

Los grandes paleodeslizamientos de Güímar y La Orotava (Tenerife)

J. Seisdedos

Área de Riesgos Geológicos, Dirección de Recursos Minerales y Geoambiente, Instituto Geológico y Minero de España
Ríos Rosas 23, Madrid
E-mail: j.seisdedos@igme.es

RESUMEN

En las dos últimas décadas ha quedado demostrada la ocurrencia de grandes deslizamientos en edificios volcánicos, así como la influencia de estos procesos en la evolución de las islas volcánicas. En el Archipiélago Canario se han descrito más de 20 grandes paleodeslizamientos. Los valles de Güímar y La Orotava, en Tenerife, originados por megadeslizamientos hace varios cientos de miles de años, constituyen dos ejemplos excepcionales, tanto por su expresión morfológica como por la identificación de los depósitos de deslizamiento en el fondo oceánico y en el interior de las galerías subterráneas excavadas en la isla. En este artículo se describen los principales rasgos morfológicos y características de los materiales involucrados en los deslizamientos, aspectos que forman parte de una investigación más amplia cuyo objetivo final es la explicación de los procesos de inestabilidad desde el punto de vista geomecánico. En la actualidad se está profundizando en la caracterización de los materiales involucrados en los paleodeslizamientos de Güímar y La Orotava y en el análisis de los posibles factores influyentes en los procesos, con el fin de realizar los modelos geológicos y geomecánicos para, posteriormente, evaluar la estabilidad mediante métodos de equilibrio límite y tensión-deformación.

Palabras clave: depósitos de deslizamiento, paleodeslizamientos volcánicos, Tenerife

Güímar and La Orotava megalandslides (Tenerife island)

ABSTRACT

In the last two decades it has been demonstrated the occurrence of large landslides in volcanic edifices, as well as the influence of these processes in the evolution of volcanic islands. More than 20 paleolandslides have been described in the Canary Islands. Güímar and La Orotava valleys, in Tenerife island, originated by megalandslides some hundreds of thousands years ago, are two exceptional examples because of their geomorphological features and the identification of the subaquatic landslide deposits in the ocean floor and in the interior of the underground galleries excavated in the island. In this paper, the main morphological features and the characteristics of the materials involved in the paleolandslides of Güímar and La Orotava are described, aspects which form a part of a more extensive research whose main final objective is the explanation of the instability processes from a geomechanical point of view. The characterization of volcanic rock materials involved in the paleolandslides and the analysis of the influencing factors in the processes are being carried out nowadays, in order to prepare the geological and geomechanical models to evaluate the stability with limit equilibrium and finite elements methods.

Key words: debris avalanche, Tenerife, volcanic paleolandslides

Introducción

La isla de Tenerife es la mayor del Archipiélago Canario (2034 km²) y donde se alcanza la máxima altura (El Teide, 3718 m). La actividad volcánica subaérea se inició en el Mioceno superior (12 Ma) prolongándose hasta la actualidad. Los valles de La Orotava y Güímar se encuentran situados en flancos opuestos de la Cordillera Dorsal, alineación volcánica que se extiende desde el extremo NE de Las Cañadas con esta misma dirección (Fig. 1). En la actualidad se acepta la teoría de que estas depresiones han sido originadas por grandes deslizamientos.

Las ideas pioneras a favor de la teoría de los grandes deslizamientos surgieron a partir de las observaciones en las galerías de aguas subterráneas (en Tenerife existen miles de galerías que penetran subhorizontalmente en el interior de la isla, algunas de más de 6 km). En su interior se halló una formación geológica conocida localmente con el nombre de "mortalón" (Bravo, 1962; Coello, 1973) interpretada como los depósitos de las avalanchas rocosas que originaron los valles (Navarro y Coello, 1989). Esta hipótesis fue corroborada con estudios batimétricos y sísmicos del fondo oceánico de Tenerife, que han permitido identificar y cartografiar los

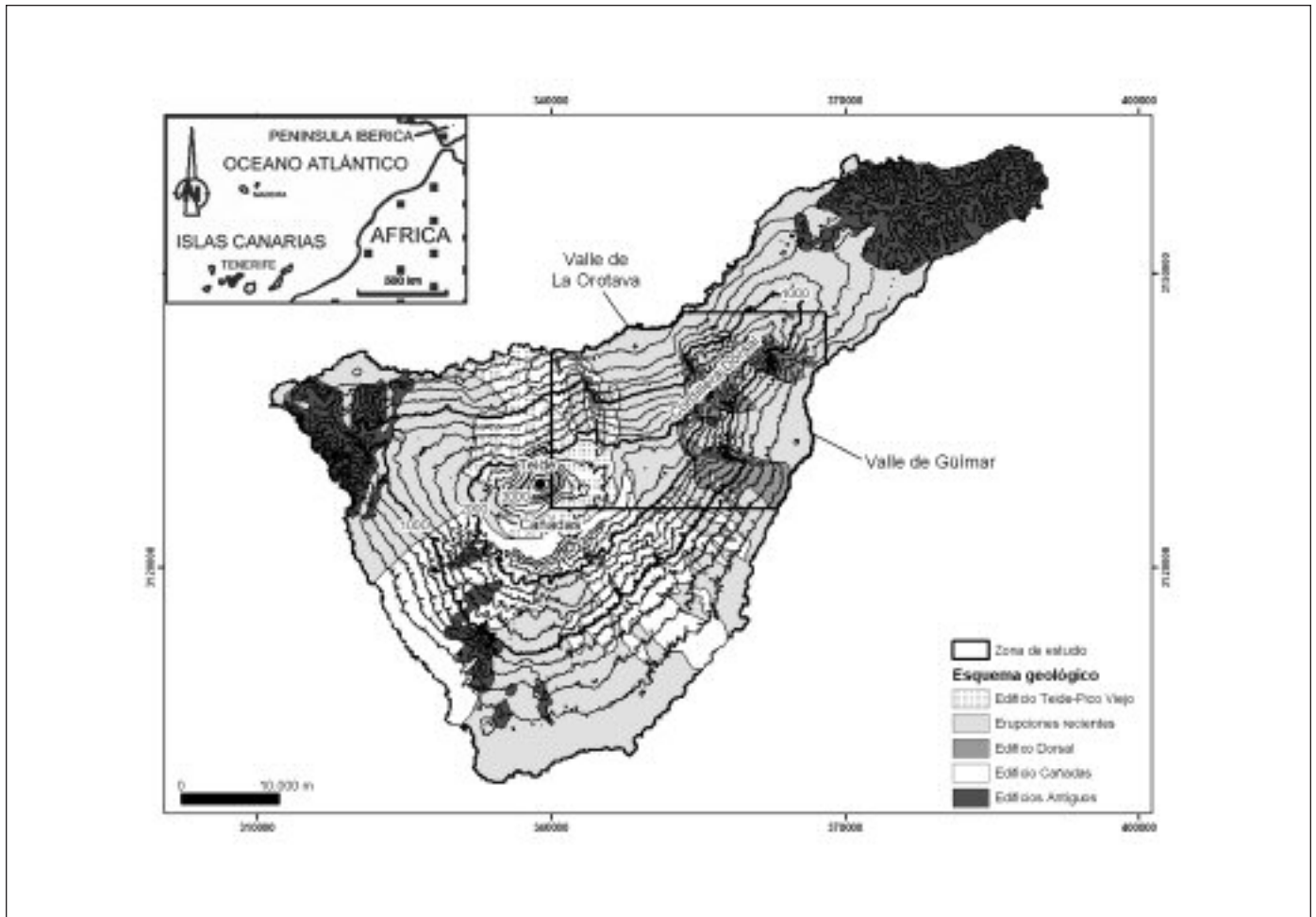


Fig. 1. Situación y esquema geológico de la zona de estudio, con las principales unidades volcánicas de Tenerife: Edificios Antiguos (Mioceno-Plioceno medio), Edificio Cañadas (Plioceno-Pleistoceno medio), Edificio Dorsal, Erupciones recientes y Edificio Teide-Pico Viejo (Pleistoceno medio-Holoceno) (Ancochea *et al.*, 2004)

Fig. 1. Geographic and geologic framework of the area of study, with the main volcanic units of Tenerife: Old Edifices (Miocene-middle Pliocene), Cañadas Edifice (Pliocene-middle Pleistocene), Dorsal Edifice, Recent eruptions and Teide-Pico Viejo Edifice (middle Pleistocene-Holocene) (Ancochea *et al.*, 2004)

depósitos submarinos de los deslizamientos (Watts y Masson, 1995; Acosta *et al.*, 2005). Mediante dataciones por métodos isotópicos se han asignado edades de <0,84 Ma (Pleistoceno medio) para el de Güimar y 0,69-0,54 Ma (Pleistoceno superior) para el de La Orotava (Ancochea *et al.*, 1990; Cantagrel *et al.*, 1999).

Trabajos realizados

Se han realizado varias campañas de campo para la toma de datos en superficie y en profundidad (galerías), con la finalidad de caracterizar tanto la morfología y características de los paleodeslizamientos como los materiales involucrados en los procesos.

Se ha recopilado y analizado la información superficial, subterránea y submarina de las zonas afectadas por los paleodeslizamientos de Güimar y La Orotava, lo que ha permitido, mediante el empleo de un sistema de información geográfica, elaborar los modelos digitales del terreno superficiales y submarinos a partir de los datos topográficos (GRAFCAN) y batimétricos (IEO). De este modo se han obtenido mapas de pendientes, de iluminación y orientación a escala 1:50000, a partir de los que se ha realizado el análisis morfoestructural. Al mismo tiempo, se ha implementado la cartografía geológica de la zona de estudio (IGME).

Se han descrito y analizado los depósitos de las avalanchas ("mortalón") en varias galerías y en afloramientos de campo, y se han realizado perfiles y

mapas con la localización del techo de esta formación. Se han realizado análisis y ensayos de laboratorio en 15 muestras de la matriz del "mortalón" tomadas en varias galerías (granulometría por tamizado y sedimentación, límites de Atterberg, difracción de rayos-X, resistencia).

Breve descripción de los rasgos morfológicos y características de los materiales

Los valles de Güímar y la Orotava tienen vergencias prácticamente opuestas, ESE y NNO respectivamente; sus cabeceras coinciden en el eje de la Dorsal, donde alcanzan cotas máximas que superan los 2000 metros. Ambos tienen una anchura de unos 10 km y están enmarcados por pronunciados escar-

pes laterales, de más de 10 km de longitud, que poseen una altura media de 600 a 800 m. Las fuertes pendientes de dichos escarpes, con más de 35°, contrastan con los menos de 15° del fondo de los valles (Fig. 2), ocupados por materiales de relleno post-deslizamiento. En los escarpes afloran materiales pre-deslizamiento, pertenecientes al Edificio Dorsal (coladas basálticas y aglomerados) y al Edificio Cañadas (coladas basálticas, traquibasálticas y fonolíticas). En la actualidad los materiales de relleno de ambos valles recubren los depósitos deslizados ("mortalón") con un espesor inferior a 500 m (Fig. 3). Están formados principalmente por sucesiones subhorizontales y continuas de coladas basálticas de potencias métricas con escorias.

Los depósitos de deslizamiento localizados en el interior de las galerías están constituidos por una

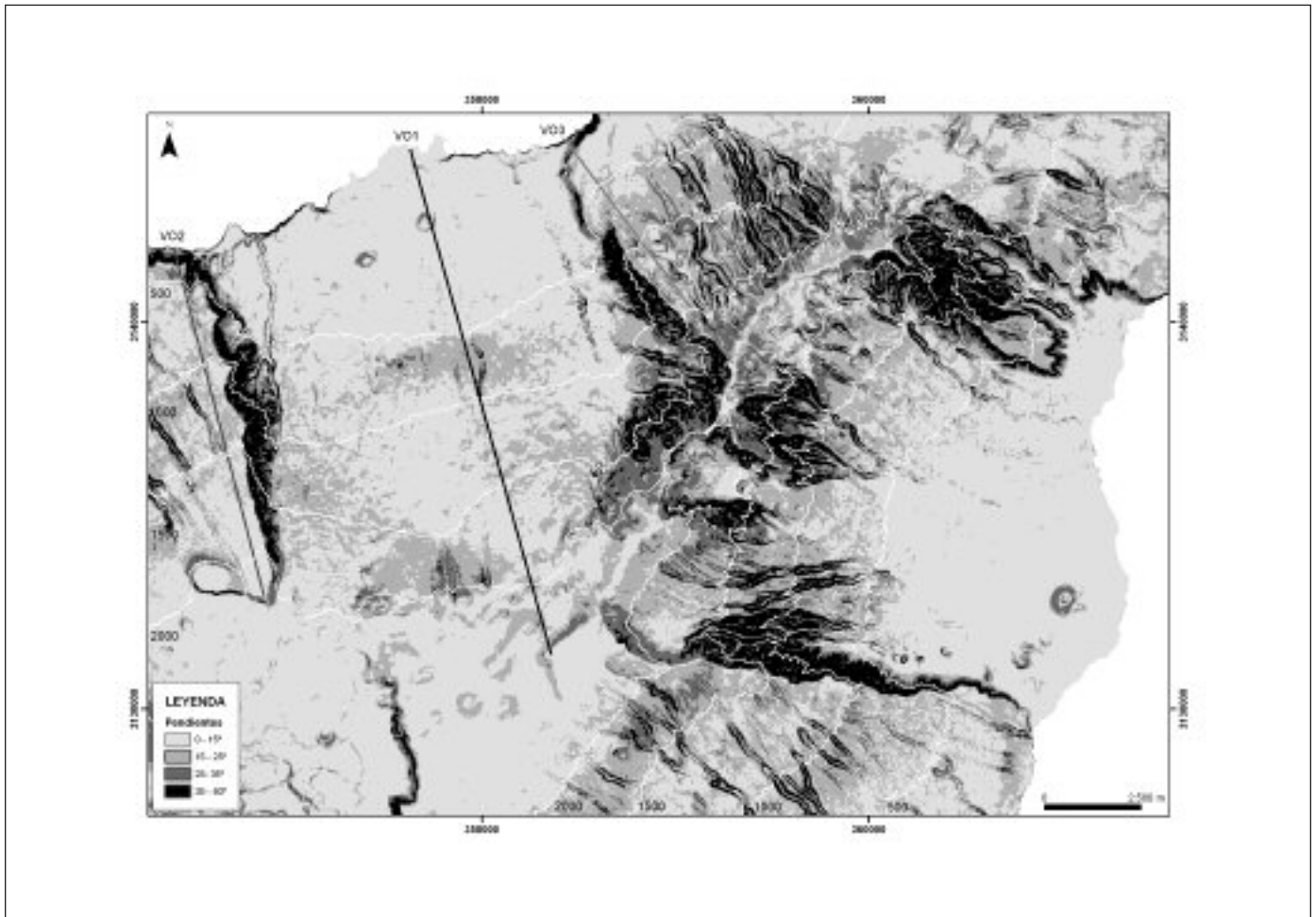


Fig. 2. Mapa de pendientes de los valles de Güímar y La Orotava, abiertos hacia el ESE y NNO respectivamente. Se observa el contraste entre las fuertes pendientes en los escarpes laterales y de cabecera (donde afloran materiales pre-deslizamiento) y las pendientes del fondo de los valles

Fig. 2. Slope map of Güímar and La Orotava valleys, opened toward ESE and NNW respectively. It can be observed the steep slopes of the lateral and head scarps (with pre-slide materials) in contrast with the bottom of the valleys

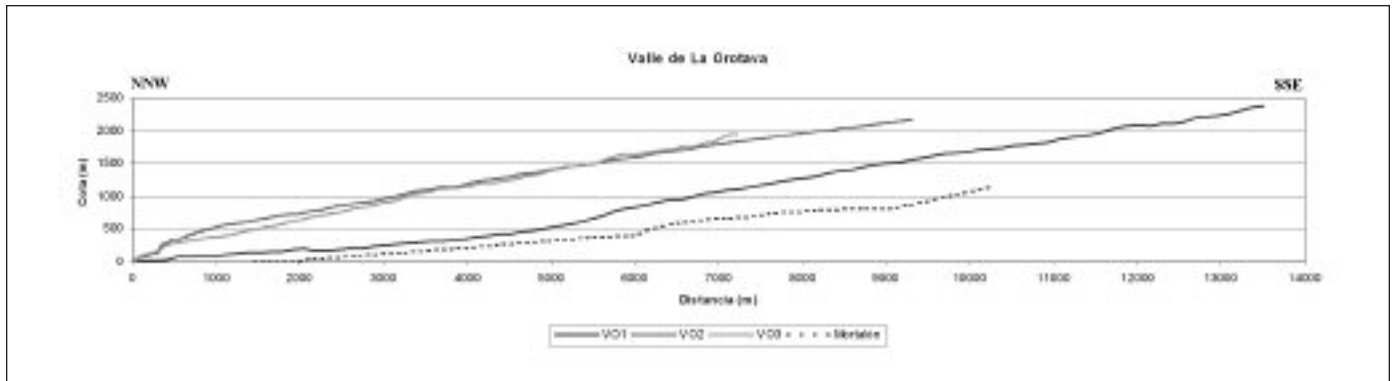


Fig. 3. Perfiles topográficos del valle de La Orotava correspondientes al centro (VO1, Fig. 1), a los escarpes laterales (VO2, VO3) y a la superficie del techo de los depósitos de deslizamiento ("mortalón") a lo largo del perfil VO1, realizado mediante la interpolación de más de 100 puntos localizados en las galerías subterráneas

Fig. 3. Topographical profiles of La Orotava valley corresponding to the centre of the valley (VO1, Fig. 1), lateral scarps (VO2, VO3) and surface of the landslide deposits ("mortalón") along the VO1 profile, carried out by interpolating more than 100 points located along the galleries

matriz areno-arcillosa que engloba en completo desorden bloques de roca de distintos tamaños (mm-m) y composición (basaltos, traquibasaltos, fonolitas...), no presentando estratificación ni grano-selección (Foto 1). La forma de los bloques es variada, de angulosos a subredondeados, siendo frecuente encontrar bloques muy deformados y fracturados. La matriz se ha clasificado dentro de los grupos SM, SM-ML, SM-MH, SC-CH, SC-CL de la clasificación USCS. Los minerales principales son silicatos (plagioclasas, piroxeno, anfíbol) y productos de su alteración (esmeclita).



Foto 1. Aspecto del "mortalón" en el interior de una galería, compuesto por una matriz areno-arcillosa que engloba bloques de distintos tamaños y composición diversa

Photo 1. View of the "mortalón" in the interior of the galleries composed by a sand-clayey matrix including blocks with different sizes and composition

La interpretación de los datos submarinos de batimetría permite observar que el valle de La Orotava desemboca en un importante canal de unos 6 km de anchura encajado entre pendientes de 10° a 20°, así como que los depósitos de los materiales deslizados llegan hasta varias decenas de kilómetros desde la línea de costa (Fig. 4). En el flanco sumergido del valle de Güímar se encuentra un abanico submarino de depósitos de avalancha con una típica morfología *hummocky* y un área del orden de centenas de km² (Fig. 5).

Consideraciones

Las características de paleodeslizamientos de Güímar y La Orotava ponen de manifiesto la singularidad de los procesos que han formado estos valles de Tenerife. Sus dimensiones y expresión geomorfológica, las características y localización de sus depósitos y la morfología de los flancos sumergidos, los convierten en un caso de estudio excepcional. En primer lugar cabe resaltar la configuración paralela y la longitud de sus escarpes (≈10 km), así como el importante contraste entre las suaves pendientes del fondo de los valles (<15°) y las fuertes pendientes de los escarpes laterales (hasta 80°). En segundo lugar destacan las características de los depósitos ("mortalón") localizados en el interior de las galerías de agua subterránea, formados por una brecha que engloba bloques de roca, de forma, tamaño y composición variada, en una matriz areno-arcillosa. Los materiales pre-deslizamiento, pertenecientes al Edificio Cañadas y al Edificio Dorsal afloran en los escarpes. Los depósitos de los deslizamientos están recubiertos de

materiales de relleno (post-deslizamiento) con espesor de 500 m o menor, formados principalmente por sucesiones de coladas basálticas (erupciones recientes). Finalmente destacan las características de los flancos submarinos de los valles de Güímar y la Orotava, donde se han localizado los depósitos de los deslizamientos transportados decenas de kilómetros, que han dejado una configuración del relieve sumergido propia de grandes procesos de movimiento de masas, como canales de incisión y abanicos de depósito.

Colaboradores

Este trabajo forma parte de una tesis doctoral dirigida

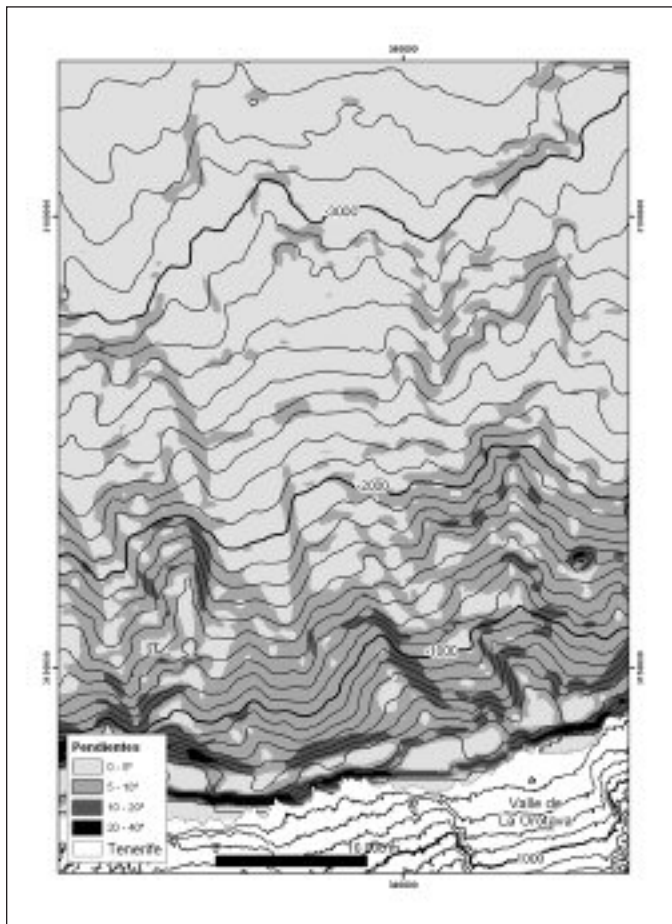


Fig. 4. Mapa de pendientes del flanco sumergido del norte de Tenerife. Se puede observar la cotinuación submarina del valle de La Orotava en un canal, con mayores pendientes en sus laterales, por el que se condujeron los materiales que recorrieron varias decenas de kilómetros

Fig. 4. Slope map of the north offshore flank of Tenerife. It can be appreciated the mouth of La Orotava valley into a submarine channel, with steeper lateral slopes

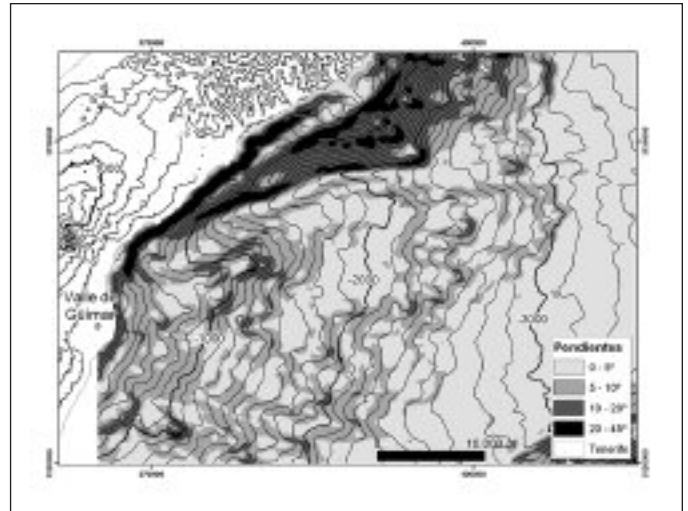


Fig. 5. Mapa de pendientes del flanco sumergido del este de Tenerife donde se puede observar la desembocadura del valle de Güímar en un abanico submarino de depósitos que cubre del orden de centenas de kilómetros cuadrados con una típica morfología hummocky

Fig. 5. Slope map of the east offshore flank of Tenerife where can be appreciated the mouth of the Güímar valley into a submarine depositional fan covering hundreds of square kilometres with a typical hummocky morphology

da por M. Ferrer (IGME) y L. González de Vallejo (UCM), enmarcada en el proyecto de investigación "GRANDETEN" del Plan Nacional I+D+I 2004-2007. En el trabajo han colaborado M. Ferrer, L. González de Vallejo, J. C. García (IGME), J. Coello (CIATFE), J.M. Navarro, M. Gómez (IEO) y J. Acosta (IEO).

Referencias

- Acosta, J., Uchupi, E., Muñoz, A., Herranz, P., Palomo, C., Ballesteros, M. y ZEE Working Group. 2005. Geologic evolution of the Canarian Islands of Lanzarote, Fuerteventura, Gran Canaria and La Gomera and comparison of landslides at these islands with those at Tenerife, La Palma and El Hierro. *Marine Geophys. Res.*, IV, 1-38.
- Ancochea, E., Fúster, J.M., Ibarrola, E., Cendrero, A., Hernán, F., Cantagrel, J.M. y Jamond, C. 1990. Volcanic evolution of the island of Tenerife (Canary Island) in the light of new K-Ar data. *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 44, 231-249.
- Ancochea, E., Bellido, F. y Huertas, M.J. 2004. Tenerife. En: *Geología de España* (Vera, J.A., Ed.), SGE-IGME, 654-658.
- Bravo, T. 1962. El circo de Las Cañadas y sus dependencias. *Boletín de la Real Sociedad de Historia Natural* 40, 93-108.
- Cantagrel, J.M., Arnaud, N.O., Ancochea, E., Fuster, J.M. y Huertas, M.J. 1999. Repeated debris avalanches on

- Tenerife and genesis of Las Cañadas caldera wall (Canary Islands). *Geology*, vol. 27, no. 8, p. 739-742.
- Coello, J. 1973. Las series volcánicas en subsuelos de Tenerife. *Estudios Geológicos XXIX*, 491-512.
- Navarro, J.M. y Coello, J. 1989. Depressions originated by landslide processes in Tenerife. European Science Foundation Meeting on Canarian Volcanism, Cabildo Insular de Lanzarote. Abstract, 231-234.
- Watts, A.B. y Masson, D.G. 1995. A giant landslide on the north flank of Tenerife, Canary Islands. *J. Geophys. Res.*, 100, 24487-24498.

Recido: diciembre 2005

Aceptado: julio 2006