

ERIA. 1981, pp. 69-76

EDUARDO MARTINEZ DE PISON y FRANCISCO QUIRANTES GONZALEZ

LOS PENITENTES DEL TEIDE

Los penitentes constituyen una morfología característica de los campos de nieve de la alta montaña subtropical. Su presencia en el Teide aporta un dato más para la inclusión de este volcán en ese ámbito morfoclimático bien definido. El estudio de estos penitentes reafirma las conclusiones establecidas por investigaciones ya realizadas sobre procesos periglaciares en el alto Tenerife (1) y ayuda a comprender mejor otros procesos y formas de origen nival y periglacial más recientemente observados en el ámbito de Las Cañadas.

Si los micropenitentes pueden darse sobre cualquier campo de nieve, los verdaderos penitentes, como forma normal de ablación, sólo aparecen, según Lliboutry, en aquellas regiones que reciben nevadas y "donde existe un largo período seco sin precipitaciones, con cielo descubierto, aire frío y muy seco", es decir, el clima típico de "las muy altas montañas subtropicales" (2) y también de Las Cañadas. Efectivamente, en Las Cañadas y el Teide el cielo despejado es frecuente, incluso en invierno, el aire es seco, las temperaturas bajas, la insolación fuerte (3). Según los glaciólogos, la formación de penitentes es incompatible con importantes lluvias de primavera y verano y nosotros hemos podido comprobar cómo sus formas se acentúan los días secos y tienden a atenuarse tras unas breves y débiles precipita-

ciones.

Aunque la existencia de penitentes en el Teide sólo ha sido señalada una vez anteriormente (4), nosotros los hemos observado durante todo su proceso de formación a lo largo del mes de mayo y comienzos de junio de 1979 y hemos comprobado su existencia en años anteriores, también en el mes de mayo, por documentos fotográficos. De todas maneras, su formación depende de que la cantidad de nieve caída durante el invierno sea importante y llegue hasta la primavera con superficie y espesores suficientes. Otro aspecto interesante que muestran estos penitentes teideanos es la existencia de un importante condicionante en su formación, como es la pendiente, que no ha sido destacado por los autores que han tratado este tema.

Lliboutry distingue dos tipos de formas derivadas de la fuerte fusión primaveral y estival en un campo de nieve. Por un lado la constitución de surcos paralelos y trazados según la pendiente, con perfil en U, bajo una intensa ablación de primavera, en días secos y con nieve helada a poca profundidad.

Por otra parte, en un campo de nieve horizontal indica la existencia de un movimiento vertical del agua de fusión a través de nieve porosa, permeable. Este drenaje vertical se establece a partir de un nevero que va tomando una superficie rugosa de nieve "en panal", con depresiones redondeadas centimétricas. Con fuerte evaporación las crestas permanecen heladas y las hoyas se impregnan de agua de fusión, pasando el conjunto gradualmente a un campo de penitentes. Las hoyas se unen, se establecen corredores que entran en fusión a mediodía con reflexión múltiple en las paredes y acumulación de humedad, al tiempo que los tabiques intermedios o penitentes permanecen duros, gracias a la intensa evaporación. En las hoyas disminuye la evaporación hasta que se alcanza la fusión, pero la aparición de los penitentes acarrea que la nieve absorba más radiaciones solares y que se evapore más, de modo que el balance hidráulico es débil y apenas hay escorrentía.

De esta manera, dicho autor define los penitentes como "láminas alineadas aproximadamente en sentido este-oeste e inclinadas hacia el sol..., resultado de una ablación desigual de la nieve". En líneas generales esta definición concuerda con nuestras observaciones, pero en la explicación del proceso expuesto por Lliboutry no entran algunos condicionantes, claramente visibles en el Teide y que tienen influencia directa en la configuración de los penitentes. Lliboutry razona todo el proceso en función de la orientación, que determina el sentido de los tabiques, dispuestos tangencialmente a los rayos solares, es decir este-oeste y supone que las desviaciones posibles se deben a interferencias de carácter secundario.

Las excepcionales nevadas de enero de 1979, repetidas, largas y copiosas, dieron lugar a una extensa, profunda y duradera cobertura niväl del Teide, que se mantuvo ampliamente hasta mediados de abril. La ventisca acumuló nieve de modo especial en los sectores de topografía propicia para ello, como los canales de las coladas o el rellano de la Rambleta, a unos 3.500 m de altitud, por debajo y al este del cono terminal, repisa estructural que corresponde a la posición del cráter del Teide antiguo, enmascarado por las lavas recientes. Los campos de nieve más duraderos se encuentran en esta zona y en las laderas septentrionales del volcán. Se observa en los neveros una estratificación fina y muy marcada.

Hemos observado en las nieves de la zona este y a lo largo del mes de mayo el proceso completo de formación de penitentes. En el paso de abril a mayo comenzó el descubrimiento del Teide, pero aún a principios de este último mes existía una amplia capa de nieve por encima de los 3.275 m en la zona oriental del volcán, aunque con frecuentes afloramientos rocosos y con el cono terminal descubierto, como consecuencia del barrido de ventiscas y del calor emitido por el sustrato rocoso. Por debajo de dicha cota la nieve ocupaba manchas dispersas pero abundantes. Tras una temporada de insolación, los primeros inicios de penitentes aparecían a 3.300 m en alineaciones paralelas de surcos y tabiques centimétricos según la pendiente y orientados al NE. Destacaban en los surcos alineaciones de hoyas elípticas, con su eje mayor siguiendo la pendiente, denotando una ablación en vertical sobre nieve permeable, sin drenaje superficial de agua de fusión y con rehielo nocturno. Se combinaban así una profundización directa con un alargamiento según la inclinación de la vertiente. Entre los surcos con hoyas destacaban aristas y pináculos, sólo esbozados, pero netos.

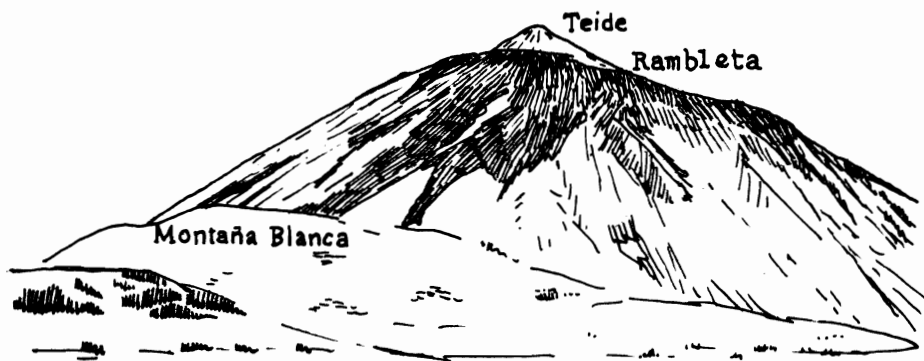


Fig. 1

Pasado mediados de mayo, tras unas cortas lluvias, la fusión de la nieve estaba acentuada y los penitentes más bajos se habían borrado, aún subsistiendo el nevero. Más arriba (3.400 m) aparecían formas de penitentes romos, en proceso de desfiguración, llamados sun-spikes, como consecuencia de las precipitaciones mencionadas. En la Rambleta se encontraba un amplio campo de penitentes bien formados, de 2 m de alto por 1 m de separación entre los tabiques y varias manchas menos extensas y en estado más avanzado de evolución. Las alineaciones de los penitentes distribuidos en el arco oriental del Teide (ENE-SSE) seguían netamente las direcciones de las generatrices del cono; por lo tanto, la pendiente aparecía como el condicionante fundamental. Las variaciones locales de pendiente desviaban los rumbos de los tabiques, siempre en función de la máxima inclinación. Sin embargo, como es lógico, dada la disposición general de la falda del

cono, el componente Este era dominante, con lo cual no queda perturbada tampoco la orientación aproximada, señalada por Lliboutry. Puede ser un condicionante apreciable el hecho de que exista una topografía favorable a la acumulación de nieve en altitud justamente en el arco oriental del cono, con lo que coinciden las líneas de pendiente con la orientación teórica aproximada; de todos modos son las variaciones de pendiente quienes determinan los diversos rumbos de las alineaciones de penitentes de NE a SE.

En detalle eran observables las diferencias clásicas entre las paredes de umbría y solana, suavemente cóncavas estas últimas, típicas de penitentes de primavera. Un sector del nevero, cortado por un cantil de 1 m 1/2, no presentaba penitentes, sino nieve "en panal"; en general eran visibles diversos estadios de desarrollo de los penitentes, desde su aglomeración en un campo extenso -los más abundantes- y los tabiques entre surcos muy profundos, hasta los pináculos aislados.

A finales de mayo, tras una etapa de insolación, sin ninguna lluvia, los sun-spikes se habían regenerado en penitentes. El campo de la Rambleta entró en fase de disyunción, alcanzando las hoyas el suelo rocoso, con disociación de tabiques y pináculos y fusión acelerada y caída al mediodía de penitentes aislados. Bajo las hoyas, muy pronunciadas, aparecían concavidades de fusión, en cuyos techos se abrían agujeros hasta su desaparición. Estas concavidades prueban una fusión subnival; pero el sustrato rocoso, muy permeable, no permitía ver si existía o no escorrentía bajo el nevero.

En resumen, en todo el proceso se observa la importancia decisiva de la fusión superficial por insolación, a partir de las irregularidades de la nieve en panal, que se incrementan hacia abajo y se alargan según la pendiente. La fusión se debe a una insolación fuerte con un ángulo de incidencia de los rayos solares próximo a la vertical, sobre nieve permeable, con alta evaporación y con rehielo nocturno. Las hoyas elípticas se alinean según la pendiente y profundizan verticalmente al tiempo que unen sus ejes mayores, aislando tabiques y pináculos hasta que tocan la bóveda subnival y se descubre el suelo, se disocian los penitentes y desaparecen. No cabe duda de que en la hoya se concentra un proceso de autocatálisis y que existe una dialéctica entre pendiente y ahondamiento vertical. Parece correcto pensar, por tanto, que nos encontramos ante una forma mixta, debido a la importancia de la pendiente, entre los penitentes ideales, según la descripción de Lliboutry, y los surcos en forma de U de fusión primaveral fuerte. La combinación de nieve en panal y surcos en U y la dialéctica entre los dos procesos de ahondamiento y alineación explican suficientemente el desarrollo de los penitentes del Teide. Otros muchos aspectos de detalle presentan también interés, pero los datos apuntados constituyen el aspecto más importante de este fenómeno.

En marzo de 1980 observamos también la formación de penitentes en neveros residuales, de espesor y superficie menores que los del año anterior, a lo largo de todo el arco E-SE de la Rambleta y sus inmediaciones. Las alineaciones seguían siendo las mismas, aunque el tamaño más frecuente de las agujas oscilaba sólo, debido a la delgadez de la capa de nieve, entre los 3 y 10 cm. La nieve se encontraba helada en coraza. En las mismas fechas, en zonas más bajas y donde abundan las pumitas, al caer éstas sobre los neveros, se ocasiona gran cantidad de crioconitas; su fuerte densidad

da unas formas de ablación singulares, que debe ser tenida en cuenta, junto a las de los penitentes, no sólo como un tipo más de proceso de fusión de nieve con dominante vertical, frecuente en el Teide, sino también como consecuencia de las diferencias de temperatura entre aire y suelo, determinadas por la radiación solar.

A comienzos de julio de 1979 hemos observado también la abundante formación de penitentes en la nieve recubriente del glaciar de Minapin, en el Kara Korum noroccidental, entre los 4.000 y los 4.600 m de altitud. Ocasionalmente existían penitentes de pequeñas dimensiones a mayores cotas. Aunque aquellos penitentes no llegaron a desarrollarse posteriormente por un cambio en las condiciones de ablación, sus características eran muy similares a las de los existentes en el Teide por su asociación con hoyas y surcos en U y, sobre todo, porque sus alineaciones seguían en todos los casos las máximas pendientes, al margen de cualquier orientación preferente. Esta coincidencia parece, por tanto, confirmar el papel decisivo de estos factores en la génesis de los penitentes, así como la diferente evolución observada indica la imposibilidad de su formación o desarrollo en condiciones climáticas distintas a las ya apuntadas, en las que destacan la fuerte insolación, la sequedad del aire y el contraste térmico diurno con máximas suaves.

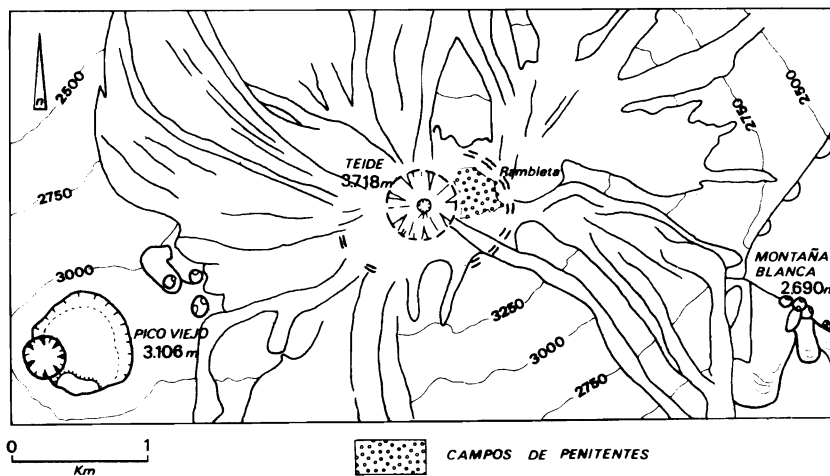


Fig. 2. Esquema de situación de los campos de penitentes en el Teide

Sin embargo, en abril de 1980, en los amplios neveros residuales de la cara norte del Teide, a la misma cota de la Rambleta, aparecían pequeños penitentes y alineaciones de tabiques de 20 cm de altura -el espesor de la nieve-, claramente orientados al Este y perpendiculares a la pendiente. La nula significación aquí de este factor, en contraste con las vertientes oriental y suroriental parece deberse al efecto más atenuado de la insolación de la cara norte. La mayor tangencialidad de la incidencia de los rayos se suma al menor tiempo diario de insolación importante -sólo

el centro del día- y a la más breve temporada en que aquí se pueden causar estas formas de fusión, para disminuir o anular la importancia de los surcos en U, que siguen la pendiente; en cambio, los efectos de un deshielo casi exclusivamente restringido al mediodía, con el sol en su posición vertical, agudizan las consecuencias del paso solar Este-Oeste, dando lugar a marcadas alineaciones en este sentido de tabiques de nieve dura, con su pared sur en pronunciada visera, por la mayor ablación.

Debe añadirse el Teide, por tanto, a las zonas de alta montaña subtropical, caracterizadas por estas zonas de ablación, como los Andes, el Himalaya, Hindu Kush, Pamir, montañas del Irán, Kilimanjaro, etc. Pero, sobre todo, interesa destacar la cualificación que este hecho otorga al volcán desde un punto de vista morfoclimático. La existencia de los penitentes supone unas condiciones medioambientales que, junto a los datos aportados por las investigaciones, ya publicadas, sobre formas periglaciares en las Cañadas y los recientes estudios realizados por nosotros, que complementan las anteriores observaciones, sobre guirnaldas nivo periglaciares, suelos poligonales, lóbulos y formas de soliflucción en Montaña Rajada (2.500 m) y suelos poligonales y estriados en el cráter de Pico Viejo (3.000 m), entre otros lugares, permite clasificar uno de los sistemas morfogenéticos más interesantes del Teide y Las Cañadas.

N O T A S

- (1) Morales, A., Martín Galán, F., Quirantes, F.: Formas periglaciares en las Cañadas del Teide (Tenerife). Santa Cruz de Tenerife, Aula de Cultura del Cabildo Insular de Tenerife, 1977, 81 págs.
- (2) Lliboutry, L.: Traité de Glaciologie. París, Masson, 1964, pág. 374.
- (3) Huetz de Lempis, A.: Le climat des îles Canaries. París, Publication de la Faculté des Letres et Sciences Humaines de París, 1969, 224 págs.
- (4) En mayo de 1958 Blumenthal observó la existencia de penitentes en la Rambleta y en 1961 publicó dos fotografías sobre estas formaciones de nieve con unos breves comentarios. En ellos recogió la más vieja hipótesis que intentó explicar la génesis de estas formas -formulada por Darwin en 1835- y atribuyó a la dirección del viento la orientación tomada por las alineaciones de deshielo. Ver Blumenthal, M.M.: "Rasgos principales de la geología de las islas Canarias con datos sobre Madeira". Boletín del Instituto Geológico y Minero de España. Tomo LXXII, 1961, fots. 17 y 18.

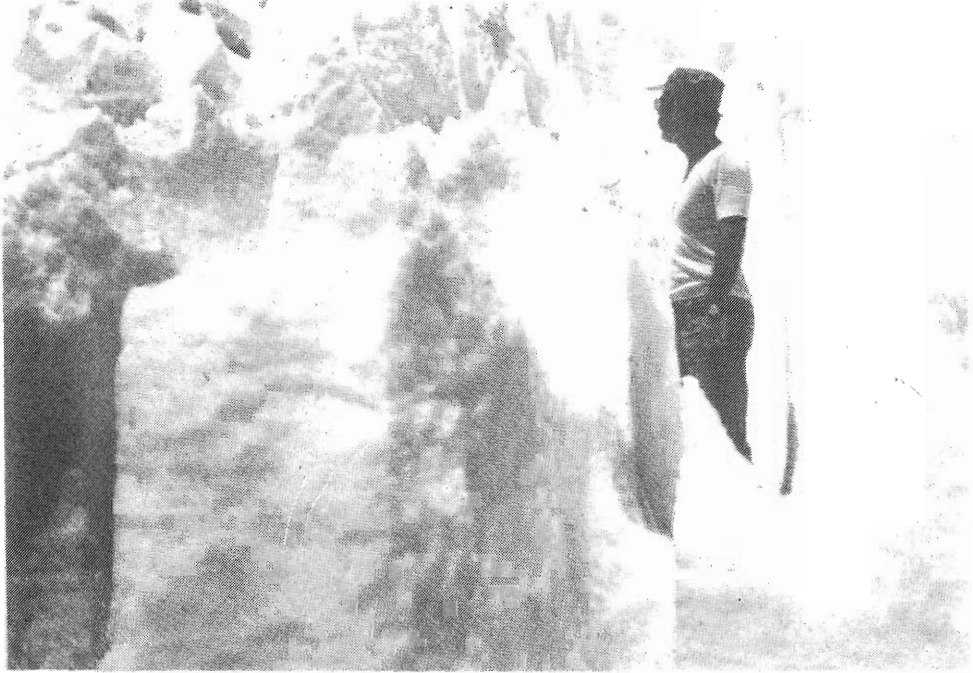


Fig. 3. Campo de penitentes en la Rambleta del Teide (3.500 m/a); mayo de 1979.

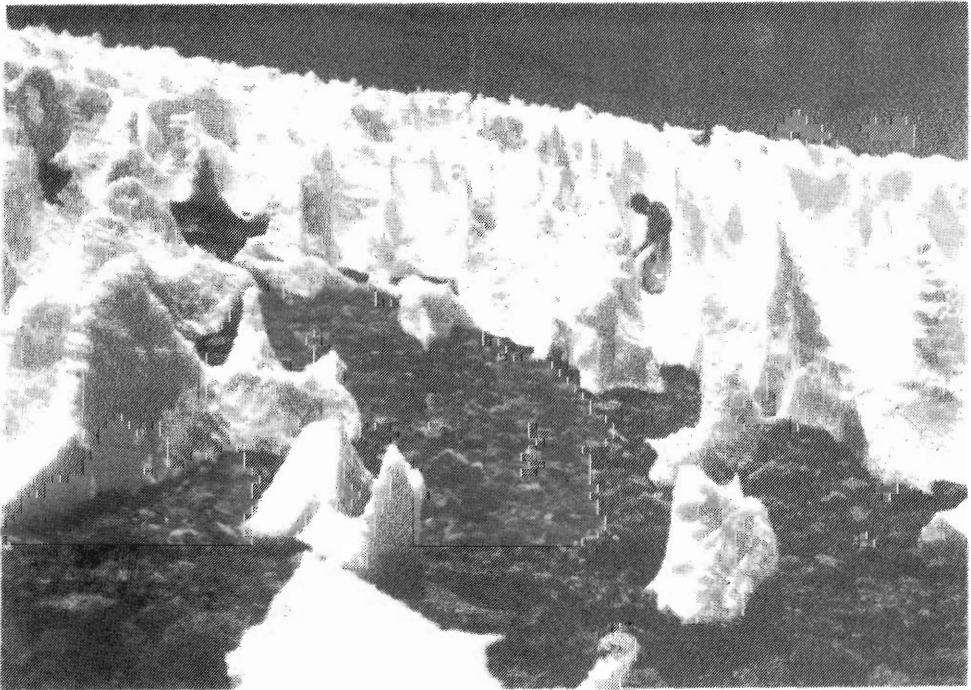


Fig. 4. Alineaciones de penitentes orientadas al NE en la Rambleta; mayo de 1979.