

999



Los volcanes

Foto portada: Vista panorámica del volcán Poás. Nótese en el fondo el volcán Platanar. (Foto M. J. Carr, 1983).

INDICE

PRESENTACION	7	2. Tipo estromboliano	
I- INTRODUCCION	9	3. Tipo vulcaniano	
II- ¿QUE ES UN VOLCAN?	11	4. Tipo pliniano	
III- CAUSAS DEL VULCANISMO	15	5. Tipo peleano	
A. Teorías antiguas		6. Tipo islándico	
1. Teoría hídrica		7. Tipo solfatárico	
2. Teoría tectónica		V- OTRAS ESTRUCTURAS VOLCANICAS	25
B. Nuevas teorías		A. Calderas	
1. Teoría de la expansión de los fondos oceánicos		B. Lagos cratéricos	
2. Teoría de la tectónica de placas		C. Lagunas de represamiento	
IV- CLASIFICACION DE LOS VOLCANES	19	D. Estructura criptoexplosiva .	
A. Geológica y estructuralmente		E. Cuellos volcánicos	
1. Conos piroclásticos		D. Fuentes termales	
2. Conos compuestos		VI- MATERIALES PRODUCTO DE LA ACTIVIDAD VOLCANICA	29
3. Escudos volcánicos		A. Gases	
4. Domos		B. Sólidos	
B. De acuerdo con modalidad eruptiva		1. Piroclastos	
1. Tipo hawaiano		2. Lavas	
		BIBLIOGRAFIA	35

PRESENTACION

El Observatorio Vulcanológico y Sismológico de Costa Rica, ubicado en la Universidad Nacional, desarrolla un programa permanente de observación y análisis de la actividad volcánica y sísmica de nuestro medio, con miras al diagnóstico oportuno de cualquier anomalía que pueda poner en peligro a alguna comunidad.

Como complemento a dicho esfuerzo, se hace imperioso el desarrollo de programas efectivos de educación que permitan a los costarricenses entender las causas de los fenómenos físicos que afectan nuestro suelo y estar preparados para enfrentar ordenada y racionalmente las situaciones de emergencia que en el futuro nos puedan ocurrir.

*La publicación de **Los volcanes** busca hacer llegar a estudiantes y público en general información actualizada sobre tales estructuras geológicas, tan abundantes en nuestra patria, haciendo uso de un lenguaje sencillo y manteniendo al mismo tiempo una alta rigurosidad en la presentación.*

La puesta en circulación de dicho documento reitera el deseo del personal del Observatorio de ayudar a la educación general de nuestro pueblo y de hacer asequible al gran público los resultados de su labor diaria.

Dr. Ronald Dormond Herrera
Vicerrector de Investigación

I.

INTRODUCCION

A las instalaciones del Observatorio Vulcanológico y Sismológico de Costa Rica, Universidad Nacional, constantemente llegan estudiantes de secundaria solicitando información sobre Los volcanes. En este trabajo tratamos de resumir las respuestas a sus preguntas, con el objeto de ayudar a guiarlos en sus tareas o asignaciones.

Para hacer esta publicación se ha tomado como base un trabajo anterior publicado por el Ing. R. Sáenz e Ing. E. Malavassi Vargas.

Agradecemos a todas las personas que cooperaron en la revisión, fotografías, gráficos y en especial a la Vicerrectoría de Investigación y al Departamento de Publicaciones de nuestra Universidad que han hecho posible esta publicación.

Rodrigo Sáenz Ruiz
Jorge Barquero Hernández

II.

¿QUE ES
UN VOLCAN?

Desde tiempos inmemoriales los volcanes han llamado la atención de los hombres y en diferentes culturas han sido asociados a los dioses del fuego, beneficios en unos casos y maléficos en otros.

La palabra "volcán" viene de la pequeña isla Vulcano, situada en el Mediterráneo frente a las costas de la península de Italia y la isla de Sicilia. Cientos años atrás, la gente que vivía en esa isla creía que este volcán era la chimenea de la fragua de Vulcano, herrero de los dioses romanos.

Los volcanes son frecuentemente llamados montañas, pero son muy diferentes a las montañas ordinarias, pues no se han formado por plegamiento o arrugamiento de la corteza terrestre o por levantamiento como ocurre con otras montañas.

Los volcanes se han construido por acumulación de sus propios productos: lava, bombas volcánicas, cenizas y polvo volcánico.

Si preguntamos, ¿qué es un volcán?, la mayor parte de la gente nos contestaría algo así: es una montaña de la cual sale humo y fuego por su parte superior. Esta definición expresa la idea popular de lo que es un volcán, pero no se ajusta del todo a la verdad, ya que en un volcán no existe fuego, no hay combustión y no siempre los volcanes son montañas. Además, la actividad no siempre existe en la parte superior; a menudo tiene lugar en sus flancos. Finalmente, el humo no es humo, ni la ceniza es ceniza.

El producto expedido por el volcán, que pare-

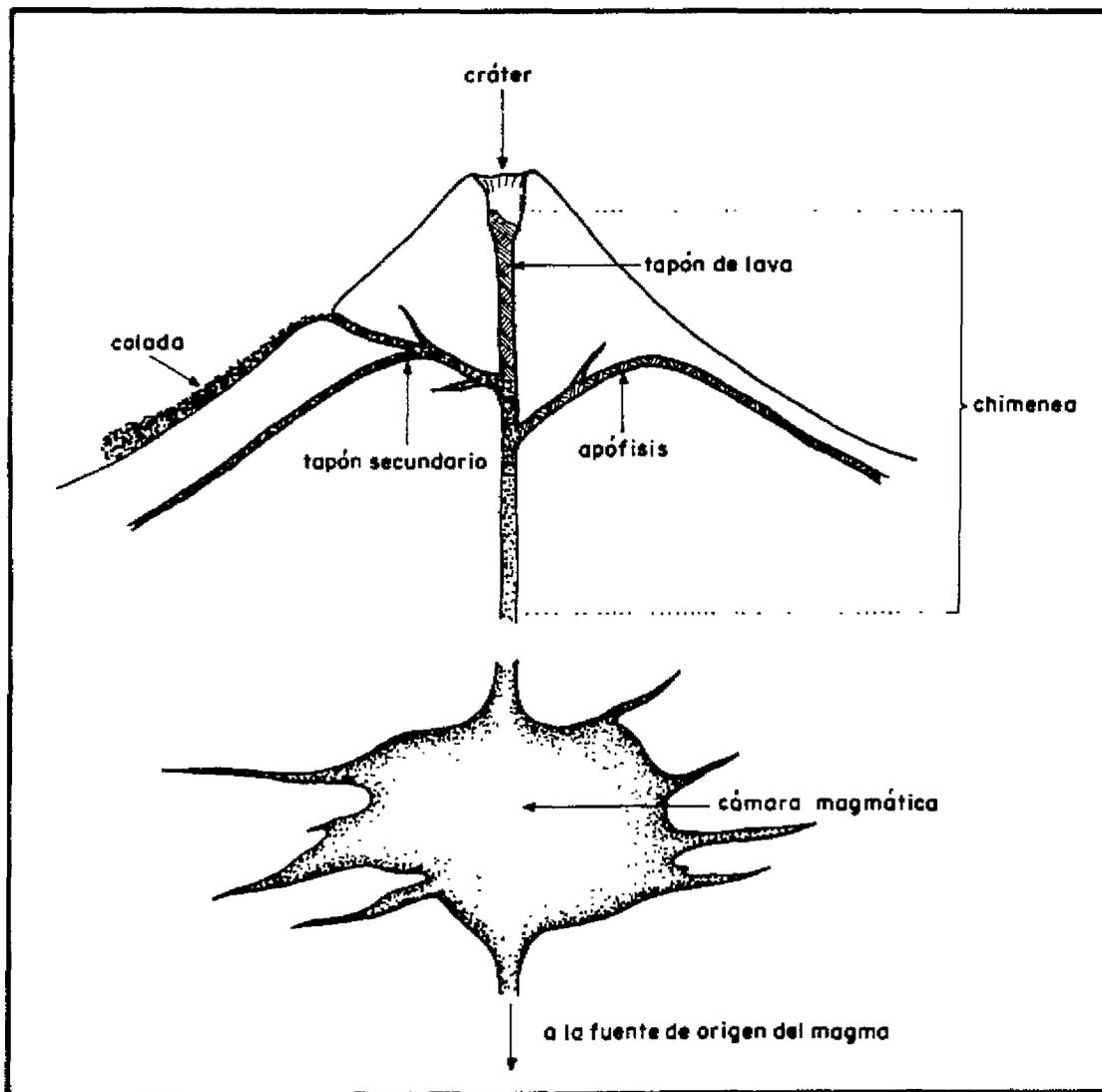
ce humo y ceniza, está compuesto por vapor de agua, gases y partículas de roca de diferente tamaño.

En la mayoría de los casos, un volcán es una colina de forma más o menos cónica que se ha formado por acumulación de sus productos alrededor de una boca que conecta con un depósito de roca fundida (cámara magmática), la cual se encuentra por debajo de la superficie terrestre (5.0 km. o más, por ejemplo).

Impulsada hacia arriba en parte por la presión de los gases aprisionados, la roca fundida abre camino a través de zonas débiles en la corteza terrestre hasta verterse en forma de lava (magma que ha alcanzado la superficie terrestre) o es lanzada al aire en forma de piezas densas, pastosas, que irán a formar bombas, o como partículas más pequeñas, del tamaño de una nuez, lapilli (4 mm. a 32.0), como tefra gruesa (1/4 a 4.0 mm.), tefra fina (1/4 mm.) y polvo (menos de 1/4 mm.), todo mezclado con vapor de agua y gases (SO₂, CO₂, HCL, etc.).

Todos estos materiales, producto del fraccionamiento mecánico del magma, se denominan "piroclastos", palabra que viene del griego pyro=fuego y clastic que significa rotos. A menudo estos se parecen a la ceniza, producto de la combustión y a la escoria, producto de la fusión, nombres con los cuales aún se les conoce.

Si la lava es eruptada en grandes cantidades, llega a correr por la superficie. Es de color naranja al salir y cambia con el enfriamiento a rojo, rojo os-



Partes principales de un volcán.

curo, luego gris y finalmente, en algunos casos, llega al negro.

Por lo general las lavas con altas temperaturas son muy fluidas (1.200°C), mientras las más frías ($800-1.000^{\circ}\text{C}$) son más pastosas. Estas dos condiciones de temperatura dan origen a dos tipos de coladas de lava, que en la actualidad siguen la nomenclatura usada por los aborígenes hawaianos.

Las lavas a altas temperaturas y de gran fluidez dan el tipo de colada denominada pahoehoe (pajoejoe) o lava cordada, que tiene una superficie

bastante lisa y presenta en ciertas partes el aspecto de cuerdas retorcidas. Sin embargo, es corriente encontrar en la parte distal de una colada pahoehoe, lavas del segundo tipo, como las producidas por magmas de baja temperatura, llamadas Aa.

Un tercer tipo son las lavas de bloques, como las del Volcán Arenal. Por lo general, este tipo de lavas avanzan poco y cubren extensiones menores que las coladas provenientes de magmas de alta temperatura.

Todas las lavas al salir a la superficie de la tie-



Lava Pahoehoe, volcán Pitón de La Fournaise, La Reunión.

rra vienen cargadas de gases en disolución. Si la lava es muy fluida, los gases escapan, libremente formando fuentes hasta de 500 m. de altura (Hawaii, Kilauea Iki, 1962) que producen un espectáculo maravilloso, libre de grandes peligros. Por el contrario, en las lavas más viscosas y plásticas, los gases escapan con violencia causando terribles explosiones que lanzan al aire grandes cantidades de roca sólida, así como lava, polvo y ceniza (tefras), que en algunos casos ocasionan la pérdida de vidas. (Irazú 1962-65, Arenal 1968).



Lava de bloques, volcán Arenal.

III. CAUSAS DEL VULCANISMO

Aunque en el pasado se formularon muchas teorías, pocas explicaban satisfactoriamente la actividad y distribución de los volcanes.

Un nuevo concepto geológico, la tectónica de placas, explica en forma racional el fenómeno conocido como vulcanismo.

TEORIAS ANTIGUAS

Entre las teorías antiguas, hoy obsoletas, tenemos:

Teoría hídrica

El agua se introduce por las fisuras del suelo marino, llega a la zona de temperatura elevada donde en contacto con el magma fundido se evapora, se disocia y produce ebullición tumultuosa que levanta el suelo, lo raja y abre con explosión.

Esta teoría considera los volcanes necesariamente contiguos al mar, pero en Suramérica los hay a más de 200 km., tierra adentro. Hoy día esta teoría se ha desechado.

Teoría tectónica

Los movimientos orogénicos que pliegan y fallan la corteza terrestre, causan también una compresión enorme en la zona magmática o pirofera. Cuando la presión es excesiva, el magma escapa por las grietas o fracturas de la litosfera.

NUEVAS TEORIAS

Teoría de la expansión de los fondos oceánicos

Las verdaderas causas del vulcanismo son poco conocidas pero es casi imposible pensar en la formación de volcanes sin relacionar este fenómeno con procesos orogénicos.

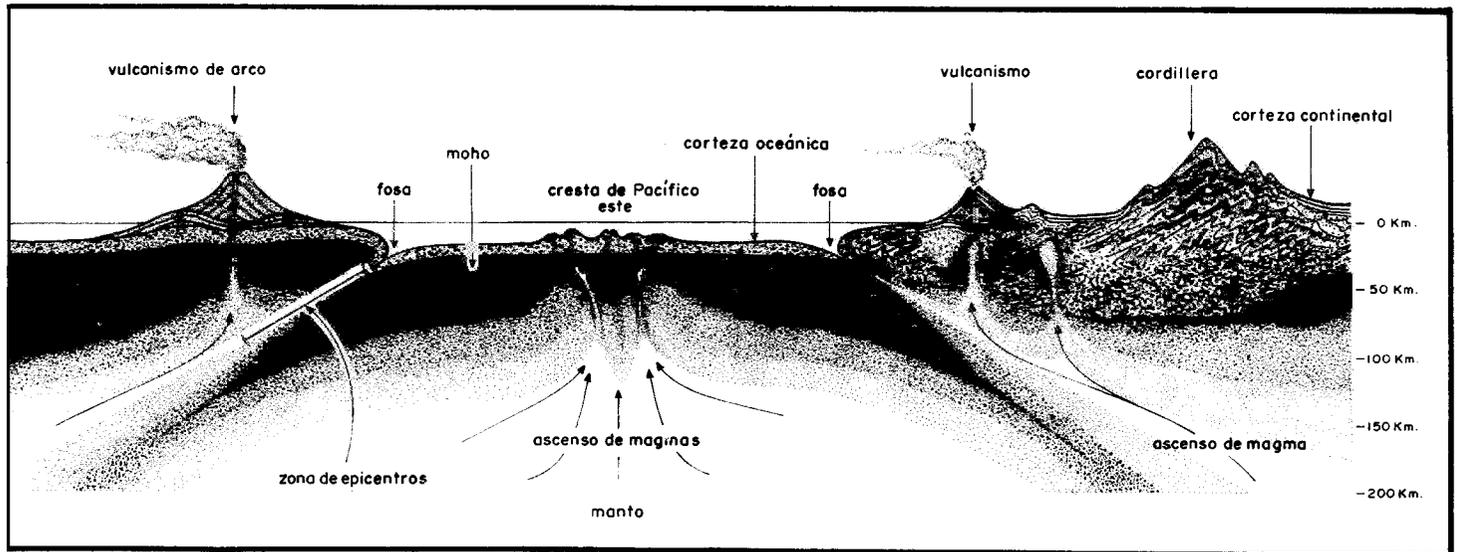
La mayoría de los volcanes activos hoy día o aquellos que lo han estado en tiempos recientes, están asentados en las grandes cadenas montañosas formadas en la última gran orogénesis del terciario o en arcos insulares de reciente formación.

Estas grandes cadenas montañosas, formadas en la orogénesis terciaria, están constituidas por rocas sedimentarias y materiales volcánicos, a menudo metamorfizados por efecto de movimientos de la corteza terrestre.

Estos hechos han sugerido a los investigadores el camino para poder esclarecer el misterio del vulcanismo. Sin embargo, sólo existen teorías con respecto al origen y formación de volcanes.

A partir de estudios recientes se ha hecho evidente que el vulcanismo está asociado a grandes fracturas de la corteza terrestre y es así como se ha relacionado con la deriva de los continentes.

De los estudios de la corteza terrestre se ha podido deducir que está constituida por varias capas de diferente composición (corteza, manto, y



Actividad ígnea: Generación y emplazamiento de magma en relación con los bordes de placa. (Fuente: Volcanes, Instituto de Ciencias Geológicas, Gran Bretaña, 1979).

núcleo) y comportamiento. De estos datos, varios autores han sugerido teorías para explicar la formación de volcanes.

Un modelo ideado por los investigadores norteamericanos Isacks, Oliver y Sykis asocia la formación de arcos volcánicos insulares y fosas submarinas, con la formación de volcanes, ya que estos presentan con frecuencia esos dos tipos de estructuras.

Aquí, una placa de la litosfera, por efecto del empuje ejercido por las corrientes de convección, se dobla y resbala por debajo de otra placa que se considera estática o moviéndose en dirección opuesta a la primera. Esta situación formará una fosa, a la vez que provocará un arrugamiento del extremo de la placa inmóvil, punto que originará el arco insular y en éste se formarán los volcanes.

Sea cual fuere el mecanismo, al formarse una cordillera hay un acortamiento o plegamiento de la corteza terrestre, que luego es intruido y se hace presente el vulcanismo.

Como se ha dicho, el vulcanismo se puede explicar con diferentes teorías, unas mejor que otras, pero hoy día no se tiene una idea exacta del porqué de la existencia de dos tipos de magmas: el basáltico y el andesítico.

H. Hess en su trabajo *La corteza oceánica*, propone la hipótesis de que los magmas andesíticos efusivos, predominantes en arcos insulares y sus equivalentes intrusivos, las granodioritas, son el producto de la fusión parcial de rocas basálticas.

Los basaltos alcálico-olivínicos y tholeiíticos son los únicos presentes en el vulcanismo de los fondos oceánicos, mientras que los magmas andesíticos son el producto de volcanes continentales o de arcos insulares asociados a masas continentales.

Bowen, citado por Hess, en su trabajo infiere que el magma basáltico es probablemente el resultado de la fusión parcial del manto peridotítico pero no es prueba de que los magmas andesíticos puedan formarse directamente de la fusión basáltica. La ausencia de magmas andesíticos como magmas primarios en áreas oceánicas, parece soportar este punto de vista.

H. S. Yoder, Jr. (1969), sugirió que las andesitas han sido derivadas del manto por medio de la fusión parcial hidratada. Hoy día hay indicios de que la mayoría de las andesitas se originan por fusión parcial dentro o en la parte de arriba del manto superior, existiendo asimilación de materiales corticales (G.A. Mac Donald, 1972). Para terminar, es bueno hacer un corto relato de la teoría

de la Expansión de los Fondos Oceánicos y su relación con el proceso orogénico y por lo tanto, con el vulcanismo, ya que los hemos asociado desde un principio.

Teoría de la tectónica de placas

La teoría de la tectónica de placas provee una explicación para el comportamiento tectónico actual de la tierra, principalmente en cuanto a la distribución global de montañas, actividad sísmica y el vulcanismo.

La teoría se basa en un sencillo modelo de nuestro planeta, en el cual una costra rígida, la litosfera, con un espesor de 50–150 km., que consiste de corteza oceánica y continental, así como manto superior, yace sobre la astenosfera, capa caliente y semiplástica. La astenosfera o capa de baja velocidad se extiende desde la base de la litosfera hasta 700 km.

La litosfera, que es quebradiza, se ha roto formando un mosaico de placas rígidas que se mueven horizontalmente en la superficie de la tierra.

La mayor actividad dinámica, tal como la sismicidad, la deformación y la generación de magma tiene lugar a lo largo de los límites entre placas. El modelo de la tectónica de placas de la tierra es compatible con la existencia de expansión de fondos oceánicos y la deriva continental.

En forma abreviada los conceptos expuestos por esta teoría son los siguientes:

Grandes placas rígidas de litosfera se consideran que se mueven lateralmente sobre la astenosfera (zona de menor rigidez). Estas placas de litosfera se mueven alejándose de la "cordillera" o "dorsal" (elevaciones), generalmente bajo el nivel de los océanos.

El flujo de calor hacia el exterior en la cordillera oceánica es varias veces mayor que en áreas adyacentes y parece probable que la "cordillera" es el resultado de un calentamiento y expansión local del manto subyacente.

El movimiento de la placa hacia afuera, aproximadamente en ángulo recto con la "dorsal", rompe la litosfera a lo largo de la "cordillera" y el magma sube llenando estas fracturas de tensión, creando nueva litosfera, en parte por medio de erupciones volcánicas, en parte por intrusiones poco profundas.

Un lugar como el descrito es la cordillera o cresta Centro Atlántica, la Carlsberg en el Océano Indico y la "Dorsal del Pacífico Este".

Ya que se ha demostrado que la tierra no aumenta de volumen, resulta que la litosfera debe estar destruyéndose en algún lugar, en una proporción parecida a la de la litosfera creada en la dorsal.

La destrucción ocurre en el borde distal de la placa donde la litosfera se introduce bajo la placa adyacente, a lo largo de una zona de subducción llamada "Zona de Benioff".

Las causas del movimiento de las placas, alejándose de las dorsales y su inmersión en las zonas de subducción, no se conocen bien, pero generalmente se atribuyen a las corrientes de convección.

Los volcanes existen en gran número en el borde de la placa suprayacente sobre las zonas de subducción. Ejemplo de este caso son los arcos volcánicos del Pacífico oeste, los cuales existen tanto en el borde continental como en la cuenca oceánica.

De acuerdo con Molnar y Sykes, en la región centroamericana y el Caribe existen dos placas: Cocos y Caribe, que se mueven hacia el este, pero con diferente velocidad, lo cual da como resultado que la placa de Cocos se introduzca bajo parte de la placa Caribe y parte de la Americana, originando la fosa Mesoamericana. El desplazamiento hacia el Este de la placa Caribe, a su vez origina la fosa de Caimán y el arco insular de las Antillas Occidentales.

Estos movimientos probablemente generan tanto el vulcanismo en Centroamérica como el existente en el arco de las Antillas Menores (Guadalupe-Martinica).

IV. CLASIFICACION DE LOS VOLCANES

GEOLOGICA Y ESTRUCTURALMENTE

Los volcanes se clasifican en cuatro clases principales:

Conos piroclásticos

Son los volcanes de tipo más simple. Como su nombre lo indica, el edificio volcánico está formado por fragmentos de lava de todos los tamaños. Casi nunca alcanzan gran elevación y frecuentemente son rápidamente erosionados (cono del Pasqui, C. Redondo o de la Cruz).

Conos compuestos

Algunos de los montes más altos del mundo son edificios volcánicos de este tipo. Se han formado por capas alternas de lava y piroclastos. Este tipo también se conoce con el nombre de estratovolcanes. La mayoría de los edificios volcánicos más grandes de nuestro país pertenecen a este grupo (Poás, Irazú, Turrialba).

Escudos volcánicos

Este tercer tipo de volcanes está formado en su mayor parte por la superposición de innumerables coladas de lava que salen de un cráter o cráteres centrales y de fracturas (rifts) en los flancos. Corriendo en todas direcciones, poco a poco van formando un ancha estructura convexa cuyas faldas tienen muy poca pendiente.

De este tipo de estructura volcánica no existe

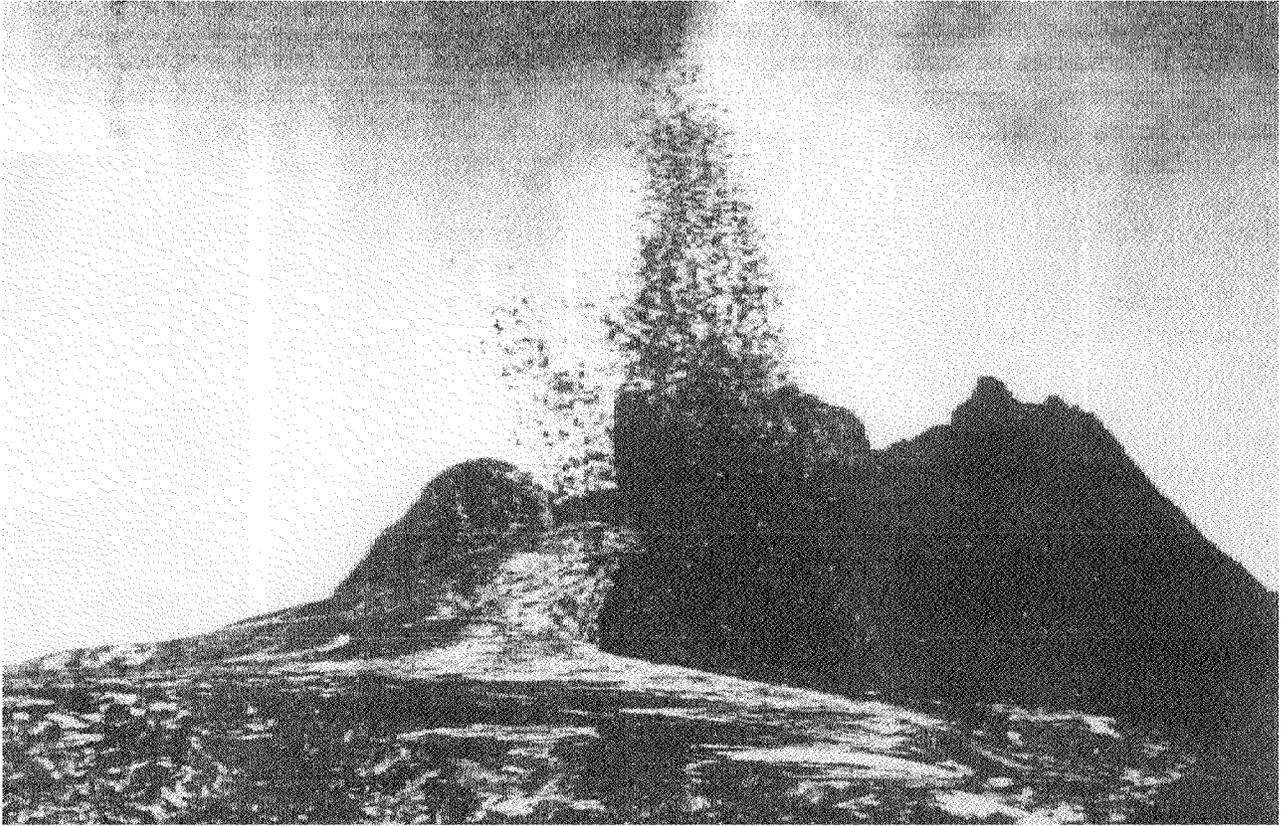


Domo de lava, cráter A (Melson), volcán Arenal, 1968.

ningún ejemplo en Costa Rica. El volcán Mauna Loa en la Isla Hawaii es un hermoso ejemplo de ellos: se alza desde el nivel del mar a una altura de 3.980.7 m. y el fondo oceánico alrededor de la isla se encuentra a 5.000 m. de profundidad (altura total del edificio, 8.980.7 m.). Volcanes de este tipo también existen en los estados de California y Oregon, EUA.

Domos

Los domos se forman por la extrusión de lavas muy viscosas. Forman sobre el cráter protuberan-



Cono de escoria (Spatter cone), erupción tipo hawaiano.

cias rocosas de paredes muy empinadas o forman una estructura parecida a un obelisco. Algunos de estos domos van acompañados de pequeñas coladas de lava cuyos frentes son muy abruptos y se conocen con el nombre de "coulees". (C. Góngora, C. Fortuna en Guanacaste, C. San Miguel, Puntarenas).

DE ACUERDO CON MODALIDAD ERUPTIVA

La clasificación de los volcanes de acuerdo con su modo eruptivo es una guía para conocer el comportamiento de un volcán. Pero esto no es siempre exacto, ya que un volcán puede cambiar de tipo de erupción dentro de un mismo período de actividad, o en ciertos casos no completarse el ciclo dentro de un tipo dado. (Ej.: Arenal, inició con una erupción tipo peleano, continuó con lavas de bloque y una erupción tipo estromboliano).

La actividad exhibida permite distinguir siete clases de volcanes:

Los volcanes se han clasificado como sigue:

- 1- Tipo hawaiano
- 2- Tipo estromboliano
- 3- Tipo vulcaniano
- 4- Tipo pliniano
- 5- Tipo peleano
- 6- Tipo islándico
- 7- Estado solfatárico

Tipo hawaiano

Como su nombre lo indica, está representado por los volcanes de la isla Hawaii. Ellos presentan abundante extrusión de lava basáltica, en la cual, los gases se liberan más o menos en forma tranquila. Las erupciones explosivas son muy raras, pero fuentes de lava, impulsadas por los gases que escapan, pueden alcanzar hasta 500 m. de altura y son muy frecuentes.

El producto de estos volcanes son lavas básicas y pequeñas cantidades de ceniza y escoria. Es corriente la formación de conos de escoria (spatter cones) y "cabellos y lágrimas de pele" (lavas que toman la forma de cabellos y de gotas de agua al ser lanzadas al aire).

Tipo estromboliano

El nombre de este tipo proviene de la actividad existente desde hace varias centurias en el volcán Estrómboli, situado en una de las islas Eólicas en el mar Tirreno. Este tipo de actividad se caracteriza por explosiones más o menos regulares de moderada intensidad, que lanzan al aire lava pastosa en estado incandescente, acompañada de vapores blancos. No se producen coladas de lava, pero sí gran cantidad de piroclastos.

Tipo vulcaniano

Este nombre también se deriva de otro volcán italiano. La lava en este tipo de volcanes es más viscosa que la de los tipos anteriores y al solidificarse dentro del cráter forma una gruesa corteza bajo la cual se acumulan grandes cantidades de gases.

En cierto momento, cuando la columna de magma se satura de gases, ocurre una fuerte explosión, capaz en ocasiones de destruir parte del cono. Las obstrucciones dentro de la chimenea son expulsadas con el tapón y junto con porciones de lava incandescente y escoria son proyectadas al aire. Tales erupciones van acompañadas por una gran nube de gases cargados de ceniza, que toma la forma de una enorme coliflor y alcanza gran altura.

Después de ocurrida la explosión que limpia la chimenea, una corriente de lava puede tener lugar ya sea saliendo por el cráter principal o por uno secundario o una fisura lateral.

Muchos autores creen que para este tipo de actividad es más conveniente usar el nombre de Vesubiano, ya que este famoso volcán italiano es un mejor ejemplo. La mayoría de las erupciones en las cuales la chimenea está obstruida comienzan con características vulcanianas; después pueden pasar a otro tipo más tranquilo de erupción.

Tipo peleano

Recibe su nombre por la erupción que tuvo lugar en el volcán Peleé en la isla Martinica (1902). Producen magmas de alta viscosidad y se caracterizan por su gran explosividad (volcán Arenal 1968).

La erupción se distingue por la formación de una "nueé ardente" (nube ardiente), la cual es en realidad una masa o nube de gases sobrecalentados, cargados de partículas incandescentes, que se asemeja a una emulsión lo suficientemente densa para mantener contacto con la superficie del terreno a medida que viaja a gran velocidad por las faldas del volcán (220m/seg.).

Caso clásico de una nueé ardente es la que en 1902 destruyó totalmente la ciudad de San Pierre en Martinica, aniquilando a su paso 30.000 personas.

El mecanismo por el cual se produce una "nueé" no es bien conocido. Algunos autores creen que son explosiones dirigidas, pero en el caso del volcán Arenal es difícil de imaginar que ésta fuera la situación. Sin embargo, no hay lugar a duda de que la gente que murió durante las erupciones ocurridas en julio de 1968 fue aniquilada por una "nueé ardente".

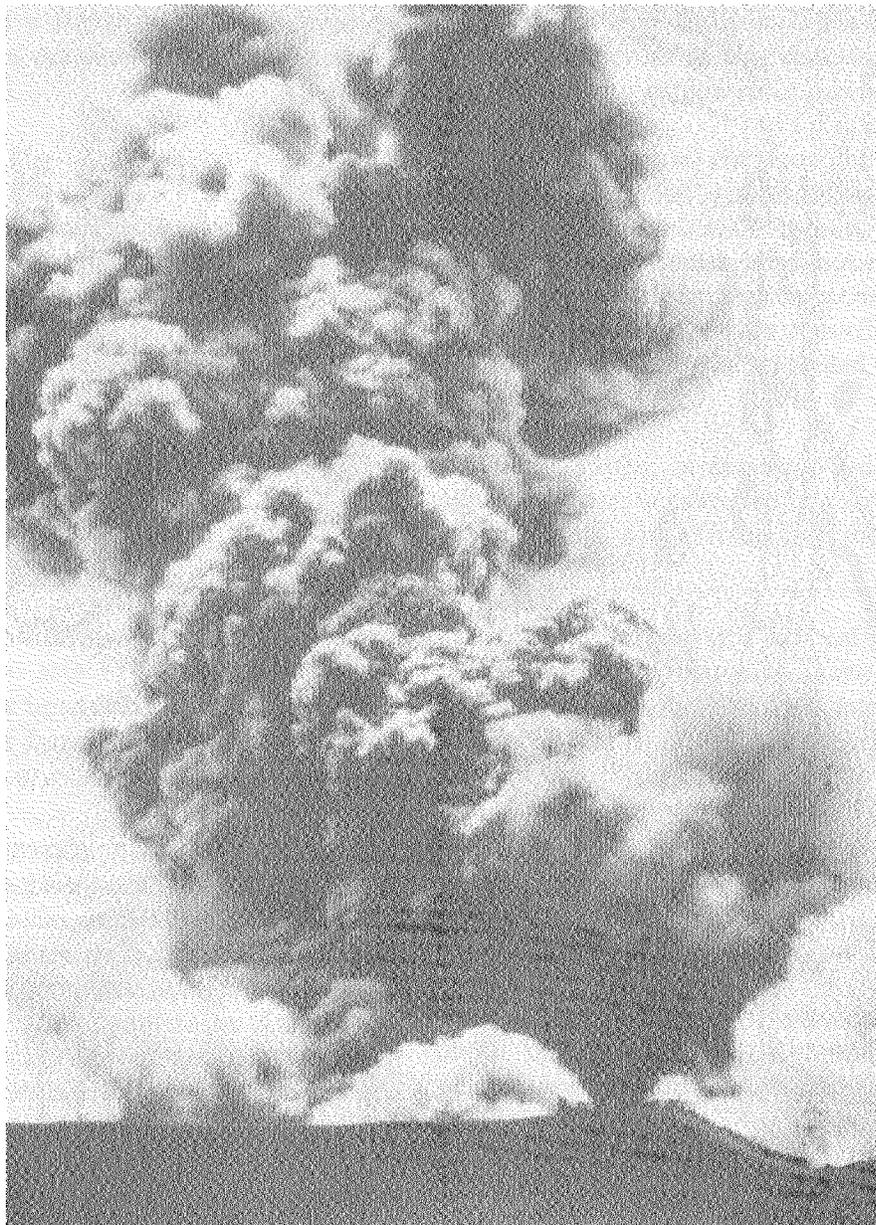
Tipo pliniano

Generan erupciones paroxísmicas de gran violencia, caracterizadas por la expulsión en forma explosiva de pómez y flujos piroclásticos.

La extrusión de grandes cantidades de magma silicio eruptado es a menudo acompañada del colapso de la parte superior del edificio volcánico y la formación de una caldera o una depresión tectovolcánica.

Tipo islándico

En estos volcanes no existe un cono con su cráter, como en los otros. La característica principal de sus erupciones es la extrusión de enormes volúmenes de lava a través de fisuras. Algunas forman coladas de poco espesor que recorren grandes distancias y cubren áreas enormes, en ocasiones miles de millas cuadradas. Coladas de este tipo for-



Erupción tipo estromboliano, volcán Irazú, 1963.

man la meseta de Columbia, que cubre parte de los estados de Washington, Oregon e Idaho (EUA). La composición de estas lavas es similar a la de los volcanes de Hawaii.

Estado solfatárico

Su nombre hace alusión a la fase final de una erupción en la cual sólo hay producción de gases. Un volcán puede permanecer por cientos de años en este estado, después de su última actividad (volcán Turrialba).

V.
OTRAS
ESTRUCTURAS
VOLCANICAS

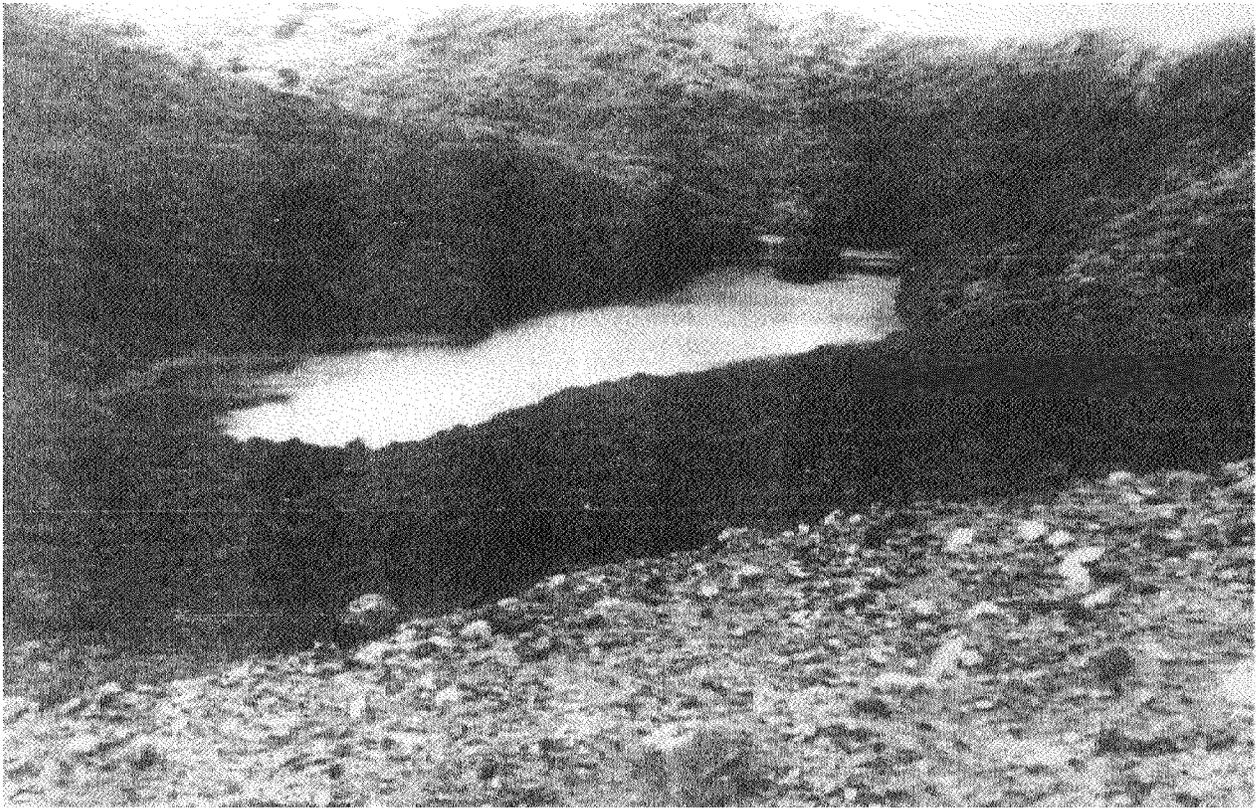
Calderas

Se ha denominado calderas a grandes depresiones de origen volcánico de forma más o menos circular cuyo diámetro es muchas veces mayor que el cráter o cráteres que existen dentro de ella.

Se les clasifica en dos tipos principales: Calderas de explosión y de colapso. En Costa Rica tenemos varios ejemplos de este tipo de estructura: la más impresionante es la caldera de Guayabo o del Miravalles, la cual en diámetro NW tiene 17 km. de ancho y contiene en ella al volcán Miravalles.



Cráter volcán Poás (izquierda), Laguna cratérica, Botos (derecha).



**Laguna de represamiento, laguna Jilgueros,
volcán Rincón de la Vieja.**

Lagos cratéricos

En algunos casos, cuando un volcán ha estado en reposo durante mucho tiempo y su cráter no se ha disectado, es corriente que se forme una laguna dentro de éste. Hay bastantes casos de esta clase de lagos en nuestro país: la laguna de Botos, del volcán Poás, es uno de ellos.

Lagunas de represamiento

Es otro tipo de lago que a menudo se encuentra asociado a volcanes. Se forma cuando una colada de lava cierra un drenaje natural dejando una cuenca encerrada, factible de ser inundada (laguna Quesada en el volcán Arenal, laguna Jilgueros en el Rincón de la Vieja).

Estructuras criptoexplosivas

Estas son depresiones circulares compuestas de roca altamente fracturada, en regiones libres de otros disturbios estructurales. Se cree que son generadas por explosiones internas (Maar), o por el colapso de masas cilíndricas de roca sobre una cámara magmática.

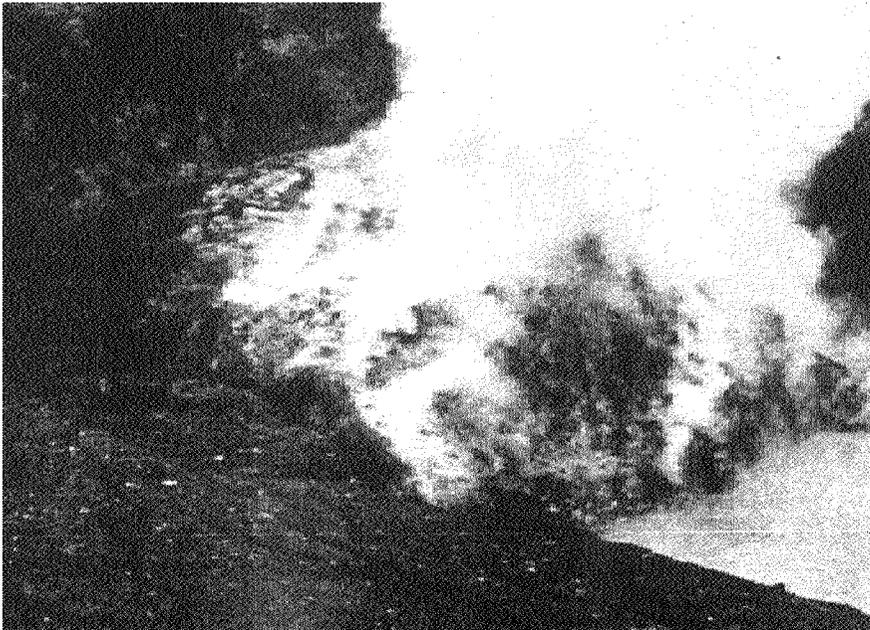
Cuellos volcánicos

Se denomina así a una chimenea llena de lava de un volcán extinto que ha quedado al descubierto por erosión (cerro Pelón, Cañas).

Fuentes termales

A pesar de que no todas las fuentes termales son de origen volcánico, a menudo se encuentran asociadas a ellos (pailas del Rincón de la Vieja).

VI.
MATERIALES
PRODUCTO DE
LA ACTIVIDAD
VOLCANICA



Emanaciones gaseosas,
cráter volcán Poás.

neladas. Algunas veces están aún plásticas cuando caen a la superficie del terreno, deformándose con el impacto o a medida que ruedan por los lados del cono.

Otro tipo de bombas denominadas de "corteza de pan", se asemejan a un bollo de pan español.

Los fragmentos más pequeños y quebrados, del tamaño de una nuez (4.0 a 32.0 mm.) se denominan lapilli (del italiano piedrecita). En tamaño decreciente encontramos las escorias (cinders), compuestas también por fragmentos de lava nueva (no debe confundirse este término con el empleado para designar la parte muy porosa de una colada de lava o lava escoréacea); la ceniza (4.0 a 1/4 mm), formada en parte por fragmentos de lava nueva así como porciones de lava arrancados a la chimenea o conducto volcánico.

Las porciones más pequeñas producidas durante una erupción constituyen lo que por su fineza se denomina polvo volcánico y que, como los materiales anteriores, contiene porciones de lava nueva y vieja.

La pomez es un producto piroclástico producido por lavas ácidas en las que el contenido de ga-

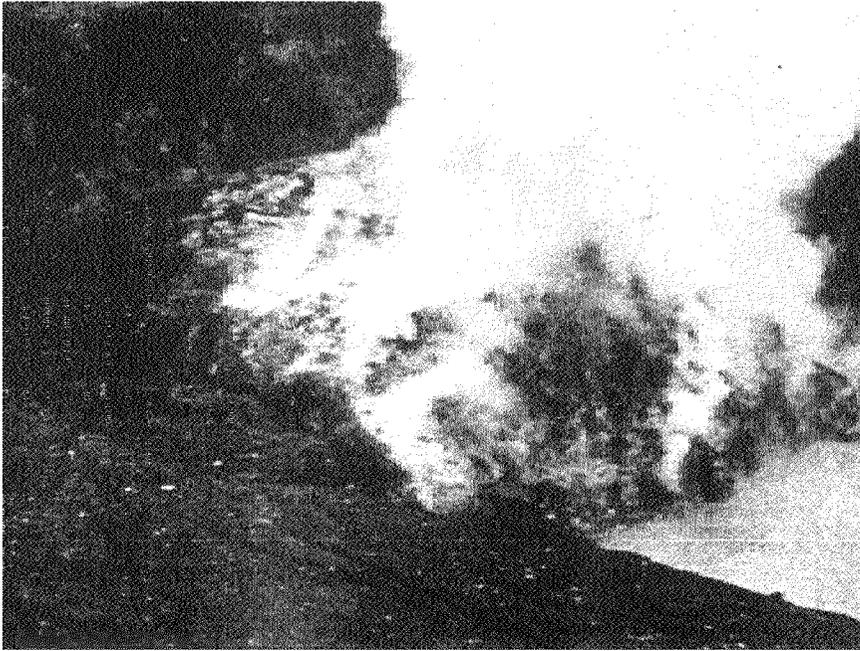
ses es tan grande que hace que la parte superior de la columna de magma se convierta en espuma. Al acercarse a la zona de menos presión, cuando sobreviene la explosión, esta espuma es expelida como pómez. La ceniza volcánica se forma cuando los gases se expanden rápidamente rompiendo la espuma de lava en pequeñas partículas. Los fragmentos en muchos casos consisten en piezas angulares de vidrio volcánico y cristales de minerales formadores de la lava.

El material fino, a veces acarreado por el viento o desplazado, a través de repetidos eventos eruptivos, llega a cubrir grandes extensiones y da origen en unos casos a suelos muy fértiles. En otros casos, si se han depositado con altas temperaturas, forman las denominadas tobas e ignimbritas, materiales que encontramos en casi todo el Valle Central, así como en partes de la provincia de Guanacaste (Liberia, Cañas, Bagaces).

Lavas

Con este nombre se conoce al "magma" una vez que ha alcanzado la superficie.

Se diferencian del material original principalmente por la relación en cuanto al contenido de



Emanaciones gaseosas,
cráter volcán Poás.

neladas. Algunas veces están aún plásticas cuando caen a la superficie del terreno, deformándose con el impacto o a medida que ruedan por los lados del cono.

Otro tipo de bombas denominadas de "corteza de pan", se asemejan a un bollo de pan español.

Los fragmentos más pequeños y quebrados, del tamaño de una nuez (4.0 a 32.0 mm.) se denominan lapilli (del italiano piedrecita). En tamaño decreciente encontramos las escorias (cinders), compuestas también por fragmentos de lava nueva (no debe confundirse este término con el empleado para designar la parte muy porosa de una colada de lava o lava escoriaécea); la ceniza (4.0 a 1/4 mm), formada en parte por fragmentos de lava nueva así como porciones de lava arrancados a la chimenea o conducto volcánico.

Las porciones más pequeñas producidas durante una erupción constituyen lo que por su finura se denomina polvo volcánico y que, como los materiales anteriores, contiene porciones de lava nueva y vieja.

La pómez es un producto piroclástico producido por lavas ácidas en las que el contenido de ga-

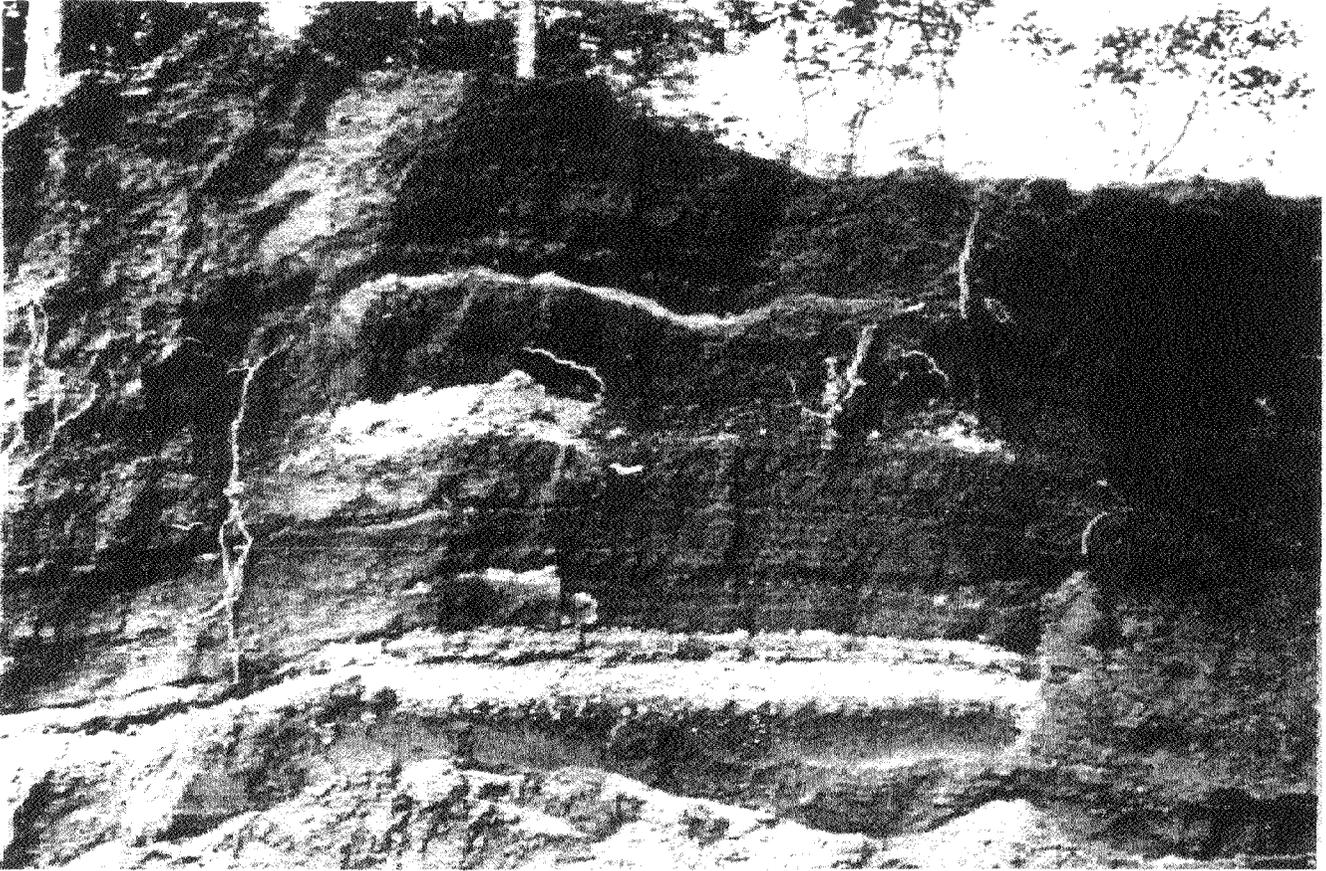
ses es tan grande que hace que la parte superior de la columna de magma se convierta en espuma. Al acercarse a la zona de menos presión, cuando sobreviene la explosión, esta espuma es expelida como pómez. La ceniza volcánica se forma cuando los gases se expanden rápidamente rompiendo la espuma de lava en pequeñas partículas. Los fragmentos en muchos casos consisten en piezas angulares de vidrio volcánico y cristales de minerales formadores de la lava.

El material fino, a veces acarreado por el viento o desplazado, a través de repetidos eventos eruptivos, llega a cubrir grandes extensiones y da origen en unos casos a suelos muy fértiles. En otros casos, si se han depositado con altas temperaturas, forman las denominadas tobas e ignimbritas, materiales que encontramos en casi todo el Valle Central, así como en partes de la provincia de Guanacaste (Liberia, Cañas, Bagaces).

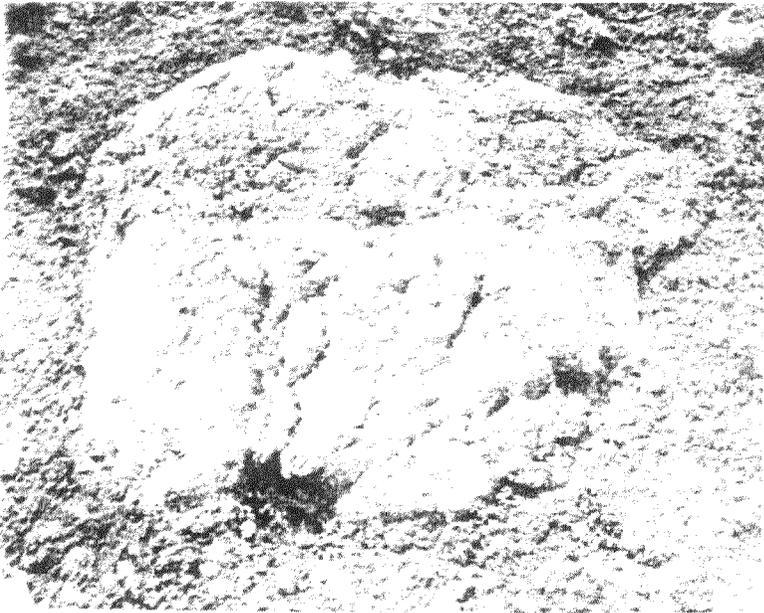
Lavas

Con este nombre se conoce al "magma" una vez que ha alcanzado la superficie.

Se diferencian del material original principalmente por la relación en cuanto al contenido de



Tefras plineanas, probablemente del volcán Barba.



Bomba volcánica, volcán Rincón de la Vieja.

gases, ya que estos se pierden en gran cantidad al aproximarse la columna de magma a la superficie.

Las lavas son una mezcla de óxidos en varias proporciones, siendo el óxido de silicio (SiO_2) su componente principal.

El contenido de SiO_2 varía desde 35 a 75 % por peso en rocas volcánicas típicas y es la base para agrupar las lavas en tres categorías.

Rocas ácidas	66.0% y más de SiO_2 (Riolita)
Rocas inter- medias	52.0 a 66.0% de SiO_2 (Andesita)
Rocas básicas	< 52.0% SiO_2 (Basalto)

La composición afecta la viscosidad de las lavas, siendo las ácidas las más viscosas aún a temperaturas muy elevadas. Tales lavas se denominan Riolitas.

Las lavas ácidas son por lo general de color claro; las básicas de color oscuro, comprendiendo las lavas conocidas como basaltos. Entre estos dos extremos se encuentran las lavas intermedias llamadas andesitas.

La composición típica de una andesita de Costa Rica recogida en el volcán Arenal es la siguiente (análisis efectuado por E. Jarosewich, Smithsonian Institution):

SiO ₂	53.61	CaO	9.39	TiO ₂	0.47
Al ₂ O ₃	19.91	Na ₂ O	2.98	P ₂ O ₅	0.15
Fe ₂ O ₃	3.95	K ₂ O	0.56	MnO	0.16
FeO	4.17	H ₂ O	0.17	-----	
					99.99

Aunque todas las lavas tienen composiciones similares, no hay dos volcanes que produzcan lava de idéntica composición. Aún más, la composición en un mismo volcán puede variar de una erupción a otra.

La temperatura de las lavas al salir del volcán ha sido medida en varias formas (pirómetro óptico, par termoelectrico), llegando a obtenerse tem-

peraturas que oscilan entre 750° y 1200°C en lavas básicas, las cuales son las únicas con medidas de temperatura bastante exactas.

Basándose en que un termómetro de vidrio Pyrex para 400°C se fundió en parte al ser introducido en una lava del Volcán Arenal, se ha estimado que esta tiene una temperatura que oscila entre 800° y 900°C. Esta medida fue tomada en el frente de la colada y es posible que en alguna parte más cercana al cráter ésta sea mayor (920°C, Malavassi, E. 1986, Comunicación personal).

La lava, como la mayoría de las rocas, es un mal conductor del calor, por lo que se enfría muy lentamente. La naturaleza porosa de la parte superficial de la colada sirve como aislador que conserva la parte central incandescente.

Medidas efectuadas después de 8 años en el lago de lava formado en el volcán Kilawea Iki, en Hawaii, dio un espesor de 29.0 m para la parte solidificada, encontrándose temperaturas de 1093°C en la parte interior aún fluida. Estos datos nos dan un promedio de solidificación de la lava de 3.6 m por año.

BIBLIOGRAFIA

- Bloom, A. L. 1978. *Geomorphology*, Prentice Hall Inc.
- Bullar, E. 1969. Origin of the Oceans, *Scientific American*, Vol. 221, No. 3, pp. 66-75.
- Bullard, F. M. 1963. *Volcanoes, in history, in theory, in practice*, Universidad of Texas Press.
- Cotton, C. A. 1969. *Volcanoes as land forms*, Hefner Publishing Co. Inc.
- Cox, A., Dalrymple, C. B. y Doell, R. R. 1967. Reversals of the Earth's Magnetic Field. *Scientific American* Vol. 216, No. 22, pp. 44-54.
- Cheminée, J. L., et al, 1981. Algunos aspectos físicos y químicos de la actividad de los volcanes Poás y Arenal. *Boletín de Vulcanología*. No. 11. Proyecto de Investigaciones Vulcanológicas UNA.
- Decker, R. y Decker B. 1981. *Volcanoes*, W. H. Freeman & Co.
- Eardley, A. J. 1957. The cause of Mountain Building an Enigma. *Scientific American*, Vol. 45, No. 3, pp. 189-217.
- Eaton, J. P. y Murata K. J. How volcanoes grow, 1960. *Science*. Vol. 132, No 3432, pp. 925-938.
- cículo IV. Sismología y Vulcanología, Universidad de Costa Rica.
- Melson, W. G. y Sáenz R., 1968. The 1968 eruption of Arenal Volcano, Costa Rica: Preliminary Summary of field and laboratory studies. Smithsonian Institution, Center for Short. Lived Phenomena.
- Menard, H. W., 1955. Deformation of the Northeast Pacific basin and the west coast of North American. *Bull. of the Geol. Soc. of Americ.*, Vol. 66, No. 9, pp. 1149-1198.
- Molnar, P. y Sykes, L. R., 1969. Tectonic of the Caribbean and middle America Regions from focal mechanisms and seismicity *Geol. Soc. Amer. Bull*, Vol. 80, No. 9, pp. 1639-1684.
- Murata, K. J., Dondoli, C. y Sáenz R., 1966. The 1963-65 eruption of Irazú Volcano, Costa Rica. *Bull. Vol. Int. T XXIX*, pp. 764-765.
- Orawan, E., 1969. The origen of Oceanic Ridges. *Scientific American*. Vol. 221, No. 5, pp. 102-119.
- Heirtzler, J. R. Sea Floor Spreading. *Scientific American*, Vol. 219, No. 6, pp. 60-70.
- Fisher, R. V. y Schmincke, H. U. 1948. *Pyroclastic Rocks*, Springer Verlag.
- Harley, P. M. 1968. The confirmation of Continental Drift. *Scientific American* Vol. 218, No. 4, pp. 52-64.
- Isacks, B., Sykes, L. R. y Oliver J. 1969. Focal mechanisms of deep and shallow earthquake in the Tonga-Kermadec Region and the tectonic of island arcs.
- Kennedy, G. C., 1959. The origen of Continents, Mountain Rangers and Ocean Basins. *Scientific American*, Vol. 47, No. 4, pp. 491-504.
- Mac Donald, G. A. and Eaton J. P. Hawaiian Volcanoes During 1955-1964. *Geological Survey Bulletin* 1171.
- _____. *Volcanoes*, 1972. Prentice Hall Inc.
- Mac Birney A. R. Predicting Volcanic eruptions, *Discover*. Vol. XXVII, No. 4, pp. 20-25, april 1966.
- Mc Graw Hill. *Encyclopedia of the Geological Sciences*. 1978.
- Malavassi, E. y Sáenz R., 1970. *Principios de Geología*. Fas-
- Ross, D. A. and Shore Jr., G. G., 1965. Reflection profiles across the Middle American Trench. *Journal of Geoph. Res.* Vol. 70 No. 22, pp. 20-25.
- Sáenz, R., 1971. Aparatos volcánicos y fuentes termales de Costa Rica. Dirección de Geología Minas y Petróleo. Ministerio de Industria y Comercio.
- Tazieff, H. 1963. The hidden world of volcanoes. *The UNESCO Courier*, 16th years, No. 10, pp. 20-25.
- Von Huene, R. y Shor Jr. G. G. 1969. The structure and tectonic history of the Eastern Aleutian Trench. 1969. *Geolog. Soc. of Amer. Bull.* Vol. 80, No. 10, pp. 1889-1902.
- Wilson, J. T. 1963. Are the continents drifting? *The UNESCO Courier*, 16th years, No. 10, pp. 4-11.
- _____. 1959. *Geophysics and Continental Growth*. *American Scientific*, Vol. 47, No. 1, pp. 1-24.
- Yoder, Jr. H. S. 1978. *Geomorphology* Prentice Hall.

