

Las erupciones de tipo hawaiano son normalmente basálticas, menos frecuentemente nefeliniticas o andesíticas, y rara vez de composición distinta. Los torrentes son casi siempre de lava dermolítica o afrolítica, y muy rara vez de lava en bloques. Las erupciones repetidas forman volcanes escutiformes. Las erupciones de tipo estromboliano producen característicamente torrentes andesíticos o basálticoandesíticos de lava en bloques, pero puede formarse lava afrolítica, y la composición del magma puede variar de nefelinitica a traquítica. Las erupciones repetidas forman volcanes compuestos ("estratovolcanes"). Las erupciones de tipo vulcaniano más típicas son dacíticas o andesíticas, y menos comúnmente riolíticas o basálticas, y los torrentes son normalmente espesas corrientes de lava en bloques, pero pueden faltar totalmente. Las erupciones peleanas y plinianas pueden considerarse como tipos especiales de actividad volcánica, y normalmente son sólo acontecimientos ocasionales o aislados de la historia de un importante volcán compuesto. Lo más corriente es que el magma sea dacítico, traquítico, fonolítico o riolítico, pero se conocen erupciones peleanas de magma basáltico (Taylor, 1963). Excepto los torrentes de cenizas riolíticas, las erupciones que producen torrentes de lava son normalmente basálticas, pero se han descrito torrentes de traquita y fonolita en el Africa central. Las erupciones repetidas forman planicies o mesetas de lava.

Torrentes de lava

El volumen, la extensión, el espesor y la velocidad de avance de los torrentes de lava varían mucho. La extensión y el espesor dependen del volumen, la fluidez de la lava y la posibilidad de que pueda expandirse o no lateralmente. Los torrentes dependen estrechamente de la topografía de la superficie subyacente, pero pueden producirse desviaciones en sus trayectorias por valles poco profundos, especialmente cuando se trata de los torrentes más viscosos.

Las lavas más fluidas son las basálticas y de tipos conexos. Cuando pueden extenderse libremente por pendientes moderadas, los torrentes basálticos tienen normalmente menos de 5 m de espesor, e incluso en pendiente de menos de 3° tienen por lo común menos de 20 m de espesor. El torrente de lava más caudaloso de los tiempos históricos fue el de la erupción de 1783 de la fisura Laki, en Islandia, cuyo volumen excedió de $11,6 \text{ km}^3$. Limitadas en gran parte por dos valles, las corrientes llegaron a más de 50 km de las chimeneas (Thorarinsson, 1970). El torrente del Gran Thjorsa, en Islandia, tiene una longitud de 125 km, una superficie de 710 km^2 y un volumen de unos 13 km^3 . Su espesor es, por término medio, de unos 19 m (Kjartansson, 1967). El torrente del Roza, en el este del Estado de Washington (EE.UU.), tiene, según Mackin (1960) una superficie de casi 52.000 km^2 y un volumen de 2.500 km^3 . Los torrentes de lava basáltica de los volcanes hawaianos (lámina 2) son mucho menores: las superficies cubiertas por erupciones simples alcanzan los 90 km^2 y los volúmenes los $0,46 \text{ km}^3$ (Macdonald y Abbott, 1974, págs. 56 y 74). Las velocidades de avance observadas de los torrentes de lava hawaianos han oscilado entre menos de 10 m por hora, en una pendiente de 1° , hasta 100 m/hora en pendientes de unos 3° , y 9 km por hora en pendientes de unos 11° .

Los torrentes basálticos fluidos son generalmente de tipo dermolítico o afrolítico (Macdonald, 1972, págs. 71 a 89). Las lavas más viscosas suelen formar torrentes de lava en bloques (Macdonald, 1972, págs. 91 a 97), que son generalmente más espesos y cortos que los dermolíticos y afrolíticos. La mayoría de ellos tienen de 8 a 35 m de espesor, y algunos llegan a más de 300 m. Su velocidad de avance

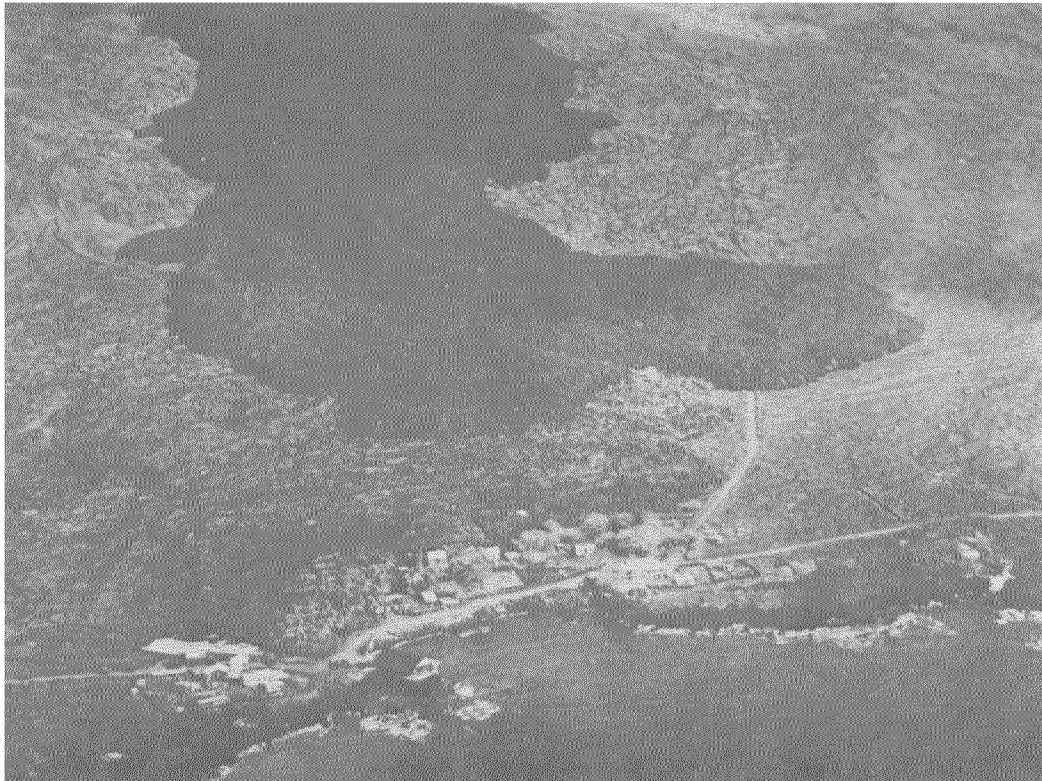


Lámina 2. Un torrente de lava arolítica acercándose a Hoopuloa, en la ladera occidental del volcán Mauna Loa, Hawai, en abril 1926. La aldea fue destruida al día siguiente.

(Fotografía de las Fuerzas Aéreas de los Estados Unidos).

es sólo, comúnmente, de unos metros diarios. Rara vez alcanzan longitudes de 5 km, pero un torrente de dacita, en la Columbia Británica, tiene 17 km de longitud y más de 240 m de espesor. Un torrente de traquita de la isla de Hawai tiene 10 km de longitud y más de 300 m de espesor.

Algunas características de los torrentes de lava basáltica relativamente delgada y fluida permiten controlar su amplitud y dirigir su rumbo en cierta medida. Los torrentes dermolíticos ya formados se alimentan por el movimiento de la lava fluida a través de conductos parecidos a tuberías. Si se logra obstruir el conducto y romper su parte superior, puede hacerse que la lava líquida se derrame a gran altura por las laderas del volcán, donde producirá escasos daños o ninguno, en tanto que la disminución del suministro de lava al frente del torrente hará que éste detenga su avance hacia alguna zona (por ejemplo, una ciudad) que se desee proteger (Finch y Macdonald, 1951; Macdonald, 1972, págs. 419 a 421). El medio más práctico de romper la parte superior del conducto será probablemente, en la mayoría de los casos, el bombardeo aéreo. La obstrucción del conducto se deberá en parte a los residuos de la parte superior, pero la agitación violenta del líquido en el conducto por las bombas puede transformar ese líquido en una lava afrolítica más viscosa, que se moverá por el conducto con mayor dificultad y puede llegar a obstruirlo por completo. El método se ensayó en el torrente de lava de 1935 del Mauna Loa, en Hawai, bajo la dirección de T. A. Jaggar. La erupción duraba ya cinco semanas, y el torrente de lava tenía 25 km de longitud y avanzaba hacia la ciudad de Hilo. Se arrojaron bombas de unos 270 kg a unos 3 km por debajo de la chimenea inferior del torrente, se rompió el conducto de alimentación y la lava se desbordó por las grietas. En 36 horas, la velocidad de avance del frente del torrente disminuyó mucho, y el avance se detuvo por completo cinco días más tarde.

Los torrentes afrolíticos se alimentan normalmente por canales abiertos. Los desbordamientos repetidos forman diques naturales en los costados del canal, y al cabo de algún tiempo el nivel de la corriente de lava puede encontrarse unos metros más alto que la superficie situada fuera de los diques. Si se rompen éstos con bombas o por otros medios, el líquido de la corriente escapará lateralmente, reduciendo el caudal que desciende por el canal para alimentar el frente del torrente, y el avance de éste se hará más lento o cesará. El método se ensayó en el torrente de 1942 del Mauna Loa, bajo la dirección de R. H. Finch. A pesar de que la falta de visibilidad impidió alcanzar los objetivos más prometedores, el bombardeo rompió los diques, haciendo que la lava fluida se escapara del canal. El avance del frente del torrente, 20 km más abajo del lugar del bombardeo, se detuvo en un día.

Las laderas superiores del Mauna Loa, carecen de toda erosión, y la superficie de las tierras adyacentes se encuentra más abajo que la del torrente; pero cuando los torrentes de lava discurren por valles más profundos que el espesor del torrente puede ser imposible lograr que la lava fluida se escape localmente por medio de bombardeos. No obstante, todavía es posible que el bombardeo aumente suficientemente la viscosidad de la lava del conducto o la corriente para que el torrente se espese en la parte superior del valle y el avance de su frente se haga más lento o se detenga por completo.

Un tercer método de bombardeo consiste en romper las paredes del cono en la chimenea. Por lo común, el lago de lava del cono se encuentra unos metros más alto que las tierras circundantes, y la ruptura de las paredes del cono permitirá que la lava se escape lateralmente, privando al torrente total o parcialmente de su suministro de lava fluida. El método no se ha ensayado en la práctica, pero el derrumbamiento natural de las paredes del cono durante la erupción de 1942 del Mauna Loa (unos días antes de su bombardeo) desvió la lava del torrente e hizo que el avance del frente de éste disminuyera temporalmente. Las paredes de los conos son normalmente suficientemente delgadas para poder romperlas con bombas.

El éxito al tratar de desviar los torrentes de lava mediante bombardeos depende de varios factores. El bombardeo puede ser ineficaz hasta que el torrente cuente con un conducto de alimentación bien formado, un canal limitado por diques a un nivel superior al de sus alrededores, o un lago de lava contenido, a nivel elevado, dentro de un cono de paredes delgadas. Incluso cuando se den una o más de esas condiciones, deberá existir también buena visibilidad que permita seleccionar los mejores objetivos y bombardear con precisión. Con mucha frecuencia, la visibilidad durante las erupciones es mala desde el aire, a causa de los vapores volcánicos, del humo de la vegetación que se quema y de las nubes ordinarias. Aunque pueda realizarse el bombardeo, el éxito de la desviación del torrente depende de una topografía favorable. Si un torrente se encuentra en un valle considerablemente más profundo que el espesor de ese torrente, no habrá posibilidad de dirigir la lava desviada fuera del valle. La nueva corriente de lava seguirá simplemente las márgenes de la antigua y es posible que, de hecho, la desborde y se una a su corriente de alimentación más abajo. Esto fue precisamente lo que ocurrió en la erupción de 1942, pero incluso la desviación temporal fue suficiente para que el extremo inferior del torrente, privado de la mayor parte de su suministro de lava nueva, se enfriase y aumentase su viscosidad lo suficiente para interrumpir su avance. En otros torrentes el avance puede no detenerse por completo y quizá comenzar de nuevo cuando la lava desviada vuelva al canal de alimentación. No obstante, incluso una simple demora en el avance del frente del torrente puede ser de gran utilidad. En esas circunstancias se lucha contra el tiempo. La mayoría de las erupciones son breves, y si puede retardarse el avance del torrente, quizá termine la erupción antes de que éste llegue a la zona que se intenta proteger.

Aunque parecen existir muchas posibilidades de desviar los torrentes de lava basáltica fluida mediante bombardeos cuando las condiciones son favorables, no es nada seguro que el método resulte eficaz con los torrentes de lava en bloques más viscosa. Conviene experimentarlo en estos casos, cuando pueda hacerse sin arriesgar vidas ni bienes. Afortunadamente, son los torrentes más fluidos los que se extienden a mayores distancias y los que con más facilidad pueden causar daños en zonas importantes.

La desviación de los torrentes de lava de las zonas importantes puede lograrse también mediante muros artificiales, no destinados a servir de diques, sino a dar al torrente un nuevo rumbo por medio de un ángulo relativamente pequeño. Esta posibilidad se basa en que muchos torrentes ejercen un empuje sorprendentemente reducido sobre los objetos que se encuentran en su camino (lámina 3). Podrían citarse muchos ejemplos de torrentes tanto dermolíticos como afrolíticos que se acumularon detrás de débiles muros de piedra y llegaron a pasar sobre ellos sin derribarlos. Incluso los torrentes de lava en bloques más viscosos ejercen a veces