

un empuje muy pequeño. La iglesia de manpostería de San Juan Parangaricutiro, en México, fue rodeada y enterrada hasta el tejado por un torrente del volcán Parícutín, pero sus muros no se derrumbaron y el interior del edificio no resultó afectado, salvo por pequeñas cantidades de lava que se introdujeron por puertas y ventanas. En cambio, el torrente de lava de 1928 del Etna ejerció un empuje suficiente para derribar los muros de manpostería, bastante débiles, de la aldea de Mascali.

Las barreras de desviación pueden construirse mediante explanadoras, utilizando los materiales rocosos desprendidos que se encuentren a mano, o arrancándolos del subsuelo con las propias explanadoras. La altura necesaria dependerá de la topografía local y del tamaño del torrente de lava que se espere desviar. Las observaciones indican que los torrentes afrolíticos se acumularán hasta una altura de algunos metros por encima de esa cresta de desviación, sin desbordarla de forma importante. Así, durante la erupción de 1955 del Kilauea, en Hawai, un terraplén de ferrocarril de unos 3 m de altura desvió con éxito un torrente afrolítico de 5 a 8 m de espesor, desbordándolo sólo de forma insignificante. Muros de una altura de 6 a 10 m parecen suficiente para desviar la mayoría de los torrentes hawaianos. Se han sugerido barreras de esta clase (figura 2) para desviar los torrentes de lava del Mauna Loa de la parte central de la ciudad de Hilo y de su puerto (Jaggar, 1945; Macdonald, 1958). A ello ha objetado (Wentworth, Powers e Eaton, 1961) que los canales creados por las barreras propuestas podrían no ser suficientemente anchos para el torrente; pero los volúmenes que se citan parecen improbablemente elevados, teniendo en cuenta la distancia existente entre las barreras y cualquier chimenea posible (Macdonald, 1972, pág. 422). Más seria parece ser la posibilidad de que uno de los primeros torrentes obstruya el canal, de forma que otro torrente ulterior de la misma erupción, al llegar a la barrera más arriba, puede desbordarla. No obstante, esa contingencia podría remediarse construyendo apresuradamente una segunda barrera paralela más abajo.

Se han hecho algunos experimentos de construcción de barreras de desviación, pero ninguna de ellas se ha construido de forma realmente adecuada. Una, levantada durante la erupción de 1955 presentaba un ángulo demasiado grande con la dirección del avance del torrente, pero sin embargo lo desvió con éxito durante varias horas. Los muros construidos durante la erupción de 1960 (fig. 3) eran esencialmente presas para contener la lava en un valle existente, y no barreras de desviación para darle un nuevo rumbo (lámina 4). Con todo, sirvieron con éxito de barreras de desviación durante varias horas cuando la lava llegó hasta ellas, sugiriendo que unas barreras debidamente construidas en condiciones favorables podrían ser eficaces. No obstante, la experiencia indicó que los materiales utilizados para construir el muro deben ser pesados, (la escoria demostró ser inútil), que la anchura de la base del muro debe ser varias veces superior a su altura, y que las pendientes del muro deben ser suaves (Macdonald, 1962).

Lo mismo que en el caso de los bombardeos, la topografía supone una limitación para el posible éxito de las barreras de desviación. Probablemente no se podrá desviar un torrente de un valle que sea mucho más profundo que el espesor de ese torrente. Incluso cuando el torrente no esté contenido en un valle, la altura y la anchura de la barrera necesaria para desviar un torrente espeso de lava en bloques pueden ser prohibitivas. Es verdad que, como se ha señalado supra, quizá no será necesario que la altura sea igual al espesor del torrente, y aunque es

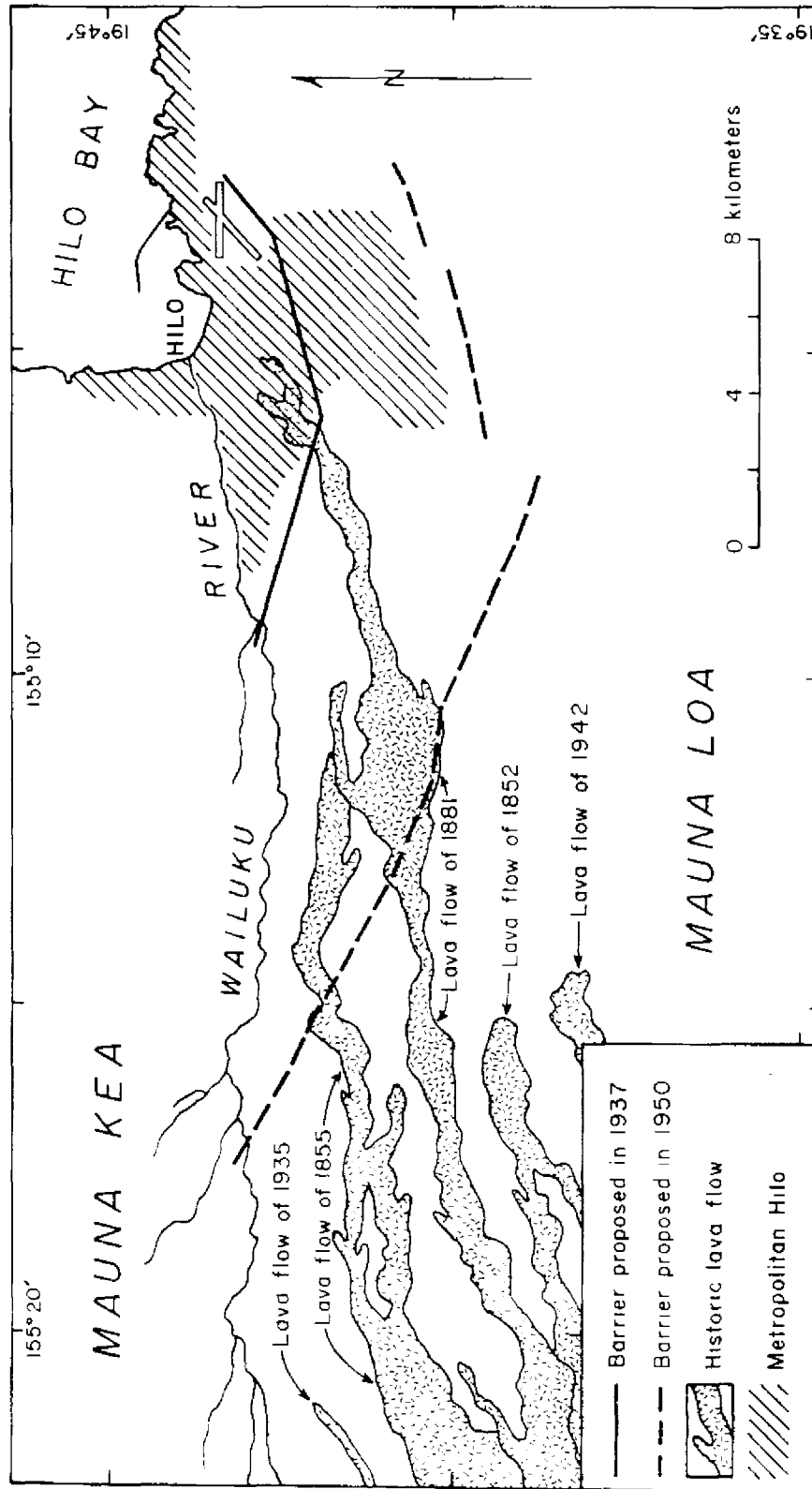


Figura 2. Mapa de las proximidades de Hilo, Hawaii, que muestra la posición de las barreras sugeridas para desviar los torrentes de lava de la ciudad y del puerto.

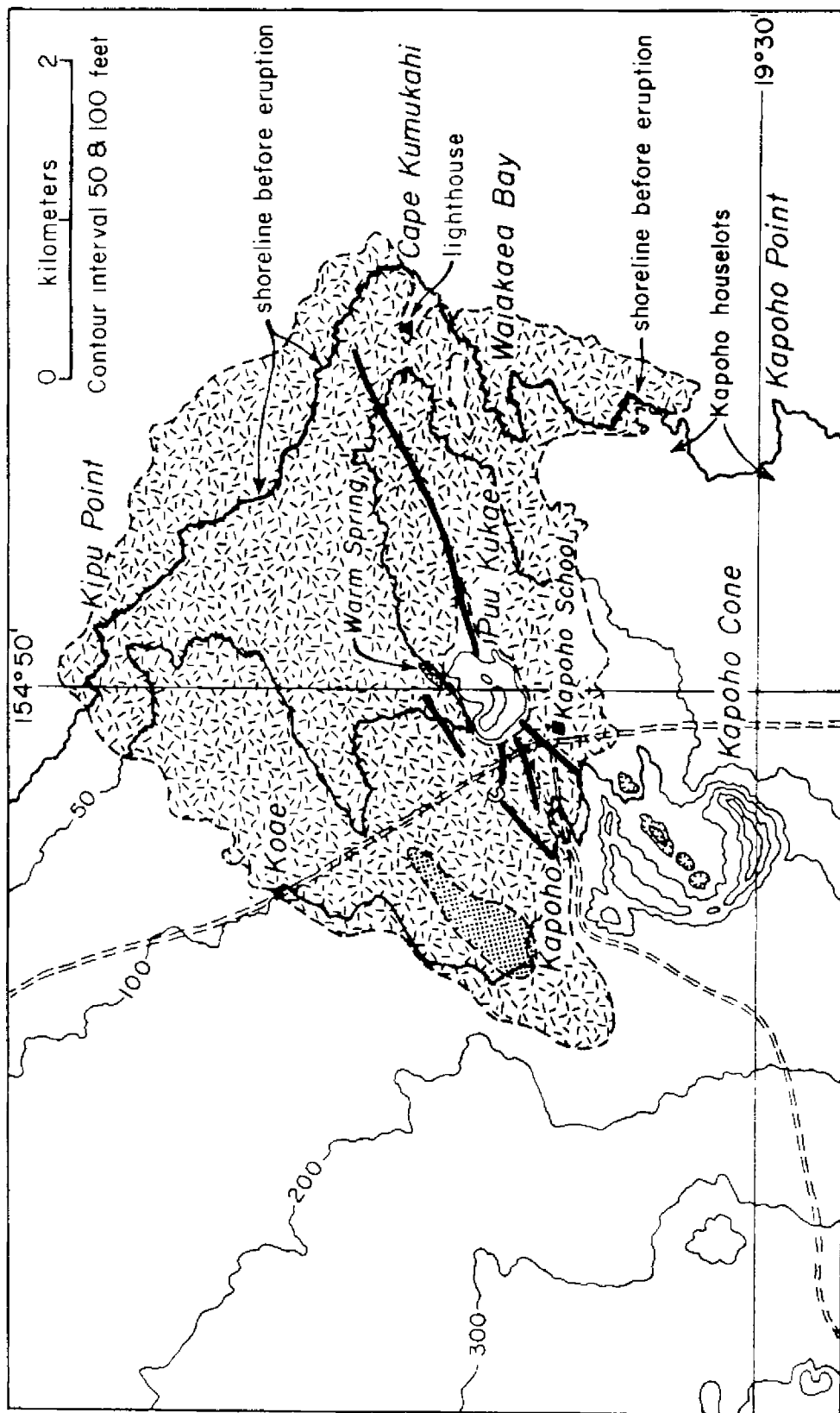


Figura 3. Mapa de la región que rodea a Kapoho, en Hawái, que muestra las barreras construidas para intentar impedir la expansión hacia el sur del torrente de lava de 1960: (De Macdonald y Abbott, 1974).



Lámina 4. Barrera construida para impedir la expansión de un torrento de lava en Kapoho, Hawai, en enero de 1960. El muro tiene unos 6 metros de altura. La lava queda a la izquierda del muro. Posteriormente, un nuevo estallido a la derecha de éste inundó también de lava esa zona.

(Fotografía del Hawaii Institute of Geophysics, por G.A. Macdonald).

probable que haya de representar una proporción considerable de ese espesor, se ignora cuál es esa proporción. Tampoco se conoce la anchura de la barrera necesaria para resistir el componente lateral del empuje hidrostático de la lava. Cuando se presente la ocasión, deberán hacerse experimentos de construcción de barreras, a fin de comprender mejor todas estas cuestiones.

Otro método más para contener y desviar los torrentes de lava ha sido objeto de conjeturas no siempre rigurosas durante decenios, y se ha ensayado por fin. La idea consistía simplemente en arrojar agua con mangas de incendios contra el borde de un torrente de lava en movimiento, a fin de enfriarlo y retardar su avance. El comportamiento de algunos torrentes de lava al penetrar en el mar daba al método cierta credibilidad. Por ejemplo, cuando el torrente de 1911 del Matavanu, en Samoa, entró en el mar, se desvió y avanzó por la costa, en lugar de seguir en línea recta hacia aguas más profundas. Parecía posible que el cambio de rumbo se debiera al enfriamiento de la parte del torrente más cercana al mar, lo que facilitó la expansión lateral de la lava, pero también era posible que el cambio de rumbo se debiera, al menos en parte, a que la lava siguió la ancha depresión existente entre la playa y la cresta inferior del borde exterior del arrecife de coral. Sin embargo, en 1960, en el Kilauea, el torrente se comportó de la misma forma, aunque no había depresión paralela a la costa que lo orientase. Posteriormente, en la erupción de 1960, el servicio de bomberos de Hawai ensayó en varias ocasiones el riego artificial del borde del torrente, para averiguar los efectos. Puede citarse un ejemplo. Durante varios días el borde del torrente había avanzado con lentitud hacia una vivienda de madera. Cuando la lava estaba a unos 6 m de la vivienda, bomberos voluntarios que no realizaban entonces otras tareas dirigieron dos chorros de agua procedentes de mangas de 75 mm hacia un flanco del torrente. En pocos minutos, la lava dejó de moverse y permaneció estacionaria durante varias horas. En resumen, se vio que, incluso con cantidades de agua relativamente pequeñas, podía contenerse localmente el avance del torrente durante el tiempo suficiente para salvar el mobiliario de los edificios o, incluso, edificios enteros.

El sistema se empleó a escala mucho mayor durante la erupción de 1973 en la isla de Heimaey, al sur de Islandia (Williams y Moore, 1973). La lava fluía en dirección nordeste hacia el mar y en dirección norte hacia la boca del puerto de Westmannaeyjar, y se estaba extendiendo en dirección nordeste hacia la ciudad (fig. 4). Bajo la dirección de Th. Sigurgeirsson, se bombeó agua del puerto, dirigiéndola contra el borde del torrente. Utilizando lanchas contra incendio, bombas de buques y grandes bombas terrestres, se lanzaron contra la margen del torrente unos 900 litros por segundo de agua fría, y el avance de la lava hacia la ciudad se detuvo. Se cree (comunicación personal de Thorarinsson) que el agua bombeada desempeñó un importante papel para salvar la mayor parte de la ciudad.

La utilización de este método de riego depende, desde luego, de la disponibilidad de grandes cantidades de agua y de bombas y otro equipo apropiados. Su éxito depende de una topografía favorable, y del volumen y la velocidad del torrente de lava.

La rapidez de la repoblación vegetal natural de los torrentes de lava varía mucho con las diferencias de clima. En el clima subtropical lluvioso de la falda nororiental del Kilauea, el torrente de lava de 1840 tenía una cubierta continua de pequeños árboles forestales en menos de un siglo, pero en una región de menor

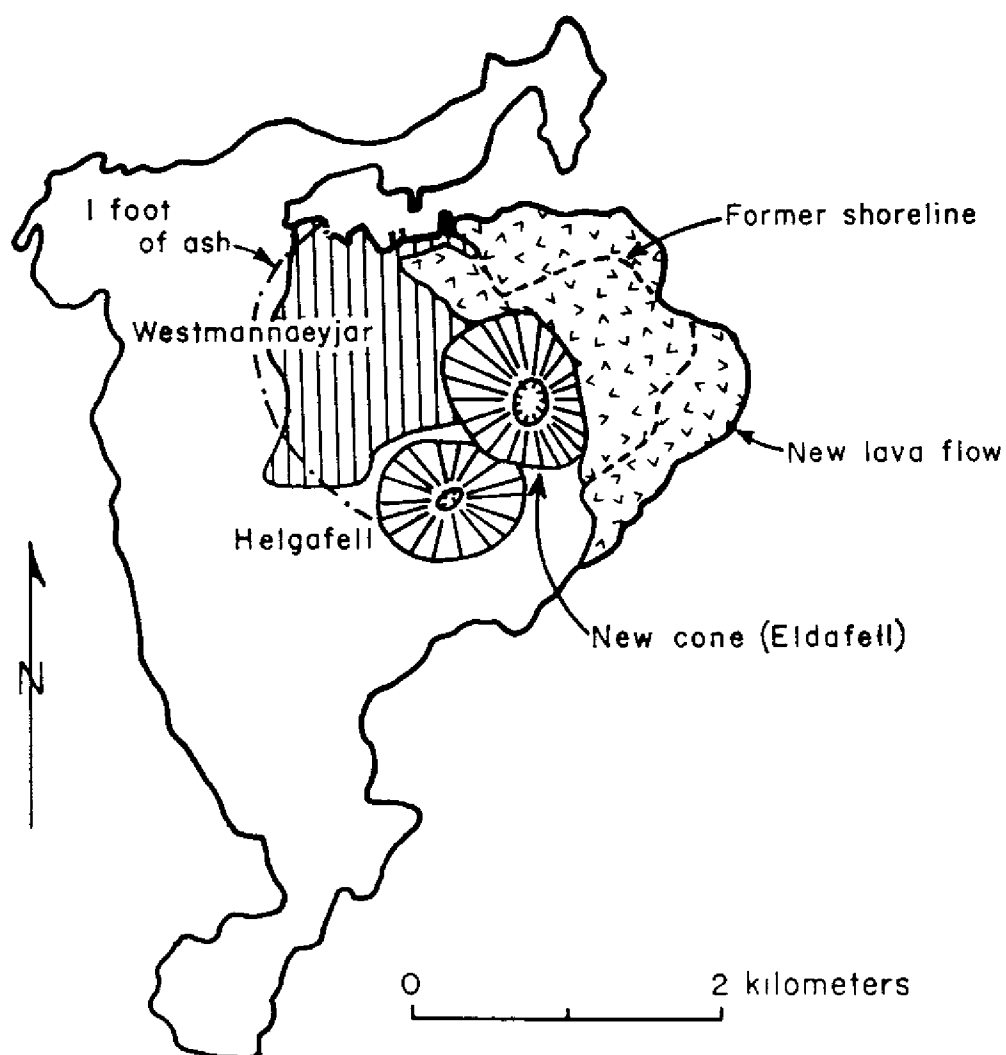


Figura 4: Mapa de la isla de Heimaey, al sur de Islandia, que muestra el cono y el torrente de lava de 1973 y la ubicación de la ciudad de Westmannaeyjar. (Según Williams y Moore, 1973).