pascual, Y. (2012). Informe sobre el riesgo de deslizamientos en la provincia Granma. Archivo Agencia del Medio Ambiente. CITMA. La Habana. Inédito.
- Highland, L.M. y Bobrowsky, P. (2008). Manual de derrumbes: Una guía para entender todo sobre los derrumbes. Circular 1325 del Servicio Geológico de los EE.UU. Reston, Virginia. Pp. 129.
- Ibáñez, JJ (2008). Movimientos de Tierra en Flujo: Solifluxión y Reptación (Desastres Naturales). <http://madrimasd.org>.
- Pereda-Báez, Y., Estévez-Cruz, E., Cueto-Gil, CJ, Ordaz-Hernández, A., Díaz-Guanche, C., Ramírez-Hernández, R., et al. (2015). Estudio de peligro, vulnerabilidad y riesgo de deslizamientos de terrenos en el distrito geográfico de Pinar del Río. Archivo Agencia del Medio Ambiente. CITMA. La Habana. Inédito.
- Pérez-Aragón RO (2020). Movimientos de laderas a lo largo de vía La Mulata, provincia de Guantánamo, Cuba. Memorias de la IX Convención de Ciencias de la Tierra, GEOIECIAS'2020. La Habana, Cuba.
- Pérez-Aragón RO, Ponce-Seoane, NG y Rivada-Suárez, R. (2013). Dictamen técnico sobre la situación creada en el lugar conocido como "Pasaje de Chedriñas", municipio 10 de Octubre, a raíz del derrumbe de una ladera en una zona urbanizada. IGP. Inédito.
- Pérez-Aragón RO, Rivada-Suárez, R., Viera-Cepero, F. (2014). Los estudios de Peligro, Vulnerabilidad y Riesgo (PVR) por deslizamientos en Cuba. Estado Actual, Desarrollo y Perspectivas. Presentación al X Fórum de Ciencia y Técnica. IGP. Inédito.
- Pérez-Aragón RO, Rivada-Suárez, R., Viera-Cepero, F., y Rodríguez-Cantillo, R. (2015). Flujos de escombros en el litoral norte de la provincia Mayabeque, Cuba. Memorias X Congreso Centroamericano de Geología, Managua, Nicaragua.
- Pérez-Aragón RO, Rivada-Suárez, R., Viera-Cepero, F. y Rodríguez-Cantillo, R. (2018). Movimientos de laderas en la costa norte de Mayabeque, Cuba, clasifican como Flujos de escombros.

- Revista Geoinformativa Vol. 11. No. 2. ISSN 2222-6621-RNPS 2277. Pp. 22-36. Centro Nacional de Información Geológica. IGP/SGC. La Habana
- Pérez-Aragón, RO (2016). Evaluación de flujos de escombros en la costa norte de Mayabeque, Cuba. Archivo IGP/SGC. Inédito.
- Rosabal-Domínguez, SY (2018). Evaluación de peligros de deslizamientos y licuefacción de suelos, inducidos por la actividad sísmica, en Cuba suroriental. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Geológicas. Instituto Superior Minero Metalúrgico Dr. Antonio Núñez Jiménez. Facultad de Geología y Minería. Departamento de Geología. Moa, Holguín. Cuba.
- Serrano-Méndez, JH, Pedroso-Herrera, II, Pérez-López, OE, Chang-Fuentes, SS, Pérez-Aragón, RO, Fonseca-Arcalia, EL, Santiago-Errasti, AG. (2014). Metodologías para la determinación de riesgos de desastres a nivel territorial. Parte II. Grupo de Evaluación de Riesgo de la Agencia del Medio Ambiente (AMA). CITMA. ISBN 978-959-300-033-8.
- Villalón-Poulut, L. (2018). Escenarios susceptibles a la licuefacción inducida por terremotos de gran intensidad Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Geológicas. Instituto Superior Minero Metalúrgico Dr. Antonio Núñez Jiménez. Facultad de Geología y Minería. Departamento de Geología. Moa, Holguín. Cuba. <http://ninive.ismm.edu.cu>.
- Villalón-Semanat, M., Reyes CR, Martínez-Aguller, C., Trejo-del Pino, R., Nápoles-Fajardo, S., Despaigne-Longchamp, G., Salmon-Cuspinera, Y., Hernández-Clavería, CR, Rosabal Fajardo, E., Domínguez Meriño, A., Núñez-Sardiña, D., Negret-Vera, N., Ginarte-Montero, C., Fernández-Sánchez, S. y Suárez-Barrera, O. (2012). Informe sobre los estudios de PVR de deslizamientos. Provincia Santiago de Cuba. Archivo Agencia del Medio Ambiente. CITMA. La Habana. Inédito.