U.S. DEPARTMENT OF THE INTERIOR
U.S. GEOLOGICAL SURVEY

OPEN-FILE REPORT 01-444
Plate 9
Hoja 9

Mapa de Deslizamientos de Tierra Inducido por El Huracán Mitch
Hoja Part of the Rio Tithuapa (2457 II), Sensori (2557 III), El Puente Cuscatalan (2456 I) and Jucuapa (2556 IV), El Salvador

Map of Landslides Triggered by Hurricane Mitch
Part of the Rio Tithuapa (2457 II), Sensori (2557 III), El Puente Cuscatalan (2456 I) and Jucuapa (2556 IV) Quadrangles, El Salvador

Este mapa forma parte de un grupo de 11 ilustraciones en las que se muestran las áreas afectadas por los desprendimientos de tierra ocasionados por las lluvias torrenciales del huracán Mitch, durante octubre y noviembre de 1998. Estos desprendimientos de tierra se produjeron en inclinadas pendientes y en un terreno caracterizado por su diversidad geológica, geomorfológica, vegetal y de microclimas. Si estos mapas se complementan con los datos sobre las propiedades físicas del material de las pendientes de las colinas, la forma de éstas y la intensidad y duración de la precipitación pluvial, pueden servir de base para evaluar la susceptibilidad a los desprendimientos de tierra de otras áreas similares.

En el caso de estas ilustraciones, el término "desprendimiento de tierra" se refiere a todo tipo de fallas en las pendientes: flujos de tierra de lento desplazamiento, desprendimientos de rotación y de traslación (Varnes, 1978; Cruden y Varnes, 1996), flujos de escombros de rápido desplazamiento compuestos de lodo, arena, grava, cantos rodados y escombros orgánicos (sobre la clasificación de los flujos de escombros consulte Pierson y Costa, 1987). La mayoría de los desprendimientos de tierra mostrados en estas 11 ilustraciones corresponden a flujos de escombros y sus respectivas grietas, provocados por las lluvias torrenciales de la tormenta. Es probable que muchos de los flujos de escombros inicialmente hayan sido depresiones de rotación o traslación, originadas en grietas que habían permanecido sin afectación; se desplazaron en forma de flujos lodosos, algunos de los cuales se alejaron de su punto de origen desde cientos de metros hasta varios kilómetros. Al desplazarse, algunos de los flujos de escombros más grandes aumentaron su volumen, al ir incorporando material no consolidado de las pendientes de las colinas y de los canales, a lo largo de las trayectorias de flujo de éstos. Los flujos de escombros más grandes fueron capaces de transportar grandes rocas y cantos rodados de más de dos metros. Debido a su alta velocidad y a su capacidad para transportar cantos rodados grandes, los flujos de escombros pueden ser extremadamente destructivos.

Los desprendimientos de tierra que se muestran en las ilustraciones de este informe se cartografiaron usando fotografías aéreas en blanco y negro con escala de 1:40,000 y de 1:15,000. Buena parte de estas fotografías se tomó unos cuantos meses después del paso de la tormenta. A fines del año 2000 se tomaron algunas fotografías más. En el texto de este informe se proporciona más información sobre dichas fotografías.

La inspección visual de las fotografías se realizó con estereoscopios de espejo 4X. Los desprendimientos de tierra se cartografiaron a mano en películas de mylar, y se registraron en mapas topográficos con escalas de 1:25,000 y de 1:50,000. Cuando ello fue posible, los desprendimientos de tierra se graficaron en mapas con escala de 1:25,000; para otras partes del país se utilizaron mapas con escala de 1:50,000. Los desprendimientos de tierra se digitalizaron manualmente y quedaron registrados como imágenes digitalizadas (DRG) de mapas topográficos con escala de 1:50,000. Algunos de los mapas mostrados en estas ilustraciones son el resultado de la sobreposición de dos o más mapas topográficos con escala de 1:50,000; para lograr la continuidad en los mapas adyacentes, los bordes de los cuadrángulos de estas sobreposiciones se ajustaron digitalmente. También fue necesario hacer estos ajustes para solucionar el problema de la diferencia de resolución de los mapas topográficos con escala de 1:50,000 y los de escala 1:25,000. Una vez realizados estos ajustes, se recortaron en los DRG fusionados las áreas de cada una de las ilustraciones y se graficaron los desprendimientos de tierra en las imágenes DRG de las áreas del mapa.

En estos mapas se representa la forma, ubicación relativa y magnitud de los desprendimientos de tierra, así como los depósitos pendiente abajo provocados por el huracán. Sin embargo, resulta difícil determinar con precisión la ubicación de los desprendimientos de tierra mostrados en los mapas. En el caso de los accidentes inicialmente cartografiados en mapas topográficos con escala de 1:25,000, estimamos que la exactitud de la ubicación es menor a los 100 m, posiblemente de 50 m. En el caso de los accidentes que inicialmente se cartografiaron en mapas topográficos con escala de 1:50,000, la exactitud de su ubicación es de 100 a 200 m.

Referencias Citadas

Cruden, D.M. y Varnes, D.J., 1996, Landslide types and processes, *en* Turner, A.K. y Schuster, R.L., eds., Landslides–investigation and mitigation Washington, D.C., National Academy of Sciences, Transportation Research Board Special Report 247, p. 36-75.

Pierson, T.C. y Costa, J.E., 1987, rheologic classification of subaerial sediment-water flows, *en* Costa, J.E. y Wieczorek, G.F., eds., Debris flows/avalanches–process, recognition, and mitigation: Geological Society of America, Reviews in Engineering Geology, v. 7, p. 1-12.

Varnes, D.J., 1978, Slope movement types and processes, *en* Schuster, R.L. y Krizek, R.J., eds., Landslides: analysis and control: Washington, D.C., National Academy of Sciences, Transportation Research Board Special Report 176, p. 12-33.

This map is one of 11 plates showing areas that were affected by landslides caused by heavy rainfall associated with Hurricane Mitch in October and November 1998. These landslides occurred on steep slopes in terrain that has diverse geology, geomorphology, vegetation, and microclimates. When combined with data on the physical properties of the material on hill slopes, the hillslope form, and rainfall intensity and duration, these maps can provide a basis for evaluating the landslide susceptibility of other similar areas.

For these plates, the term "landslide" is used to describe all types of slope failures, including slow-moving earth flows, rotational and translational slides (Varnes, 1978; Cruden and Varnes, 1996) and fast-moving debris flows composed of mud, sand, gravel, boulders, and organic debris (see Pierson and Costa, 1987, for classification of debris flows). Most of the landslides shown on the 11 plates are debris flows and related landslide scars that were caused by the intense rainfall from the storm. Many of the debris flows probably initiated as rotational or translational slumps that started at the preserved scars and mobilized into muddy flows, some of which traveled hundreds of meters to as much as several kilometers from their point of origin. Some of the larger debris flows increased in volume as they traveled by collecting additional unconsolidated material from hillslopes and channels along their flow paths. The larger debris flows transported large rocks and boulders more than two meters in size. Because of their high velocity and their ability to transport large boulders, debris flows can be extremely destructive and hazardous.

The landslides shown on these plates were mapped using 1:40,000-scale and 1:15,000-scale black-and-white aerial photographs. Much of the photography was taken a few months after the storm, but additional photography was taken in late 2000. See the text in the accompanying report for further details of the photography.

The photographs were visually examined using 4X mirror stereoscopes, and the landslides were plotted by hand on mylar overlays that were registered to topographic maps. The landslides were plotted on 1:25,000-scale maps where these high-quality maps were available; for other parts of the country, we used 1:50,000-scale maps. The plotted landslides were then manually digitized and registered to digital raster graphic (DRG) images of 1:50,000-scale topographic maps. Some of the maps shown on these plates are composites of parts of two or more 1:50,000-scale topographic maps; for these composites, the edges of the quadrangles were digitally adjusted to assure continuity between adjacent maps. These adjustments were also necessary to resolve differences in the resolution between 1:50,000-scale and 1:25,000-scale topographic maps. After these adjustments, the areas of each plate were cut from the merged DRGs, and the digital landslides were then plotted on the DRG images of the map areas.

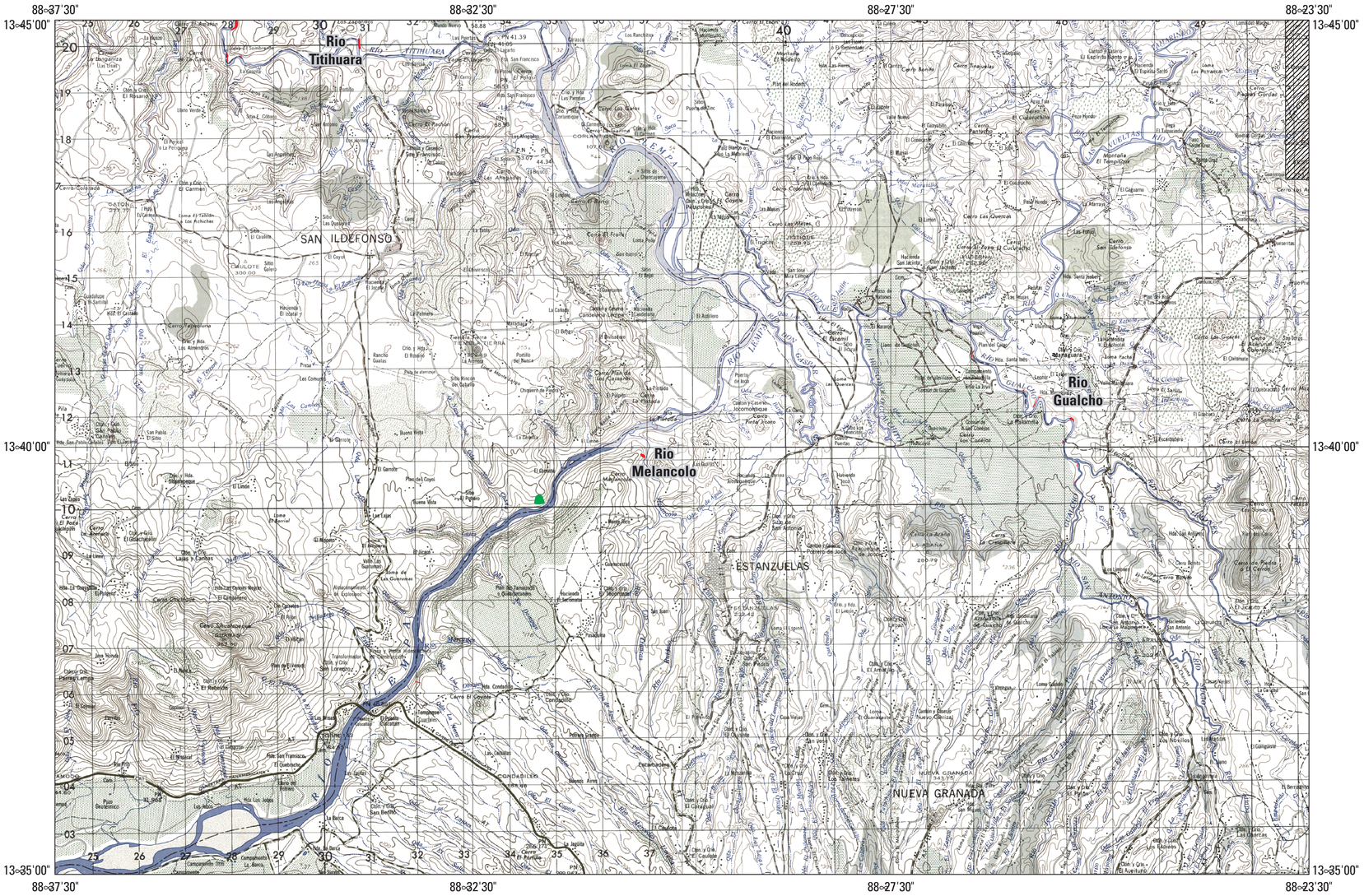
These maps portray the shapes, relative location, and size of landslides and the associated downslope channel deposits caused by the hurricane. It is difficult to precisely determine the accuracy of the landslide locations shown on the maps. For those features that were originally mapped on 1:25,000-scale topographic maps, we estimate that their locations are accurate to within less than 100 m and probably to within 50 m. For features that were originally mapped on 1:50,000-scale topographic maps, their locations are probably accurate to within 100-200 m.

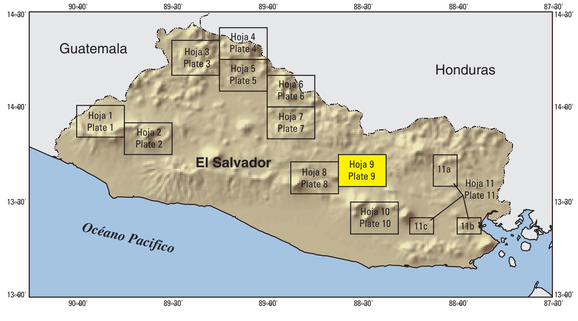
References Cited

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 Washington, D.C., National Academy of Sciences, Transportation Research Board Special Report 247, p. 36-75.

Pierson, T.C. and Costa, J.E., 1987, rheologic classification of subaerial sediment-water flows, *in* Costa, J.E. and Wieczorek, G.F., eds., Debris flows/avalanches–process, recognition, and mitigation: Geological Society of America, Reviews in Engineering Geology, v. 7, p. 1-12.

Varnes, D.J., 1978, Slope movement types and processes, *in* Schuster, R.L. and Krizek, R.J., eds., Landslides: analysis and control: Washington, D.C., National Academy of Sciences, Transportation Research Board Special Report 176, p. 12-33.





Las áreas de trazado de deslizamientos de tierra inducidos por el Huracán Mitch a escala 1:50,00 estan delineadas con líneas negras. El rectángulo amarillo muestra la localización de esta hoja del mapa.

Areas of 1:50,00-scale mapping of landslides induced by Hurricane Mitch are delineated by black lines. Yellow rectangle shows the location of this map sheet.

EXPLICACIÓN

Área afectada por desprendimientos de tierra y sus correspondientes efectos pendiente abajo. Los efectos incluyen la deposición y la erosión tanto pendiente abajo como en las crestas aluviales. En algunos de los cuadrángulos también se cartografiaron los efectos producidos por inundaciones en los canales fluviales más importantes.

Área afectada por desprendimientos de tierra antes del paso del huracán Mitch.

Área no cartografiada.

EXPLANATION

Area impacted by landslides and related downslope effects. Downslope effects include deposition and erosion in downstream channels and on alluvial fans.

Area impacted by landslides prior to Hurricane Mitch.

Not mapped.

ESCALA 1:50,000 **SCALE 1:50,000**

1 0 5 km

ELEVACIONES EN METROS
ELEVATIONS IN METERS

DATUM HORIZONTAL ..... NORTEAMERICANO 1927
PROYECCION .....TRANSVERSA DE MERCATOR

HORIZONTAL DATUM ..... NORTH AMERICAN 1927
PROJECTION .....TRANSVERSE MERCATOR

Este informe es preliminar y no ha sido revisado en conformidad con los estándares editoriales del Departamento Geológico de los Estado Unidos ni con el Código Estratigráfico de Norte América. Cualquier uso de nombre de fábrica, producto o firma en esta publicación es para propósitos descriptivos solamente y no implica patrocinio por el Gobierno de Estados Unidos.

Coberturas ARC/INFO y un archivo PDF para este mapa están disponibles en http://geology.cr.usgs.gov/greenwood-pubs.html

This report is preliminary and has not been reviewed for conformity with U.S. Geological Survey editorial standards or with the North American Stratigraphic Code. Any use of trade, firm, or product names is for descriptive purposes only and does not imply endorsement by the U.S. Government.

ARC/INFO coverages and a PDF file for this map are available at http://geology.cr.usgs.gov/greenwood-pubs.html