LAS "CALDERAS" CANARIAS

CONSIDERACIONES SOBRE LOS MODOS DE FORMACION SEGUN RESULTADOS DE ESTUDIOS REALIZADOS EN LAS ISLAS EN EL PERIODO 1947-1957

POR

HANS HAUSEN

Profesor jubilado de Geología de la Academia de Åbo (Finlandia).

SUMARIO

A) Rasgos volcánicos generales de las Islas Canarias.—B) El problema de las "calderas". Reseña histórica.
C) Las "Calderas" canarias: 1. Tenerife: Caldera de las Cañadas.—2. Gran Canaria: Caldera de Tejeda. Caldera de Tirajana. Semicaldera de Tenteniguada. "Calderas" de explosión de dimensiones reducidas.—3. La Palma: Caldera de Taburiente.—4. Gomera: Valles anfiteátricos.—5. Hierro: El Golfo.—6. Fuerteventura: El gran acantilado de Jandía.—7. Lanzarote: Calderetas de los conos volcánicos. Líneas volcano-tectónicas.—8. Graciosa.—9. Alegranza: La Caldera.
D) Consideraciones generales sobre las "calderas" canarias e intento de clasificación.—E) Comparación con formas semejantes en las demás islas del Atlántico medio (Macaronesia).

Bibliografía.

El resultado del trabajo de campo y tratamiento de laboratorio del material recogido (de 1947 a 1957) en el curso de mis estudios geológicos en Canarias, que abarcan casi una década, es, aparte otras publicaciones, la presente reseña. La labor principal se desarrolló en las más importantes: Tenerife, Gran Canaria, Fuerte-

ventura y Lanzarote; mientras que el Hierro, La Palma y Gomera fueron estudiadas bastante por encima. Al islote más nororiental del Archipiélago, Alegranza, efectué sólo una visita de algunas horas, e igualmente a Montaña Clara. Graciosa me ocupó durante una semana.

Para mí, un extranjero de las denudadas tierras de Finlandia y países escandinavos, de formaciones arcaicas, este mundo insular era, por supuesto, totalmente nuevo y muy fascinador, con su riqueza de manifestaciones volcánicas que se encontraban prácticamente en todas partes. Uno de los objetos más impresionantes de mis estudios fueron las gigantescas depresiones, que aparecen en algunas de las islas mayores, conocidas bajo el nombre general de "Calderas". Esta palabra no es auténticamente canaria, sino que ha sido tomada del portugués (*caldeiras*) y se utiliza en las Azores para designar a las grandes depresiones redondeadas que se presentan en aquel paisaje volcánico.

Las "calderas" canarias son, en algunos casos, de naturaleza similar a las de las Azores; sin embargo hay también tipos muy diferentes que, como veremos, no tienen relación alguna con las manifestaciones volcánicas.

Un estudio de las "calderas" canarias exige, por supuesto, mapas topográficos bastante buenos y a la escala apropiada. Sin tales mapas el investigador se pierde fácilmente en el laberinto de barrancos o difícilmente podrá obtener una visión general de la morfología, por no hablar de la situación de los detalles geológicos observados. Yo tuve la suerte de obtener mapas topográficos apropiados de Tenerife y de Gran Canaria (escala 1/25.000), y también del Hierro, La Palma y Gomera, gracias a la ayuda eficaz que me prestaron las autoridades, tanto en Santa Cruz como en Las Palmas.

Gran parte de las ideas que se exponen en las páginas siguientes han de ser consideradas de tipo preliminar. Me doy buena cuenta de la necesidad de llevar a cabo un examen mucho más detallado antes de que se pueda resolver definitivamente el problema de la génesis de las "calderas" canarias.

A) Rasgos vulcanológicos generales de las Islas Canarias.

Las Canarias, como archipiélago de naturaleza puramente volcánica, han atraído desde hace mucho tiempo el interés de los vulcanólogos de muchos países. El primero en revelar las maravillas de la naturaleza volcánica de estas Islas fue Leopold von Buch, que encontró en ellas buenos ejemplos para ilustrar su "hipótesis de levantamiento" en la formación de cráteres volcánicos. Posteriormente, muchos eminentes investigadores han suministrado informes sobre los volcanes y "calderas" de estas Islas. Remitimos a los lectores a la lista bibliográfica final.

Desde el primer momento podemos afirmar que las partes de las trece Islas Canarias que aparecen sobre el nivel del Océano son de naturaleza volcánica. Sin embargo, ello no excluye que varias, o todas ellas, puedan contar con una base no volcánica, o sea material de la corteza terrestre relacionado con el del gran bloque sial de la cercana Africa. Como las Islas de Cabo Verde, las Canarias no son islas auténticamente oceánicas; pertenecen al borde de la zona africana. Ello es fácil probarlo, al menos, en las islas de Fuerteventura y La Palma, en donde pueden verse antiguas series dislocadas de rocas de lava espilítica y también protuberancias de rocas plutónicas granulares.

Las estructuraciones volcánicas de las Canarias son de soberbia apariencia y muchas de las formas están bien conservadas. En otras palabras, puede decirse que la mayoría de los volcanes son de edad geológica tardía: de finales de la Epoca Terciaria, de la Cuaternaria o de la Actual. En tres de las islas, La Palma, Tenerife y Lanzarote, la actividad volcánica todavía aflora de vez en cuando. La isla relativamente más antigua parece ser la Gomera, aunque Fuerteventura tiene también un relieve de erosión bastante antiguo, con algunos nuevos volcanes superimpuestos aquí y allá.

Los volcanes canarios son de proporciones muy diferentes. Se pueden distinguir varias clases de ellos, desde conos gigantescos de tipo central (dominando una isla), hasta moderados conos de escorias y pequeños conos parasitarios y calderetas, diseminados sobre las laderas mayores.

El volcán más impresionante de todo el conjunto es, sin duda, el Pico del Teide (con su volcán gemelo Pico Viejo), y el punto culminante es la cumbre más alta de todo el dominio español: 3.711 m. Desde los tiempos antiguos es el punto de referencia de los marineros en estas latitudes. Ningún otro volcán de las Canarias tiene una forma tan dominadora, aunque en algunas islas se han producido erupciones en puntos bastante elevados (La Palma, 1949). La mayoría de las restantes altas montañas están deformadas por la erosión y el desgaste de la acción atmosférica. Este es, por ejemplo, el caso de la altura mayor en Gran Canaria: Pozo de las Nieves (1.950 m.). Por otra parte, hay en las islas orientales, Fuerteventura y Lanzarote, algunos conos volcánicos bastante imponentes, con grandes cráteres y una vista impresionante sobre el paisaje; muchos de ellos (por ejemplo, Montaña Corona, en Lanzarote) han derramado copiosas cantidades de lava en los alrededores, pero rara vez tales conos alcanzan gran elevación (500-600 m.) a causa de que su basamento es relativamente bajo.

Un rasgo destacado en las islas orientales, las *Purpurarias*, es la tendencia al alineamiento de los conos en filas de varias decenas de kilómetros de longitud. En tal caso los volcanes están situados a lo largo de una línea volcano-tectónica de dirección constante. En Lanzarote la parte media de la isla está cortada por líneas tales en dirección O. SO.-E. NE. Pero también en La Palma nos encontramos una línea similar en dirección N.-S. a lo largo de la cresta principal de la isla. En la parte central de Tenerife existe una especie de fisura, a lo largo de la cual se encuentran los dos conos principales (los Picos, el nuevo volcán Chinyero y la cúpula de lava Montaña Blanca). Aquí la dirección de la línea es O.-E. En Gran Canaria puede percibirse una cierta alineación en algunas partes de la isla, por ejemplo en los declives septentrionales; pero la mayoría de los conos parasitarios están dispuestos en forma bastante arbitraria.

El material arrojado a la superficie por las erupciones en el curso del tiempo ha sido bastante variado. Mientras que la mayoría de las islas oceánicas del mundo están formadas por materiales de tipo basáltico, las Canarias están en gran parte compuestas de lavas sálicas ricas en natrón con sus productos piroclásticos. Los

materiales de este último tipo aparecen especialmente en las dos grandes islas de Tenerife y Gran Canaria. Es cierto que en Fuerteventura hay basaltos en muchas partes (también espilitas), pero tiene además grandes masas de rocas plutónicas granulares de tipo sienitas alcalinas, y similares aparecen al lado de gabbros y variedades aún más básicas. La copiosa producción de material sálico puede ponerse en relación con la proximidad del bloque sial continental africano, material que en estado de nueva fusión puede haber sido puesto en actividad en los volcanes canarios.

Si en esta parte introductoria queremos precisar ya algo sobre las posibilidades generales del terreno volcánico canario en la formación de "calderas" volcánicas en gran escala, podemos decir que no son muy buenas, especialmente si comparamos el Archipiélago con las Azores, en donde, como es sabido, las "calderas" son muy grandes y numerosas. Sólo una "caldera", la de Tenerife, de tipo auténticamente volcánico, se ha formado en las Canarias; claro que la grandeza de esta "caldera" sola compensa la falta de otras similares en las restantes Islas.

B) El problema de las "calderas". Reseña histórica.

F. von Wolff (1914) sustentaba que el tema relativo a las "calderas" (utilizando el término en sentido amplio) es uno de los problemas más intrincados de la vulcanología y que hasta su época no se le había encontrado una solución general. Ello no es de extrañar, puesto que constan en la bibliografía científica los más diversos conceptos en relación con estas profundas depresiones redondeadas de las zonas volcánicas. Actualmente, y en especial después del estudio de Williams Howel (1941) *Calderas y su origen,* que examina tipos de "hoyos" suficientemente grandes de todas las partes del mundo en regiones volcánicas, podemos encontrar un cierto orden en el caos, y distinguir un número mayor de tipos con sus correspondientes modos de formación.

Teniendo presente este estudio de W. Howel he intentado revisar la antigua polémica de las ideas relativas a las "calderas" canarias durante mis estudios geológicos generales en esta región.

Adelantemos aquí una breve recapitulación de lo que se ha dicho acerca de las "calderas" canarias, y de las que así han sido denominadas en épocas anteriores.

Podemos comenzar con el examen llevado a cabo por el eminente geólogo alemán Leopold von Buch, que estuvo en Canarias en 1815. Sus ideas y apreciaciones han sido publicadas en la bien conocida obra *Physikalische Beschreibung der Canarischen Inseln*, trabajo que, por vez primera, presenta este País de las Maravillas de la Naturaleza a la consideración del mundo científico (1825). A su llegada a las Canarias von Buch traía su teoría referente al origen de los volcanes y sus cráteres, conocida como "hipótesis de levantamiento". Es decir, von Buch consideraba a los conos volcánicos como tumores presionados hacia arriba por una fuerza procedente del interior de la corteza y que a causa de este empuje se abría un cráter en lo alto, conjuntamente con fisuras radiales de tensión por la periferia del tumor. En estas Islas von Buch encontró muchas pruebas para confirmar sus pensamientos, especialmente en La Palma con su profunda "caldera", y también en Tenerife y Gran Canaria. Pero mientras que la Caldera de las Cañadas de Tenerife parece encajar adecuadamente en la hipótesis del levantamiento, las "calderas" de Gran Canaria son de un tipo bien distinto. A pesar de ello, von Buch creyó reconocer también en esta Isla "cráteres de levantamiento".

Posteriormente, el campeón de la investigación geológica en Inglaterra, el gran genio de la ciencia de la Tierra, Charles Lyell, arribó a las Canarias y se enfrentó con el problema de las "calderas", especialmente en La Palma. Propuso un punto de vista completamente distinto sobre la cuestión. Rechazando el origen volcánico de las "calderas", las consideró resultado de la excavación fluvial, siendo ello especialmente aplicable a la Caldera de Taburiente, en La Palma.

En décadas posteriores muchos otros geólogos se enfrentaron con las "calderas" canarias, basándose sus impresiones en estancias y exploraciones más o menos largas. K. von Fritsch y W. Reiss son autores de un amplio informe sobre Tenerife que describe la Caldera de las Cañadas como un gran hundimiento volcánico en

el que los Picos centrales representan una nueva generación de volcanes.

Las grandes "calderas" de Gran Canaria fueron durante mucho tiempo un rompecabezas para muchos visitantes. W. von Knebel (1907) creyó encontrar sólo fuerzas volcánicas responsables de la formación de la Caldera de Tejeda y de la Caldera de Tirajana. Lucas Fernández Navarro (1925) consideró al menos a la Caldera de Tirajana como ejemplo de una "caldera" de explosión. Por otra parte, J. Bourcart (1937) encontró (tras un minucioso estudio) que las dos grandes "calderas" de esta Isla eran resultado de la labor de las aguas corrientes. Pero, según él, ello no excluía el hecho de que la Caldera de Tejeda fue el centro de grandes erupciones en la época post-miocénica.

Recientemente, Federico Macau Vilar (1951), Ingeniero de Caminos, que pasó varios años en Las Palmas e hizo muchas excursiones por la Isla, emitió una hipótesis: la Caldera de Tirajana pudiera ser un espacio de hundimiento relacionado con las grandes efusiones de lavas de los alrededores. Este hundimiento fue la causa primaria de la depresión; posteriormente tuvieron lugar en esta "caldera" corrimientos de tierra en gran escala y su perímetro se ha ampliado. Volveremos posteriormente a esta notable "caldera" y al papel de los corrimientos de tierras.

En lo que respecta a las "calderas" de las islas occidentales, la de Las Cañadas de Tenerife parece haber obtenido un puesto propio como "caldera" volcánica de hundimiento (L. Fernández Navarro, 1917), originada por explosión y retirada de masas en el interior del viejo volcán.

En lo que respecta a la próxima isla hacia occidente, Gomera, un trabajo de Curt Gagel (1925) ha resuelto la cuestión: no hay calderas volcánicas, sino sólo "hoyos" de erosión.

La Palma ha sido otro rompecabezas durante mucho tiempo y no se ha propuesto ninguna solución aceptable acerca de la central Caldera de Taburiente. Tras un completo estudio de C. Gagel (1908), la "caldera" fue considerada resultado de erosión fluvial. Posteriormente, Hans Reck (1928) ha formulado una solución algo más complicada que examinaremos más adelante.

La isla del Hierro tiene en El Golfo una gran semi-caldera, no

muy bien redondeada, aunque da frente al Océano por el noroeste. Con una *cuerda* de unos 15 kilómetros y una elevación de los riscos circundantes que llega a los 800 metros, es realmente una maravilla de la naturaleza. L. Fernández Navarro (1925) consideró El Golfo como la parte restante de una "caldera" gigante, semejante a la Caldera de Las Cañadas. La parte que falta ha sido víctima de los desplazamientos que aquí se han producido. Simón Benítez Padilla (1945) parece ser de opinión que la idea de una "caldera" volcánica pudiera ser aceptable ("caldera" de explosión), pero opina que la desaparición de la otra mitad de la construcción volcánica ha sido obra de la resaca. Este agente marítimo, según el mismo autor, generalmente no es lo suficientemente apreciado en la interpretación de la morfología canaria. El perímetro actual de muchas de las Islas ha sido formado en realidad, según él, por la abrasión, actuando de manera muy enérgica en el lado de barlovento de cada Isla.

Como deducirá el lector, de este ligero examen de opiniones formuladas en la bibliografía científica, hay muchas divergencias relativas a varias de las "calderas" de las Canarias. En las páginas siguientes nos referiremos más detalladamente a tales opiniones y veremos cuáles de ellas son más razonables en cada caso particular. El problema es difícil y polifacético, y el autor no tiene la pretensión de considerar sus ideas como la última palabra. Gran parte de la labor de detalle está todavía por hacer en las distintas Islas; en algunos casos son precisos sondeos de las aguas costeras antes de que se pueda hacer afirmación definitiva alguna.

Todavía hay en Canarias otros tipos de "calderas", pero de dimensiones muy reducidas. Muchas de ellas podrían ser calificadas de cráteres, semi-cráteres, etc., ya que son "hoyos" en la parte superior de conos volcánicos. Abundan de modo especial en las islas orientales y muchos de ellos han sido descritos (los de Lanzarote) por E. Hernández Pacheco (1909). Estos hundimientos están situados en conos compuestos de materiales sueltos (bombas, escorias, lapillis y cenizas).

Además de estos tipos hemos de mencionar todavía las pequeñas "calderas" de explosión, cuyo mejor ejemplo es la Caldera de Bandama, en la parte noreste de Gran Canaria. Este "hoyo", bas-

tante espectacular, de tipo *maar* [1], fue descrito por vez primera por L. von Buch (1825) y posteriormente por Calderón y Arana (1880). Es de una clase no ligada a un volcán, aunque se encuentra en medio de un paisaje volcánico [2].

C) Las "calderas" canarias.

1.—*Tenerife*.

(Véase el mapa, fig. 1.)

La Caldera de Las Cañadas.

La isla de Tenerife, la pieza del Archipiélago que ocupa una situación más central, es al mismo tiempo la mayor (2.057 km²) y la más elevada (Pico del Teide, 3.711 m.). Tiene una forma aproximadamente triangular, cuya parte central forma una especie de edificio volcánico de enormes dimensiones. Está formada en su mayor parte por lavas sálicas y tobas volcánicas (traquitas, fonolitas) que descansan sobre un antiguo basamento compuesto en gran parte de lavas basálticas y tobas (Hausen, 1956). El gigantesco volcán central tiene una "caldera" en la cumbre, de dimensiones 10 × 15 km., cuyas paredes circundantes sólo en parte están bien conservadas. Esta es la denominada *Caldera de Las Cañadas*. Su fondo está a unos 2.000 m. sobre el mar. En el interior se alzan los más recientes volcanes gemelos, Pico Viejo y Pico del Teide, siendo el último algo posterior y un poco más alto.

El autor conoce bastante bien la Caldera de Las Cañadas y las montañas que la rodean y se ha sentido impresionado por las enormes masas de lavas y materiales piroclásticos que han contribuído a rellenar la gran depresión del viejo volcán, por no hablar de la

---

1 Cráter lago. (N. del T.)

2 *Nota del autor.*—Cuando ya había enviado este artículo a la Redacción recibí una publicación sobre "calderas" de Gran Canaria escrita por F. Macau Vilar (1960). Por consiguiente, no es posible entrar aquí en discusiones referentes a las ideas de dicho autor, mas espero volver sobre esta tesis especial en otra ocasión.

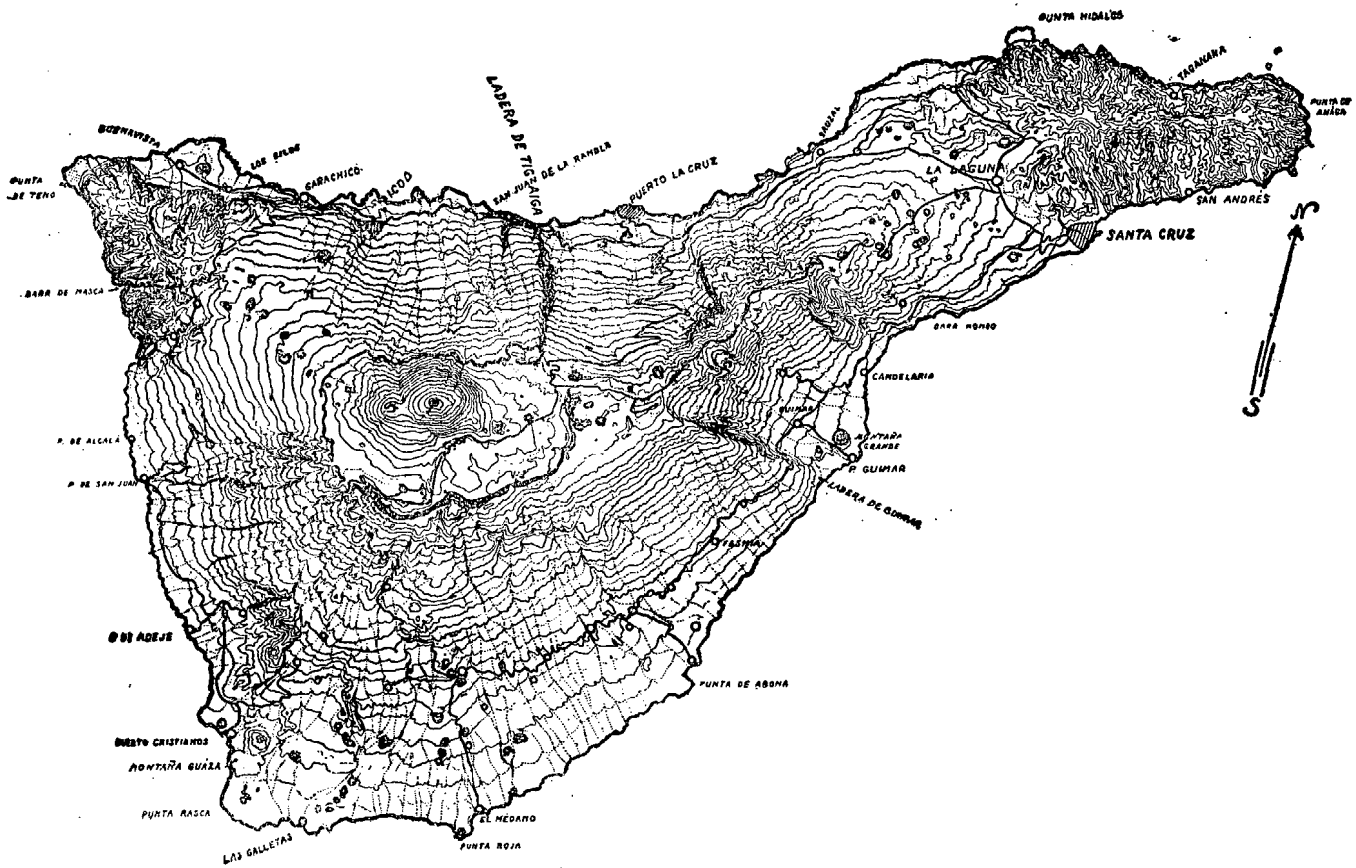

Fig. 1.—Mapa topográfico de la isla de Tenerife. Equidistancia entre curvas de nivel = 100 m.

cantidad que ha sido necesaria en el amontonamiento de los dos jóvenes volcanes gemelos centrales, dentro de la "caldera", que descansan sobre el relleno.

Comparado con otras islas volcánicas y oceánicas del mundo, tales como las de Hawaii en el Pacífico, se encuentra un rasgo distintivo en el gigantesco volcán tinerfeño: su construcción es más cónica, con un declive acusado, mientras que los volcanes de Hawaii son en forma de escudo. Ello depende del diferente material constitutivo: el volcán pre-caldera tinerfeño, e igualmente los volcanes gemelos centrales posteriores, están formados por materiales sálicos (con tobas) de gran viscosidad en el momento de la emisión, mientras que la mayor parte de los otros volcanes oceánicos, tales como los de Hawaii, están formados por lavas basálticas, caracterizadas por su gran fluidez. Ello permite la formación de volcanes en forma de escudo o de altas planicies.

El volcán pre-caldera sálico tinerfeño, que al principio se alzaba sobre el basamento de naturaleza basáltica (que ahora aparece en Anaga y Teno), era un cono inmenso de lavas fonolíticas y tobas volcánicas y alcanzó una altura que ciertamente sobrepasó la del actual Pico del Teide (puede que de 3.500 a 4.000 m.). Era realmente un volcán impresionante si medimos su elevación desde el fondo del océano circundante. ¡En tal caso obtenemos una altura de, por lo menos, 7.000 m.!

En un determinado momento este volcán cesó en su actividad constructora, pero pronto se produjo una serie de explosiones con el lanzamiento de enormes masas de piedra pómez, lapillis, bombas, etc., que se extendieron por los alrededores del gran cono, especialmente por el sur, pues que los vientos alisios septentrionales predominaban ya en esta época. La salida de material del interior del cono produjo una serie de movimientos de derrumbamiento y originó la gran "caldera". Cuánto duraron estos movimientos de desplome es algo que no está claro; es muy probable que se produjesen gradualmente por absorción de los lados. De esta forma el perímetro se hizo cada vez más espacioso. No se abrió una sola depresión, sino dos, una al lado de la otra, que pueden ser trazadas fácilmente, incluso en la actualidad, pese al relleno de lava posterior en el interior de la "caldera". Una cresta divisoria permaneció

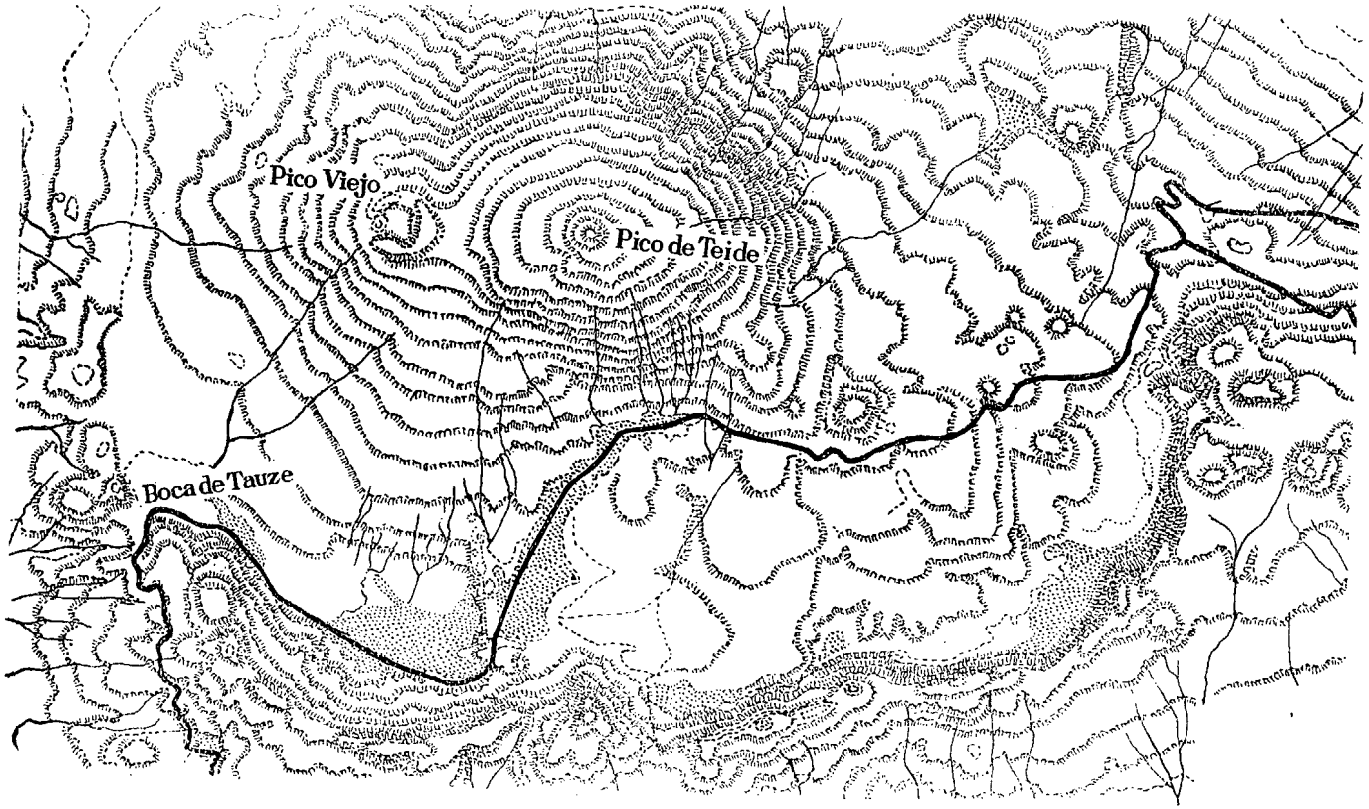

Fig. 2.—Mapa topográfico de la parte central de Tenerife con los Picos y la citada Caldera de Las Cañadas.

entre las dos depresiones; se le denomina Los Azulejos. De las "calderas" gemelas, la más occidental es algo más baja que la más oriental (cfr. fig. 2).

Estas absorciones laterales no han actuado de manera pareja, dejando algunas partes menos atacadas que las otras. La erosión y la acción atmosférica posterior han intentado derruir las escarpas de la "caldera". Pero todavía se puede ver cómo en algunas partes los cortes de inclusión han cortado un antiguo barranco que pertenecía al declive del viejo cono pre-caldera.

En su fase primera la "caldera" tuvo ciertamente una profundidad de muchos cientos de metros, quizá no menos que la Caldera de La Palma. Tuvo también, según parece, un desagüe hacia el sudoeste, pero posteriormente ha sido rellenado por coladas de lava.

El proceso de rellenamiento continuó con la sedimentación de la pumita arrojada, con la emisión de lava en diferentes direcciones y con arena y grava de las montañas de los alrededores. Los últimos rellenamientos son de la época actual, y la última corriente de lava es de 1799 (Chahorra). En algunos sectores las lavas se abrieron también camino fuera del perímetro de la "caldera" y muchas coladas llegaron al mar. Hay tres caminos principales de escape de las lavas a través de aberturas en la barrera de la "caldera".

Se puede descifrar muy bien la historia de la región de Las Cañadas-Pico. Al principio se acumularon allí principalmente lavas fonolíticas con interrupciones de producción de material más básico, de forma que un cono impresionante y algo aplanado fue el resultado final. Este cono tuvo, por supuesto, un cráter (ahora desaparecido). A partir de entonces el cono fue atacado por las lluvias, y sus laderas fueron seccionadas por barrancos.

Con el paso del tiempo se produjo una nueva fase paroxismal en la evolución: el volcán pre-caldera entró en actividad con poderosas explosiones, arrojando principalmente material pumítico ligero (bombas, lapilli y cenizas), material en el que predominaba una composición sálica (fonolitas, traquitas). Masas enormes de estos materiales piroclásticos ligeros fueron arrojados al aire y arrastrados por los vientos alisios (septentrionales), y gran parte de los mismos se sedimentó en las laderas meridionales de la Isla y el resto llegó más lejos y desapareció en el mar. Parte importante

de la pumita que cayó al Océano permaneció a flote (en suspensión) y fue arrastrada por la Corriente Canaria, primero en dirección sur y luego en dirección oeste, a través del Atlántico. Por lo menos una pequeña parte fue a parar al litoral de las Antillas. El autor está convencido de que un examen de la estratigrafía de las orillas marítimas en esos lugares de América pondría de manifiesto depósitos de pumita tinerfeña de finales de la Epoca Terciaria. También es posible que muestras de fondo del Atlántico (cuando se continúen las investigaciones en el futuro) resulten ser material piroclástico de esa composición especial alcalino-sódica que caracteriza a las lavas tinerfeñas de este viejo volcán.

El autor piensa que no sería imposible identificar pumitas de origen canario (tinerfeño) en las Antillas, puesto que ésta tiene una composición alcalino-sódica, tipos "Atlántico", mientras que los productos volcánicos antillanos son todos de los tipos "Pacífico".

He dedicado mucho tiempo a estudiar los depósitos piroclásticos de los declives meridionales de Tenerife y he encontrado que son de gran espesor, con muchas disconformidades y grano cambiante en los estratos. Pero lo que se ve en estas laderas puede que sea sólo una parte de la cantidad total. El resto fue arrastrado a otros lugares, a través del Océano.

Debido a la salida de todo este material pumítico del interior del volcán pre-caldera puede que originase una falta de sostén en el interior del volcán, cuya consecuencia fue una serie de movimientos de desplome que acabaron originando una "caldera". Esta se amplió de vez en cuando por derrumbamientos de los lados.

Sin embargo, un estudio más detenido de la "caldera" ha revelado que no se formó una, sino dos "calderas", separadas por una cadena de colinas llamadas Los Azulejos, orientadas aproximadamente en dirección N.-S. (y que desaparecen bajo el volcán Teide). De las "calderas" gemelas, la occidental es algo más baja que la oriental; ello puede que dependa de una cantidad diferente de material de rellenamiento (véase en la vista del Llano de Ucanca, la "caldera" occidental más baja, n.° 1, lám. II). La pared divisoria, Los Azulejos, originalmente era, sin duda, mucho más marcada y continua que ahora. Tanto en esta pared como en las laderas circundantes de la escarpa de la "caldera" (en el sur) hay claras señales

Fig. 1.—Pico del Teide (3.711 m.) visto desde el Norte. Los productos del volcán se han acumulado dentro de la Caldera de las Cañadas, formando la antigua elevación de borde visible a la derecha (La Fortaleza). Lavas del Teide entre uno y otra.

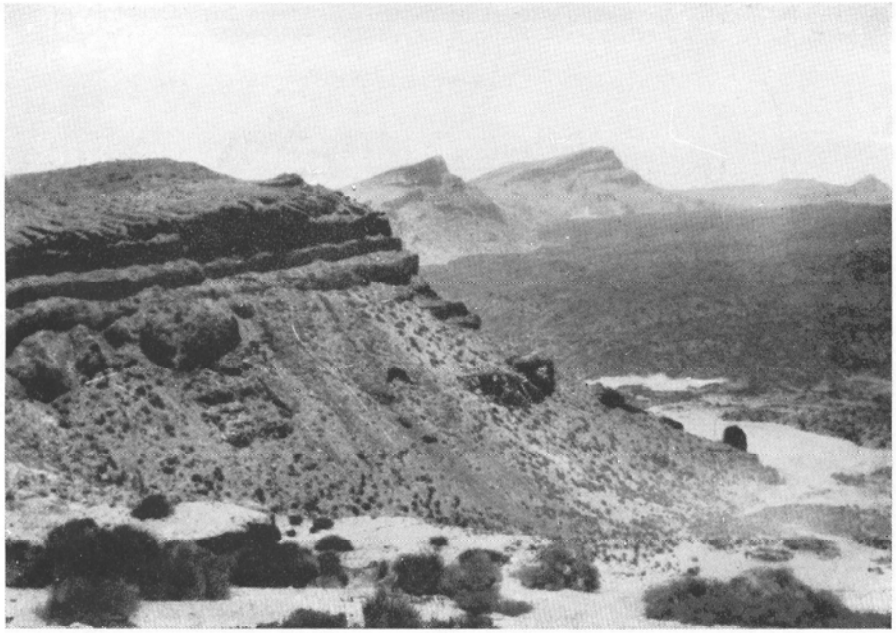

Fig. 2.—Vista del borde meridional de la Caldera de las Cañadas. El Teide (invisible) a la derecha.

LÁMINA II

Fig. 1.—Vista del Llano de Ucanca, Caldera de las Cañadas, desde Los Azulejos. Corriente de lavas procedentes del Teide, a la derecha. Dirección: Suroeste.

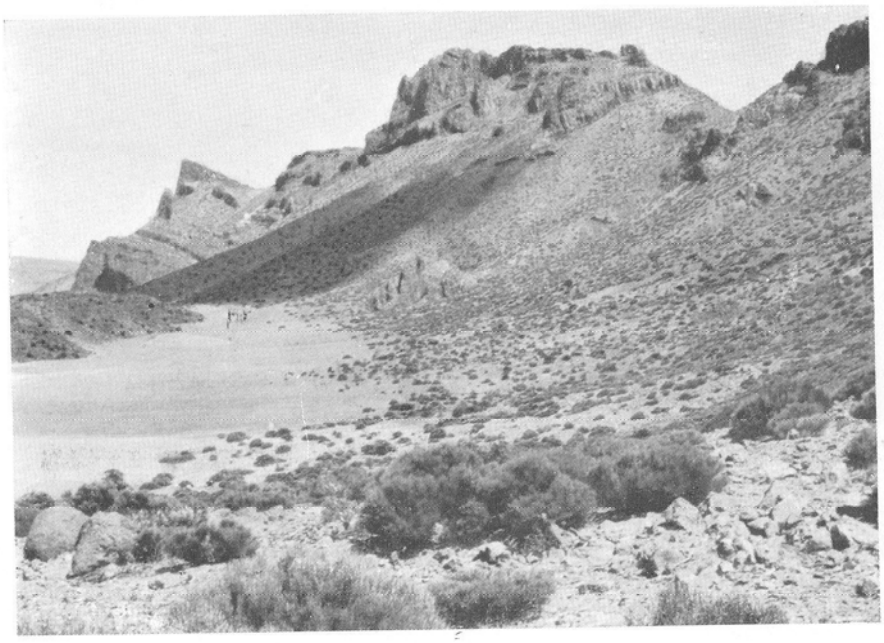

Fig. 2.—Vista del borde sur de la Caldera de las Cañadas desde un punto situado al pie del Pico Guajara. La cumbre aguda del fondo es el Pico de la Grieta. Obsérvense los grandes taludes al pie de la montaña. Foto mirando al Este.

de que ha tenido lugar una intensa erosión en los bordes de estas depresiones. Estas dentadas formas de erosión están ahora en su mayor parte cubiertas en el rellenamiento de la "caldera". Sólo pináculos se elevan sobre el suave terreno. El autor está convencido de que después de que se abrió la caldera-gemela estuvo llena de agua. El desagüe del lago parece ser que estaba hacia el oeste y su base fue siendo rebajada cada vez más. Por último, el lago se drenó o casi llegó a ello; pero pronto un acarreo de material de los lados acumuló un rellenamiento. Las agudas formas de erosión de los pináculos más altos que todavía se ven por el Llano de Ucanca puede que continúen rebajándose por el rellenamiento.

No se sabe hasta qué altura continuó el proceso sedimentario de rellenamiento antes de que comenzase el período de actividad del Teide.

En un punto de la parte norte de Las Cañadas (medio relleno) comenzó el crecimiento de un nuevo volcán, según parece, principalmente, en el interior de la caldera-gemela occidental. Creció hasta una altura de unos 3.120 m. y finalizó con una "caldera", en la cumbre, de 1.400 m. de diámetro. El cono es denominado Pico Viejo y es el precursor del Pico del Teide, cuyo crecimiento siguió el de aquél. Estuvo firmemente unido con el cono de Pico Viejo; se ha formado un paso en forma de silla de montar entre los dos.

El Pico del Teide, cuyo conducto está a unos 2.000 m. al este del Pico Viejo, es un estratovolcán típico. Su crecimiento finalizó con el cráter en la cumbre La Rambleta, de unos 1.500 m. de diámetro. En él surgió posteriormente un nuevo cono, El Pitón, actual cima del Pico del Teide. Este tiene un pequeño cráter en forma de "caldera".

Los dos volcanes centrales han emitido copiosas masas de lenguas de lavas irradiantes laderas abajo y en el interior de las "calderas". Pero alternativamente ha habido expulsión de masas de pumita traquítica ligera por los alrededores. Parte de la lava se deslizó hacia la costa norte, parte a la costa oeste, llenando completamente barrancos pre-existentes.

Las lavas, cenizas y pumita producidas por los volcanes centrales son de composición de traquítica a fonolítica y traquiandesítica (Pico Viejo). Gran parte es de naturaleza vítrea.

La evolución del volcán central tiene mucho en común con el viejo Monte Mazama, en Oregón (U. S. A.), que tuvo un período de elevación, otro de formación de "caldera" y un período de alzamiento de nuevo hacia el centro. Pero mientras que la "caldera" del Teide fue rellenada completamente, la "caldera" Mazama permaneció como un lago, el famoso Lago Cráter, entre boscosas montañas. En medio del lago hay un joven volcán: Isla Wizard.

De las otras "calderas" de Tenerife se sabe poco. Posiblemente la extraña depresión redondeada existente en el lado sur de la sierra de San Pedro, frente a Arafo (cabeza del valle de Güímar), pueda ser interpretada como algún tipo de "caldera" de explosión. Tiene un estrecho desagüe hacia el sur y encierra un cono de cenizas que tuvo una erupción en el año 1705. Por otra parte, la Isla está salpicada de una multitud de conos de cenizas más pequeños, algunos de ellos situados dentro de la Caldera de Las Cañadas. Todos ellos representan una fase volcánica más reciente, y el último representante ha estado en actividad como un nuevo volcán en el año 1909, el Chinyero, situado a corta distancia al oeste de Pico Viejo.

Falta por mencionar todavía una "caldera" de explosión (*maar*) estudiada por mí y situada en la parte más meridional de la Isla. Al pie de la Montaña del Conde (1.000 m.) se abre una cuenca de poca profundidad, pero de diámetros considerables. Las paredes forman declives de 30°-40° y están constituídas por tobas pardas mezcladas con piedras y bloques: el material más típico de explosión freática. Esta depresión se llama Caldera del Rey. Es el único ejemplo de su clase en la Isla.

Por otra parte hay, evidentemente, valles volcano-tectónicos, como el Valle de La Orotava y el Valle de Güímar (opuestos el uno al otro a los lados de la sierra de Pedro Gil). Están flanqueados por laderas de altura e inclinación considerables y sus fondos están rellenados por las coladas de lava. Los arroyos de La Orotava vinieron todos de Las Cañadas, mientras que las lavas del Valle de Güímar son locales (de conos parasitarios). Gran parte del Valle de Güímar está relleno de sedimentos piroclásticos, con frecuencia hasta un espesor considerable. Estos son idénticos a los ma-

teriales expulsados en las grandes explosiones antes del hundimiento de la cumbre del volcán central pre-caldera.

Nada se sabe con certidumbre acerca de la edad geológica exacta de las depresiones volcano-tectónicas. Sin embargo, parece que son anteriores a la formación de la Caldera de Las Cañadas; por lo tanto, puede que sean de la Epoca Pre-Cuaternaria a Neogénica Posterior. El Valle de La Orotava, confinado por la Ladera de Santa Ursula al este y la Ladera de Tigaiga por el oeste, en la cual la estratigrafía volcánica es bien manifiesta (escarpas de fallas), es la parte más poblada de Tenerife. Sus campos de lava están, en gran parte, cubiertos de suelo fértil apropiado para las plantaciones de platanales en los niveles más bajos. Hay en el valle una fila de conos de cenizas, según parece, controlados por una línea de falla. Todas sus particularidades geológicas fueron delineadas ya en el siglo pasado por A. Rothpletz (1889).

Hemos de mencionar todavía un par de valles que son quizá de naturaleza similar: el Valle de Guerra, en el lado norte de la amplia península de Anaga, cordillera en que está situada La Laguna; y el segundo en el lejano oeste, en la península de Teno, algo sobre Buenavista. Están también acompañados por conos volcánicos jóvenes. Mientras que el Valle de Guerra tiene una amplia boca en la costa norte, el Valle de Segovia, en Teno, que da también a la costa norte, tiene un desagüe bastante estrecho.

2.—*Gran Canaria*.

(Véase el mapa, fig. 3.)

Esta Isla, de 1.532 km² de superficie, tiene un contorno más redondeado y forma de escudo, con su elevación más alta en el centro (Pozo de las Nieves, 1.950 m.). Desde este punto hay laderas en todos los lados, en algunas partes bastante continuas; en otras, más irregulares, con escarpas o con conos volcánicos sobrepuestos. Hay una *red* de barrancos dispuestos como los radios de una rueda, y el escudo que forma la Isla está cortado bastante profundamente por los mismos. Este esquema de drenaje está algo alterado por la aparición de profundos *hundimientos* que alcanzan el corazón del

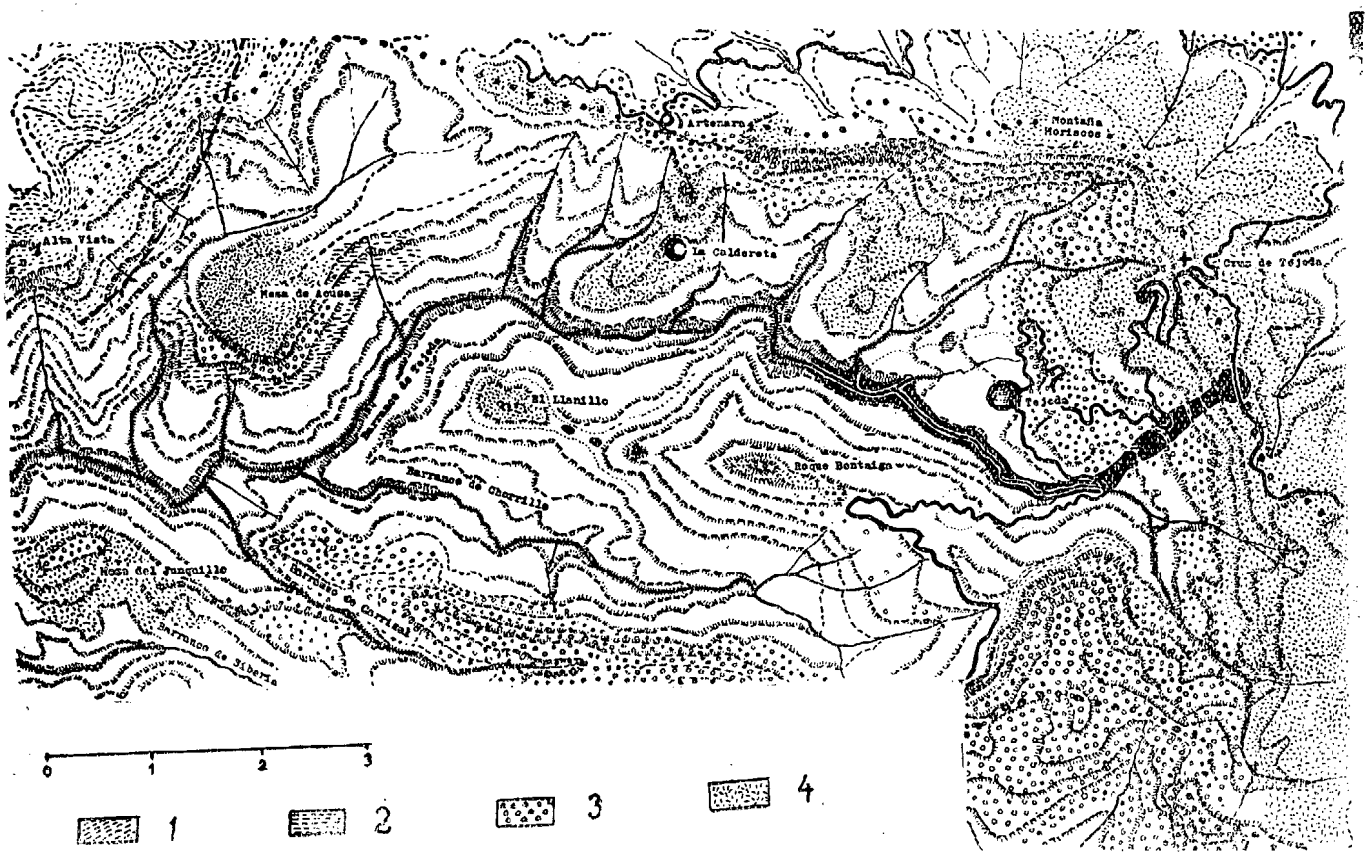

Fig. 4.—Caldera de Tejeda, según mapa topográfico de la Isla en la escala 1 : 25.000 (en escala reducida). Curvas de nivel cada 100 m.—1. = Formación riolítica-traquítica de Tamadaba. 2. = Lavas fonolíticas. 3. = Aglomerados del tipo Roque Nublo. 4. = Basaltos posteriores. *Blanco* = Lavas dislocadas (traquíticas antiguas). *Negro a la derecha* = Corriente de lava basáltica reciente.

terreno. Los principales son los denominados *Caldera de Tejeda* (en el sector occidental) y *Caldera de Tirajana* (en el sector sureste). Hemos de mencionar además un tercero, la semi-caldera de

Fig. 3.—Mapa topográfico de la isla de Gran Canaria, con curvas de nivel cada 100 m.

Tenteniguada, cabeza, en forma de anfiteatro, del Barranco de Telde (en el sector oriental de la Isla). En las páginas siguientes describiremos brevemente estos fenómenos, cuya génesis ha desconcertado a muchos visitantes. Aparentemente son de naturaleza distinta a la "caldera", de auténtico derrumbamiento volcánico, de Las Cañadas, en Tenerife.

Además de estos rasgos topográficos de primer orden hemos

de examinar de alguna manera unos pequeños "hoyos", unas "calderas" de miniatura, que aparecen en diversos lugares y altitudes de la Isla. Son depresiones semejantes a un *maar* [3]; la más espectacular de ellas es la *Caldera de Bandama,* no lejos de Tafira y Santa Brígida.

El autor ha dedicado bastante tiempo a la labor de reconocimiento de estas "calderas" y ha estudiado la estructura geológica con algún detalle. Sin embargo, queda aún mucho para exámenes futuros. Hay varios obstáculos topográficos dentro de estas "calderas" y no pude enfrentarme con muchos de ellos.

Caldera de Tejeda (véase el mapa, fig. 4).

La *Caldera de Tejeda* es en realidad una zona de drenaje de perímetro algo elíptico (si seguimos la línea divisoria). Su largo eje se extiende en dirección oeste. En esta dirección la depresión está encerrada por una gran barrera de montañas: Montaña del Horno-Montaña del Viso. Pero la barrera está cortada por el barranco de desagüe del sistema de drenaje de Tejeda: el profundo cañón de la Aldea.

Dentro de esta zona intermontanea hay una red de barrancos: el principal es el Barranco de Tejeda, con sus afluentes de cabecera; luego están los barrancos tributarios del lado izquierdo —Chorrillo, Carrizal y Siberia—, que se unen todos al cañón principal antes de que entre en la garganta terminal. En el lado derecho los tributarios son insignificantes, siendo el más importante el Barranco de Silo (al este de Alta Vista). Los barrancos están separados los unos de los otros por vertientes bastante acusadas, la más notable de las cuales es la que se extiende a O.-NO. de la plataforma de las tierras altas de Roque Nublo. Por aquella divisoria se pueden apreciar algunos testigos de erosión, de los cuales el más espectacular es Roque Bentaiga.

La divisoria al S. de Tejeda es considerada generalmente como la pared sur de la Caldera de Tejeda *sensu stricto,* lo cual es una limitación bastante arbitraria de la depresión.

[3] Cráter de explosión sin emisión de lavas.

A este respecto hemos de considerar toda la cuenca de Tejeda, que tiene sus límites distintivos en las vertientes que la rodean. Refiriéndose a esta zona de la "caldera", su extensión es de unos 80 km².

Acerca de la morfología de esta cuenca se puede decir solamente que no tiene la más remota semejanza con una "caldera" volcánica, rellena o no de materiales volcánicos posteriores. La zona no es nada más que un paisaje de erosión, en una fase bastante joven, aunque el perfil longitudinal de los barrancos principales (especialmente el de Tejeda) es suave, de tal forma que no hay caideros. En vez de ellos hay pasos estrechos entre inclinadas laderas de montañas, llamados *angosturas*.

Una cuestión que queda por resolver es si la erosión puede ser enteramente responsable de la excavación de la cuenca o si han concurrido otros agentes. Parece algo extraño que la erosión fluvial en el sector de la Isla ocupado por esta "caldera" haya alcanzado una fase tan avanzada en comparación con el aspecto de los barrancos de Gran Canaria en general.

J. Bourcart (1937) opina que la causa principal de la formación de la "caldera" pudiera ser la erosión. Sin embargo, él ha trazado en su mapa geológico una línea de falla en dirección oblicua al eje de la zona, principalmente a lo largo de su pared norte y a lo largo del Barranco de La Culata, pasando a la Caldera de Tirajana. Esta falla (o zona de fallas) pudiera haber facilitado en algún grado el proceso de excavación. Que realmente se han producido desplazamientos dentro de esta zona se deduce del hecho de que hay un cierto número de volcanes parasitarios distribuídos por ella, parte alzándose en la vertiente, parte en el interior de la misma, y a diferentes alturas. Además muchas de las fisuras están llenas de magma, formando diques de composición diversa.

Sin embargo, es evidente que la formación de la denominada *Caldera de Tejeda* ha sido un proceso bastante lento: gradual detracción y transporte del material. Hay restos de antiguas épocas en la forma de las elevadas terrazas fluviales y de los lechos de los principales barrancos. La actividad volcánica ha coadyuvado aquí al rebajamiento por erosión de la zona. Se percibe la presencia de lechos de lava basáltica a diferentes niveles (Mesa de Acusa, Mesa

de Junquillos, El Llanillo). Estos lechos de lava son los restos de inundaciones lávicas que cubrieron en tiempos el fondo de la "caldera". Algunas de estas inundaciones de lava se abrieron camino hacia el oeste pasando a lo largo del lecho del desagüe (entonces mucho menos profundo), el Barranco de la Aldea, y se extendieron sobre la llanura costera en la región de la Aldea de San Nicolás de Tolentino.

En una época posterior, cuando los principales barrancos ya habían sido erosionados, lenguas de lava basáltica se derramaron por las laderas y en parte siguieron el curso de los barrancos, y ahora aparecen como elevadas terrazas de lavas en los lados de las gargantas más recientes.

Pero hay también signos más antiguos de rellenamientos, anteriores a las efusiones de basalto. En el empinado flanco derecho del Barranco de La Culata (rama derecha de la cabecera del Barranco de Tejeda) encontramos unas series delgadas de conglomerados y areniscas perfectamente horizontales; los extremos de los estratos miran a la actual "caldera". La muy pronunciada estratificación de estos sedimentos y su conformación indican que han sido depositados en una depresión bajo agua estancada. La zona de la "caldera" estuvo en algún tiempo (¿en el período Miocénico?) ocupada por un lago hasta un nivel bastante alto. No hay más señales acerca de la extensión de este agua superficial empantanada. La altura de los sedimentos (límite inferior) es de unos 1.200 m. sobre el nivel del mar. Los sedimentos están cubiertos por una serie de lavas de basalto de olivino de época post-miocénica, los denominados "basaltos de los tableros".

¿Cuál fue el material primario de estos sedimentos? Creo que hemos de buscarlo en la formación aglomerada del Roque Nublo. Ello significa que los sedimentos representan material piroclástico reelaborado.

La enérgica erosión del interior de la "caldera" con sus muchos barrancos, según parece, puede ser explicada por la presencia en el fondo de un basamento de lavas traquíticas descompuestas y tobas que han opuesto muy poca resistencia a la erosión. Estas traquitas, alteradas por la acción atmosférica, aparecen a lo largo de todo el trayecto del hondo cañón de Tejeda, desde la Villa de

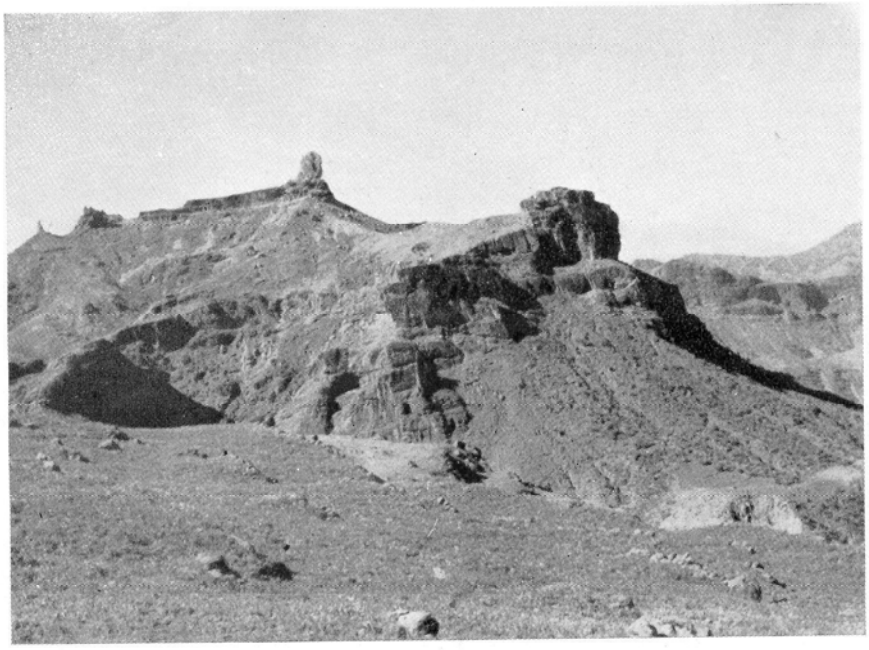

Fig. 1.—Caldera de Tejeda: Roque Nublo y alrededores. Vista tomada desde la falda Este mirando hacia el Suroeste.

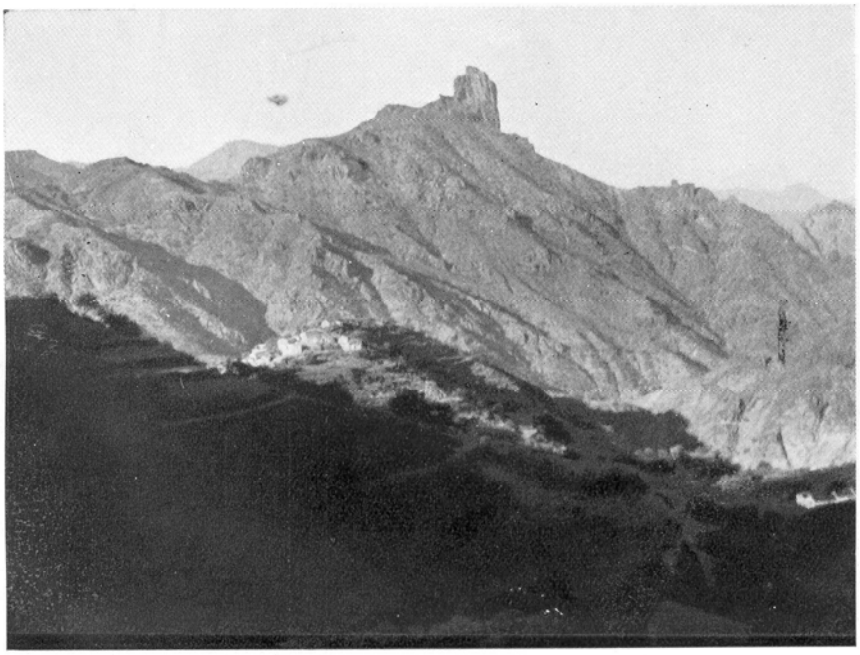

Fig. 2.—Parte oriental de la Caldera de Tejeda, con el Roque Bentaiga al fondo (testigo de erosión de la formación aglomerática de Roque Nublo). Vista hacia el Suroeste.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Universitaria. Memoria Digital de Canarias, 2004

LÁMINA IV

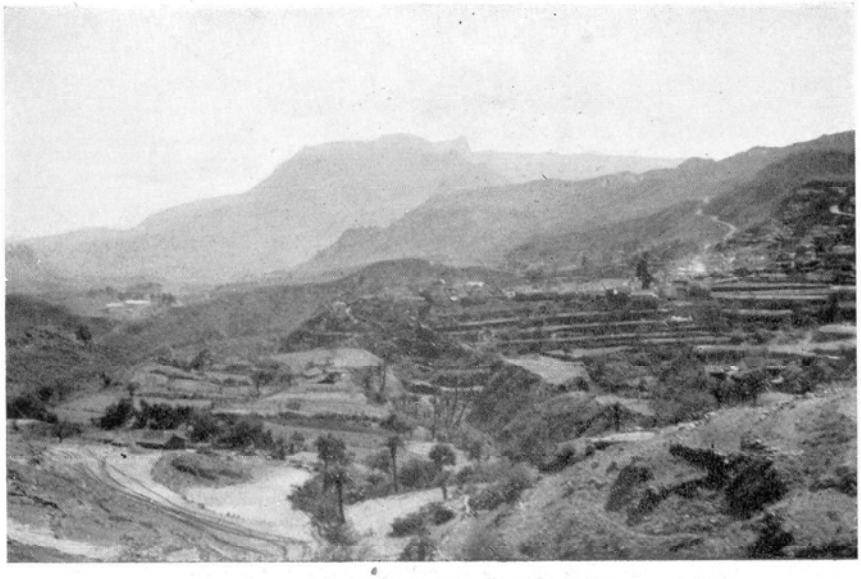

Fig. 1.—Vista parcial de la Caldera de Tirajana, con la Villa de San Bartolomé, a la derecha. La cumbre del fondo es la Cuesta de Fataga. Foto tomada hacia el Sur.

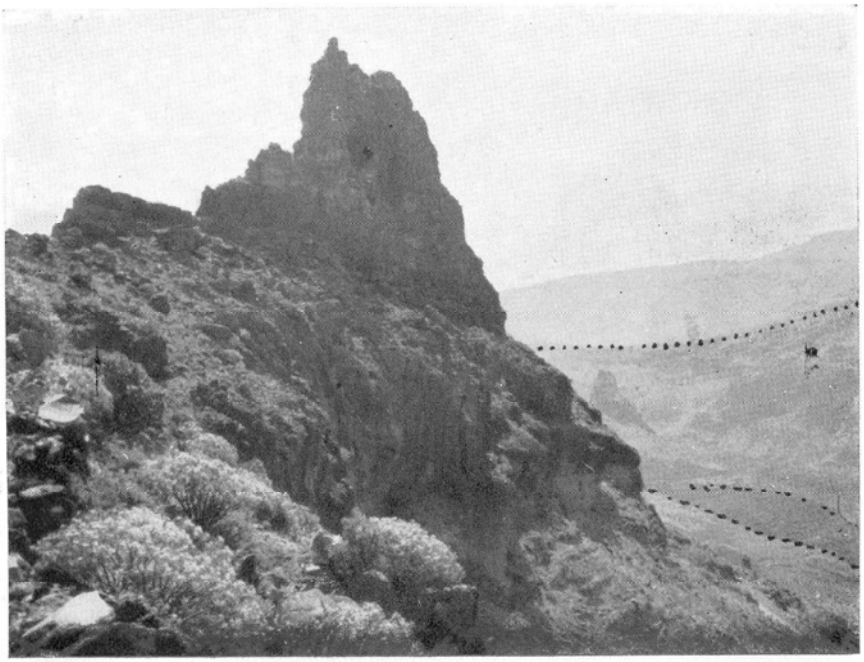

Fig. 2.—Acantilados de basalto en la cuesta oriental del Valle de Tirajana. Vista hacia el sur. La Fortaleza, en el fondo del Valle.

Tejeda hasta el comienzo de la garganta de salida, en donde nos encontramos con otra formación.

Si tratamos ahora de ensamblar todos los acontecimientos que han conducido a la formación de la actual *Caldera de Tejeda,* hemos de comenzar en una época perteneciente al Mioceno.

En esta época, la actividad volcánica peléeana en el centro de la Isla estaba en su apogeo. El orificio de estas deslumbrantes avalanchas puede que estuviese cerca del lugar en que ahora está situado el Roque Nublo. Desde allí toda la Isla fue barrida por los incandescentes arroyos rocosos que dejaron un grueso manto cubriendo las rocas más viejas. Tras la consolidación de estos depósitos de mezcla de rocas, pumita y cenizas se produjo un período de actividad de la corteza con el empuje de múltiples emisiones que llevaban lavas fonolíticas hauynófidas a la superficie. En esta época las "calderas" todavía no existían.

Algo más tarde se produjeron desplazamientos, y el espeso manto del aglomerado peléeano del Roque Nublo se fraccionó en bloques (juntamente con su basamento rocoso). Una gran falla se abrió a través de la zona en que está situada actualmente la *Caldera de Tejeda.* Esta es la línea de falla indicada ya por J. Bourcart (1937) corriendo desde el Valle de Agaete a la Caldera de Tirajana.

El desplazamiento a lo largo de esta línea (o zona) produjo la depresión del área ahora ocupada por la *Caldera de Tejeda,* como puede deducirse de la posición rebajada de partes del aglomerado R. N. en la parte meridional de la "caldera". Partes de la misma formación, llevadas a una posición inferior por la falla, aparecen también, por ejemplo, en la Mesa de Acusa. No lejos de este punto, en Artenara, el mismo aglomerado está en una posición 400 metros más alta.

No hay duda de que estos desplazamientos fueron la causa primaria del comienzo de una nueva fase volcánica en época postmiocénica: efusiones de las lavas de basalto de olivino y eyección de sus tobas. Este magma salió, según parece, principalmente por vías de fisuras (canales de alimentación), donde el magma se ha solidificado en diques de rocas basálticas.

J. Bourcart opina (loc. cit.) que la forja principal de estas efu-

siones de lavas basálticas estaba situada en donde se ha abierto ahora la cuenca misma de la Caldera de Tejeda. Él habla de la "gran caldera basalto-volcánica". Desde aquí, copiosas masas de lavas se deslizaron por las laderas de la Isla hacia la orilla del mar, inundando especialmente los declives septentrional y oriental.

Pero junto a estos acontecimientos endógenos, las fuerzas exógenas estaban en actividad. El terreno en la zona de la actual "caldera" ha sido partido por numerosas fisuras y grietas. Las aguas corrientes se abrieron camino por ciertos sistemas de drenaje. Al profundizar en el cuerpo de la Isla se alcanzaron, finalmente, complejos de rocas friables, las lavas traquíticas descompuestas, que ahora vemos en las partes más profundas de los cañones. El resultado final es un sistema de barrancos profundamente trazados que se unen los unos a los otros antes de alcanzar la garganta terminal, Barranco de la Aldea, cortando la barrera oeste de montañas, en su curso hacia el mar.

Caldera de Tirajana (véase el mapa, fig. 5).

En un sector de los declives sudorientales de la Isla se abre la gigantesca sima de la *Caldera de Tirajana,* que alcanza con su cabecera hasta el borde de las tierras altas centrales que están sobre los 1.500 m. de líneas de nivel. El aspecto de este valle en forma de anfiteatro, con su vertical pared septentrional perdiéndose en las nubes, es fantástico. Mientras que la Caldera de Tejeda parece más bien es el resultado de cañón de erosión, ésta tiene realmente el aspecto de una "caldera" volcánica. Muchos de los geólogos que han visitado esta misteriosa sima han opinado que su origen es volcánico. En una fecha tan reciente como 1925, L. Fernández Navarro habla de esta "caldera" como de un cráter de explosión o "caldera". Posteriormente (1952) F. Macau Vilar ha sustentado que la Caldera de Tirajana es una auténtica "caldera" de derrumbamiento producida por la retirada del magma de la parte inferior a consecuencia de erupciones volcánicas en las tierras altas de los alrededores.

No es tarea fácil definir la *Caldera de Tirajana,* ni en términos geológicos ni en términos topográficos. Como el lector podrá ver en el mapa adjunto (fig. 5), sólo la región cabecera de la zona

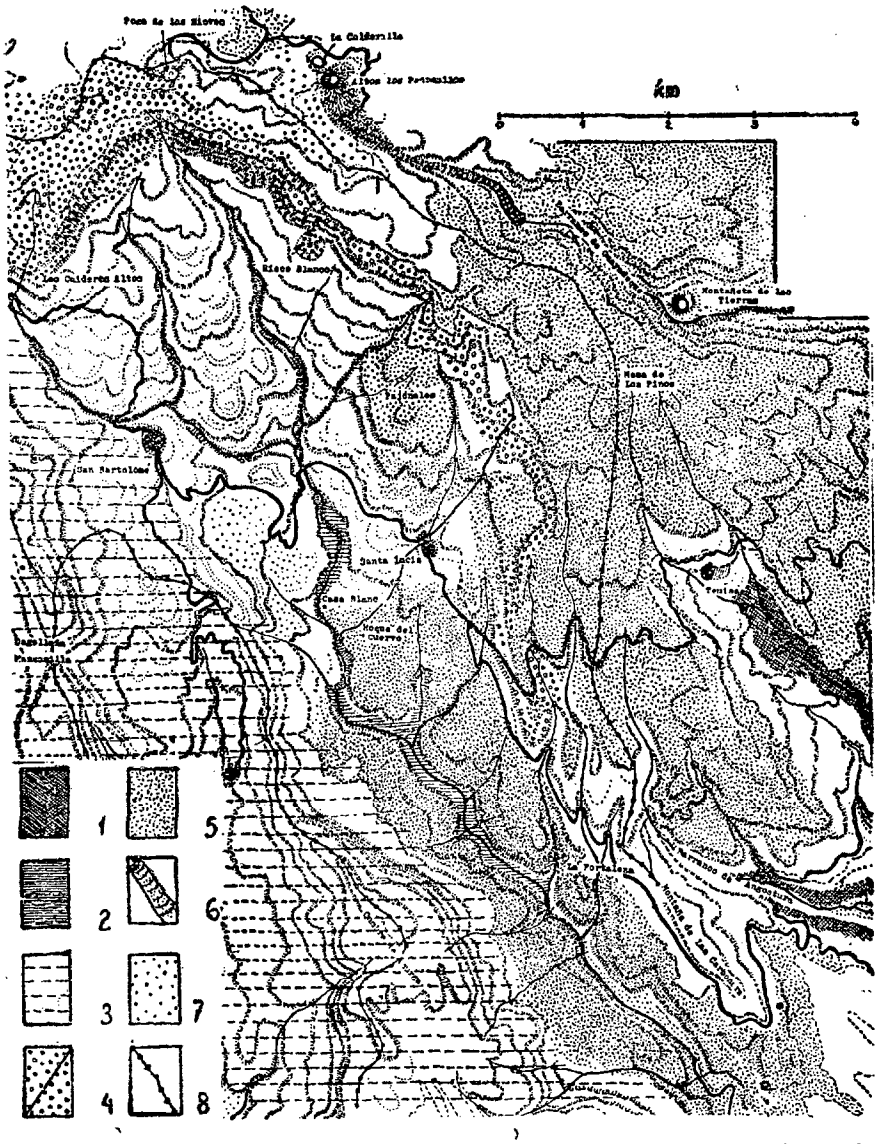

Fig. 5.—Caldera de Tirajana, según el mapa topográfico de la Isla en la escala original 1 : 25.000, con elementos geológicos indicados.—1. = Basaltos antiguos. 2. = *Riolitas*. 3. = *Fonolitas nefeliníferas*. 4. = *Aglomerado del tipo Roque Nublo*, lavas fonolíticas de la cumbre con hauyna. 5. = Basaltos olivínicos. 6. = Corriente de lava basáltica reciente. 7. = Gravas y arenas de los valles. 8. = Divisoria de aguas.—Equidistancia de curvas de nivel: 100 m.

tiene la forma de lo que con propiedad podría ser denominado una "caldera", pues descendiendo las laderas en dirección al desagüe (el Valle de Tirajana, que desemboca en una llanura costera), la "caldera" pierde sus rasgos típicos y se transforma en un gran barranco con algunos tributarios. Examinando los rasgos geológicos nos encontramos con una confusión semejante, como veremos en las páginas siguientes.

El Barranco de Fataga, valle montañoso que se dirige directamente hacia el sur, ha sido considerado por algunos autores como un segundo desagüe de la *Caldera de Tirajana*. Ello es, sin embargo, erróneo. El Barranco de Fataga está separado de la "caldera" por una divisoria que no es muy pronunciada en la región cabecera, pero que se transforma, hacia el sudeste, en la aguzada sierra de Amurga. Ella separa el Valle de Tirajana del Barranco de Fataga.

La *Caldera de Tirajana* tiene en su cabecera forma de anfiteatro, pero descendiendo las laderas hacia el sudeste se encuentra un repentino estrechamiento en forma de valle montañoso. Por lo tanto, la *Caldera de Tirajana* no es una cuenca cerrada.

En el extremo norte (la cabecera es un gran seno en el bloque de tierras altas) se ve una sucesión de estratos volcánicos en los acusados perfiles que dan frente a la "caldera". Estos revelan la composición de las tierras altas adyacentes. La vista de la formación de aglomerados R. N., en enormes bancos planos, sugiere una anterior prolongación hacia el sur cortada posteriormente por la "caldera".

Las alas del gran arco septentrional se arquean hacia el S.-SE. en ambos lados, y, lo que es extraño, el ala occidental continúa fuera de la zona de la "caldera", formando la pared derecha del Valle de Fataga. Como se ha señalado anteriormente, la línea divisoria en el oeste no sigue esta larga *cuesta* más que algunos kilómetros, torciendo después, repentinamente, hacia el sudeste (véase el mapa) subiendo la elevada sierra de Amurga.

Los lados oeste y este de la zona de drenaje de Tirajana son geológicamente diferentes: el primero nos muestra una gran formación de fonolitas nefeliníferas y sus tobas, mientras que el lado este presenta la formación de aglomerados R. N. que desciende y

se adelgaza en dirección SE. Sin embargo, está cubierta con capas de basalto de olivino. Las fonolitas nefeliníferas no aparecen.

El fondo de la "caldera" está compuesto, en la cabecera, de fonolitas, en lo que yo he podido comprobar. Sin embargo, no están en su posición original, puesto que se han producido grandes corrimientos de tierra, iniciándose desde el pie del escarpe en el norte, oeste y este. Por lo tanto, la topografía del fondo es de una forma peculiar. Sin embargo, hay barrancos recortados en este terreno caótico, que se unen los unos a los otros antes de Santa Lucía, en donde comienza el auténtico Barranco de Tirajana. Siguiendo éste en dirección a la costa, primero nos encontramos con riolitas rojizas en posición primaria; después el barranco se estrecha, formando una garganta profunda cortada en un relleno de lava basáltica en el amplio Valle de Tirajana. Este rellenamiento representa una fase volcánica de una época en la que el valle ya existía. La lava basáltica forma terrazas bastante altas en ambos lados de la garganta, y en los perfiles se ven muchas capas de lava. En el lado izquierdo la erosión ha esculpido las muy conocidas "*Fortalezas*", partes separadas del mismo relleno. Al fin del valle se extiende un abanico en forma de "delta" de las mismas lavas al alcanzar las tierras bajas costeras. Este cono, muy aplastado, es cortado al través por el joven barranco, lleno de grava.

No hay manifestaciones volcánicas recientes dentro de toda la zona de la "caldera". El antes mencionado rellenamiento está formado por lavas que han sido vertidas desde una boca volcánica en las tierras altas, más allá de la pared oriental.

Ahora queda por explicar el origen de la *Caldera de Tirajana*. En principio podemos afirmar que todo el esquema de la zona ocupada por el Barranco de Tirajana y sus afluentes de cabecera (tributarios) domina completamente el cuadro. Como la Caldera de Tejeda, ésta es un área autónoma de drenaje, distinta de los restantes sectores de los declives de la Isla. ¿Cómo se explica esta diferencia?

Opino que lo más procedente es seguir brevemente los acontecimientos geológicos de la región.

A principios de la Epoca Terciaria existía el gran volcán fonolítico que cubrió casi la totalidad de la Isla. Luego, tras un pe-

ríodo de reposo, se inició un nuevo período volcánico, el de las erupciones peléeanas. La espesa capa del aglomerado R. N. se extendió sobre gran parte de la Isla. En el sector de Tirajana, la capa era muy espesa en las partes altas, disminuyendo de espesor en dirección hacia la costa.

Posteriormente se produjeron grandes desplazamientos. La antes citada línea de fallas (o zona) indicada en el mapa por J. Bourcart (loc. cit.) cruzó el sector en cuestión de noroeste a sureste, y hacia el este el terreno disminuyó de nivel, mientras que hacia el oeste conservóse como estaba o quizá se elevó algo. Probablemente aún hubo otras fallas en la región, entre ellas una que se dirige hacia el sur a lo largo del Barranco de Fataga. La falla principal cruza la vertiente occidental en la Degollada de Tirajana, como se desprende de la diferente composición de las rocas a ambos lados del paraje.

El autor se inclina a pensar que las mencionadas fracturas y hundimientos hicieron posible la labor de la erosión. Al principio se formó un largo valle, orientado hacia el sudeste, y que comenzaba en el punto más septentrional de la "caldera". En su curso siguió, bastante de cerca según parece, la gran línea de fallas (la falla principal). Con el tiempo se erosionó un imponente valle montañoso, similar al Barranco de Mogán. Luego se inició la amplificación de la región cabecera, ayudado por deslizamientos que llegaron a desempeñar un importante papel. El fenómeno de estos deslizamientos fue posible en gran escala gracias a la presencia de algunas capas lubricantes o superficies estructurales en la pila de rocas volcánicas que constituyen este sector de la Isla. Mi colega canario Telesforo Bravo me ha comunicado que ha descubierto viejos basaltos descansando bajo la formación fonolítica y las rocas del basamento han actuado, según parece, como medio lubricante. Los basaltos están muy descompuestos y parte se han transformado en masas ricas en clorita-serpentina-calcita, empapadas del agua subterránea.

El primero en observar estos fenómenos de deslizamiento fue Simón Benítez Padilla, director del Departamento de Caminos y Puentes del Cabildo Insular de Las Palmas. Fue en el año 1921, cuando grandes lluvias pusieron la tierra en movimiento en las cer-

canías de Santa Lucía. Consecuencia de ello fue que el recién construído puente de *La Rosiana,* sobre el Barranco de Tirajana, quedó destruído por la presión de las masas de tierras desplazadas en el lado izquierdo del barranco. Tras una ligera reparación, un accidente del mismo tipo se produjo en 1923. Y varios años después, en 1956, el acontecimiento se reprodujo, produciendo daños esta vez en una extensión mayor de la carretera vecina. F. Macau Vilar (1956) ha dado una explicación de todo el fenómeno y su deducción lleva a las causas primarias de las manchas solares con coincidentes períodos de grandes lluvias. Las causas secundarias fueron la constitución del terreno en la ladera.

Basta un rápido paseo por la totalidad de esta zona para tener muchas oportunidades de estudiar los resultados de estos deslizamientos. Por otro lado, San Bartolomé, la pintoresca ciudad de montaña situada en la ladera oeste de la "caldera", ha sido construída sobre una masa alóctona de rocas y despojos que ha descendido desde la empinada *cuesta* del Oeste (Cumbre de Manzanilla).

El proceso de excavación de la "caldera" se produjo durante un largo período, y se pueden seguir algunas de sus fases. En un período anterior a la erosión del valle, el fondo de la "caldera" estaba mucho más alto, visto desde la posición de un viejo delta de grava acumulado en el lado oriental de la depresión. Su superficie más alta alcanza una altura de unos 1.000 m. Este delta está formado por una montaña de grava, en su mayoría material muy grueso, mezcla de piedras y cantos. Aquella acumulación, salvo la posición elevada, se ha conservado notablemente bien pese a los fenómenos de deslizamiento en las regiones lindantes.

Tras la terminación de la labor de erosión en el Valle de Tirajana, comenzó en él la influencia de las lavas basálticas (repetidas veces), formando un rellenamiento en el fondo del valle de una altura de unos 100 m. sobre el actual lecho de gravas. No es posible fijar la edad de estas capas de lava, pero deben ser cuaternarias. Se considera que el Valle de Tirajana es de la Epoca Terciaria, muy probablemente del Plioceno.

Según una comunicación de T. Bravo se encuentran también fenómenos de deslizamiento algo al este del Valle de Tirajana, en el Barranco de Temisas, en donde la formación de traquitas se ha

dado en una rampa de deslizamiento, con viejos basaltos subyacentes como superficie lubricante de deslizamiento.

Según los hechos expuestos anteriormente, la *Caldera de Tirajana* puede ser considerada como un valle-fosa volcano-tectónica que ha sido ampliada por la erosión y los deslizamientos, habiendo sido posibles estos últimos gracias a algunas capas de material lubricante subterráneo. Estos agentes geológicos especiales han actuado aquí en escala mucho mayor que en la Caldera de Tejeda, en la cual la erosión fue responsable de la mayor parte de la labor de excavación (en el área tectónicamente preparada). De esta forma la *Caldera de Tirajana* representa un tipo especial de "caldera", o, más exactamente, de valle de erosión anfiteátrico tectónicamente preparado, de un tipo que parece ser bastante corriente en otras zonas volcánicas (por ejemplo, en las Islas Sandwich).

Semi-caldera de Tenteniguada.

Finalmente, hemos de mencionar la *semi-caldera de Tenteniguada,* situada en la parte superior de las laderas orientales de la Isla. Representa una inclusión relativamente pequeña en el corazón de las montañas altas centrales y se abre al noroeste. La *cuerda* del semicírculo mide unos 2,5 kilómetros. Tiene el aspecto de un gigantesco "teatro romano al aire libre", y abajo, en la escena, está, ampliamente extendida, Tenteniguada. El borde superior de la semi-caldera está a unos 1.600 m. sobre el nivel del mar, mientras que Tenteniguada está a unos 800 ó 900. La propia *cuesta* es muy pronunciada y hay varios precipicios escalonados. Muy decorativas "figurantes" laterales son los muchos pináculos de hauynófiras distribuídos en el borde superior de las tierras altas. Más llamativo es el denominado Risco Grande, al sur de Tenteniguada (véase n.° 2, lám. V). Todos ellos fueron rellenamientos de gargantas de volcanes y ahora han sido aislados por la erosión. Pertenecen a un período volcánico de bocas múltiples en las tierras altas.

El semicírculo de Tenteniguada ha sido creado, sin duda, por la erosión de las series horizontales de lavas, aglomerado y tobas que componen el escarpe. La región es, en realidad, la cabecera de un sistema de barrancos, con el Barranco de Telde, que lleva a la costa, como arteria principal del sistema. Parece que las muchas

Fig. 1.—Parte del gran escarpe de la Caldera de Tirajana, con el Pozo de las Nieves (1.950 m.) al fondo, en el centro. Vista hacia el Noroeste.

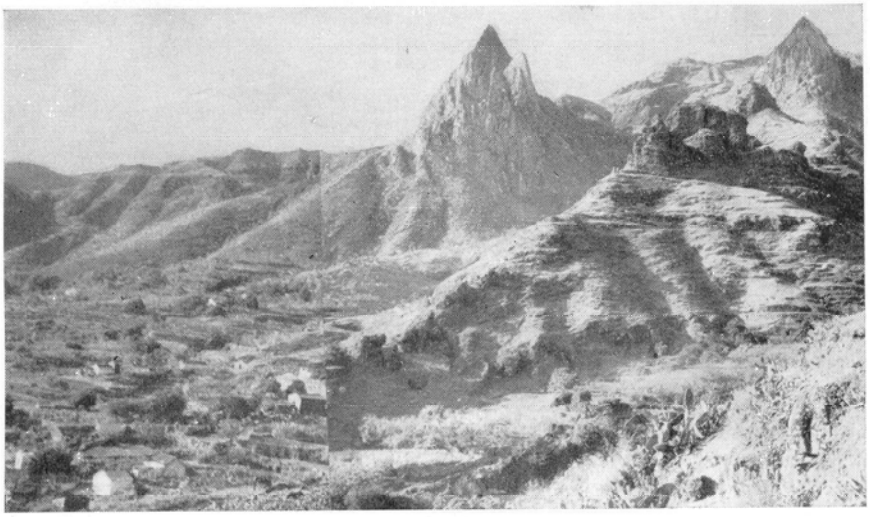

Fig. 2.—Parte de la semicaldera de Tenteniguada, con el Risco Grande al fondo (un collado de «hauynophydo»). Vista hacia el Sur.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Universitaria. Memoria Digital de Canarias, 2004

LÁMINA VI

Fig. 1.—Vista parcial de la parte interior de la Caldera de Taburiente, La Palma, con dos testigos de erosión compuestos de aglomerados. Foto tomada hacia el Este. Divisoria entre el Río Taburiente y el Río Almendro Amargo.

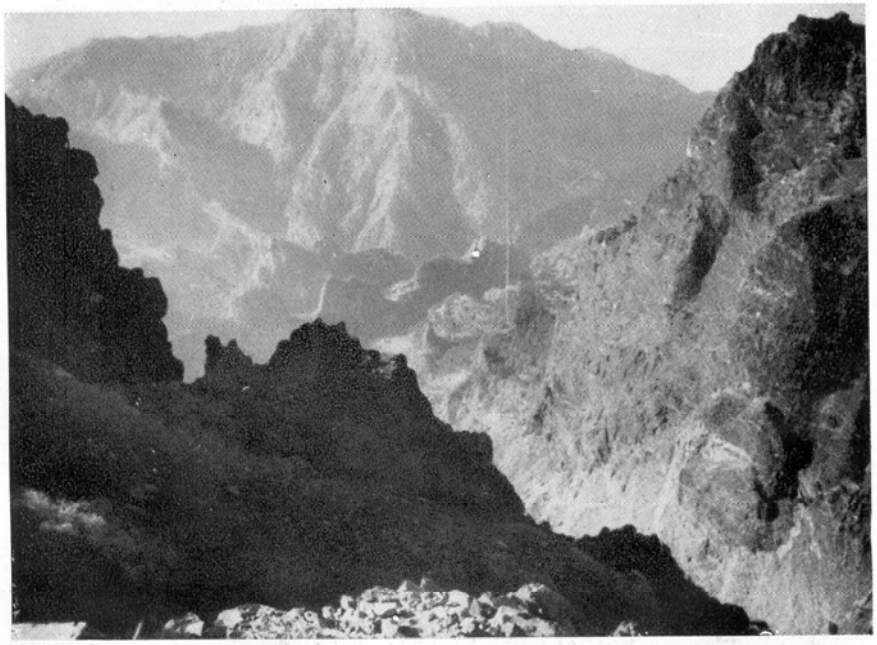

Fig. 2.—Vista panorámica de la Caldera de Taburiente, La Palma. Fotografía tomada desde el borde Norte, hacia el Cerro Bejonado.

fuentes de las laderas han contribuído a la erosión retrógrada que se observa aquí. También se han producido fenómenos de deslizamiento, uno de los cuales fue probado por T. Bravo. Se puede decir que la *semi-caldera de Tenteniguada* es la fase inicial de la excavación de una "caldera" del mismo tipo que la que ha producido la Caldera de Tirajana y, en cierto modo también, la Caldera de Tejeda. En este sentido, la semi-caldera en tema es muy ilustrativo.

Pequeñas "calderas" de explosión.

Además de los grandes fenómenos topográficos ya descritos, hay que mencionar en Gran Canaria algunos "hoyos" de disposición circular que se presentan en unos pocos lugares. El mejor conocido es la *Caldera de Bandama,* en la región de Tafira-Santa Brígida-El Monte, a unos 10 kilómetros de Las Palmas, siguiendo la carretera del Centro. Tiene esta "caldera" el aspecto de un *maar,* pero, a diferencia de los de Alemania e Italia, no está lleno de agua. Ha sido descrito por varios geólogos, tales como von Buch, Calderón y Arana, Fernández Navarro, Bourcart, etc. El autor de estas líneas también ha efectuado una visita al mismo y ha ascendido (cómodamente, siguiendo una carretera) por la parte exterior hasta la cumbre del cono de Bandama, cerca del borde del hoyo.

La *Caldera de Bandama* se encuentra en una región de conos volcánicos de cenizas bastante recientes, conocida con el nombre de La Atalaya. La "caldera" tiene un borde difícilmente perceptible desde los lados. Mide 1.000-800 m. de diámetro y 220 de profundidad hasta un fondo interior bastante plano, relleno de gravas. Los lados son casi verticales, excepto las partes superiores, formadas por materiales sueltos. Descendiendo a lo largo del precipicio occidental percibimos (al principio) la presencia de gravas estratificadas (en una inclinación distal); posteriormente aparecen enormes masas de conglomerados, o más exactamente, de aglomerados desordenados que he identificado con la formación de aglomerados R. N. Bajo este complejo aparece, según von Buch, una traquita (que yo no he visto). La grava en el borde (parte superior del perfil) está formada, según parece, por lavas sálicas y no tiene

nada que ver con las masas de lapillis color carbón del cercano cono Pico de Bandama. Desde el flanco de estas últimas, masas de cenizas y lapillis se han deslizado hacia el interior de la "caldera", formando un talud continuo hacia el fondo de la misma. Es evidente que el cono es de fecha posterior a la "caldera" propiamente dicha. El cono pertenece a los tipos parasíticos corrientes que pueblan los declives septentrionales y orientales de la Isla y que per-

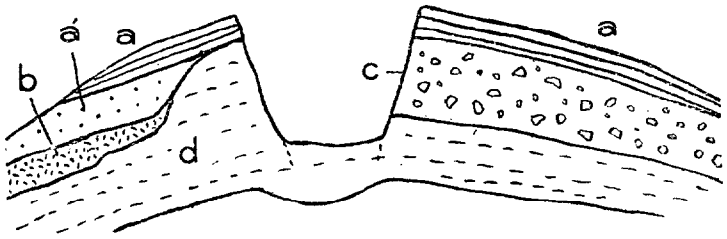

Fig. 6.—Corte N.-S. a través de la "caldera" de explosión de Bandama (Gran Canaria), según L. von Buch.—a = Lapilli; a' = Toba blanca; b = Basalto; c = Conglomerado; d = Traquita.

tenecen a épocas de la Cuaternaria a Actual. Todos ellos son de composición basáltica (basalto picrítico-olivino).

¿Cómo se puede explicar la *Caldera de Bandama?* La mayoría de los autores han expresado la opinión de que es una "caldera" de explosión típica, un agujero de explosión que ha arrojado materiales sueltos (principalmente del subsuelo preexistente). Parece claro que la "caldera" está en relación con los numerosos conos que se alzan en las cercanías. Por lo tanto, las magmas del interior de la zona tienen que haber sido responsables de las explosiones. Los necesarios materiales volátiles pudieron haber sido adquiridos del agua subterránea que empapase el basamento de la Isla. El límite de impregnación de agua basal está a dos centenares de metros bajo la "caldera". Las magmas basálticas acumuladas en niveles mucho más profundos produjeron un calentamiento de las viejas lavas traquíticas superiores y las activaron, estando empapadas del agua subterránea. Estas magmas básicas no encontraron paso a través del lugar. Tales acontecimientos se produjeron, según parece, ya en Epoca Cuaternaria, mientras que el joven cono cercano, Pico de Bandama, es de Epoca Actual.

Un corte vertical de la *Caldera de Bandama,* copiado de la obra de L. von Buch, puede verse en la fig. 6.

Hay otras varias "calderas" de explosión de reducidas dimensiones que deben ser mencionadas. Una de las más notables es la *Caldera de los Marteles,* no tan bien conocida como las otras por los visitantes de la Isla, a causa de su situación remota y elevada. Está a 1.500 m. sobre el nivel del mar, en el extremo sureste de las tierras altas centrales, en dirección suroeste desde el pueblo montañoso de Tenteniguada. La "caldera" no es muy profunda (sólo 50 m. bajo su umbral meridional), pero en dirección norte y oeste se alzan altos farallones que dan a la depresión una forma más pronunciada. Su diámetro máximo es de 1.600 m. La "caldera" está situada, de manera bastante extraña, en el barranco de cabecera izquierdo del Barranco de Guayadeque, una de las más impresionantes gargantas de erosión en las laderas orientales de la Isla. Muy cerca de la parte occidental de la depresión se alza un cono de cenizas hasta una altura de 1.650 m. Las laderas meridionales del cono están densamente cubiertas de lapillis negros y el mismo material forma el ya mencionado umbral a lo ancho del barranco que represa la "caldera".

El fondo de la "caldera" es llano y arenoso, y completamente seco. Aquí no ha existido nunca un lago, puesto que no se puede vislumbrar ningún punto de desagüe.

La "caldera" es, por supuesto, de fecha posterior al barranco en que se encuentra situada. Se tiene la impresión de que el "hoyo" se ha originado por derrumbamientos debidos a la retirada de material subterráneo, en una convulsión repentina. Según parece, este acontecimiento fue la erupción y desarrollo del volcán cercano. Así pues, las dos manifestaciones volcánicas, la positiva (el cono) y la negativa (la "caldera"), están relacionadas la una con la otra. Todo esto puede que se haya producido en una época muy reciente, si consideramos la posición de la "caldera" en el centro del barranco, el cual es, ciertamente, de Epoca Cuaternaria.

No lejos de esta "caldera" (las condiciones geológicas de la misma serán descritas en forma más adecuada en un trabajo en pre-

paración) aparece otro "hoyo" de hundimiento llamado *La Caldereta,* que está exactamente al norte del cono de cenizas más grande, Los Peñonalillos, en las tierras altas centrales, a 1.800 m. sobre el nivel del mar. Esta pequeña "caldera" tiene un diámetro de unos 125 m. y una profundidad de 25 m. El fondo es plano y arenoso. Las paredes son de hauynófira, con junturas columnarias cubiertas de lapillis negros estratificados del volcán cercano. La "caldera" pudiera ser un "hoyo" de hundimiento producido por las erupciones de las cercanías.

Otras "calderetas", que así podemos denominar a estos "hoyos", se pueden ver a mayores alturas. Una de ellas es la de los *Pinos de Gáldar,* que está a 1.460 m. sobre el nivel del mar, cerca de un volcán reciente: Montañón Negro. El "hoyo" de los *Pinos de Gáldar,* que tiene un diámetro de 100 m. y una profundidad de unos 50, es una especie de "caldera" de cumbre en un pequeño cono de escorias que ha enviado un arroyo de lava, por un barranco abajo, hacia el norte (que lleva al Barranco de la Virgen). Esta "caldereta" está claramente formada por una explosión y en el borde del "hoyo" hay tobas y lapillis estratificados. El mismo material, arrojado al aire por las explosiones, se ha sedimentado en las laderas del sur del volcán, descansando sobre viejos basaltos.

La *Caldera de Pino Santo* es un "hoyo" de hundimiento de aspecto algo más antiguo. Está en un terreno formado por el aglomerado R. N. en la sierra de Andújar, en el lado izquierdo del Barranco de la Angostura, al norte de San Mateo y a una altura de unos 850 m. sobre el nivel del mar. No hay volcanes recientes en las cercanías.

3.—*La Palma.*

(Véase el mapa de la Isla, fig. 7.)

La Caldera de Taburiente.

La mediana isla de La Palma (728 km²) es conocida entre los geólogos de todo el mundo por su extraña "caldera" central que,

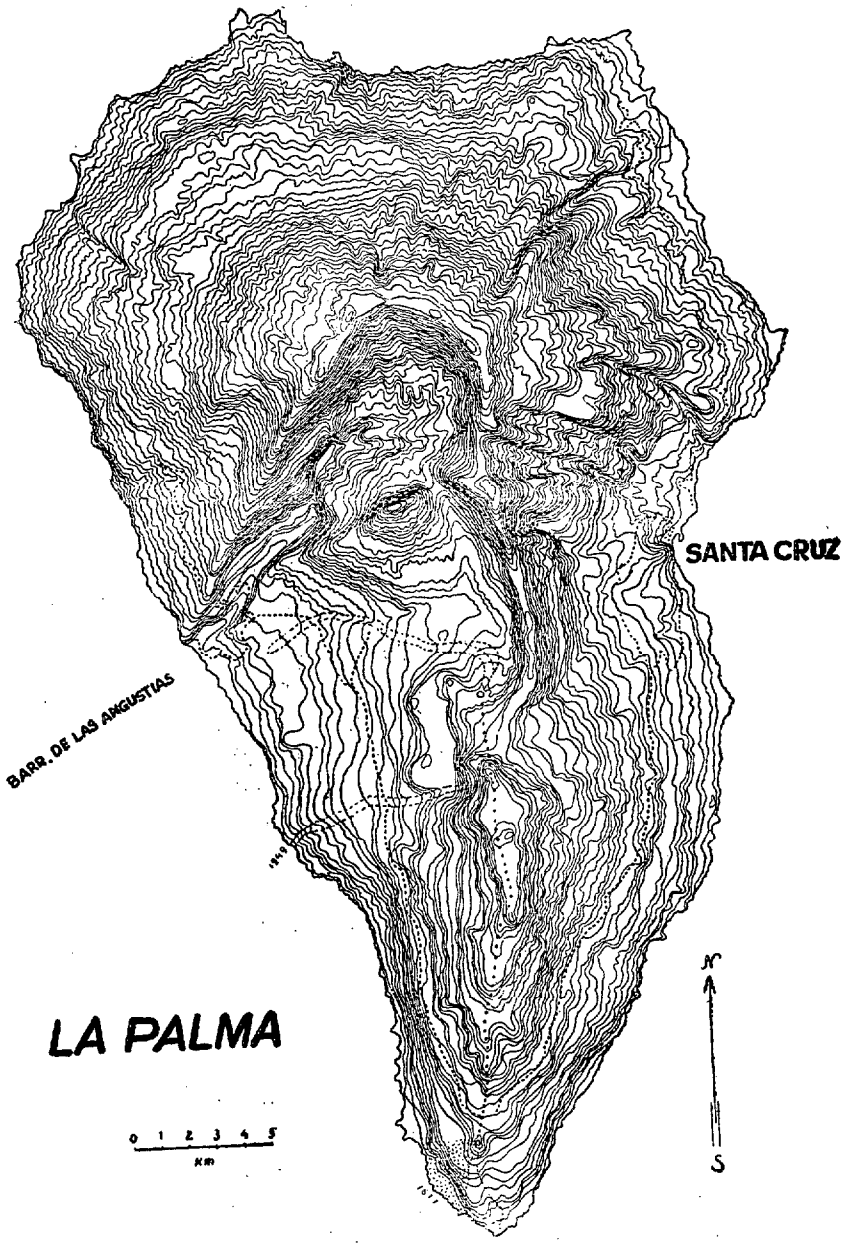

Fig. 7.—Mapa topográfico de la isla de La Palma, con curvas de nivel a cada 100 m. La línea punteada señala el curso de la fisura volcano-tectónica principal de la Isla.

de una pequeña finca de su interior, recibe el nombre de *Caldera de Taburiente*. Fue estudiada científicamente por vez primera por Leopold von Buch en el año 1815, quien posteriormente dio las características de la misma (1825). Von Buch encontró en ella un ejemplo ilustrativo de su "hipótesis de levantamiento", referente a la formación de los cráteres volcánicos en general, como ya se ha señalado. Desde aquella época gran número de viajeros científicos han visitado la "caldera" en cuestión, entre ellos Ch. Lyell, que rechazó totalmente la hipótesis de von Buch y consideró a la "caldera" como resultado únicamente de la erosión de las aguas corrientes. Posteriormente, von Knebel, C. Gagel y otros han dedicado algún tiempo a su investigación, haciendo este último también un estudio completo de la estructura geológica de las paredes y de la garganta de desagüe: el Barranco de las Angustias.

El autor del presente trabajo ha visitado tres veces la "caldera" en cuestión y recogió muestras de rocas. Mis impresiones de estos viajes pueden ser esbozadas brevemente, pero no intentaré ninguna conclusión definitiva sobre el origen de la "caldera".

La isla de La Palma se alza de las profundidades del Océano (los sondeos en las proximidades arrojan unos 3.000 m.) hasta alturas bastante considerables (máxima: 2.423 m. en el Pico de los Muchachos). La Palma tiene aproximadamente la forma de una pera con el pedículo en dirección al sur. En medio de la ensanchada parte norte está la "caldera", que no es muy diferente del hueco que queda una vez que se han extraído las semillas de dicho fruto. El desagüe de la muy profunda "caldera" se da hacia el suroeste, por el Barranco de las Angustias. Las paredes son muy acusadas en los lados septentrional y oriental de la depresión; en el lado sur dicha pared está rota por un paso, y en el oeste está el desagüe. La diferencia máxima de altura entre el fondo de la "caldera" y el borde de la pared circundante es de unos 1.250 m. El fondo de la "caldera" no es plano, sino que está ocupado por un sistema de drenaje cuyas vías van al cañón de desagüe. El paisaje montañoso que presenta la "caldera" cuando se la contempla desde las crestas de las montañas es impresionante en grado sumo, como se puede ver en las ilustraciones 1 y 2, lámina VI.

La "caldera" es algo alargada, con su eje mayor (7 km.) en

dirección NE.-SO., y en esta dirección está el cañón de desagüe, el Barranco de las Angustias, que continúa hasta el mar. El cañón es notable por su asimetría, siendo el lado derecho una impresionante pared montañosa (El Time), mientras que el lado izquierdo es considerablemente más bajo, formando el borde de Los Llanos de Aridane. Sólo en su parte más profunda es el cañón resultado de la erosión, que ha utilizado el rumbo de una antigua línea de dislocación.

Al estudiar las paredes de la "caldera" propiamente dicha, se encuentra a determinada altura sobre el fondo una disconformidad estructural muy marcada: un complejo de rocas de basamento de tipos diferentes, cubiertas de grandes series de lavas básicas más recientes. La "caldera" ha puesto a la luz del día la estructura interna de la Isla, y ésta parece pertenecer a un complejo precanario de espilitas plegadas y de muchas protuberancias plutónicas intrusivas, por no hablar de la multitud de diques de varias clases que se interseccionan los unos a los otros. No es necesario entrar aquí en detalles geológicos estructurales, puesto que éstos han sido ampliamente descritos en la publicación de Gagel (1908) y posteriormente recapitulados por F. von Wolff (1931). El autor de estas líneas no tiene nuevas noticias que ofrecer, y sólo ha confirmado anteriores observaciones. Realmente es muy interesante la presencia de "greenstones" muy inclinadas en el complejo del basamento, junto con las rocas plutónicas granulares que se encuentran, que sugieren un bloque precanario de naturaleza no-oceánica relacionado con Africa, a pesar de la distancia que hay. En una publicación anterior (*Fuerteventura,* 1958) he sugerido una reaparición de la formación espilítica que domina las islas orientales también en esta parte del Archipiélago.

Las explicaciones de la génesis de la *Caldera de Taburiente* han sido muchas y diversas desde los días de von Buch, que pensó en sus cráteres de elevación y encontró que esta "caldera" era un buen ejemplo. No podemos recapitular aquí todas las teorías formuladas, ya que están expuestas en los trabajos de C. Gagel, F. von Wolff y Hans Reck (1928). El autor de estas líneas no tiene ninguna solución propia debido a la falta de conocimiento detallado de la "caldera" y sus alrededores. Es de esperar que T. Bravo en

su *Geografía General de Canarias* (publicado sólo el tomo I, parte general) nos dé una descripción más exhaustiva de todos los fenómenos relacionados con la "caldera" y la historia de su desarrollo [4].

Sin pretender dar solución de ninguna clase, el autor de este trabajo desea destacar algunos factores por él observados en sus excursiones por la zona de Taburiente: es cierto que la "caldera" es aproximadamente circular, pero sólo en el sector septentrional-este de la circunvalación; aquí tiene forma de herradura; el lado sudeste es bastante liso y además interrumpido por el paso de La Cumbrecita, que se asemeja a la decapitada cabecera de un valle montañoso que, hacia el sur, da a un altiplano sobre El Paso; la eminencia Cerro Bejonado, al oeste del paso (*degollada*), parece ser una antigua ramificación hacia el oeste de la rama principal, Los Rancones. Tiene un precipicio hacia la "caldera" y su pared continúa hacia el sudoeste, formando aquí, con altitud decreciente, el lado izquierdo del desagüe, el Barranco de las Angustias. En el otro lado del mismo barranco se eleva la enorme pared de El Time, sin duda la escarpa de una falla, e idéntico pudiera ser el caso de la pared opuesta del barranco. Esta última pudiera ser, por lo tanto, una puerta tectónica que ha sido utilizada como la vía de drenaje de la parte de la cumbre en que está situada la "caldera". Comenzando en la cabecera de la garganta tectónica, la erosión ha actuado hacia atrás repetidamente en el corazón de la Isla, ayudada por el desgaste de las rocas por la acción atmosférica en la cumbre cargada de humedad. Gradualmente se ha ido formando un valle en forma de anfiteatro y ha ido profundizando hasta llegar a constituir este agujero sorprendentemente profundo. Sin duda existieron muchas más fisuras en la cúpula en cuestión, como sugiere Hans Reck (loc. cit.), que pudieron haber facilitado la labor de excavación. A mí me parece que la formación de la garganta tectónica, ahora utilizada por el Barranco de las Angustias, fue la causa primaria de la excavación de la "caldera". En otras palabras, opino que la *Caldera de Taburiente* puede ser clasificada, más propiamente, como una depresión vulcano-tectónica en cuya formación las fuerzas exógenas han desempeñado un papel muy activo.

[4] Según me ha informado (1960) este colega a su regreso de La Palma, después de haber llevado a cabo una investigación detenida de la "caldera".

En la misma isla de La Palma hay un interesante y pequeño cráter de explosión en forma de "caldera" llamado *Caldera de San Antonio,* en las proximidades de Fuencaliente, en la parte meridional de la Isla. Esta "caldera" es un valle muy cerrado, de paredes desgastadas por la acción atmosférica y con un fondo lleno de despojos. Gran parte de los materiales de eyección se han sedimentado en los alrededores más próximos, y entre las piedras que recogí se encuentran varias rocas plutónicas granulares, olivinita y otros tipos básicos. Las paredes están formadas por escorias y lapillis estratificados. De la "caldera" no se ha emitido ninguna lava, pero más abajo, siguiendo la ladera hacia el mar, existió un arroyo. La erupción de San Antonio se produjo en el año 1677. La "caldera" está en una región cubierta de productos volcánicos bastante recientes.

4.—*Gomera.*

(Véase el mapa, fig. 8.)

Esta Isla, relativamente pequeña entre las Afortunadas, tiene una superficie de 378 km² y forma aproximada de escudo, recordando algo a la de Gran Canaria. Su punto más alto está en la parte central: el Alto de Garajonay, con 1.375 m. La Gomera se alza del mar de manera bastante brusca, no muy lejos de la península occidental de Tenerife, Teno (26 km.). Contrastando con las restantes islas occidentales del Archipiélago, la Gomera está prácticamente desprovista de formas volcánicas superficiales, ya sean de naturaleza positiva o negativa. En vez de ello aparece surcada por un sistema radial de profundos barrancos (véase el mapa) que dejan una superficie alta bastante restringida como elevación central. Las costas son siempre muy escarpadas, especialmente en el lado norte, en donde el oleaje producido por los vientos alisios batalla contra las rocas. Las bahías son insignificantes y no se presentan puertos naturales, excepto el de San Sebastián al NE.

La Gomera está constituída principalmente por una formación basáltica de lavas y tobas que descansan en una posición bastante

plana. Sin embargo, hay en la costa norte signos de rocas más antiguas, en parte de naturaleza abisal. Además encontramos aquí y allá lavas traquíticas y fonolíticas estructuradas por la erosión

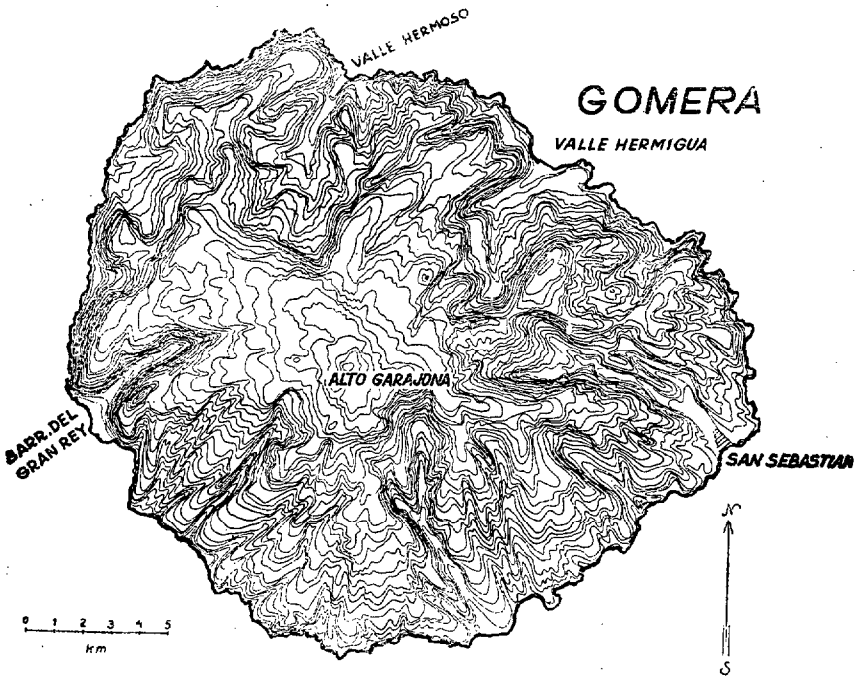

Fig. 8.—Mapa topográfico de la isla de la Gomera, con curvas de nivel cada 100 m.

como altos picos. También se encuentran capas de lavas de tipo similar, principalmente en el norte.

La Isla ha sido investigada geológicamente por Lucas Fernández Navarro (1918) y posteriormente revisada por C. Gagel (1925), que publicó un pequeño mapa geológico de la Gomera. El interés del segundo se concentró especialmente en las dos "calderas" del Valle de Hermigua y de Vallehermoso, ambas en la parte septentrional de la Isla.

Gagel encontró que la morfología de estos dos valles, de cabecera redondeada con un desagüe hacia la costa, presentaban una gran similitud con la Caldera de Taburiente, en La Palma, siendo

completamente resultado de la erosión. A primera vista se puede pensar que son una especie de semi-calderas. Pero pronto se percibe la naturaleza volcánica de estos lugares. Cada una de ellas está dominada por un barranco con algunos afluentes que pudieran haber realizado la labor de excavación. Además se encuentran señales de deslizamientos importantes desde los escarpados lados de los valles y el origen resulta claro: estos valles abiertos, con sus cabeceras redondeadas y sus lados desplomantes, son manifestaciones exógenas de un viejo terreno volcánico. En efecto, tienen un parecido con las llamadas "calderas" de Gran Canaria, antes descritas.

El autor de este trabajo ha efectuado varias excursiones por la Gomera en el año 1950 y ha visitado el Valle de Hermigua, la costa en Agulo y el distrito de Vallehermoso en el noreste. Además las excursiones se ampliaron al lado sur y a las tierras altas centrales de la Isla.

Los efectos de la erosión son muy importantes en la Gomera, hecho que puede percibirse incluso en el más pequeño mapa topográfico (fig. 8). Los barrancos están profundamente cortados en el bloque isleño y los más importantes de ellos han acabado por tener un ligero perfil longitudinal. Este comienza en la vertiente con un barranco de cabecera muy escarpado (o con varios barrancos). Cuando dos barrancos opuestos se encuentran en una vertiente, el perfil puede ser en forma de cresta pronunciada. Los más importantes valles de erosión están en el norte, en donde la lluvia ha sido mayor. Los barrancos que irradian desde las tierras altas centrales en las otras direcciones son mucho más estrechos y todos tienen una cabecera escarpada, como si hubiesen sido erosionados por una erosión regresiva. Sólo el Valle de Hermigua y el de Vallehermoso son cubetas abiertas con algunas irregularidades en su circunferencia. Por lo tanto, no tienen gran aspecto de semi-calderas, en lo que yo pude ver. Las irregularidades están producidas por barrancos tributarios en algunos lugares, y en otros se han producido deslizamientos. Puesto que la Isla tiene la estructura de una altiplanicie volcánica, los lados son en su mayor parte muy escarpados (como los que en un tiempo fueron valles glaciares). Los factores que han determinado la posición de estos dos valles

abiertos y profundos son oscuros. Sin embargo, parece que la repartición desigual del terreno rocoso erosionado por la acción atmosférica en esta parte de la Isla ha determinado en algún grado la extensión de los valles. Ello resulta más evidente en el caso de Vallehermoso, en donde un terreno traquítico (?) ha sufrido una intensa descomposición mecánica (y química).

Los dos valles en el lado de barlovento de la Isla no son, según parece, manifestaciones volcánicas. La acción atmosférica, la erosión y los deslizamientos de tierras son los factores responsables de estas excavaciones. En consecuencia, estoy de acuerdo con C. Gagel (loc. cit.) en este punto. Una identidad morfológica con la Caldera de Taburiente, en La Palma, parece menos evidente.

Las cumbres altas centrales, que culminan en el Alto de Garajonay, ocupan una posición sobre los 1.200 m. de líneas de nivel. Es una superficie suave, algunas veces plana, cubierta por una gruesa capa en desgaste por la acción atmosférica, de aspecto laterítico. Representa, sin duda, la superficie original del escudo de la Isla, ligeramente modificada. En tiempos anteriores la Gomera tuvo una extensión mucho mayor, especialmente en el norte. La abrasión marítima ha conquistado gran parte del bloque insular.

5.—*Hierro*.

(Véase el mapa, fig. 9.)

Esta Isla, miembro extremo SO. del Archipiélago en el Atlántico, con una superficie de 277 km², se alza, como La Palma, en forma bastante brusca desde las profundas aguas circundantes. Su punto culminante, Pico de Malpaso, está a una altura de 1.501 metros sobre el nivel del mar. Las costas en su mayor parte son bastante escarpadas, excepto dentro de la gran bahía del litoral noroeste, El Golfo, en donde una faja de costa baja se presenta en una extensión de 10 kilómetros aproximadamente. Esta, sin embargo, no es una playa, sino un borde rocoso como las otras fajas costeras. La Isla está formada por dos bordes que convergen en un ángulo de unos 90 grados, formando hacia el exterior un cabo agudo, la Punta de Restiga. La superficie de las tierras altas es

bastante suave y sus laderas descienden hacia el exterior desde el borde de El Golfo, que es un escarpe muy pronunciado. Este alcanza una altura de 900 m. y algunos de los farallones no andan lejos de la vertical. El escarpe tiene una ligera forma de anfiteatro. Hay varios hundimientos. Se tiene la impresión de que el anfiteatro

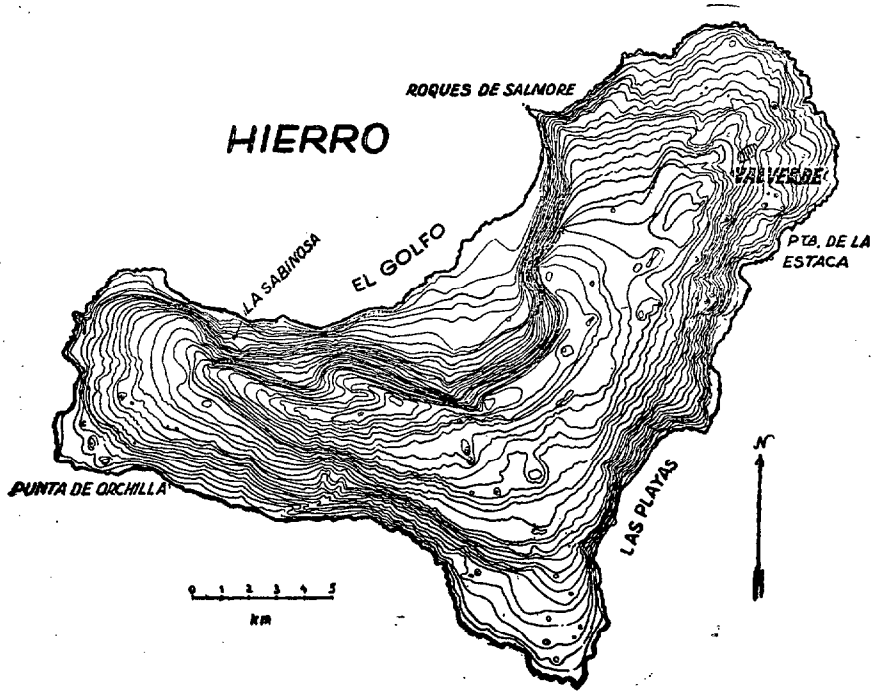

Fig. 9.—Mapa topográfico de la isla del Hierro, con curvas de nivel cada 100 m.

ha sido ampliado de tal forma que partes de la gran pared se han deslizado hasta el promontorio. Hay también otra bahía, menos pronunciada, a lo largo de la costa este, llamada Las Playas, pero sin ningún promontorio.

El Hierro ha sido investigado hasta esta fecha bastante de paso. O. Walther (1893-94) examinó algunos de los tipos de lavas que aquí se presentan, y en época más reciente (1907) von Knebel trazó un cuadro vulcanológico de la Isla. Su atención máxima se encaminó a la bahía noroeste, El Golfo, que fue interpretada por él

como una gran "caldera" de explosión. En lo que yo he podido comprobar, no hay en los alrededores materiales de eyección como los que he encontrado en Tenerife (en donde cubren gran parte del lado meridional de la Isla). Las grandes dimensiones de esta semi-caldera, si es que la podemos denominar así (su *cuerda* mide unos 15 kilómetros), y su abierta exposición al Océano, profundo frente a la costa, hablan más bien en favor de un gran hundimiento tectónico (fallas circulares y deslizamientos), rebajado por hundimientos más pequeños. Tales desplazamientos se han producido ciertamente en muchas partes de la Isla, a lo largo de la costa y también en el interior. Las fracturas están comprobadas por la presencia de conos de cenizas y pequeñas "calderas" de explosión (Valverde). Algunos de estos conos están dentro de El Golfo mismo.

Yo dediqué, en el año 1950, una semana a efectuar excursiones por esta interesante Isla, y la mayor parte del tiempo a estudiar la gran bahía y sus alrededores inmediatos. Como ya habían observado los anteriores investigadores, todas las series de lavas y tobas que componen el Hierro son de naturaleza basáltica (recientes contribuciones a su petrografía son las de E. Jérémine, 1950). La sucesión de materiales volcánicos parece ser muy concordante y se puede observar una inclinación de las capas partiendo de El Golfo. Esta inclinación (buzamiento) es, sin embargo, bastante menos pronunciada que el grado de inclinación de las laderas hacia el mar. En los grandes precipicios de dentro de El Golfo hay, por supuesto, interesantes secciones verticales que estudiar. Es de interés la composición de las pequeñas islas rocosas, Roques de Salmore, que están en la terminación septentrional de El Golfo. Son casi inaccesibles a causa de la resaca, pero T. Bravo ha conseguido obtener muestras de allí y están compuestas de traquita, quizá restos de un dique o de otro cuerpo intrusivo.

El borde del gran precipicio es en su mayor parte muy afilado. Masas de detritus se han acumulado al pie. El borde de los acantilados está formado por lavas y escorias y en ninguna parte se perciben masas de materiales de eyección, que serían de esperar en el caso de que El Golfo fuera el resto de una gran "caldera" de explosión. Examiné gran parte del borde sin encontrar "clasmáti-

cos", excepto en donde habían surgido conos de cenizas recientes, como en la cima más alta de la Isla, el Pico de Malpaso.

Una visita al promontorio al pie de la escarpa reveló que está cubierto de lavas basálticas y escorias recientes, y que existen varios conos en partes cercanas al pie de los acantilados, en las partes más cercanas al mar. Uno de los mayores conos de cenizas está en el pueblo de Frontera, y desde aquí la lava ha sido emitida hacia la costa. A lo largo del ala occidental del anfiteatro, en la región de Sabinosa, parece que los acantilados han sido invadidos por lavas recientes de los orificios del borde superior. Hay también conos en Sabinosa, esto es, al pie de los acantilados.

En lo que concierne a las tierras altas que hay tras el gran escarpe, son sorprendentemente suaves, excepto en donde están coronadas por conos de cenizas de edad diferente. Entre éstos hay uno reciente. El terreno está en su mayor parte cubierto de un suelo en descomposición por la acción atmosférica.

El autor tiene la impresión de que El Golfo es resultado de fracturas curvadas que han producido un gran desplazamiento dentro del mar. A lo largo de algunas de tales fracturas han surgido conos de cenizas, en parte en el borde, en parte al pie del acantilado. El Golfo puede que sea la demostración de un hundimiento circular-tectónico en gran escala, no siendo resultado de explosiones en un viejo volcán basáltico en forma de escudo.

6.—*Fuerteventura*.

(Véase el mapa, fig. 10.)

La isla de Fuerteventura ofrece un aspecto mucho menos volcánico que las islas occidentales (con excepción de la Gomera). Su superficie, la segunda en extensión de todas las Canarias (1.731 kilómetros cuadrados), está dominada por formas de erosión de edad aparentemente antigua (Hausen, 1956), que se manifiestan tanto en las montañas occidentales (donde se encuentra Betancuria, la antigua capital) como a lo largo de la extensa hilera de colinas y cerros que siguen toda la costa este (Sotavento). En el lado últimamente mencionado hay varios valles diagonales, restos de un

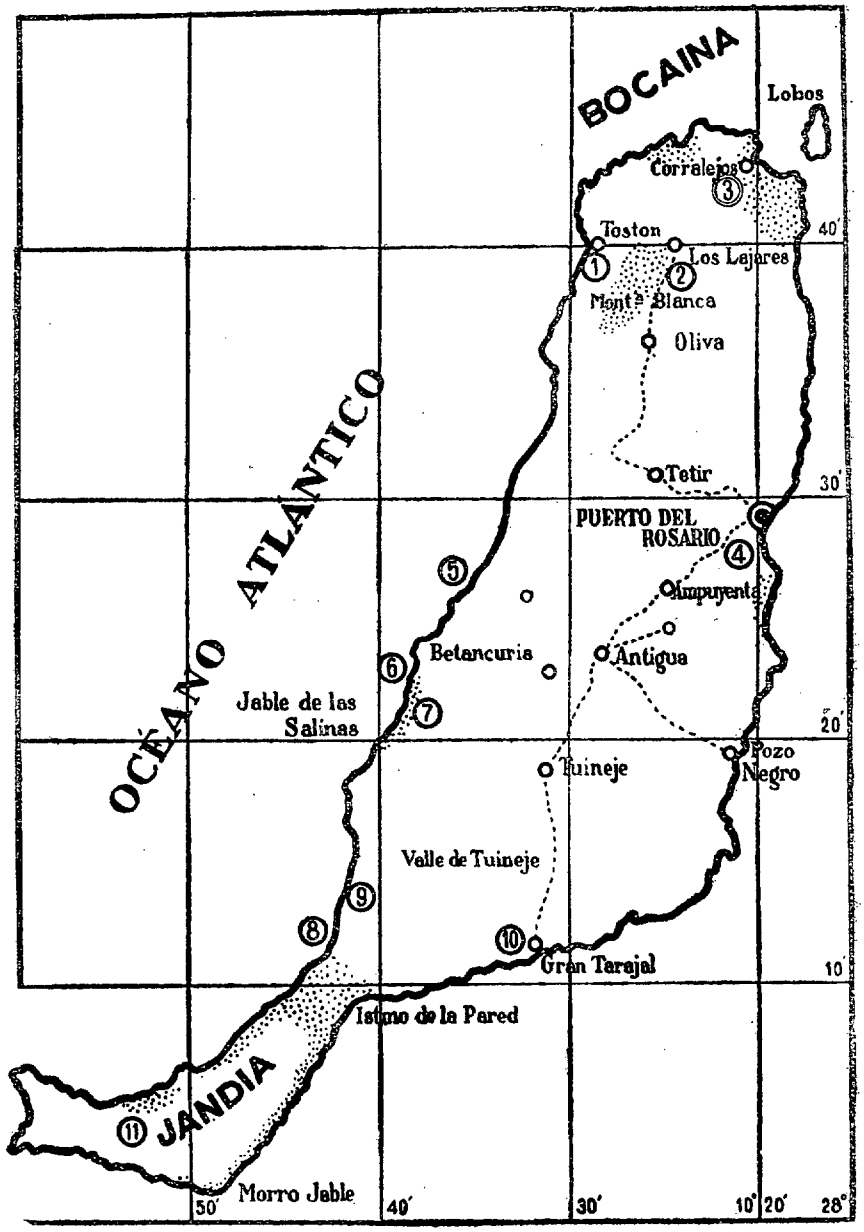

Fig. 10.—Mapa contornal de la isla de Fuerteventura. (Los números en círculos se refieren a ciertos depósitos sedimentarios fosilíferos.)

antiguo sistema de drenaje cuya pista se puede seguir hasta la cresta de las montañas de Betancuria. El valle longitudinal intermontano parece ser un largo *graben* (fosa) de edad posterior.

Las formas superficiales de origen volcánico están relativamente dispersas en la Isla, si hacemos excepción de la parte más septentrional y de una zona central situada algo al sur de la Villa de Antigua. En tales regiones, relativamente limitadas, nos encontramos con varios conos de escorias y también con campos de lavas,

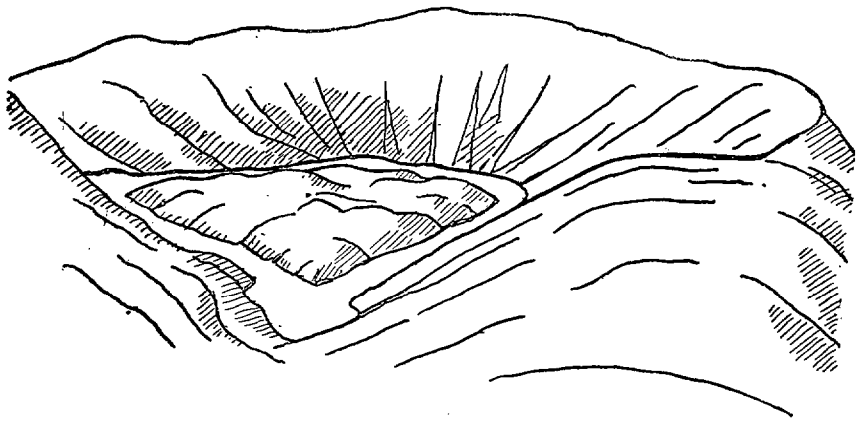

Fig. 11.—La "caldera" del volcán de San Rafael, en la parte septentrional de la Isla, abierta al N. En el fondo hay "cupolas de lava surgente" y enfriada después de las explosiones que causaron la "caldera". (Dibujo de campo por H. H.)

conos salpicados, cúpulas de lava, etc. Entre los conos más grandes se cuenta una boca de cráter en forma de "caldera" con su borde más bajo en el lado norte. Esta asimetría se debe a los alisios que dominaban en la época de constitución de estos conos, formados en su mayor parte por materiales de eyección.

No examinaremos estas semi-calderetas, muchas de las cuales son bellos ejemplos de este tipo especial de cráteres que tienen, frecuentemente, una burbuja de lava enfriada en el fondo (fig. 11). En vez de ello dedicaremos nuestra atención al extraño apéndice de Fuerteventura en el extremo suroeste: la península de Jandía ("Dehesa de Jandía").

La península de Jandía.

Esta elevada cadena montañosa, que alcanza su altura máxima en el Pico de la Zarza (810 m.), llena toda la extensión de tierra desde el istmo de Matas Blancas al último cabo hacia el oeste, la Punta de Jandía. La longitud de esta cadena es de unos 25 km. Está formada por unas series de capas claramente concordantes de lavas y tobas de tipo basáltico que tienen una ligera inclinación hacia el sur. La consecuencia de esta estructura monoclinal es que, en el norte, se ha formado una enorme escarpa o cuesta (lado de Barlovento). Esta escarpa muestra una ligera inclinación hacia el sur, pero la playa arenosa que está antepuesta va en dirección bastante recta de este a oeste. La cadena montañosa está surcada por una serie de valles que tienen todos su origen en la cresta de la escarpa. Radían ligeramente hacia la costa de Sotavento.

No hay duda de que la formación basáltica de Jandía pertenece a la cadena de colinas y cerros que siguen toda la costa de Sotavento, una formación de tableros, probablemente de época precanaria, que cubrió completamente en tiempos las series dislocadas de lavas espilíticas y protuberancias intrusivas que pertenecen a la parte occidental de las montañas de Betancuria. Estas últimas han sido despojadas de la cobertura basáltica en el curso de largos períodos de erosión (Hausen, 1958).

En Jandía, la formación basáltica de tableros es, aproximadamente, del mismo aspecto: unas series concordantes, ligeramente inclinadas hacia la costa de Sotavento. La vieja formación espilítica subyacente con sus intrusiones sale aquí a la luz del día en el mismo borde del mar, en el norte (en forma de restos insignificantes). Sin duda el basamento de las montañas basálticas de Jandía está constituído por esta antigua formación de espilita.

El autor ha intentado demostrar que las copiosas masas de lavas basálticas de la cordillera oriental han emanado de fisuras situadas al oeste, frente a la actual costa de Barlovento. De idéntica forma pudiera haberse formado la pila de basaltos de Jandía.

Simón Benítez Padilla (1945), que ha dedicado algún tiempo al estudio de esta península, ha llegado a la conclusión de que Jandía es el resto de una "caldera" gigantesca y que la parte que falta ha sido consumida por la resaca oceánica en el curso de un largo pe-

ríodo. Yo he de confesar que no puedo aceptar este punto de vista, que no aparece confirmado por las condiciones batimétricas frente á la costa norte, en este lugar. En el caso de que Jandía fuese realmente un gran volcán único, hubiese sido uno de tipo hawaiano, de cúpula aplanada o en forma de escudo. De haber existido una "caldera" en lo alto habría tenido una forma relativamente restringida como los Mauna-Loa o Kilauea [5]. Me parece más probable que la forma de Jandía sea resultado de grandes hundimientos a lo largo de fisuras que sepultaron bajo el Océano a las partes que faltan. Este proceso fue favorecido en cierto grado por la acción de la resaca (en combinación con la denudación mecánica creada por las escarpas). En otras palabras, la elevación de las series de Jandía se produjo siguiendo las mismas líneas tectónicas que acompañan la costa occidental (Barlovento) de Fuerteventura. Sólo en Jandía se ha conservado la formación basáltica, mientras que en la continuación hacia el noreste ésta ha desaparecido y el antiguo basamento ha quedado al descubierto. No lejos de Matas Blancas (en las montañas Chilegua) las series de tableros basálticos son todavía visibles, como testigos de erosión, y en forma bastante escarpada; más al noreste desaparecen completamente.

Resumiendo los hechos, el autor quiere añadir que, según parece, la emisión de lavas basálticas ha tenido origen en dos centros de actividad volcánica: al norte de Jandía y al oeste del cuerpo principal de la Isla. Las dos fajas grandes se han unido en una línea que coincide aproximadamente con el istmo de Matas Blancas.

7.—*Lanzarote*.

(Véase el mapa, fig. 12.)

Esta, la más septentrional y oriental de las islas grandes del Archipiélago, tiene una superficie de unos 795 km² y un aspecto casi exclusivamente volcánico en un grado mayor que cualquiera otra de las Islas. Está salpicada de gran número de conos, dispues-

[5] Como es sabido, las grandes "calderas" de explosión pertenecen al campo de las magmas sálicas de gran viscosidad y explosividad, no al de las lavas básicas de mayor fluidez.

tos en algunas partes en filas, como ya se mostraba en el viejo mapa de L. von Buch (erupciones de fisuras). Estos conos son de épocas muy distintas, y los más recientes aparecieron en los comienzos del

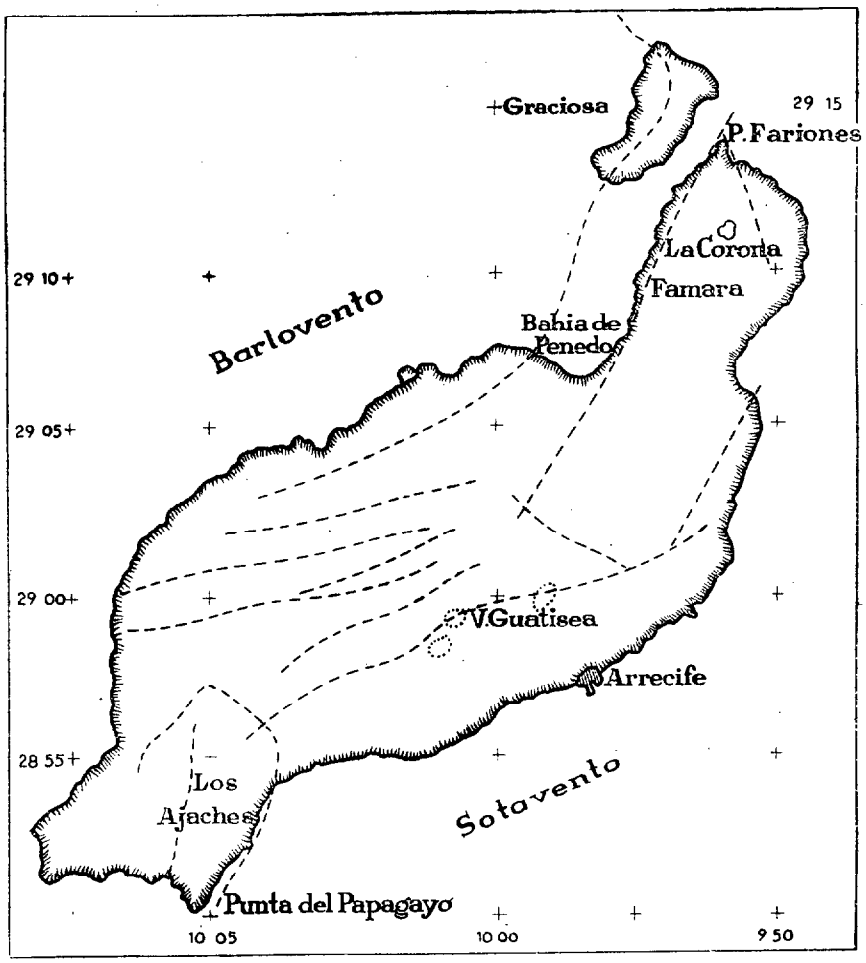

Fig. 12.—Mapa contornal de la isla de Lanzarote, con el islote vecino de Graciosa. Van indicadas con líneas punteadas las fisuras volcano-tectónicas principales de edad diferente.

siglo XIX. Además de los conos, la superficie de la Isla ha sido invadida por grandes campos de lavas, rodeando las filas de conos en la parte central de ella; pero lavas más antiguas aparecen tam-

bién en otras partes. Los conos relativamente más antiguos se encuentran en el norte y en el sureste, en las Montañas de Famara y Los Ajaches respectivamente, en donde se han superimpuesto sobre un relieve de erosión de una antigua formación basáltica de tableros. Se pueden encontrar más detalles en una excelente obra de E. Hernández Pacheco (1909) y contribuciones posteriores en una publicación mía (1959).

La mayor parte de estas formas volcánicas podrían ser clasificadas como "calderas" pertenecientes a los principales tipos de derrumbamiento (aquí no se encuentran hundimientos). Pero en algunos casos encontramos cráteres de extensiones y profundidades poco corrientes por lo grandes y que aparentemente deben su existencia a erupciones explosivas. Materiales sueltos forman las paredes de estos cráteres, que en su mayoría muestran una asimetría debida a los vientos constantes alisios en el período de actividad (vientos del sector septentrional). En algunos casos el cráter-caldera de la cima ha sido creado por un rebajamiento de la columna de magma; un buen ejemplo en este sentido es el volcán subreciente, Montaña de la Corona, en la parte más septentrional de la Isla. No muy lejos al sur de este volcán hay una depresión circular muy marcada en lo alto de Montaña Quemada (región de Haría). Esta pequeña "caldera" no tiene abertura.

En resumen: las manifestaciones volcánicas en Lanzarote están muy repartidas por su superficie, aunque de manera desigual. No se ha producido la formación de ningún cono dominante del todo, y hay gran abundancia de conos de tamaños medios, y su basamento es en su mayor parte relativamente bajo. El material presentado es casi exclusivamente basáltico (basalto de olivino). Sería de esperar encontrar aquí llanos campos de lavas basálticas y amplios volcanes en forma de escudo, pero en vez de ellos hay, si dejamos aparte la formación basáltica del basamento en el norte y en el sureste, sólo conos frecuentes, formados por cenizas, lapillis y escorias. Por supuesto que hay también arroyos de lavas que cubren superficies considerables; son mayormente lavas-aa y sólo en parte han sido emitidas por cráteres.

Como se ha dicho, los cráteres de los conos de cenizas son en su mayoría de gran abertura (fig. 13).

¿Cómo se puede explicar el predominio de los conos de cenizas y de las coladas escoriáceas de lavas, especialmente procedentes de las erupciones del siglo XVIII? ¿Y cuál es la causa de la formación de tantas amplias "calderas" de explosión en los conos? Opino que el agua subterránea basal puede que tenga algo que ver con esta marcada explosividad de un magma que se caracteriza por su baja viscosidad. La más reciente erupción en Tinguatón (en el año 1824) puede ser significativa en este sentido (Hausen, 1959).

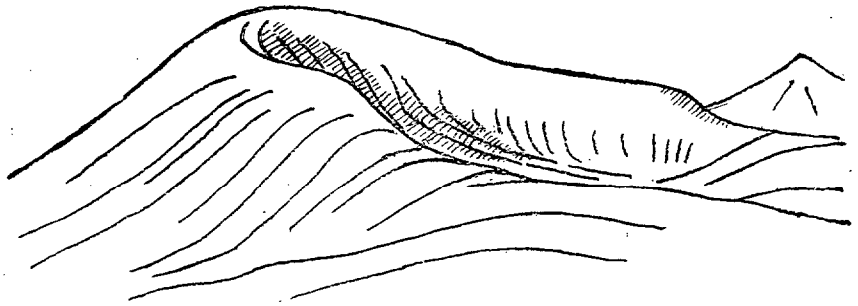

Fig. 13.—Montaña Guatisea, cono grande de edad cuaternaria con una "caldera" (cráter) abierta hacia el norte. Al oeste de Arrecife. (Dibujo de campo por H. H.)

Como hemos visto, Lanzarote no presenta ningún volcán dominante, pese al hecho de que los conos son de dimensiones bastante impresionantes (por ejemplo, La Corona, en el norte, o Montaña Blanca o Atalaya, más al sur). La productividad volcánica se ha repartido sobre vastas superficies, principalmente a lo largo de líneas volcano-tectónicas.

Lanzarote, como Fuerteventura, está surcada por líneas de desplazamientos muy visibles. En Fuerteventura tenemos las fisuras longitudinales que controlan el valle *graben* (fosa) intermontano. También a lo largo de la costa de Barlovento parece que corre una zona de fallas. En Lanzarote las fallas cruzan la Isla dejando un sector medio relativamente bajo. Y esta parte media hundida ha sido el teatro de la mayor parte de las erupciones dispuestas a lo largo de determinadas líneas, O.-E. y O. SO.-E. NE., como ya se ha mencionado (véase el mapa, fig. 12).

Pero hay también líneas de fractura de tendencia longitudinal. Una de tales líneas corre a lo largo del estrecho que separa a la

Graciosa del bloque de Famara; otro constituye el límite occidental de las montañas Los Ajaches con las llanuras de Rubicón. Los desplazamientos a lo largo de estas líneas han sido considerables (500 metros más o menos). Es muy notable que a lo largo de estas líneas no hayan surgido conos posteriores.

8.—*Graciosa.*

La isla de la Graciosa, que está al frente de la costa noroeste de Lanzarote, puede ser interpretada como un promontorio hundido en relación a la línea de fallas a lo largo del escarpe de Guatifay-Famara. La Isla tiene varios conos de cenizas dispuestos a lo largo de una línea longitudinal. Varios de los conos son bastante grandes, y entre ellos se encuentran cráteres similares a "calderas", abiertos en el lado norte. Parecen ser la prolongación septentrional de los conos de la región de Soó de Lanzarote, en donde los volcanes tienen cráteres-calderas de dimensiones todavía mayores.

El Río, estrecho entre Lanzarote y la Graciosa, junto con la Bahía de Penedo y las llanuras al este de Soó, pueden ser considerados como una gran fosa vulcano-tectónica (zona descendente). Esta ha sido rellenada posteriormente con productos detríticos (arenisca calcárea) y finalmente con lavas de las erupciones de la tercera década del siglo XVIII.

9.—*Alegranza.*

(Véase el mapa, fig. 14.)

Alegranza, isla la más remota en dirección noreste, con sus 12 kilómetros cuadrados, tiene algún interés en relación al tema que tratamos. Pese a su tamaño insignificante, ha sido dotada de una de las más ideales calderas-cráteres de explosión de cuantas se encuentran en las Canarias: *Montaña de la Caldera.* Tiene ésta una dimensión de un kilómetro y está en la costa occidental de la Isla, elevándose hasta una altura máxima de 289 m. Su fondo plano está

a 51 m. sobre el nivel del mar. El autor ha observado sólo el flanco meridional. Hacia el oeste el amplio cono ha sido destrozado en parte por la resaca que ha creado acantilados de 200 m. de altura. Está llena de detritus. En época de lluvias se forma en ella un lago poco profundo. El material del cono es basalto olivínico, a juzgar por algunas muestras. La caldera-cráter es tan grande que toda la parte

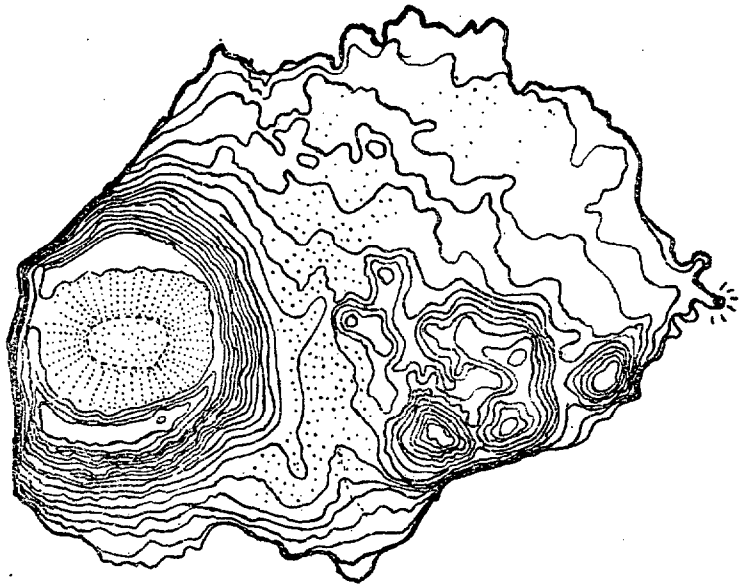

Fig. 14.—Topografía de la isleta de Alegranza, en el extremo noreste del Archipiélago, con la Montaña de la Caldera a la izquierda. Escala 1 : 50.000.

superior del antiguo cono tiene que haber desaparecido, siendo quizá su altura primitiva de unos 500 m. El material expulsado del volcán en el tiempo de la apertura de la caldera-cráter se ha sedimentado en el Océano (especialmente en el sur, debido a los alisios).

Este volcán no está lejos de la escarpa submarina que limita hacia el oeste el mar poco profundo que se extiende al norte de Lanzarote y que abarca a todas las isletas.

Puede que el *Roque del Este* sea el último resto de una caldera-cráter destruída por la acción de las olas.

D) Consideraciones generales sobre las "calderas" canarias y sus modos de formación.

Tras habernos familiarizado con las características principales de las "calderas", y las depresiones similares a las mismas de diversos tamaños y formas que se dan en las Canarias, parece que no estaría fuera de lugar el hacer aquí algunas generalizaciones referentes a sus tipos y modos de formación.

Desde el primer momento podemos decir que sólo hay una "caldera", en el sentido auténtico de la palabra, en las Canarias: la Caldera de Las Cañadas, en Tenerife. De las restantes "calderas" la mayoría son, principalmente, resultado de la erosión en cooperación con otras fuerzas exógenas, tales como la acción atmosférica (química y mecánica) y también los corrimientos de tierras. En algunos casos, fallas en el terreno rocoso han facilitado la acción exógena.

La Caldera de Las Cañadas, de Tenerife, tiene fama mundial desde los viajes de los primeros exploradores, aunque, lo que es extraño, rara vez o nunca ha sido tratada en los libros de texto anglo-americanos sobre geología endógena dinámica [6], ni siquiera de los tiempos más modernos. Por supuesto que han aparecido otros muchos ejemplos de "calderas" similares en el mundo, como se desprende de la interesante compilación hecha por Williams Howel (1941). En el caso de Tenerife hay que observar que la "caldera" ha sido rellena completamente con materiales volcánicos más recientes, así que las avenidas han avanzado en todas direcciones. Este proceso de rellenamiento estaba en relación con el surgimiento de los volcanes gemelos en el interior de la "caldera".

Es esta una "caldera" de explosión y hundimiento en su desarrollo típico. Hay en las Canarias otras "calderas" de explosión de dimensiones muy reducidas, siendo la mayor la de Alegranza, si no tenemos en cuenta la "caldera" de la cumbre de Pico Viejo en Tenerife. Pequeña "caldera" del tipo *maar* (cráter de explosión) es la Caldera de Bandama, en Gran Canaria; las otras de esta Isla

[6] El libro *Principles of Geology* (1868), escrito por Charles Lyell, es una excepción.

parecen ser hoyos de hundimiento debidos a erupciones cercanas. Otro tipo está en relación con el rebajamiento de la columna de lava, como en la garganta volcánica de material acumulado (La Corona, Lanzarote).

En el paisaje canario tienen importancia las "calderas" de erosión producidas en un terreno cortado por fallas. Todas son de forma similar: cabeceras en forma de anfiteatro y un cañón de desagüe que se estrecha. Los ejemplos más notables parecen ser la Caldera de Taburiente, en La Palma, y las "calderas" de Gran Canaria, que tienen las dimensiones máximas de cuantas se encuentran en esta región.

Cuadro sistemático de "calderas" canarias.

	EJEMPLOS
1. Calderas en sentido propio, de explosión y hundimientos.	Caldera de Las Cañadas, Tenerife.
2. Calderas menores de hundimiento.	Caldera de los Marteles y La Caldereta, Gran Canaria.
3. Calderas menores de explosión freática y de hundimiento (tipo *maar*).	Caldera de Bandama, Gran Canaria; Caldera de San Antonio, La Palma; Caldera Quemada, Lanzarote.
4. Cráteres-calderas en las cimas de conos volcánicos.	Pico Viejo, Tenerife; La Corona, Lanzarote; Caldera de Gairía, Fuerteventura; La Caldera, Alegranza.
5. Cráteres-calderas de herradura, con bordes acumulativos.	Caldera de San Rafael, etc., Fuerteventura.
6. Calderas de erosión y deslizamientos en sectores rotos por fallas.	Caldera de Tejeda y Caldera de Tirajana, Gran Canaria; Caldera de Taburiente, La Palma.
7. Semi-calderas de hundimiento según fracturas semi-circulares.	El Golfo, Hierro.
8. Calderas de erosión y deslizamientos.	Valle de Hermigua y Vallehermoso, Gomera.

Finalmente tenemos los grandes y semi-circulares espacios de depresiones de fallas de un volcán basáltico en forma de escudo (o altiplanicie). La semi-caldera creada por tales movimientos no tiene nada que ver con las de explosiones-hundimientos. Ello queda

demostrado por la completa ausencia de materiales de eyección en los alrededores. Por otra parte, los conos de cenizas adjuntos a las fallas indican la naturaleza volcano-tectónica de estos desplazamientos. Este tipo está representado por El Golfo (Hierro).

Por otra parte, la península de Jandía, en Fuerteventura, no es un segmento de una gran "caldera" de explosión, sino sólo la parte que resta de una originada por una falla.

E) Comparación con formas semejantes en las demás islas del Atlántico medio.

Finalizada la descripción de las "calderas" o de las formaciones semejantes a ellas en las Canarias, sería de cierto interés su comparación con las grandes depresiones de los terrenos volcánicos de las otras islas del Atlántico medio, llamadas corrientemente Macaronesia. Como se señaló ya en el prefacio, el propio vocablo "caldera" está tomado de la expresión portuguesa *caldeira,* que quiere decir "depresión redondeada de gran tamaño de origen volcánico" (o supuestamente volcánico) en las Azores. Desde sus comienzos la palabra tiene un significado popular que no implica nada de su modo de formación, sino que significa literalmente una depresión en forma de caldera, llena o no de agua (lacustre o marítima).

No he tenido la oportunidad de estudiar las *caldeiras* de los archipiélagos portugueses de las Azores, Madera e Islas de Cabo Verde, y por lo tanto mis comparaciones han de ser superficiales y basadas en la bibliografía científica.

En las *Azores* hay gran abundancia de "calderas", descritas y reproducidas admirablemente por Georg Hartung (1860), y posteriormente examinadas de nuevo por Imm. Friedlaender, entre otros. Todas ellas parecen ser "calderas" producidas por explosión y derrumbamiento subsiguiente. Nos llevaría muy lejos el describirlas siquiera en términos generales, y por ello sólo se incluye una breve lista de ellas:

Isla do Corvo: Diámetro, 1,7 km.; profundidad, 300 m.
Isla da Graciosa: Diámetro, 1,0 km.; profundidad, 500 m.

Isla Terceira: Tres "calderas" en fila.
Isla de San Miguel. Sete Cidades: Diámetro, 5 km.
Isla de Fayal: Diámetro, 1,5 km.; profundidad, 400 m.

Como vemos, son estas "calderas" de tamaños medios, pero de profundidades considerables. No tienen ningún equivalente en la "caldera" canaria de naturaleza volcánica. Ninguna de estas "calderas" azoreanas encierra un cono reciente, como el Pico del Teide, en Tenerife.

En la *Madera* (portuguesa) existe el famoso Gran Curral, *caldeira,* en el lado sur de la elevada isla, que tiene un desagüe hacia el mar. Su aspecto general recuerda mucho, por su forma, a la Caldera de Taburiente, en La Palma; el diámetro del Gran Curral es de 4,5 km. y la profundidad alcanza unos 1.000 m. Los lados son muy empinados. Es evidente que tras la formación de este tremendo agujero están las fuerzas erosivas, pero Gagel (1913), que ha visitado la localidad, es de opinión que también han actuado las explosiones volcánicas. Por así decirlo, éstas han abierto el camino al ataque de la acción atmosférica y a la erosión.

Finalmente hemos de examinar brevemente las condiciones en las *Islas de Cabo Verde* (portuguesas), que por su situación recuerdan más a las Canarias: están ligadas al borde africano. Aquí encontraremos muy buenos ejemplos de "calderas" volcánicas, bien descritas por vez primera por Imm. Friedlaender (1912).

Como se sabe las Islas de Cabo Verde son, principalmente, de naturaleza volcánica, pese al hecho de que en muchas de ellas se puede ver un basamento no volcánico, parte del bloque continental. La más "volcánica" de todas las islas es la de O Fogo, en donde se produjo una erupción en fecha tan reciente como el año 1958. La Isla está dominada por un volcán único que muestra una "caldera" perfecta y encierra un cono más reciente que está en actividad actualmente. Las lavas han llenado gran parte de la "caldera" y en el este se han derramado sobre el borde. Su aspecto nos recuerda en cierto modo el gran volcán de Tenerife, con el Pico del Teide, sólo que en escala más reducida. La "caldera" tiene un diámetro de 8 km., y

el pico central es la cumbre más alta de todo el Archipiélago (2.850 m.). En la isla de São Nicolão, Friedlaender vio una gran "caldera", situada al norte de la cumbre más alta. Su estado de conservación no es bueno. De las islas más septentrionales, São

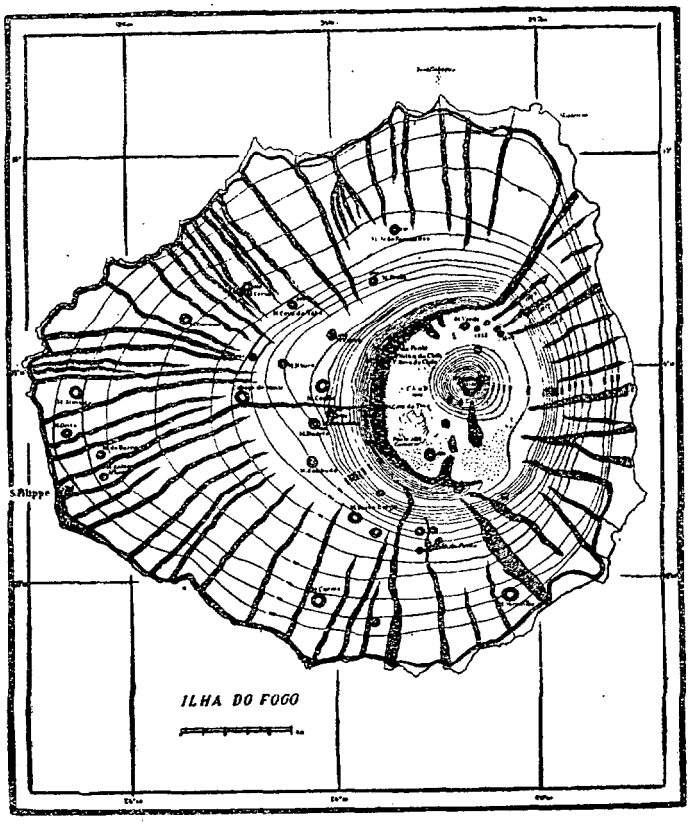

Fig. 15.—Isla do Fogo (Archipiélago de Cabo Verde). Caldera con un cono central (activo).

Antão ha sido dotada de varias depresiones-calderas, o al menos algo de este tipo (no han sido investigadas muy detenidamente). En la parte superior de Río de los Patos, que muere en la costa sur, se ha formado un hoyo en forma de anfiteatro que Friedlaender opina es una "caldera" de derrumbamiento. En el fondo de la misma se alza un cono volcánico joven que sugiere una naturaleza endógena también del circo. En el lado oriental de la Isla hay una cabecera de valle de tipo circo (Río do Paolo) que tiene una natu-

raleza de tipo "caldera". Finalmente, en la cabecera de Ribeira Grande, en la parte noroeste de la misma Isla, hay otro anfiteatro que sin duda pertenece a la misma clase de "calderas" de derrumbamiento. Se podrían aducir más ejemplos de las otras islas, pero los ya mencionados son suficientes, aunque su naturaleza auténtica ha de ser probada en forma más detenida.

Hasta ahora sólo hemos mencionado "calderas" Macaronesias. La lista podría ser ampliada infinitamente si comenzásemos un escrutinio de todas las regiones del mundo, pero Williams Howel ha efectuado ya un buen adelanto (1941).

La palabra "caldera" (*caldeira*) ha obtenido una aplicación mundial. Pese a todos los "competidores", la Caldera de Las Cañadas, en Tenerife, mantiene su puesto como una de las formas volcánicas más impresionantes de este tipo.

Brändö-Helsinki (Finlandia), septiembre de 1960.

BIBLIOGRAFÍA.

(Referente en especial al Archipiélago Canario.)

BENÍTEZ PADILLA, Simón: *Ensayo de síntesis geológico del Archipiélago Canario*. Las Palmas, 1945.

BOURCART, J., y JÉRÉMINE, E.: *La Grande Canarie*. "Bulletin volcanologique". Tome II. 2. Naples, 1937 (con mapa geológico de la Isla).

BRAVO, Telesforo: *Geografía general de Canarias*. Tomo I. Santa Cruz de Tenerife, 1954.

BUCH, Leopold von: *Physikalische Beschreibung der Canarischen Inseln*. Berlín, 1825.

FERNÁNDEZ NAVARRO, Lucas: *Le Pic de Teyde et la region de Las Cañadas*. "Comptes Rendus de l'Academie des Sciences de Paris". Tome CLXV. París, 1917.

— *Datos sobre el volcanismo Canario*. "Bulletin Volcanologique". Tome II. Napoli, 1925.

— *Iles Canaries*. Excursión A 7. "XIV^{e} Congrès géologique International". Madrid, 1926.

FRITSCH, Karl von, y REISS, W.: *Geologische Beschreibung der Insel*

Tenerife. Ein Beitrag zur Kenntnis vulkanischer Gebirge. Winterthur, 1858.

GAGEL, Curt: *Die Caldera von La Palma.* "Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde". Berlín, 1908.

— *Begleitworte zu der geol. Karte von Gomera mit einem Anhang uber die Calderafrage.* "Zeitchr. der deutschen geol. Gesellschaft", Band 77. Heft 4. Berlín, 1925.

HARTUNG, Georg: *Die geologischen Verhältnisse der Inseln Lanzarote und Fuerteventura.* "Neue Denkschriften der allgemeinen schweizerischen Gesellschaft für die gesammten Naturwissenschaften". Zürich, 1857.

HAUSEN, Hans M.: *Om calderabildningar med. särskild hänsyn till Kanarieöarna.* "Societas Cient. Fennica". Arsbok XXVIII. B. 2. Helsingfors, 1949.

— *Hidrografía de las Islas Canarias.* La Laguna de Tenerife, 1954.

— *Fuerteventura. Some geological and geomorphological aspects of the oldland of the Canarian Archipelago.* "Acta Geographica", 15. N.º 2. Helsinfors, 1956.

— *Contributions to the geology of Tenerife (Canary Islands).* "Soc. Scient. Fenn. Commentationes Physico-mathematicae", XVIII, 1. Helsingfors, 1956 (con mapa geológico).

— *On the geology of Fuerteventura (Canary Islands).* "Soc. Scient. Fenn. Commentationes Physico-mathematicae", XXII, 1. Helsingfors, 1958 (con mapa geológico).

— *Contribución al conocimiento de las formaciones sedimentarias de Fuerteventura.* "Anuario de Estudios Atlánticos", N.º 4. Madrid-Las Palmas, 1958.

— *On the geology of Lanzarote, Graciosa and the Isletas.* "Soc. Scient. Fenn. Comment. Math. et Phys.", XXIII. N.º 4. Helsingfors (con mapa geológico).

— *New contributions to the geology of Grand Canary (Islas Canarias)* (para publicarse). Helsingfors, 1961 (con mapa geológico).

HERNÁNDEZ PACHECO, Eduardo: *Estudio geológico de Lanzarote y de las Isletas Canarias.* "Memorias de la Sociedad Española de Historia Natural". Tomo VI. Madrid, 1909 (con un mapa geológico en colores).

KNEBEL, W. von: *Studien zur Oberflächengestaltung der Insel Palma und Ferro.* "Globus". Band XC. Braunschweig, 1906.

— *Der vulkanische Aufbau der Insel Gran Canaria.* "Globus". Band XCLI. Braunschweig, 1907.

LYELL, Charles: *A Manual of elementary Geology.* London, 1855.

— *The principles of Geology.* Vol. II. 10th edition. London, 1868.

MACAU VILAR, Federico: *La muerte de un joven enfermo.* Análisis de las causas de la destrucción del puente de Rosiana, en la carretera de Las Palmas a San Bartolomé de Tirajana (Gran Canaria). "Revista de Obras Públicas". Madrid, 1956.

RECK, Hans: *Über Erhebungskratere.* "Zeitsch. d. d. Geol. Ges.". Band 60. Berlín, 1910.

— *Zur Deutung der vulkanischen Geschichte und der Calderabindung auf der Insel La Palma.* "Zeitschrift für Vulkanologie". Vol. II. Berlín, 1928.

ROTHPLETZ, A.: *Das Thal von Orotava auf Tenerife.* "Petermanns geogr. Mitteilungen". Band 35. Gotha, 1889.

WEBB, Phillip Barker, y BERTHELOT, Sabin: *Histoire naturelle des Iles Canaries.* "Géologie". París, 1839.

WOLFF, F. von: *Der Vulkanismus.* II Band. Spezieller Teil. 2 Teil. Die Alte Welt. 1 Lieferung. *Der Atlantische Ozean.* Stuttgart, 1931.

(Traducción de José Mario Páez.)