

# Deslizamientos de tierra provocados por el huracán Mitch en Tegucigalpa, Honduras

*Por Edwin L. Harp, Mario Castañeda y Matthew D. Held*

*Reporte de archivo abierto 02-33*



# Deslizamientos de tierra provocados por el huracán Mitch en Tegucigalpa, Honduras

*Por Edwin L. Harp<sup>1</sup>, Mario Castañeda<sup>2</sup> y Matthew D. Held<sup>1</sup>*

## **Reporte de archivo abierto 02-33**

*(Versión en español; también hay versión en inglés.)*



Éste es un reporte preliminar y no se ha revisado su cumplimiento con los estándares editoriales de la U.S. Geological Survey o del Código Estratigráfico Norteamericano. Cualquier uso de los nombres comerciales, de productos o de empresas sólo tiene finalidades de descripción y no implica patrocinio por parte del gobierno de los Estados Unidos.

**DEPARTAMENTO DEL INTERIOR DE LOS ESTADOS UNIDOS  
U.S. GEOLOGICAL SURVEY (Investigación geológica de los Estados)**

<sup>1</sup>USGS, Denver, Colorado

<sup>2</sup>Universidad Tecnológica Centroamericana (UNITEC), Honduras

# Contenido

## Página

Introducción .....	1
Mapa del inventario de los deslizamientos de tierra .....	2
Deslizamiento de tierra El Berrinche .....	3
Deslizamiento de tierra El Reparto .....	6
Otros deslizamientos de tierra que han provocado daños .....	7
Deslizamientos de tierra ocurridos después del paso del huracán Mitch .....	9
Comentarios y resumen .....	11
Agradecimientos .....	12
Referencias .....	12

## Ilustraciones

### Figura

- 1 Mapa de Honduras
- 2 Vista aérea del deslizamiento de tierra El Berrinche
- 3 Vista de la muy deformada área de la punta del deslizamiento de tierra El Berrinche, causante de la destrucción de la Colonia Soto.
- 4 Vista del deslizamiento de tierra El Berrinche, vista oblicua pendiente abajo.
- 5 Vista aérea del hundimiento/flujo de escombros de El Reparto.
- 6 Área de la grieta frontal del deslizamiento de tierra El Reparto, en la que se puede apreciar un pequeño estanque.
- 7 Deslizamiento de escombros en el Barrio Mira Mesi, adyacente al Río Choluteca.
- 8 Deslizamiento de escombros en el Barrio Mira Mesi, el cual ha seguido avanzando después del paso del huracán Mitch, aún durante las estaciones secas.
- 9 Deslizamiento de escombros a lo largo del Río Guacerique.
- 10 Hundimiento rotatorio reactivado en el Barrio Santa Rosa.
- 11 Punta de hundimiento en el vecindario de Campo Cielo, Tegucigalpa.

### Ilustración 1 [en el bolsillo]

**Fotografías de la portada:** El huracán Mitch aproximándose a Centroamérica el 26 de octubre de 1998 a las 13:15 UTC (Tiempo Universal Coordinado, por sus siglas en inglés) (07:15 hora local). En ese momento el huracán se encontraba en la mitad norte de Nicaragua. La imagen se obtuvo con datos de satélites; se le añadió color y se procesó para mostrar al huracán en perspectiva. Obtenida modificando la imagen producida por Hal Pierce, Laboratorio de la atmósfera, NASA Goddard

Vista aérea del deslizamiento de tierra El Berrinche, Tegucigalpa  
(foto por Edwin Harp).

# Deslizamientos de tierra provocados por el huracán Mitch en Tegucigalpa, Honduras

Por Edwin L. Harp, Mario Castañeda y Matthew D. Held

**Resumen:** Las lluvias torrenciales ocasionadas por el huracán Mitch ocasionaron cientos de deslizamientos de tierra en las ciudades de Tegucigalpa y Comayagua, así como en las áreas pobladas aledañas. La mayoría de los deslizamientos ocurridos fueron flujos de escombros relativamente superficiales; sin embargo, el deslizamiento que más afectó a la población fue el profundo hundimiento/flujo de tierra que se originó debajo de la cima del Cerro El Berrinche. Este deslizamiento de tierra destruyó totalmente la Colonia Soto, así como partes de las cercanas Colonias Catorce de Febrero y El Porvenir. Este deslizamiento de tierra, con un volumen de aproximadamente seis millones de metros cúbicos, represó al Río Choluteca, lo que ocasionó que detrás de la presa quedaran estancadas las aguas residuales. Un hundimiento/flujo de tierra más pequeño, con un volumen de aproximadamente 400,000 m<sup>3</sup> ocasionó la destrucción de

varias viviendas de la Colonia El Reparto. Dos deslizamientos de roca y escombros ocasionados por la erosión de las riberas de los ríos al paso de la crecida causaron la destrucción de viviendas en el Barrio Mira Mesi y Nueva Esperanza, en el Río Choluteca y el Río Guacerique, respectivamente.

Los deslizamientos de tierra que se muestran en el mapa de la ilustración 1 se cartografiaron a partir de fotografías aéreas con escala de 1:40,000 tomadas por las Fuerza Aérea de los EE.UU., como parte del "Proyecto Cielos Abiertos" ("Project Open Skies"), así como utilizando fotografías aéreas a color con escala de 1:20,000 tomadas por un contratista privado. Este inventario de deslizamientos de tierra contiene datos básicos para llevar a cabo un análisis computarizado de estabilidad de pendientes, con base en el cual se elaborará un mapa de "Susceptibilidad a los deslizamientos de tierra" del área de Tegucigalpa.

## Introducción

La llegada del huracán Mitch en Honduras al final de la temporada de huracanes de 1998 produjo efectos sin precedentes dado lo generalizado de su presencia en Centroamérica. Después de derribar más del 70 por ciento del bosque de coníferas de la isla de Guanaja, en la bahía, el huracán entró a tierra firme, permaneciendo en territorio hondureño durante tres días. La diluvial precipitación pluvial ocasionó devastadoras inundaciones y deslizamientos de tierra, los cuales cobraron más de 9,000 vidas y provocó el desplazamiento de 3 millones de personas. Aún cuando el ojo del huracán Mitch pasó por la parte norte de Honduras, los totales e intensidades de precipitación pluvial mayores ocurrieron en la parte sur del país, cerca de Choluteca. Durante tres días, del 29 al 31 de octubre de 1998, el total de la precipitación pluvial de Choluteca rebasó los 900 mm. Es natural que las mayores concentraciones de deslizamientos de tierra se hayan localizado en esta área.

El huracán Mitch ocasionó en la ciudad capital de Tegucigalpa una precipitación pluvial total de 281 mm; si bien se trata de una precipitación mucho menor que la registrada en Choluteca, equivale a más de tres veces la precipitación registrada durante el paso de los huracanes "Gert" y "Fifi" (Servicio Meteorológico Nacional, datos aún no publicados). En general, las pautas mostradas por los deslizamientos de tierra en Tegucigalpa fueron similares a los que se registraron en todo el país. La mayoría de los deslizamientos de tierra correspondieron a flujos de escombros cuyo espesor promedio fue de 1 a 2 m. La distancia de recorrido de los flujos de escombros abarcó desde unos metros, hasta varios centenares de metros (ilustración 1). Aún cuando las concentraciones de flujos de escombros fueron elevadas en algunas partes de la ciudad, no se comparan con las concentraciones de cientos por kilómetro cuadrado que fue común observar en las colinas cercanas a Choluteca, en el extremo sur de Honduras.

Si bien se produjeron pocos deslizamientos de tierra distintos de los flujos de escombros, sus efectos en la ciudad y en la población fueron los de mayor gravedad. Dos hundimientos/flujos de tierra y dos deslizamientos de escombros fueron los causantes de la mayor parte de

los daños ocurridos en Tegucigalpa por deslizamientos de tierra. El texto e ilustraciones que se muestran a continuación describen los deslizamientos de tierra, su distribución en Tegucigalpa y el efecto producido en pobladores y propiedades de esta ciudad.

## Mapa del inventario de los deslizamientos de tierra

Los deslizamientos de tierra ocasionados por el huracán Mitch en la ciudad de Tegucigalpa se cartografiaron combinando fotografías aéreas en blanco negro con escala de 1:40,000 tomadas por la Fuerza Aérea de los EE.UU. (como parte del "Proyecto Cielos Abiertos") y fotografías aéreas a color con escala de 1:20,000 tomadas por un contratista privado. Para la interpretación de los deslizamientos de tierra se utilizaron pares estereoscópicos de las fotografías; se dibujaron croquis de dichos deslizamientos en mapas topográficos de la ciudad utilizando una escala

de 1:10,000; posteriormente, se digitalizaron los deslizamientos de tierra, representándolos como polígonos y de esta manera se integró una base de datos GIS de dichos deslizamientos. Luego, se montaron en mosaico los cuatro mapas topográficos de la ciudad con escala de 1:10,000, integrando así un solo mapa sobre el cual se graficó la base de datos de los deslizamientos de tierra (ilustración 1). La terminología utilizada en este informe para los deslizamientos de tierra es consistente con la de Varnes (1978) y Cruden y Varnes (1996).



**Figura 1.** Mapa de Honduras. El rectángulo abierto señala el área de la ilustración 1.



Los flujos de escombros y los deslizamientos de suelos que se convirtieron en flujos de escombros superaron en número a los demás tipos de deslizamientos de tierra ocurridos en el área de Tegucigalpa. Un flujo de escombros es un deslizamiento de tierra formado por una mezcla fluida de tierra y agua, o de tierra, roca y agua; los flujos de escombros producen lechadas vis-

cosas que fluyen pendiente abajo a velocidades que llegan a alcanzar los 50 km/hr. Este tipo de flujo representa el 95% de los deslizamientos de tierra que se produjeron. Sin embargo, los cuatro deslizamientos de tierra más profundos que se mencionaron anteriormente fueron los que más daños ocasionaron a la población y propiedades en el área metropolitana.

## Deslizamiento de tierra El Berrinche

El deslizamiento de tierra El Berrinche, en Tegucigalpa, fue el mayor de los deslizamientos de tierra aislados ocasionados por el huracán Mitch en Honduras (número 1, ilustración 1). Destruyó una porción del centro de la ciudad conocida como Colonia Soto y represó al Río Choluteca, creando así una laguna de aguas residuales, corriente arriba de la presa formada por el deslizamiento de tierra (figura 2). Este hundimiento/flujo de tierra complejo tenía un volumen de aproximadamente 6 millones de metros cúbicos. Debido al

lento movimiento inicial del deslizamiento de tierra durante las lluvias provocadas por el huracán, fue posible evacuar a los residentes que habitaban en la masa del deslizamiento de tierra antes de que se iniciara el rápido desplazamiento del deslizamiento y que culminara en el represamiento del río. El río quedó represado aproximadamente a las 12:30 am del 31 de octubre, aproximadamente una hora después de ocurrir el máximo caudal de inundación del Río Choluteca.

**Figura 2.** Vista rea del deslizamiento de tierra El Berrinche, un hundimiento/flujo de tierra complejo que represó al Río Choluteca, en Tegucigalpa. La flecha indica la dirección del desplazamiento de la lengua del flujo de tierra. "T" denota la punta del deslizamiento de tierra que represó al río; la "L" señala la laguna represada por la punta del deslizamiento de tierra. "DT" señala a la muy deformada punta del deslizamiento de tierra, que es donde se ubicaba el centro de la Colonia Soto; "SB" señala el bloque superior del hundimiento.



"DT" señala a la muy deformada punta del deslizamiento de tierra, que es donde se ubicaba el centro de la Colonia Soto; "SB" señala el bloque superior del hundimiento.



**Figura 3.** Vista de la ya muy deformada área de la punta del deslizamiento de tierra El Berrinche, causante de la destrucción de la Colonia Soto. Una vista de los restos de la Colonia Soto, en diciembre de 1998. Se puede observar que tanto viviendas como calles aparecen girados a grandes ángulos respecto de la horizontal.



**Figura 4.** Vista del deslizamiento de tierra El Berrinche con vista oblicua pendiente abajo. El flujo de tierra que represó al Río Choluteca está rodeado por una línea de puntos amarillos; la dirección del flujo está indicada por la flecha amarilla. La flecha vertical amarilla apunta hacia la grieta de un gran bloque de hundimiento, en la cabeza del deslizamiento de tierra.

El deslizamiento de tierra El Berrinche consta de tres partes principales. En relación con la figura 2, la parte del deslizamiento de tierra marcada como "DT" es una punta altamente deformada que se encorva y dobla considerablemente, pero sin llegar a cruzar el Río Choluteca. En la figura 3 se muestra esta área poco después de haberse producido el deslizamiento de tierra.

Justo pendiente arriba de la punta deformada se encuentra una lengua de flujo de tierra que se extiende a todo lo largo del deslizamiento de tierra, desde su extremo superior izquierdo, hasta su extremo inferior derecho. Esta lengua de flujo de tierra forma parte de la masa del deslizamiento que fluyó a través de y represó al Río Choluteca, dando lugar así a la laguna. En la figura 4 se muestra una vista pendiente abajo de esta parte de la masa del deslizamiento de tierra.

Justo a la izquierda y pendiente arriba del flujo de tierra de la figura 4 (señalado por una flecha vertical) se localiza la tercera y principal porción del deslizamiento de tierra: un bloque de hundimiento que tiene una grieta de aproximadamente 30 m de altura en su borde pendiente arriba. Por lo visto, esta grieta es producto del contacto entre depósitos de arcilla y limo profundamente erosionados, producto de material volcánico riolítico que contiene conglomerado entremezclado e ignimbrita riolítica dura, competente y expuesta en la parte superior de la grieta.

El represamiento del Río Choluteca provocado por el deslizamiento de tierra y la creación de la laguna pendiente arriba de la presa formada por el deslizamiento de tierra representó un grave riesgo para la salud de quienes vivían en el área del centro de la ciudad cerca del río. A principios de diciembre de 1998, el dragado realizado por trabajadores de la construcción mexicanos fue insuficiente

para cavar un canal con suficiente profundidad como para lograr el drenado de la laguna. La necesidad de drenar la laguna, una alta prioridad para la ciudad de Tegucigalpa y para el gobierno de Honduras, llevó a solicitar la ayuda del Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los EE.UU. y de la Investigación Geológica de los EE.UU. Se nos solicitó que realizáramos de emergencia y sin tiempo para un estudio sistemático, la evaluación de la estabilidad de la masa del deslizamiento próxima a la punta, como previsión en caso de que se excavara un canal más profundo a través de la presa formada por el deslizamiento. Con base en el diseño del canal propuesto por los ingenieros locales, geólogos del Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los EE.UU. y de la Investigación Geológica de los EE.UU. estudiaron la forma y dimensiones que se proponían para la punta del deslizamiento de tierra después de excavar el canal. Se concluyó que la punta sería estable, excepto en un pequeño hundimiento localizado de dicha punta, consecuencia del material que el río erosionaría durante el drenado de la laguna. Esta conclusión, basada principalmente en la experiencia y en la evaluación, y sin contar con el apoyo de la información que habrían proporcionado perforaciones, muestras o análisis preliminares de estabilidad, mostró ser acertada. La punta del deslizamiento de tierra se ha mantenido relativamente estable después del drenado de la laguna.

Desde el drenado inicial de la laguna, el Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los EE.UU. ha realizado análisis de estabilidad de pendiente; la mayor parte de la masa del deslizamiento de tierra se ha renivelado y contorneado con objeto de reforzar la estabilidad y drenaje de la masa del deslizamiento. Las dos estaciones lluviosas que tuvieron lugar después del paso del huracán Mitch han producido una precipitación pluvial acumulativa inferior a lo normal; y el



deslizamiento de tierra El Berrinche se ha mantenido estable, excepto por el hundimiento localizado en el extremo inferior de la punta del deslizamiento de tierra, en donde como consecuencia de la excavación del canal se han producido

pendientes más inclinadas. En el futuro se podrá disponer de una prueba más rigurosa de la estabilidad del deslizamiento de tierra, cuando se registre una precipitación pluvial que rebase los totales de precipitación pluvial normales.

## El deslizamiento de tierra El Reparto

Otro profundo deslizamiento, representado por un hundimiento/flujo de escombros con un volumen de 400,000 m<sup>3</sup>, destruyó numerosas viviendas de la sección de Tegucigalpa conocida como Colonia El Reparto (número 2, ilustración 1; figura 5). Este deslizamiento de tierra se produjo a media mañana del 31 de octubre y se prolongó por varias horas. El movimiento final del hundimiento ocasionó la formación de un flujo de escombros, el cual se formó a partir de la excesivamente inclinada punta del deslizamiento de tierra y demolió las viviendas. Gracias al lento desplazamiento inicial del deslizamiento de tierra fue posible la evacuación de todos los moradores de estas viviendas.

El deslizamiento de tierra El Reparto es una porción reactivada de un complejo más grande de deslizamientos. Su grieta

frontal se encuentra en el borde de un gran bloque de giro descendente (mostrado como "RB" en la figura 5) perteneciente a un complejo de deslizamientos más antiguos, cuya grieta frontal corresponde a la inclinada pendiente que forma el horizonte que se aprecia en la figura 5.

Como se puede apreciar en la figura 6, en el área debajo de la grieta del deslizamiento de tierra hay un pequeño estanque alimentado por tuberías de agua y desagüe que fueron cortadas por el movimiento del deslizamiento de tierra. Se recomendó al gobierno de la ciudad que desviara el flujo de estas fuentes a fin de reducir el nivel de agua dentro de la masa del deslizamiento. Estas recomendaciones se pusieron en práctica posteriormente, en noviembre de 2000.

**Figura 5.** Vista aérea del hundimiento/flujo de escombros El Reparto. "RB" denota un bloque giratorio de un complejo de deslizamientos de tierra más antiguos y cuya grieta frontal corresponde a la inclinada pendiente del horizonte.



En julio de 2000 se establecieron diversos puntos de observación en la masa del deslizamiento de tierra. En estos puntos de observación se realizaron revisiones periódicas para detectar

cualquier nuevo movimiento. Esta supervisión se llevó a cabo ya que hay viviendas que todavía están ocupadas y ubicadas junto al deslizamiento de tierra y pendiente abajo de éste.



**Figura 6.** Área de la grieta frontal del deslizamiento de tierra de El Reparto en la que se puede apreciar un pequeño estanque en el centro de la fotografía.

### Otros deslizamientos de tierra que han provocado daños

También se produjeron otros profundos deslizamientos de tierra que ocasionaron daños a los habitantes y propiedades en la ciudad de Tegucigalpa. Dos deslizamientos de escombros ocasionados por el socavado de las riberas del río destruyeron viviendas en el Barrio Mira Mesi, junto al Río Choluteca y en Nueva Esperanza, junto al Río Guacerique. El deslizamiento de Barrio Mira Mesi (número 3, ilustración 1) se originó como un deslizamiento de escombros relativamente pequeño, de unos 5,000 m<sup>3</sup>, en depósitos de terraplén más antiguos, junto al Río Choluteca (figura 7). El deslizamiento destruyó o dañó a varias viviendas por efecto del deslizamiento y hundimiento a causa del socavado erosivo del río en el terraplén. La grieta frontal de este deslizamiento de tierra se mantuvo

inestable aún durante las estaciones de secas de 1999 y 2000. Persistió su retroceso pendiente arriba y alcanzó a más viviendas (figura 8).

El deslizamiento de escombros de Nueva Esperanza (número 4, ilustración 1; figura 9) ocasionado por el Río Guacerique al socavar y erosionar la pendiente, el cual alcanzó su caudal pico durante el paso del huracán Mitch, destruyó más de 20 viviendas asentadas en la cima de las pronunciadas pendientes del margen del río. Al igual que en el caso de Mira Mesi, los flojos depósitos aluviales siguieron desprendiéndose, especialmente durante las estaciones de lluvias posteriores al huracán; los continuos deslizamientos lograron destruir algunas viviendas más.





**Figura 7.** Deslizamientos de escombros en el Barrio Mira Mesi, adyacente al Río Choluteca.



**Figura 8.** Deslizamiento de escombros del Barrio Mira Mesi que después del paso del huracán Mitch ha logrado avanzar aún durante la estación seca, a pesar de la colocación de una berma de tierra (al frente) para proteger la pendiente.





*Figura 9. Deslizamiento de escombros a lo largo del Río Guacerique.*

## **Deslizamientos de tierra ocurridos después del paso del huracán Mitch**

**D**urante los tres años posteriores al paso del huracán Mitch, las precipitaciones en la estación de lluvias han sido iguales al valor promedio, y menores a éste, tanto en Tegucigalpa como en el área que circunda al Departamento de Francisco Morazán. No obstante no haberse registrado precipitaciones pluviales mayores al promedio, se han producido algunos flujos de escombros de manera aislada y de poca intensidad, consecuencia de la irrupción aislada de lluvias de gran intensidad durante la estación lluviosa. Además de los anteriores, han aparecido dos hundimientos de tamaño moderado en áreas residenciales de la ciudad.

En el Barrio Santa Rosa, 0.5 km al sureste del deslizamiento de tierra El Reparto, en septiembre de 1999 se reactivó un hundimiento de lento desplazamiento. Un hundimiento incipiente cuya formación se iniciara durante el paso del huracán Mitch, con un desplazamiento de unos 80 cm ocurrido a lo largo de una grieta parcialmente formada, reanudó su

desplazamiento durante un periodo de intensas lluvias vespertinas. La reactivación de este hundimiento implicó un volumen de unos 1,800 m<sup>3</sup> y afectó a 37 viviendas. Esta reactivación se produjo mientras nos encontrábamos realizando trabajos de campo en Honduras. Esta circunstancia nos permitió atender la petición del gobierno de la ciudad para que les indicáramos cuántas personas habría que evacuar del área. La reactivación del desplazamiento de la grieta frontal del hundimiento se inició la tarde del 23 de septiembre, avanzando un total de 80 cm durante esa noche y otros 30 cm la mañana siguiente (figura 10). Al hacer una evaluación de la situación la tarde del 23 recomendamos la evacuación de las viviendas que se encontraban dentro de los límites del hundimiento. Al concluir el intenso periodo de precipitación pluvial de la tarde y la noche, se detuvo asimismo el avance del hundimiento. Después de esta ocasión, los nuevos desplazamientos que se han presentado han sido escasos o nulos.

A unos 200 m al sur del deslizamiento de tierra El Berrinche se produjo otro hundimiento de una magnitud moderada de 2,500 m<sup>3</sup>, en un pequeño vecindario conocido como Campo Cielo. Este deslizamiento de tierra inició su desplazamiento el 23 de septiembre de 1999, o alrededor de esta fecha, en la nariz que mira al sureste de la cresta que da justo al sur del deslizamiento de tierra El Berrinche. El movimiento inicial se produjo en forma de una grieta de unos 15 m de longitud, con desplazamientos de unos 20 cm. Una vez formada esta grieta, fueron pocos los desplazamientos adicionales que se produjeron en este sitio; posteriores desplazamientos de pendiente se desviaron pendiente abajo, al formarse otra área de grietas frontales con múltiples fisuras con filtraciones de agua. La pendiente que se encontraba debajo de la anterior estaba saturada

hasta la superficie, lo que hacía prácticamente imposible recorrer a pie el deslizamiento de tierra, a menos que uno estuviese dispuesto a hundirse en el suelo saturado. La punta de este hundimiento se ubicaba detrás de una fila de viviendas próximas a una calle del vecindario. Conforme el hundimiento seguía desplazándose a una velocidad de varios centímetros al día, durante varias semanas al final de la estación de lluvias, la punta fue creciendo y finalmente se topó con los muros de la parte posterior de las viviendas de la calle (figura 11). Al continuar con su desplazamiento, la punta de este hundimiento empezó a abrirse paso entre las viviendas y a traspasar sus muros traseros. Los moradores evacuaron sus viviendas justo antes de que la punta del hundimiento alcanzara las paredes traseras.



**Figura 10.** Reactivación de un hundimiento en el Barrio Santa Rosa como consecuencia de las intensas lluvias ocurridas durante septiembre de 1999.



En esta área han tenido lugar recurrentes actividades de manantiales durante la estación lluviosa en la mayoría de los años. Durante el paso del huracán Gilbert en 1986 ya se habían producido movimientos por deslizamientos de tierra de estas pendientes, ocasión en la que cuatro viviendas resultaron destruidas; en el caso del huracán Mitch 17 viviendas resultaron destruidas.

Durante la estación seca del año 2000, el gobierno de la ciudad cavó trincheras en el deslizamiento de tierra; las cuales son más grandes que la profundidad de la superficie del hundimiento, que tiene de 2 a 3 metros de profundidad. Estas trincheras han permitido drenar la masa del y detener el movimiento de la pendiente.



**Figura 11.** Punta de hundimiento en el vecindario de Campo Cielo, en Tegucigalpa. A la derecha de la fotografía se puede observar la punta de la masa del deslizamiento impactándose en las viviendas de una calle.

## Comentarios y resumen

**E**l inventario de los deslizamientos de tierra ocurridos en Tegucigalpa como consecuencia del paso del huracán Mitch, mostrados en la ilustración 1, en más del 95 por ciento de los casos corresponde a flujos de escombros. Dentro del área urbana se produjeron unos cuantos deslizamientos de tierra profundos,

cada uno de los cuales se comenta por separado en el texto. Éstos se indican en la ilustración 1 mediante números adyacentes que corresponden a los que se mencionan en el texto.

Además de ofrecer una documentación precisa de los deslizamientos de tierra localizados dentro de los



límites de la ciudad ocasionados por el huracán Mitch y de poder utilizarse como referencia futura, el mapa del inventario de deslizamientos de tierra también sirve para establecer comparaciones con un mapa analítico de Tegucigalpa (Harp y otros, 2002) en el cual se muestra la estabilidad relativa de las pendientes del área que se encuentran dentro de la ciudad. Al mapa anterior se le conoce como mapa de la susceptibilidad a los deslizamientos de tierra y se obtuvo a partir de un análisis de GIS de la estabilidad relativa de las pendientes del área abarcada en el mapa del inven-

tario. Si bien la distribución de los deslizamientos de tierra ocasionados en Tegucigalpa por el huracán Mitch técnicamente corresponde de manera específica a la distribución de la precipitación pluvial del huracán, una comparación entre la distribución de los deslizamientos de tierra ocasionados por el huracán Mitch y las categorías de susceptibilidad obtenidas mediante el análisis de la estabilidad de las pendientes permite evaluar a grandes rasgos el riesgo relativo que para moradores y viviendas representan los deslizamientos de tierra a que pudieran dar lugar futuras tormentas.

## Agradecimientos

Los autores desean agradecer la ayuda prestada por la Agencia para el Desarrollo Internacional de los EE.UU. (USAID, por sus siglas en inglés) y a diversas personas cuyo trabajo hizo posible el trabajo de campo, la recopilación de datos y la elaboración de este reporte final. Entre estas personas cabe mencionar a: Jeff Phillips, de USGS, comisionado temporalmente en USAID como funcionario de enlace encargado del seguimiento de los trabajos de USGS en Honduras; Adrián Oviedo de USAID, quien dispuso de lo necesario para realizar encuentros, localizar contactos y los desplazamientos durante nuestro trabajo de campo y seminarios; y a Sherry

Thorn, profesora de Biología de la Universidad de Honduras, quien proporcionó servicios de traducción, conocimientos detallados acerca de todas las áreas de campo visitadas en Honduras y puso a nuestro alcance personas que habían sido testigos presenciales de lo ocurrido durante el huracán Mitch; su conocimiento de las costumbres y prácticas resultó inapreciable para nuestra seguridad y eficiencia en la realización de los estudios de campo.

Un especial agradecimiento a Eleanor M. Omdahl por las gráficas y disposición cartográfica que estuvieron a su cargo.

## Referencias

- Cruden, D. M., and Varnes, D. J., 1996, Landslide types and processes, in Turner, A. K., and Schuster, R. L., eds., Landslides-Investigation and Mitigation: Transportation Research Board Special Report 247, National Academy Press, Washington D. C., p. 36-75.
- Harp, Edwin L., Held, Matthew D., Castaneda, Mario, McKenna, Jonathan, P., and Jibson, Randall W., 2002, Landslide hazard map of Tegucigalpa, Honduras: U.S. Geological Survey Open-File Report.
- Servicio Meteorológico Nacional, 1999, Registración de precipitación y temperatura: Unpublished Data.
- Varnes, D. J., 1978, Slope movement types and processes, in Schuster, R. L., and Krizak, R. J., eds., Landslides-Analysis and Control: Transportation Research Board Special Report 176, National Academy of Sciences, Washington D. C., p. 11-33.