

GEOMORFOLOGÍA CLIMÁTICA DEL VOLCÁN TEIDE

Constantino Criado Hernández
Profesor Titular de Geografía Física
de la Universidad de La Laguna

Resumen

En el paisaje del Teide y Pico Viejo se reconocen formas de eólicas, periglaciares y fluviotorrenciales. Las formas eólicas, escasamente representadas, derivan de la acción del viento sobre cuencas endorreicas derivadas del bloqueo del drenaje de la pared de Las Cañadas por las coladas volcánicas emitidas desde bocas ubicadas en la zona del Teide y Pico Viejo. Se limitan a pavimentos desérticos y dos tipos de dunas: las *nebkhas*, asociadas a la presencia de la retama del Teide (*Spartocytisus supranubius*) y las dunas trepadoras, creadas al ser obstaculizado el flujo eólico cargado de arena por un relieve abrupto. Las formas periglaciares son más variadas encontrándose importantes canchales de gelifractos—en los frentes y bordes de las coladas de las Lavas Negras (1,2 ka BP)—, suelos estriados —asociados a *lapilli* basáltico— y suelos poligonales y lóbulos de geliflucción sobre sustratos pumíticos. Las formas fluviotorrenciales son tanto de erosión como de acumulación; entre las primeras destacan los barrancos (*corredores*), que muerden los flancos oriental y meridional del Teide, con profundidades en torno a los 100 m y desniveles superiores a los 1.000 m. Los conos de deyección son amplios y muestran diferencias notables entre la vertiente norte y sur del Teide. Al sur, son amplios y, salvo coladas de *debris-flow* muy localizadas, se han elaborado en un lapso de tiempo que *grosso modo* abarca el Holoceno; al norte, los *debris-flow* son claramente posteriores a las Lavas Negras y ponen en evidencia una intensa actividad periglacial y fluviotorrencial en momentos tardíos del Holoceno Superior.

Palabras clave: modelado eólico, modelado periglacial, modelado fluvial, *proxy data*, Teide, Tenerife.

CLIMATIC GEOMORPHOLOGY OF THE TEIDE VOLCANO

Abstract

The landscape of Teide and Pico Viejo volcanoes shows aeolian, periglacial and fluvial landforms. The aeolian landforms are scarce and they derive from aeolian actions on sedimentary system like *playas*, produced by the damming of ravines come from Cañadas wall by the lava flow issued from vents located in Teide and Pico Viejo area. They are stone pavements and two kinds of sand-dunes: the *nebkhas* associated with *Spartocytisus supranubius* and climbing-dunes produced by the accumulation of sand against steep relief. Periglacial landforms are more abundant. There are important debris cone produced by frost weathering in the fronts and side of lave flows from Lavas Negras (1.2 ka BP), sorted stripes on basaltic *lapilli* and sorted polygons and gelifluction lobes on pumice substrata.

Fluvial landform can be erosive or depositional. In the first group we can see the ravines (*corredores*), cutting the eastern and southern sides of Teide volcano; normally 100 m depth the altitudinal gradient is around 1,000 m. The alluvial fans are big and show very clear differences between northern and southern sides of stratovolcano. In the southern flank, they are big and except few recent debris flow, has been produced along the Holocene time. In the northern flank the debris flow are younger than Lavas Negras being an evidence of very active periglacial and fluvial processes along the Late Holocene times.

Keywords: aeolian landforms, periglacial landforms, fluvial landforms, *proxy data*, Teide, Tenerife.

GÉOMORPHOLOGIE CLIMATIQUE DU VOLCAN TEIDE

Résumé

Dans le paysage du Teide et du Pico Viejo on reconnaît des formes d'éoliennes, périglaciaires et fluvio-torrentielles. Les formes éoliennes y sont peu représentées et dérivent de l'action du vent sur des vallées endoréiques dérivées du blocage du drainage de la paroi de Las Cañadas par les coulées volcaniques émises depuis des cratères situés dans la zone du Teide et Pico Viejo. Elles se limitent à des terrains déserts et deux types de dunes : les *nebkhas*, associées à la présence du genêt du Teide (*Spartocytisus supranubius*) et les dunes grimpantes, créées par l'obstruction du flux éolique chargé de sable, par un relief abrupt. Les formes périglaciaires sont plus variées. On y trouve d'importants terrains rocaillieux de gélifs - sur les fronts et les bords des coulées de Laves Noires (1,2 ka BP) -, de terrains striés - associés au *lapilli* basaltique -, de terrains polygonaux et de lobules de gelifiant sur des terrains de pierre ponce.

Les formes fluvio-torrentielles sont aussi bien formées d'érosion que d'accumulation ; parmi les premières on remarque surtout les ravins (*corredores*), qui mordent le flanc oriental et méridional du Teide et qui ont des profondeurs d'environ 100 mètres et des dénivellements supérieurs à 1000m. Les cônes de déjection sont amples et montrent des différences notables entre le versant nord et sud du Teide. Dans le sud ils sont amples et, sauf des coulées de debris flow très localisées, ils se sont formées en un temps que *grosso modo* est de la durée du Holocène ; au nord, les debris flow sont clairement postérieurs aux Laves Noires et mettent en évidence une intense activité périglaciaire et fluvio-torrentielle dans des moments tardifs de l'Holocène Supérieur.

Mots clef: moulage éolique, moulage périglaciaire, moulage fluvial, *proxy data*, Teide, Tenerife

Geomorfología climática del volcán Teide

Introducción

El Teide comienza a construirse después de generarse la Caldera de Las Cañadas. Nuevas dataciones de K/Ar retrasan los primeros eventos volcánicos a 198 ka (Carracedo *et al.*, 2007). Actividad volcánica más reciente ha sido fechada en 124 ka y 32 ka, siendo la más joven una antigüedad de sólo 1,2 ka (Lavas Negras). Pico Viejo es un estratovolcán más joven, presentando tres estadios en su construcción en torno a 27,5 ka, 20,7 ka y 17,5 ka. (Carracedo *et al.*, 2007). Rodeando estos estratovolcanes podemos ver varios domos félsicos y edificios basálticos generados a lo largo del Holoceno, escalonándose entre 9 ka y 1,7 ka BP (Carracedo *et al.*, 2007). De fecha histórica es la erupción de Las Narices del Teide (1798 AD) en la ladera SW de Pico Viejo (Romero, 1992). Obviamente, a causa de la importante actividad eruptiva acaecida a lo largo del Cuaternario la mayor de las formas del relieve reconocibles en el Teide son volcánicas. Sin embargo, en algunos lugares hay formas de relieve producidas por procesos periglaciares, eólicos y fluviotorrenciales. En este artículo presentamos una revisión de esta otra geomorfología que incrementa aún más el valor científico del Parque Nacional del Teide (Figura 1).

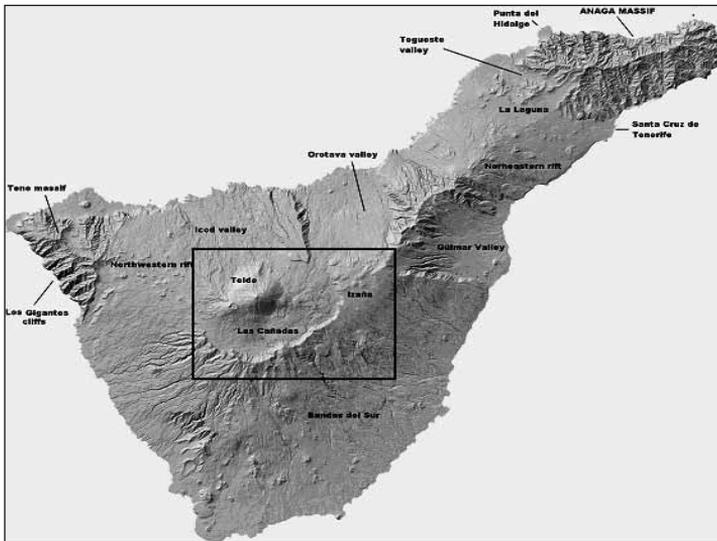


Figura 1. Localización de Las Cañadas del Teide en la isla de Tenerife.

Marco climático

El Teide y Pico Viejo se levantan por encima del mar de nubes del alisio. El clima a este nivel se caracteriza por una atmósfera estable, con un aire seco (el 90% de los días), ambiente soleado (3.448,5 horas/año) y escasas precipitaciones (entre 360 y 501 mm/año) que se registran durante 43,4 días (de los que 12,7 días son en forma de nieve) (Bustos y Delgado, 2000). El Teide presenta importantes variaciones climáticas relacionadas con cambios altitudinales y orientación de las pendientes; la mínima absoluta en la Base del Teide (2.372 m) fue de $-9,1^{\circ}\text{C}$, mientras que en Pico del Teide (3.530 m) bajó a $-16,8^{\circ}\text{C}$ (Criado, 2006). Podemos suponer que por encima de los 3.000 m la temperatura puede bajar de 0°C durante 11 meses al año, siendo el factor determinante para la acción morfogénica del hielo la presencia de agua en roca y regolita. La evapotranspiración potencial (ETP, Thornthwaite) oscila desde 546 a 682 mm/año, produciendo aridez desde julio a octubre. El viento de dirección NW es el más común en el área del Teide (50,1% del total), con una velocidad media 8,1 m/s y registros máximos de 53,2 m/s. En todo el parque el viento tiene capacidad para entrañar arenas y partículas finas; en algunos lugares los *dust devils* son potentes y frecuentes (Höllermann, 1984; Criado *et al.*, 2009) (Figura2).



Figura 2. *Dust-devil* recorriendo el Llano de Ucanca. Julio de 2010.
Foto cortesía Dr. Nick Brooks.

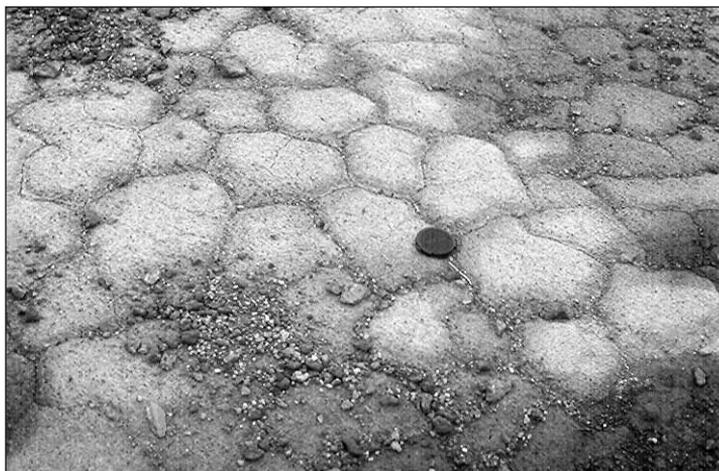


Figura 3. Polígonos periglaciares.



Figura 4. Lóbulos de soliflucción sobre pómez reciente en la ladera nordeste de Pico Viejo.

Geomorfología eólica

En el paisaje del Teide las formas de relieve son escasas y de reducidas dimensiones. Hemos diferenciado dos tipos de formas eólicas; la más abundante se sitúa en las áreas endorreicas localizadas al pie de la Pared de Las Cañadas; estas han sido rellenadas por las facies distales de sistemas de *aluvial fans*, que suministran arena y fracción fina generando sectores llanos y sin vegetación similares a las *playas* de las

regiones áridas. Aquí, la deflación eólica ha formado pavimentos desérticos muy densos (*stone pavements*); la fracción arenosa transportada forma dos tipos diferentes de dunas (Criado *et al.*, 2009). La primera deriva de la interacción entre los flujos eólicos cargados de arena con la vegetación arbustiva (*Spartocytisus supranubius*), generando *nebkhas*. El segundo tipo se produce cuando el viento, acarreado arenas, choca contra relieves abruptos y produce dunas trepadoras (*climbing dunes*).

Formas periglaciares

Los procesos periglaciares en las cumbres de Tenerife han sido reconocidos desde los años setenta (Höllermann, 1978; Morales *et al.*, 1977 y 1978). Los factores determinantes para el desencadenamiento de los procesos periglaciares son la temperatura del suelo por debajo de 0° C y la disponibilidad de agua. La evaporación real (> 2.000 mm/año) y las mediocres precipitaciones producen aridez edáfica durante la mayor parte del año. Así, solo después de lluvias intensas o tras la fusión de la nieve invernal, suelos y rocas llegan a estar lo suficientemente húmedos como para congelarse. La capa helada oscila entre 8 y 10 cm de espesor (Höllermann, 1978; Quirantes y Martínez de Pisón, 1994). Según altitudes y exposiciones los suelos pueden helarse entre 3 y 11 meses al año (Quirantes y Martínez de Pisón, 1994; Rodríguez *et al.*, 2010). La gelifracción es muy activa en las Lavas Negras, produciendo derrubios de ladera en los frentes y flancos de estas coladas, especialmente en la cara norte (Corredor de la Isla y Corredores Múnich).

En los sectores llanos es muy común el *pipkrake*, pero la capa activa es muy somera. Los movimientos del suelo derivados de los ciclos helada-deshielo crean suelos estriados y polígonos, ambos de reducido tamaño (Figura 4). Los primeros son usuales en las áreas ocupadas por *lapilli* basáltico mientras que los segundos aparecen en el cráter de Pico Viejo (Figura 5), alrededores del domo de Los Gemelos y cráter de Montaña Rajada (Martínez de Pisón y Quirantes, 1981; Quirantes y Martínez de Pisón, 1994).

Otras formas periglaciares son los lóbulos de gelifluxión (Figura 5). Aparecen siempre en depósitos de *ash-fall* pumítico, mostrando un desarrollo longitudinal de pocos metros y aspecto aterrazado. Los experimentos de campo han evaluado el movimiento de estos lóbulos en unos 50 cm/año (Höllermann, 1978).

Geomorfología fluviotorrencial

Barrancos

Los barrancos son largos, profundos y rectilíneos; su disposición es radial al-

rededor de la cima. El número original de ellos debió ser mayor que los que podemos ver hoy en día, pero la mayor parte de ellos han sido enterrados por la erupción de las Lavas Negras (1,2 ka BP). El gradiente altitudinal de estos barrancos en algunos casos es mayor de 1.200 m y sus profundidades normalmente menores de 100 y su pendiente alterna entre 30° y 40°. Los mayores barrancos son, de este a oeste, el Corredor de Mario (0,34 km²), el Corredor de La Corbata (0,74 km²) y el Corredor de La Bola (0,50 km²).



Figura 5. Vista del Corredor de La Bola.

La red hidrográfica inscrita en estos barrancos es muy simple, prácticamente sin jerarquizar; además, las cabeceras de los barrancos no están ensanchadas. Podemos concluir que son formas sencillas, pero, sin embargo, han sido desarrolladas desde al menos finales del Pleistoceno. Los barrancos recortan afloramientos rocosos del Teide con una antigüedad mínima de 32 ka (Carracedo *et al.*, 2007). La actividad de estos barrancos es esporádica, pero hay pruebas de una eficaz actividad morfogenética a lo largo del último milenio; el Corredor

de La Bola está parcialmente relleno por las Lavas Negras (Figura 7), y hoy en día podemos ver las coladas de esta erupción ocupando el fondo y las laderas occidentales de este barranco. La entrada de un ramal de estas coladas dentro del barranco modificó drásticamente el sector donde el canal de desagüe se unía con el *aluvial fan* de Cañada Blanca; el antiguo canal desapareció bajo las lavas y la escorrentía tuvo que buscar un nuevo camino, excavando un nuevo cauce, de 9,6 m de ancho por 4,8 m de profundidad, sobre las coladas traquíticas datadas en 17,5 ka BP; del mismo orden de magnitud es el tajo excavado por la escorrentía sobre los afloramientos de las Lavas Negras.

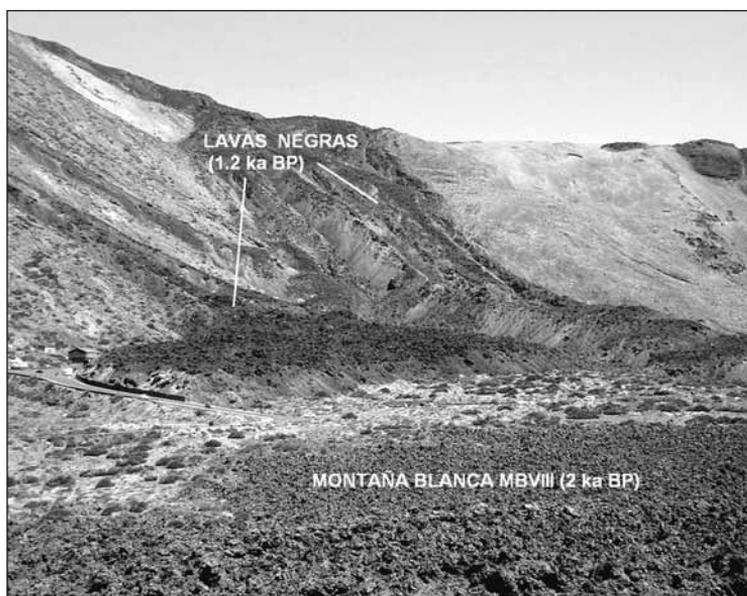


Figura 6. Imagen tomada desde Montaña Majua en la que se aprecia la disposición de las lavas de la fase VIII de Montaña Blanca (2 ka BP), el *aluvial fan* de Llano Roquillo y, superponiéndose a éste, las Lavas Negras (1,2 ka BP).

ALUVIAL-FAN Y DEBRIS-FLOW

Los *aluvial fans* (conos de deyección) son formas deposicionales que aparecen donde corrientes de agua emergen de cuencas montañosas entrando en zonas con menor poder de arrastre (Harvey, 1997). Por otro lado, los *debris-flow* son depósitos masivos, mal clasificados y con una matriz en la que aparecen elementos gruesos (Harvey, 1997).

En el conjunto Teide y Pico Viejo hay tres grupos de *aluvial fans*; el primero se

localiza al pie de las ladera sur del Teide (Bravo y Bravo-Bethencourt, 1989; Martínez de Pisón y Quirantes, 1981; Criado, 2006); el segundo se sitúa en la ladera meridional de Pico Viejo y el tercero en la cara norte del Teide (Corredores Múnich). Otros *aluvial fans* sitos al pie de la Pared de Las Cañadas no se incluyen en este artículo.



Figura 7. Corte en el que se aprecia la estructura interna del *debris-flow* que subyace bajo las Lavas Negras. Obsérvese el bloque de alunita proveniente de la zona solfatariana localizada en la parte alta del Corredor de La Bola.

El primer *aluvial fan* es una forma poligénica producida por el desmantelamiento erosivo de las laderas meridionales del Teide. El tamaño exacto de aquel es desconocido ya que una parte de él está enterrada bajo las coladas de algunos domos periféricos y por las Lavas Negras. Hoy el área visible del *aluvial fan* es de alrededor de 1,83 km², siendo su longitud máxima de 3,5 km. En su tramo distal, cerca del Parador Nacional de Turismo, el *aluvial fan* se apoya sobre coladas tefrofonolíticas emitidas desde Pico Viejo (20, 7 ka BP. Carracedo *et al.*, 2007), no descartándose que bajo ellas reposen sedimentos aluviales más antiguos. Hay evidencias de una importante actividad

torrencial en el Teide con posterioridad al emplazamiento de las coladas del Pleistoceno Tardío; en el sector medio del depósito hemos encontrado paquetes de cantos y gravas de *ash-fall* pumítico, mostrando formas redondeadas derivadas del transporte hídrico. Esto prueba la existencia de una importante actividad torrencial posterior a la erupción félsica de Montaña Majua (datada relativamente en 5-4 ka BP, Carracedo, 2006). La parte más oriental de este *aluvial fan* se apoya sobre las coladas de la fase VIII de Montaña Blanca, datada en 2 ka BP (Ablay *et al.*, 1995) y el primitivo canal, responsable del transporte de los sedimentos aluviales, ha sido rellenado por las coladas de las Lavas Negras (1,2 ka BP, Carracedo *et al.*, 2007) (Figura 8).

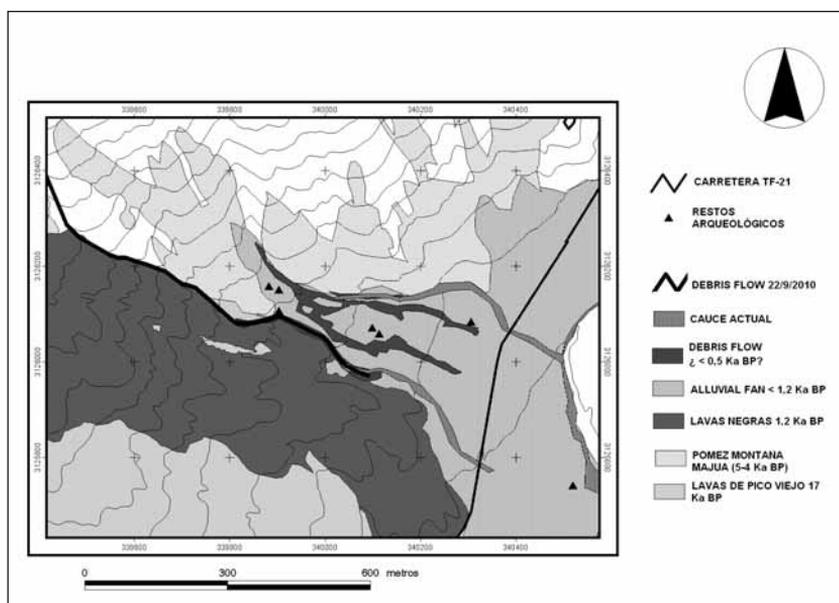


Figura 8. Mapa geomorfológico del *aluvial fan* de Cañada Blanca en su enlace con la desembocadura de los Corredores de La Bola y La Corbata.

Hacia el *apex* del *aluvial fan* de Cañada Blanca hay sectores ocupados por *debrisflow*, que incluyen *boulders* de los que el mayor tiene una masa de unas 18 tone-ladas. Asociados a estos *boulders* encontramos refugios y abundante cerámica guanche; en este caso la arqueología proporciona evidencias de procesos de *debris-flow* anteriores al siglo XVI AD. Además, en la trinchera de carretera TF-21 podemos observar la estructura interna del *debris-flow* coronada por una colada de las Lavas Negras (Figura 9), lo que permite retrotraer la formación de estos *debris-flow* a un momento anterior a dicho evento

eruptivo (1,2 ka BP. Carracedo *et al.*, 2007). Un detallado reconocimiento de campo de todos los *levées* de los *debris-flows* más recientes, que se sitúan encima de los *debris-flows* de mayor antigüedad que las Lavas Negras, no permitió encontrar ningún fragmento de cerámica o artefacto lítico de la cultura guanche. Por ello, nos parece probable que los *debris-flows* se hayan formado a lo largo de los últimos 500 años, coincidiendo con eventos extremos de

Tabla 1. Cronología de los diferentes <i>aluvial fans</i> y <i>debris flow</i> de la ladera sur del Teide basada en sus relaciones con formas volcánicas (Ablay and Martí, 1995; Carracedo <i>et al.</i> 2006), restos arqueológicos guanches y efectos producidos en bosques históricos.						
EVENTO ALUVIAL	EVENTO VOLCÁNICO	POSICIÓN	LITOLOGIA/FACIES	GEOMORFOLOGIA	EDAD ¹⁴ C O EDAD RELATIVA	RESTOS ARQUEOLÓGICOS
ACTIVIDAD ACTUAL		DEBRIS FLOW CORREDOR DE LA BOLA EN LOS CANALES	DEBRIS FLOW SEDIMENTOS ALUVIALES NO MUY GROSEROS (GRAVAS Y ARENAS))	DEBRIS FLOW MUY LOCALES FLUJO DE 2500 M DE LARGO CANALES FLUVIALES ESTRECHOS Y SOMEROS TOCONES DE ÁRBOLES AFECTADOS	22 SEP 2010 ACTUAL	NO HAY EVIDENCIAS
ALLUVIAL FAN DE 1826?		DESEMBOCADURA DE LOS BARRANCOS DE LA BOLA Y LA CORBATA	DEBRIS FLOW	DEBRIS FLOWS CON LEVÉES BIEN CONSERVADAS	SIGLO XIX D.C.	NO HAY EVIDENCIAS
LAVAS NEGRAS		LAVAS EMITIDAS DESDE EL CRÁTER DEL TEIDE	FONOLITA	LARGAS COLADAS AA	663-943 D.C.	
ALLUVIAL FAN DEL ROQUILLO		ALLUVIAL FAN INACTIVO (CANAL RELLENO POR LAS LAVAS NEGRAS)	ALLUVIAL FAN	DENSO STONE PAVEMENT, BOULDERS AISLADOS, PROCESOS EÓLICOS	ENTRE N 65-95 D.C. AD A 663-943 D.C.	RESTOS DE CERÁMICA Y OBSIDIANA TALLADA DE LA CULTURA GUANCHE

ALLUVIAL FAN DE LA ESTACIÓN DEL TELEFÉRICO	CASI INACTIVO, DÉBIL ACTIVIDAD EN LA PARTE INFERIOR DE LAS PEQUEÑAS BARRANQUERAS PRÓXIMAS A LA ESTACIÓN DEL TELEFÉRICO		DENSO <i>STONE</i> <i>PAVEMENT</i> , <i>BOULDERS</i> AISLADOS	ANTIGÜEDAD SUPERIOR AL SIGLO XVI D.C.	RESTOS DE CERÁMICA Y OBSIDIANA TALLADA DE LA CULTURA GUANCHE
ALLUVIAL FAN DE CAÑADA BLANCA	EN LA ANTIGUA CINFLUENCIA DE LOS BARRANCOS DE <i>LA BOLA</i> AND <i>LA CORBATA</i>	DEBRIS FLOW, INCLUYENDO BLOQUES DE ALUNITA PROCEDENTES DEL CRÁTER DEL TEIDE	DENSO <i>STONE</i> <i>PAVEMENT</i> , ABUNDANTES <i>BOULDERS</i> DE GRAN TAMAÑO	ANTIGÜEDAD SUPERIOR AL SIGLO XVI D.C. Y 663- 943 D.C.	RESTOS DE CERÁMICA Y OBSIDIANA TALLADA DE LA CULTURA GUANCHE. ALGUNAS CABAÑAS
MONTAÑA BLANCA (MBVIII)	ERUPCIÓN DE DOMO VOLCANICOEVENT EN EL FLANCO ORIENTAL DEL TEIDE	FONOLITA	LAVAS DOMÁTICAS DE CORTO RECORRIDO Y AMPLIAS SUPERFICIES SUBIERTAS POR PÓMEZ ,	65-95 D.C.D ¹	
¹ Según ABLAY ET AL. 1995, ² SEGÚN CARRACEDO ET AL. 2007					

lluvia intensa (Figura 10); en este sentido la tormenta más importante registrada durante el periodo histórico de Canarias fue el huracán que se produjo en 1826 (Bethencourt y Dorta, 2010). En la actualidad la actividad hidrológica de los canales está limitada a cortos periodos de actividad derivados de la fusión de nieves o lluvias intensas; algunos tocones de árboles (*Pinus radiata*), parcialmente recubiertos por sedimentos recientes, son pruebas sólidas de esta esporádica actividad fluvial. No obstante, el 22 de septiembre de 2010 se produjo una tormenta inusual, con lluvias que alcanzaron los 90 mm/24 horas y temperaturas superiores a 0° C a cotas equivalentes a la altitud de la cima del Teide; una importante cantidad de agua se captó en la cabecera del Corredor de La Bola, erosionando intensamente el sector cimero, rico en material suelto y fino derivado de la alteración solfatariana; la erosión y transporte de este material formó un *debris-flow* de 2,5 km de largo que se detuvo a escasos metros de la carretera TF-21 (Tabla 1).

Los aluviones presentes en las pendientes meridionales de Pico Viejo son menos importantes. Derivan del transporte de sedimentos a través de pequeñas barranqueras que cortan los flancos del estratovolcán. La actividad

actual de estos canales es muy poco significativa, produciendo sólo el movimiento de gravas y arenas dentro de ellos; fuera de estos canales la superficie muestra abundantes restos arqueológicos guanches, que prueban una cierta estabilidad de las formas de acumulación desde al menos el siglo XVI AD.

Los depósitos aluviales de los Corredores Múnich son más recientes. En la parte baja de los conos y taludes de derrubios aparece un sistema de *debris-flow* con *levées* de bordes muy marcados. Los más bajos topográficamente han sido colonizados por un pinar natural a lo largo del último siglo. Los más elevados muestran evidencias de su carácter reciente, estando formados esencialmente por bloques y clastos producidos por la gelifracción en las brechas freatomagmáticas de las Calvas del Teide y coladas de las Lavas Negras.

En contraposición a las laderas meridionales del Teide, donde la mayor parte de los sedimentos aluviales son más viejos que las Lavas Negras, en la ladera norte son claramente más jóvenes que éstas; la contribución de fragmentos rocosos de dicha erupción es mayoritaria en la composición sedimentaria de este *debris-flow*. Además, los *debris-flows* más bajos reposan sobre las Lavas Negras. En síntesis, la génesis de los *debris-flows* en la ladera norte del Teide se ha producido a lo largo del último milenio, siendo probable una mayor actividad de los mismos durante la Pequeña Edad del Hielo (siglos XV-XIX AD).

Conclusión: Geomorfología climática y cambio climático

Las formas de relieve vinculadas al clima pueden ser usadas como *proxy data* para el estudio de los paleoclimas en los sectores cumbreños de Tenerife. La génesis de los *aluvial fans* en la ladera meridional del Teide es una prueba de procesos torrenciales activos producidos por importantes suministros de agua a los barrancos. Hoy en día la actividad hidrológica es esporádica ya que los principales tipos de tiempo capaces de generar precipitaciones se producen en otoño, invierno y primavera, cuando la temperatura por encima de los 2.500 m de altitud se sitúa por debajo de los 0° C, dando como resultado nevadas, y no lluvias intensas. El agua almacenada como nieve no está, por tanto, disponible para producir procesos torrenciales. El único evento conocido en los últimos 60 años ha sido el *debris-flow* desencadenado el 22 de septiembre de 2010; en este caso un episodio de lluvias intensas se produjo durante una tormenta cálida.

La magnitud del *aluvial fan* y la inclusión de *boulders* en el *debris-flow* de La

Corbata, producido con anterioridad a 1,2 ka BP, solo puede ser explicado como el resultado de un evento extremo de lluvias que no ha sido visto durante los últimos 500 años (Tabla2). Estos eventos extremos sólo pueden tener dos orígenes:

a) Huracanes tropicales, los cuales no son frecuentes en Canarias. Durante el periodo histórico de Canarias el único reconocido ha sido el Huracán de 1826. Es probable que éste haya sido el responsable de la génesis de los *debris-flows* recientes sin restos arqueológicos guanches asociados a los mismos.

b) Una tormenta inusual vinculada a un evento volcánico produciendo una importante nube convectiva. La más probable podría haber sido la erupción subpliniana de Montaña Blanca, pero el hecho de que el *aluvial fan*-recubra las coladas de la fase VIII de Montaña Blanca descarta esta hipótesis. De este modo, la única alternativa sería la erupción de las Lavas Negras. Futuras investigaciones, que habrán de incluir dataciones absolutas de los *aluvial fans* y *debris-flows*, basados en la datación de hogares guanches por ^{14}C y de *boulders* por nucleídos cosmogénicos, proporcionarán pruebas sólidas acerca de la simultaneidad o no entre eventos volcánicos y actividad torrencial.

Los *debris-flows* en la ladera norte del Teide se han desarrollado después de la erupción de las Lavas Negras y son una prueba clara de una intensa actividad periglaciaria. Estudios recientes acerca de las condiciones térmicas en La Rambleta (a 3.500 m de altitud y con exposición norte) muestra condiciones para la formación de hielo durante 11 meses/año, alcanzando una profundidad de 50 cm (Rodríguez *et al.*, 2010). Una mayor disponibilidad de agua derivada de la fusión de una nieve invernal más abundante, con la infiltración disminuida como consecuencia de una capa helada, desencadenaría los *debris-flows* sobre un importante stock de derrubios derivados de una gelifracción más activa. Algunos de los *debrisflow*, colonizados hoy por el pinar podrían estar relaciones con procesos más activados desarrollados a lo largo de la Pequeña Edad del Hielo (Tabla 2).

Tabla 2. Cronología de los *debris flow* de la ladera norte Teide basada en sus relaciones con formas volcánicas (Carracedo *et al.* 2007), restos arqueológicos guanches y efectos producidos en la bosques históricos.

EVENTO ALUVIAL	EVENTO VOLCÁNICO	POSICIÓN	LITOLOGIA/ FACIES	GEOMORFOLOGIA	EDAD ¹⁴ C O EDAD RELATIVA	RESTOS ARQUEOLÓGICOS
	ACTIVIDAD ACTUAL	<i>CORREDORES MUNICH</i>	DEBRIS FLOW	DEBRIS FLOW BIEN DESARROLLADOS	PRESENTE	NO HAY EVIDENCIAS
	PEQUEÑA EDAD DEL HIELO	<i>CORREDORES MUNICH</i>	DEBRIS FLOW	DEBRIS FLOW BIEN DESARROLLADOS (HOY BAJO CUBIERTA FORESTAL)	1,2-0 BP	NO HAY EVIDENCIAS
	LAVAS NEGRAS	LAVAS EMITIDAS DESDE EL CRÁTER DEL TEIDE	FONOLITA	LARGAS COLADAS AA	663-943 D.C.	

Referencias

- ABLAY, G.J., ERNST, G.G.J., MARTÍ, J., SPARK, R.J.S. (1995). The subplinian eruption of Montaña Blanca, Tenerife. *Bull. Volcanol* 57. 337-355.
- BETHENCOURT, J., DORTA, P. (2010). The Storm of November 1826 in the Canary Islands: possibly a tropical cyclone? *Geografiska Annaler, Serie A* 92 (3). 329-337.
- BRAVO, T., BRAVO-BETHENCOURT, J. (1989). Mapa volcanológico de Las Cañadas y Teide-Pico Viejo. In Araña V, Coello J (Eds) Los Volcanes y la caldera del Parque Nacional del Teide. ICONA, Madrid.
- BUSTOS, J.J., DELGADO, F. (2000). Climatología del Parque Nacional de Las Cañadas del Teide. <http://www.iac.es/proyect/sitesting/TOPSITES/principal.html>
- CARRACEDO, J.C. (2006). El Volcán Teide. CajaCanarias, Santa Cruz de Tenerife.
- CARRACEDO, J.C., RODRÍGUEZ -BADIOLA, E., GUILLOU, H., SCAILLET, S., PATERNE, M., PÉREZ-TORRADO, F.J., PARIS, R, FRA-PALEO, U., HANSEN, A. (2007). Eruptive and structural history of Teide Volcano and rift zones of Tenerife, Canary Islands. *Geological Society of America* 119 (9-10). 1027-1051.
- CRIADO, C. (2006). Geomorfología del Teide y de las dorsales activas. Parte II geomorfología climática. En Carracedo (Ed) Los volcanes del Parque Nacional del Teide: el Teide, Pico Viejo y las dorsales activas de Tenerife, OAPN-Ministerio de Medio Ambiente, Madrid.
- CRIADO, C., MACHADO, C., AFONSO, J. (2009). Geomorfología eólica del parque nacional del Teide. En Beltrán, Afonso-Carrillo, García Rodríguez (Eds) Homenaje al Prof.Dr. Wolfredo Wildpret, IEC, Santa Cruz de Tenerife.
- HARVEY, A. (1997). The role of alluvial fans in arid zone fluvial systems. En Thomas (ed) *Arid Zone Geomorphology: Process, Form and Change in Drylands*. Wiley & Sons, Ltd. Chichester.
- HÖLLERMANN, P. (1978). Soil movements in the subtropical mountain environment of High Tenerife (Canary Islands) *Colloquesur le périglaciaire d'altitude actuel et herité dans le domain méditerranéen et ses abords*. 91-112.
- HÖLLERMANN, P. (1984). Studien zur Aktuellen Morphodynamik und Geökologie der Kanareninseln Teneriffa und Fuerteventura. Vancenlocs & Roprecht. Göttingen.

MARTÍNEZ DE PISÓN, E., QUIRANTES, F. (1981). El Teide. Estudio Geográfico. Ed. Interinsular Canaria. Santa Cruz de Tenerife.

MORALES, A., MARTÍN, F., QUIRANTES, F. (1977). Formas periglaciares en Las Cañadas del Teide. ACT, Santa Cruz de Tenerife.

MORALES, A., MARTÍN, F., QUIRANTES, F. (1978). Formas periglaciares en Las Cañadas del Teide. *Colloque sur le périglaciaire d'altitude actuel et hérité dans le domaine méditerranéen et ses abords*. 79-90.

QUIRANTES, F., MARTÍNEZ DE PISÓN, E. (1994). El modelado periglacial de Canarias. En Gómez-Ortiz, Simón, Salvador (Eds). Periglaciario en la Península Ibérica, Canarias y Baleares. SEG, Granada.

RODRÍGUEZ, M., JIMÉNEZ, C., TEJEDOR, M. (2010). Estudio de la temperatura de los suelos de la isla de Tenerife. Fundación canaria Salud y Sanidad de Tenerife, Santa Cruz de Tenerife.

ROMERO, C. (1992). Estudio geomorfológico de los volcanes históricos de Tenerife. ACT, Santa Cruz de Tenerife.