



BIBLIOTECA  
 BIBLIOTECA  
 Instituto Geológico y  
 Minero de España

## I.—SUCESION DE LAS UNIDADES GEOLOGICAS QUE FORMAN LA ISLA DE FUERTEVENTURA

En la isla de Fuerteventura se pueden distinguir dos grandes conjuntos desde el punto de vista estratigráfico: complejo basal y series basálticas.

### COMPLEJO BASAL

El complejo basal forma principalmente el llamado "macizo de Betancuria", y es un conjunto de rocas plutónicas, volcánicas y sedimentarias atravesadas por numerosísimos diques. Lo forman, en orden de antigüedad decreciente, los siguientes materiales:

#### PREMIOCENO.

1. Rocas básicas y ultrabásicas bandeadas (peridotitas, gabros y dioritas) que forman un complejo estratiforme.
2. Rocas sedimentarias detríticas plegadas, en "discordancia" erosiva sobre las anteriores.

#### MIOCENO.

3. Rocas volcánicas de origen submarino (lavas y tobas almohadilladas) asociadas a otras rocas, entre las que se encuentran calizas recifales miocenas.
4. Tobas traquíticas y traquibasálticas soldadas.

Entre estos materiales y las series basálticas posteriores existe una fuerte "discordancia" erosiva.

### SERIES POSTERIORES

5. Serie basáltica I: grandes paquetes de basaltos subhorizontales con intercalaciones piroclásticas, especialmente en su base.
6. Intrusiones sieníticas y traquíticas. Entre las formaciones 5 y 6 y la 8 hay un largo periodo de erosión.

#### CUATERNARIO.

7. Formación de las playas de 50 y 15-20 metros.
8. Serie basáltica II, subserie II<sub>B1</sub>, volcanes en escudo; subserie II<sub>B2</sub>, volcanes de cinder.
9. Playa de 10 metros.
10. Serie basáltica III, volcanes de cinder. Subseries III<sub>A</sub>. III<sub>B</sub> y III<sub>C</sub>.
11. Serie basáltica IV, volcanes de cinder.
12. Playa de 1-2 metros.

## II.—DESCRIPCION DE LAS FORMACIONES DE LA HOJA NUMERO 1.106-1.107, PUERTO DE CABRAS

La Hoja de Puerto de Cabras (escala 1:50.000) abarca de costa a costa la zona más central de la isla de Fuerteventura y presenta como rasgo más característico la gran complejidad de las formaciones geológicas en ella enclavadas, tanto plutónicas, volcánicas o sedimentarias.

Desde el punto de vista morfológico y litológico, queda perfectamente dividida en tres zonas, separadas por dos líneas que coinciden aproximadamente con los 10°20' y los 10°17' de longitud W. La zona más oriental está formada fundamentalmente por materiales de la serie basáltica I. La topografía está condicionada por la sucesión de lomas estrechas ("cuchillos") de hasta 600 metros de altura que se orientan perpendiculares a la costa. Los cuchillos están separados entre sí por amplios valles en forma de "U", cuyo fondo se ha cubierto de derrubios de ladera y de aluviones o ha servido de vía de salida a las coladas de los volcanes de la serie basáltica II. La costa en esta parte oriental es baja y arenosa, con grandes playas abiertas, exceptuando los puntos en que las coladas vierten al mar. Los relieves de cuchillo parecen antiguos, no evolucionados y son restos de un ciclo de erosión más intenso.

La zona central es una llanura ligeramente inclinada al E., en la que como únicos accidentes topográficos importantes existen los suaves relieves, abombados, producidos por los volcanes en escudo de la serie II, en los que los centros de emisión no producen ningún resalte, puesto que no emitieron piroclastos. En esta zona central hay una gran acumulación de productos arcillosos en pequeñas cuencas de tipo endorreico que se formaron al cerrarse los valles por las coladas. También alcanzan gran desarrollo los costrones de caliche, verdaderas placas que alcanzan a veces hasta los 20 metros de espesor, como se ha podido comprobar en algunas excavaciones de pozos. La zona occidental, la más extensa de todas, forma la mayor parte de lo que denominamos macizo de Betancuria, que se prolonga algo hacia el N. en la hoja de La Oliva, y hacia el S. en la de Tuineje.

Su morfología difiere por completo de las dos zonas anteriormente citadas; es una agrupación de pequeñas cadenas montañosas muy accidentadas, con numerosos valles y barrancos y cuya altura principal es la Atalaya, con 724 metros. Todos los barrancos, o por lo menos la mayoría de ellos, presentan su cauce limpio, siendo raros los parches de caliche y los derrubios. Desembocan en su totalidad en la costa W., siendo su curso de pendiente muy pronunciada en la cabecera, y curso medio para verter en el mar a unos 20 ó 30 metros sobre el nivel marino. Una franja de aproximadamente un kilómetro, paralela a la costa, es una rasa marina elevada unos 20-30 metros y cubierta de jable antiguo y dunas. Los materiales de esta zona occidental son productos volcánicos fragmentarios, tanto submarinos como aéreos, y complejos plutónicos, ácidos y básicos.

La división en tres zonas longitudinales de esta Hoja ha sido explicada anteriormente como debida a la existencia de fracturas N.-S. que hubieran producido un horst tectónico. De los tres bloques, el más hundido sería el central, el occidental el más elevado con el argumento de la rasa levantada en su favor, y el oriental el de elevación intermedia. No es fácil demostrar la exactitud de esta teoría, puesto que no se han visto fallas con desplazamiento en ninguna parte de la isla, aunque pudieron haber quedado enmascaradas por los materiales volcánicos modernos.

Para otros estas diferencias morfológicas son exclusivamente la diferencia de la acción erosiva, trabajando en materiales de distinta compacidad y facilidad de ataque. La zona occidental, de material más estable, daría relieves más elevados; la intermedia, con productos volcánicos deleznable, sería una depresión, y la oriental ofrecería mayor resistencia a los agentes erosivos que ésta, pero menos que aquélla, produciéndose, por tanto, relieves intermedios.

## A) MACIZO DE BETANCURIA

### I. COMPLEJO MÁFICO DE BETANCURIA.

Aunque los afloramientos de rocas plutónicas básicas se encuentran dispersos por casi toda la isla, especialmente en la parte occidental, en el sector que va desde Los Lajares hasta la cuenca de Tuineje, sólo el macizo de Betancuria puede considerarse como un verdadero complejo por su extensión y por otra serie de características que a continuación detallamos.

El complejo propiamente dicho tiene casi una extensión de 50 kilómetros cuadrados de superficie visible. Calcular su verdadero volumen es algo imposible, puesto que, por una parte, está cubierto por las ignimbritas de proyección aérea y los jables antiguos, y porque los fenómenos de intrusión de diques tan numerosos han producido una dilatación del complejo.

Como son las rocas más antiguas de la isla, siempre cubiertas o atravesadas por las demás formaciones, pudiera pensarse que los afloramientos aislados no son sino apófisis de una misma intrusión que la erosión ha ido dejando descubierto. El macizo plutónico fue arrasado y recubierto con posterioridad por las demás formaciones, por lo que nada podemos saber de lo que hubiera sido roca encajante de dicho macizo.

Complejos muy semejantes forman la base de las islas de La Palma y Gomera.

El complejo básico de Betancuria está formado por rocas que comprenden desde los términos más ultramáficos, como son peridotitas y piroxenitas, hasta otros de tipo ácido, como son las dioritas (o sienitogabros), y como términos de transición, gabros e hiperitas.

Si se observa en el mapa la distribución especial de las diferentes variedades de rocas se ve un bandeo grosero en el que alternan bandas de peridotitas y piroxenitas con otras de gabros, que a su vez rodean a las dioritas. El bandeo se cierra dando la forma de un óvalo con su eje máximo en dirección N.-S. Los límites entre las bandas no son muy precisos, pues el paso de unas unidades a otras es gradual. Puede, por tanto, admitirse que las rocas plutónicas forman parte de un complejo lopolítico estratiforme.

A la vez que existe este bandeo a escala de mapa, es muy frecuente encontrar bandeados a escala de centímetros. Se deben a la alternancia de productos más claros y más oscuros (melanocratos y leucocratos), que confieren a la roca un aspecto característico. También al microscopio, aun en las variedades de grano muy fino, hay asimismo una orientación lineal de las plagioclasas paralelas al ban-

deado. Son los fenómenos que se conocen con el nombre de "lamina-ciones ígneas" y que suelen ser propios de complejos estratiformes (ver corte II-II'). Se asocian a complejos sieníticos y traquíticos circulares que forman intrusiones.

#### Estudio petrológico.

a) *Peridotitas y piroxenitas*.—Ambos tipos de rocas están íntimamente asociados, pasando de unos a otros gradualmente, aunque suelen ser más abundantes las segundas. Son rocas oscuras, pesadas, formadas casi exclusivamente por clinopiroxenos y olivino, o por clinopiroxeno respectivamente. En las plagioclasas, si aparecen son muy básicas, a la vez que el olivino presenta un gran contenido en Mg. Suelen ser de grano grueso y su textura tiene aspecto de acumulado.

Un análisis de una piroxenita del barranco de El Cortijo (analista E. Ibarrola) da los siguientes resultados:

SiO<sub>2</sub>, 41,90; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 9,52; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 9,85; FeO, 5,63; MnO, 0,14; MgO, 11,65; CaO, 16,36; Na<sub>2</sub>O, 1,10; K<sub>2</sub>O, 0,32; TiO<sub>2</sub>, 3,16; H<sub>2</sub>O, 0,66. Total: 100,36.

Norma: Mt, 10,6; Ru, 2,3; Cp, 0,1; An, 20,66; Or, 1,66; Di, 49,86; Ne, 4,32; Ol, 7,70.

Parámetros de Niggli: si, 77,6; al, 10,3; fm, 54,8; c, 32,5; alk, 2,3; k, 0,14; mg, 0,58; Q, 17,2; L, 19,4; M, 63,4.

b) *Gabros*.—Dentro del grupo de los gabros existen todas las variaciones posibles en lo que se refiere a textura, tamaño de grano, diferentes proporciones de los minerales constituyentes (olivino, piroxeno, plagioclasa, anfíbol, biotita). Dentro de estos minerales hay tránsitos graduales en lo que se refiere a su contenido en Fe y Ca. Dentro de este grupo incluimos los gabros olivínicos y las hiperitas, estas últimas de escasa representación. Como ejemplo de composición química de estas rocas damos los datos del análisis de un gabro de la Cañada de la Mareta (analista E. Ibarrola):

SiO<sub>2</sub>, 42,27; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 10,63; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 11,35; FeO, 4,64; MnO, 0,13; MgO, 9,42; CaO, 14,49; Na<sub>2</sub>O, 1,44; K<sub>2</sub>O, 0,50; TiO<sub>2</sub>, 3,98; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 0,18; H<sub>2</sub>O, 0,99. Total: 100,02.

Norma: Mt, 11,40; Ilm, 0,73; Ru, 2,9; Cp, 0,4; An, 22,0; Or, 3,16; Di, 41,33; Ab, 12,92; Ne, 0,26; Ol, 4,90.

Parámetros de Niggli: si, 84,2; al, 12,6; fm, 53,0; c, 31,0; alk, 3,5; k, 0,19; mg, 0,52; Q, 19,5; L, 23,1; M, 57,40.

c) *Dioritas*.—Gradualmente se pasa a las dioritas (o sienitogabros), que suelen estar más alteradas al hacerse la plagioclasa más ácida, a la vez que son más abundantes los anfíboles que los piroxenos. La roca llega a ser casi una monzonita donde las plagioclasas se recubren de una aureola de feldespato potásico a veces en cantidad considerable.

Otro tipo de rocas menos abundante que los anteriormente citados es el de los gabros alcalinos, es decir, rocas con textura gabraídea y con los mismos componentes que los gabros, a los que se añaden feldespatoídes (nefelina y analcima) y feldespato potásico (ortosa o anortoclasa). Son essexitas y theralitas.

## 2. SEDIMENTOS DETRÍTICOS.

En la desembocadura del barranco de Ajuí y en la confluencia de los barrancos de La Potranca y de la Madre del Agua, así como en el barranco de la Peña y sus afluentes del Aceituno y Somajes, en una zona de intensa penetración filoniana, la roca encajante es una roca bandeada de grano muy fino que a primera vista parece de origen sedimentario.

El bandeado tiene una orientación general N. 50° W. No puede pensarse que sean unos sedimentos basculados, sino que están plegados, pues aunque la dirección general del bandeado es N. 50° W., los buzamientos son variables desde casi subverticales hacia el SW, hasta de 30° en el mismo sentido e incluso con ligeras inclinaciones en sentido contrario. Parece que estamos en presencia de un plegamiento con dirección general de los pliegues N. 50° W. y vergencia al NW.

En detalle estas rocas sedimentarias están formadas por capas alternantes de uno a varios centímetros de espesor, de tonalidades claras y oscuras y coloración general verdosa, en las que se aprecia con frecuencia estratificación gradual. En observación microscópica son rocas sedimentarias de carácter detrítico, en las que alternan lechos finos de productos margosos y carbonatados alternantes con otros formados de clastos angulosos de cuarzo no rodado, algunos de cuarcita, ortosa pertitizadas y algún zircón rodado empastados en una matriz escasa de carácter clorítico. En algunos puntos han sufrido metamorfismo incipiente con aparición de anfíboles y granates andradíticos en las partes más carbonatadas y arcillosas. Se observan también procesos de recristalización de los carbonatos. Estos procesos secundarios pueden deberse a la intensísima penetración filoniana.

Los caracteres estructurales de estos sedimentos, que desde el punto de vista estratigráfico pueden ser considerados como un flysch, parecen acreditar un origen submarino en una deposición condicionada por corriente de turbidez.

Desgraciadamente, aunque se han inspeccionado los yacimientos de estas rocas y sus secciones delgadas, no se han encontrado hasta ahora vestigios de restos fósiles. Son posteriores al macizo plutónico básico de Betancuria y anteriores a la serie volcánica submarina, con el que están asociadas rocas sedimentarias organógenas de edad miocena. ¿Es un flysch cretácico-eoceno?

## 3. COMPLEJO SUBMARINO VOLCÁNICO Y ROCAS ASOCIADAS.

Paralela a la costa occidental, y siguiendo su trazado desde el barranco de Ajuí hasta el N. de la Hoja, se extiende una franja de anchura más o menos constante que llega por el interior hasta media ladera del macizo de Betancuria; es lo que hemos llamado complejo volcánico submarino (1). Sus límites por el E. son algo imprecisos, puesto que entran aquí estas rocas en contacto con rocas conglomeráticas volcánicas de formación subaérea, pero es tal la densidad de

(1) Para aclarar las diferencias entre esta formación y lo que H. Hausen (1958) denomina espilita, véase el trabajo de J. M. Fúster y M. Aguilar (1965).

diques que las atraviesan, que únicamente nos hemos valido, para delimitarlas, de ciertos caracteres morfológicos. Los conjuntos de origen submarino dan formas más recortadas por barrancos de cauce limpio, donde se pueden observar las relaciones dique-roca encajante, también visibles aun en las laderas más suaves; por otra parte, carecen de vegetación.

En todas estas rocas de este complejo se aprecia con más o menos claridad las estructuras almohadilladas típicas de los materiales que se depositan en ambiente submarino. El carácter almohadillado va perdiéndose hacia el Este.

La uniformidad estructural que caracteriza a todo este complejo no se extiende a su litología. Aunque es difícil de diferenciar la roca de caja de los numerosísimos diques que la atraviesan, puede considerarse que es una toba formada por cantos muy variados: unos de origen plutónico (raros) son de sienita y más abundantes se encuentran de ankaranita, traquita y diabasa.

Los diques que han atravesado el conjunto ignimbrítico son a su vez de carácter ankaramítico, traquítico y diabásico.

Un carácter común a todos ellos es la fuerte transformación que han sufrido, quedando exclusivamente restos de los minerales primarios. En algunos casos es ya imposible reconocer la roca primitiva. Se trata, en cualquier caso, de una formación de lavas y tobas espilíticas.

Como una corroboración del carácter submarino de estos productos se han encontrado asociados a ellos, y también atravesados por diques, una serie de afloramientos que son restos de arrecifes coralinos, con una fauna de Coralarios y de Pectínidos.

De su clasificación se ha deducido una edad de Nummulítico superior o Mioceno inferior para estas calizas marmorizadas. Estas determinaciones se han hecho en material recogido en la hoja de La Oliva, por lo que nos referimos a ellos de pasada.

#### 4. TOBAS TRAQUÍTICAS Y TRAQUIBASÁLTICAS SOLDADAS.

Constituye una formación de gran extensión superficial que aparece en una amplia banda que flanquea por el E. el complejo de Betancuria. Sus límites con la formación espilítica de carácter submarino no son muy precisos, pues la inconcebible formación de diques que atraviesan ambas formaciones dificultan extraordinariamente la distinción clara de la naturaleza de la roca encajante.

Estos materiales pueden definirse estructuralmente como tobas volcánicas con elevada proporción de cantos, en donde la matriz, muy compacta y homogénea, está perfectamente soldada a los cantos que engloba. El grado de soldadura y homogeneización entre cantos y matriz es tan avanzado que en muchas ocasiones el carácter fragmentario de la roca pasa desapercibido; solamente en las zonas de corte reciente, o en las que se han producido alteraciones químicas diferenciales entre sus dos componentes, puede reconocerse con facilidad su carácter fragmentario. La mayoría de los fragmentos son de composición traquítica o de basaltos ricos en plagioclasa; otros menos frecuentes son de rocas granudas ácidas.

La matriz que cementa los cantos es de carácter vítreo o hipocristalino de grano fino y en general está alterada. En los casos en que el grado de compactación es elevado, esta matriz ha recrystalizado hasta el punto que resulta difícil establecer la separación entre matriz y cantos dentro de la sección delgada.

Estos materiales fragmentarios se interpretan por sus caracteres estructurales, como tobas soldadas producidas en erupciones de tipo de nube ardiente o quizás ignimbríticas, profundamente modificadas, tanto por fenómenos de compactación y soldaduras, consecuentes a su erupción, como por fenómenos de recrystalización secundaria, debido a la intensa penetración filoniana posterior.

En cuanto a su edad relativa respecto a las demás formaciones del macizo de Betancuria, se puede indicar que son posteriores al complejo de lavas y tobas submarinas de edad miocena, pues aparecen transgresivas con respecto a esta formación y al complejo básico de rocas peridotíticas y gabroideas. En cambio las traquitas y sienitas que forman complejos circulares son intrusivas respecto a las tobas volcánicas, hacia el E. las relaciones entre esta unidad y las rocas volcánicas más recientes no aparecen claras; las erupciones de las series basálticas II y III, y los sedimentos cuaternarios continentales, enmascaran el contacto entre el macizo de Betancuria y la base de la serie basáltica I.

#### 5. INTRUSIONES Y DIQUES CIRCULARES DE ROCAS ÁCIDAS.

En la mitad oriental de la Hoja de Puerto de Cabras aparecen unas formaciones de tipo subvolcánico intrusivo que atraviesan tanto el conjunto ignimbrítico superior como las rocas granudas tipo diorita y gabro, siendo, por tanto, posteriores a todos ellos. En cuanto a la antigüedad de dichas formaciones ácidas, y en lo que afecta a la presente Hoja, sólo podemos asegurar que son posteriores al conjunto ignimbrítico, al cual inyectan de gran cantidad de diques, y anterior a las coladas de la serie II, que las cubre en discordancia en la zona de Morrete Becerro.

Las relaciones entre las rocas ácidas y las rocas que atraviesan son de tal tipo que, por ejemplo, en contacto con las ignimbríticas se producen fenómenos de autoinyección y milonización de las sienitas. En relación con las dioritas, la roca se hace más oscura por contaminación con la diorita, quedando esta última atravesada por diques ácidos procedentes de la intrusión. Estos mismos procesos de asimilación y contaminación se producen en relación con los gabros.

Este conjunto de rocas ácidas se presenta por lo general en forma de grandes diques semicirculares perfectos, ejemplos de los cuales son los de La Peña, Lomo de Corral y Pico de la Muda.

La parte central corresponde a una roca de grano muy grueso tipo sienita, que hacia el borde se hace más fina y orientada, tipo traquita.

De esta forma, y dado que la composición de sienitas y traquitas es muy semejante, la descripción microscópica se hace en conjunto, y desde este punto de vista podemos considerar: sienotraquitas hipercalinas, calcoalcalinas y sienitas nefelínicas, ya que de estas últimas no aparecen facies de grano fino.

Las sienitas hipercalcinicas son rocas de grano muy grueso, equigranulares, cuyo componente esencial es el feldespató alcalino en forma de ortoclasa muy pertitzada. Entre el feldespató y el cuarzo, que es el otro mineral más abundante, se producen texturas de intercrecimiento gráfico. Cuando el contenido en cuarzo se hace más escaso se presenta en forma intersticial. Los ferromagnesianos están totalmente ausentes o en pequeños cristales representados por la augita egirínica y una hornblenda de tipo barkeviktico. Como accesorios hay esfenas y opacos. La facies fina de este tipo de sienitas corresponde a una traquita de composición idéntica, sólo diferente en cuanto a textura (muy fluidal) y tamaño de grano (mucho más fino).

Las sienitas calcoalcalinas están en general relacionadas con el macizo de Morrete Becerro. En ellas, la textura se hace más porfídica, tanto en las facies granudas (sienitas) como en las finas (traquitas). En estas rocas coexisten el feldespató alcalino, en forma de ortoclasa criptopertítica, y el feldespató calcoalcalino, en forma de oligoclasa. Ambos suelen presentarse como fenocristales dentro de una matriz granuda de feldespató alcalino. Se produce, además, aumento de minerales ferromagnesianos, siempre representados por augita egirínica y hornblenda barkeviktica, así como de biotita.

Por último, las sienitas nefelínicas son las únicas que no presentan facies finas, ya que las fonolitas no aparecen en toda la Hoja y tampoco en toda la isla de Fuerteventura. Son rocas en general también porfiroides y con características análogas a las anteriores, con la única diferencia de que entra la nefelina a formar parte de la composición, tanto en cristales idiomorfos como alotriomorfos intersticiales. Aparecen concentradas en el Pitón del Sargento (vega del río Palma) y Pico de la Muda.

#### 6. EL CORTEJO FILONIANO EN EL MACIZO DE BETANCURIA.

Todas las unidades que integran el complejo de Betancuria están afectadas por una intensa penetración filoniana. La cantidad de diques es tal que puede asegurarse que en este complejo se asienta el campo de diques más espectacular del mundo. En extensos sectores la penetración sucesiva de diques es de tal magnitud, que la roca encajante queda reducida a fragmentos poligonales aislados entre sí, y los diques primeramente inyectados quedan a su vez cortados en fragmentos, sirviendo de caja a diques de edad más reciente. Sectores enteros de varios kilómetros cuadrados de extensión están formados por más de un 50 por 100 en volumen de diques y menos de un 50 por 100 de roca encajante; perfiles continuos de a veces centenares de metros de dimensión tienen hasta más del 90 por 100 de diques y menos del 10 por 100 de la roca encajante primitiva. Ante la imposibilidad de representar individualmente estos diques se ha utilizado un signo en el plano especial que indica intensa penetración filoniana.

Individualmente los diques son de espesor reducido (un metro por término medio) y tienen todas las características privativas de los filones de dilatación.

La dirección general de la mayoría de los diques es la NNE, y son

más abundantes en los bordes del complejo plutónico y formaciones periféricas que en el centro del complejo ultrabásico y rocas traquíticas y sieníticas posteriores.

Una gran parte de los diques son de composición basáltica, otros pueden considerarse como microdioritas, lamprófidos de diferentes tipos, rocas andesíticas, traquíticas y fonolíticas. Es imposible extenderse en la descripción petrográfica de todos estos materiales, así como en su edad relativa; estos aspectos serán tratados en un trabajo independiente que realiza J. López Ruiz.

#### B) FORMACIONES VOLCANICAS POSTERIORES

##### SERIE BASÁLTICA I.

La serie I queda limitada a la parte más oriental de la Hoja, pues en la parte central y occidental no existen afloramientos de la misma, a excepción de la Montaña Parrado.

Tanto desde el punto de vista morfológico como litológico, la serie horizontal es muy monótona y los materiales de la misma dan una morfología de cuchillos que se dirigen perpendiculares a la costa, dejando entre ellos valles abiertos rellenos de derrubios.

La estratigrafía de la serie horizontal es bastante simple. En su serie presenta unos materiales muy alterados que parecen ser coladas basálticas, atravesadas por diques. Esta formación no se encuentra en la Hoja de Puerto de Cabras, en la cual el nivel inferior que aparece será un conglomerado tipo "nube ardiente", que en algún caso se ha confundido (Hausen, 1958) con derrubios de piedemonte. Estos productos conglomeráticos están formados por cantos de diversos tamaños y de composición basáltico-augítico-olivínico. En los niveles superiores dichos cantos están empastados por una matriz muy alterada y el grado de compactación aumenta hacia los niveles inferiores.

La formación "nube ardiente" va haciéndose más escasa hacia el sur, llegando casi a desaparecer hacia la altura del pueblo de Triquivijate, ya que después sólo aparece en Morro del Cuchillete, al E. de la Hoja.

A partir de este nivel conglomerático la serie horizontal está formada por un apilamiento de coladas, de las cuales las más resistentes forman resaltes señalados en el mapa por una línea más oscura que a veces se continúan varios kilómetros llegando a formar un nivel continuo en los cuchillos. Entre la colada se observan discordancias locales, entre las que podemos citar las de Morro Halcones, Morro del Recogedero y El Cuchillete, este último al NW. de la Hoja.

Macroscópicamente los basaltos de dicha colada presentan algunas variaciones, desde muy vítreos y vacuolares a los muy cristalinos, con grandes cristales de augita y olivino. En algunos lugares (barranco de La Muley y majada del Carmen, al S. de Montaña Blanca) hay dentro de los basaltos diferenciación pegmatóide en roca granuda en forma de venas, y diquecillos análogos a los que aparecen en la serie horizontal en la isla de Lanzarote. Intercaladas en estas coladas hay unos niveles de traquibasaltos en los que a simple vista se observan grandes fenocristales de plagioclasa, que no siguen un nivel fijo, ya que los

niveles más constantes están entre los 100 y 200 metros, llegando algunos hasta los 400 metros. Tanto las coladas como los traquibasaltos tienen un buzamiento ligeramente hacia el este.

Además de todo lo anterior ya señalado, hay también intercalados entre las coladas material sedimentario, formado por cantos volcánicos de tamaño variable. Estos niveles no parecen ser continuos, o por lo menos varían mucho de espesor. También intercalados hay niveles continentales enrojados por el calentamiento de la colada, llamados "almagres". Por otra parte, existen entre las coladas conos enterrados, tales como los de Morro de la Canela, Morro de la Majada Colorada y Montaña Blanca de Abajo. Este último presenta una morfología que induce a pensar en un volcán más moderno, pero su situación en este campo de conos enterrados y la presencia de pegmatitoides indica lo contrario. A la vista de los productos emitidos por la serie I, podemos decir que se trata de una serie de emisiones de tipo final, ya que no aparecen piroclastos y las lavas son muy fluidas.

Como principales unidades geológicas de esta serie hemos de mencionar las formaciones paralelas, separadas entre sí por las lavas de la serie II. La primera formación, entre coladas del Cercado Viejo y La Caldereta, correspondientes a Montaña de la Vereda, que está en contacto con la serie de escudos por los Llanos de Lezque. La formación siguiente hacia el S., que corresponde al Morro de la Atalaya, está situada entre las coladas de escudo del Cercado Viejo y la serie II de Montaña Bermeja. La tercera unidad corresponde a las Montañas Blancas, de las cuales, Montaña Blanca de Abajo es un cono enterrado. Y, por último, separada de la anterior por la colada de la serie de escudo, que se prolonga hacia la costa, tenemos la unidad correspondiente al Morro del Recogedero.

Las cuatro unidades son en todo análogas, como ya hemos dicho, y los materiales se repiten en todas ellas.

Montaña Tejuate-Casillas del Angel es una unidad que difiere de las otras en cuanto que se presenta en ella la base del conglomerado tipo "nube ardiente", pero en los niveles superiores es idéntica a los ya citados.

*Petrografía.*—Microscópicamente los productos de la serie horizontal ofrecen también muy pocas variaciones. Las coladas están formadas por tres tipos de basaltos: basaltos ankaramíticos, basaltos picríticos y traquibasaltos. En los dos primeros, la textura varía entre porfídico y equigranular; los fenocristales de olivino suelen estar alterados a iddingsita. La única diferencia entre ambos basaltos está en la composición de la pasta. En los ankaramíticos la matriz está formada por piroxeno, olivino y opacos, mientras que en los olivínicos (picríticos) la pasta está constituida por plagioclasa, piroxeno y opacos.

En cuanto a los traquibasaltos, presentan una textura porfídica fluidal. Son basaltos plagioclásicos con fenocristales de plagioclasa perfectamente idiomorfos sumergidos en una pasta toda ella formada por plagioclasa, opacos y algún cristal de olivino completamente alterado.

Por último, los productos tipo "nube ardiente" están formados por cantos de basaltos ankaramíticos y olivínicos muy parecidos a los de

las coladas, pero menos porfídicos. Están empastados por una matriz vítrea o casi vítrea.

#### SERIE BASÁLTICA II.

En Fuerteventura los volcanes cuaternarios más antiguos son posteriores a la playa de los 15-20 metros, y por ello se homologan todos a la serie II-B establecida en Lanzarote.

En esta Hoja pueden diferenciarse a su vez dos conjuntos diferentes en cuanto a edad relativa: los volcanes en escudo, de morfología suave y en los que no se han formado edificios de acumulación piroclástica (subserie II-B-1), y otros con edificios centrales de cinder (subserie II-B-2), quizá sincrónicos con los de esta serie en Lanzarote.

SUBSERIE II-B-1.—El tipo de emisión de los volcanes de escudo es tranquilo, no hay piroclastos ni bombas, ni otros productos de tipo explosivo; solamente emitieron unas coladas basálticas muy fluidas, que cubrieron una gran extensión en lo que respecta a esta Hoja.

Como centros de emisión de estas coladas tenemos: El Alto, que emitió lavas en todas direcciones, pero que no podrían "subir" a La Florida, por cuyo motivo es lógico pensar en otro centro emisor al norte de La Florida. Las lavas en esta parte entran en contacto con el macizo de Betancuria por el barranco de la Marichala; después no se ve clara la separación, debido a que está cubierta por arcillas. La Morra es otro volcán cuyas coladas, de gran espesor, cubren La Ampuyenta y están encima de los materiales de nube ardiente de la serie I. La Montañeta de Lucía y la Montañeta de Estarde (este último es un centro emisor solamente probable), vierten por el barranco de la Antigua a la costa entre Puerto de la Torre y Caleta de Honduras; estas coladas a la desembocadura de dicho barranco son muy potentes, de unos 10 metros, y están sobre un conglomerado que las separa de la serie horizontal. Al llegar a la costa, en Puerto de la Torre, en contacto con la serie I, tienen muy poco espesor y por la costa se van haciendo mucho más potentes hacia la Punta del Muellito, alcanzando 10-20 metros de espesor.

En la parte NE. de la Hoja, el volcán de Cerco Viejo emite lavas que llegan, bordeando la serie I de Cuchillete y Atalayita, hasta el mar, extendiéndose entre las playas del Matorral y Punta del Nido de Aguilas. Esta colada está en contacto con la serie horizontal por los Llanos de Lezque y con El Cuchillete, por la cota de 110 metros, donde se observa cómo chocan las dos coladas: la de la serie II, que es más compacta, con la de la serie I, que está más alterada; después, el contacto no es muy preciso por estar cubierto de derrubios y arcillas.

Por último, al W. de la Hoja está el volcán de Morro Valdés, cuyos productos llegan hasta el mar entre Punta Negra y Punta de la Herradura. Este centro emisor está formado por una cúpula de escorias y sus lavas están muy lajeadas y con una disyunción finísima, bien patente, apoyándose sobre el macizo de Betancuria y en contacto, en su parte E., con una roca granuda tipo diorita.

En general, el límite de estas coladas, salvo en los casos ya reseñados, no es muy preciso, debido a que están cubiertas por derrubios

y caliche. Tanto las coladas como los centros de emisión están incrustados por caliche y cubiertos de materiales arcillosos que pueden ser debidos a la alteración de productos volcánicos.

SUBSERIE II-B-2.—La serie II en esta Hoja está también representada por otro tipo de volcanismo (volcanes de cinder-centrales), que, a diferencia del anterior, es más explosivo y en el que los centros de emisión tienen verdaderos conos de lapilli, bombas y lavas escoriáceas. Todo esto hace que la morfología de estos volcanes sea diferente de la de los volcanes de escudo.

Como centros emisores de este tipo de volcanismo, tenemos: Montaña Amarilla, que es un volcán de piroclastos groseros y tobas, que se acuñan rápidamente y parecen cubrir la colada de escudo, por lo cual es posible que Montaña Amarilla emitiera con posterioridad a los de escudo. Otro volcán es el de la Degollada Bermeja, de lava escoriácea, atravesado por diques y que abre su caldera hacia el N. Estos productos se sueldan con los de la Rosa del Taro (Majada Colorada), también formado por lavas escoriáceas, conglomerados de toba y bombas, intercalado todo con coladas que buzan fuertemente hacia el NE. La Araña es un volcán parecido al de la Rosa del Taro, con unos piroclastos groseros y escorias que están atravesadas por diques. Debe ser el cogollo del centro de emisión, muy arrasada, y sus coladas se mezclan también con las de la Rosa del Taro, sin posibilidad de separación.

En el NW. está la Montaña Bermeja, que parece, como Montaña Amarilla, ligeramente posterior a los de escudo y formada por productos semejantes a los de Montaña Amarilla.

Por último, el volcán de La Caldereta, al SW. de La Oliva, está formado por lapilli y cinder, bien estratificados, junto con algunas bombas y coladas escoriáceas muy encalichadas que se derraman en la costa NE. de la Hoja de Puerto de Cabras.

*Petrografía.*—Desde el punto de vista petrográfico, las coladas de escudo son basaltos olivínicos y a veces olivínico-augíticos. Su textura varía con el grado de cristalinidad, desde marcadamente porfídica hasta casi dolerítica. Los fenocristales de olivino están (salvo en el caso de Morro Valdés) parcialmente alterados a iddingsita. Estos basaltos suelen presentar huecos rellenos de zeolitas y de carbonatos. La pasta está formada por augita y plagioclasa (con predominio de una u otra) y opacos en gran cantidad.

En cuanto al carácter petrográfico de los productos emitidos por los otros volcanes de la serie II, hemos de señalar que se trata de basaltos limburgíticos. Generalmente son limburgitas olivínicas y en ocasiones olivínicas-augíticas. Los fenocristales de olivino (a veces alterados a iddingsita) y de piroxeno (mucho más raros) están contenidos en una matriz bien vítrea, en la mayoría de los casos, o bien microcristalina. Estos basaltos son muy vacuolares y las vacuolas suelen estar rellenas de zeolitas y carbonatos.

Comparando estos volcanes con los de escudo, ya citados, se observa que son mucho más vítreos y más básicos, y con mayor cantidad de vacuolas.

#### SERIE BASÁLTICA III.

Es muy escasa la representación que encontramos de la serie III, pues sólo podemos considerar incluidos en ella la Montaña del Dinero y Montaña Tirafe. Ambos se incluyen en la subserie III-B de las establecidas en las hojas I.098 y I.099.

La Montaña del Dinero es un pequeño cerro de 61 metros, situado en la costa oriental al N. del Castillo de Fustés. Es un volcán con piroclastos gruesos y lava escoriácea donde no se llega a ver caldera, por lo que se supone que las vías de salida fueron unos mogotes de lava. Las coladas se extendieron hacia el N. y el S. del cono, tomando una forma ovalada cuyo eje mayor es paralelo a la costa. Parece que se distinguen dos coladas, una inferior y otra superior, entre las que hay un caliche. En medio de la colada aparece una protuberancia a manera de hornito o de gran burbuja.

La Montaña Tirafe es un cono de escorias soldadas. Tiene forma achaparrada, de escudo plano, cuyas laderas no sobrepasan los 30° de inclinación, excepto al S., donde se corta un poco bruscamente, por lo que pudiera suponerse que allí estuvo la cúspide hoy desmontada. Las lavas, aunque escasas y en la actualidad aisladas en parches por la erosión, llegaron hasta la costa en el Tablero del Golfete.

Tanto las escorias del cono como las lavas son basaltos limburgíticos, con la única diferencia de un carácter más vítreo en las escorias y más cristalino en las lavas, donde ha cristalizado analcima en las vacuolas e intersticios.

#### SERIE BASÁLTICA IV.

Está representada en la presente Hoja por el volcán de Agua-Bueyes y por el conjunto de los pequeños volcanes de Pájara.

El volcán de Agua-Bueyes está situado al S. del pueblo de Casillas de Morales, casi en el límite S. de la Hoja. Está formado por un cono más o menos regular, constituido por lapillis con alguna bomba interestratificada, que abre su caldera (Caldera de Gairía) hacia el SE. Por esta abertura se derramaron la mayoría de las lavas, que cubren una extensión de unos 10 kilómetros cuadrados, formando el Malpaís Chico. Del malpaís emergen, a manera de islotes, restos de la serie horizontal, como son la Montaña Parrado y La Torreclilla.

Tanto las muestras de bombas recogidas en el cono volcánico como las del malpaís son basaltos limburgíticos muy ricos en fenocristales de olivino, que se presenta fresco, sobre una matriz hipocristalina formada por microcristales de augita, opacos, algo de vidrio pardo y en ocasiones microlitos de plagioclasa.

Se han realizado tres análisis químicos, cuya media, junto con la norma y los parámetros de Niggli, damos a continuación (analista, E. Ibarrola):

SiO<sub>2</sub>, 41,15; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 12,96; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 3,95; FeO, 8,50; MnO, 0,18; MgO, 12,57; CaO, 11,35; Na<sub>2</sub>O, 3,28; K<sub>2</sub>O, 1,56; TiO<sub>2</sub>, 2,93; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 0,99; NiO, 0,04; H<sub>2</sub>O, 0,40. Total: 99,86.

Norma: Or, 9,2; An, 16,0; Ne, 17,4; Clpx, 25,9; Ol, 21,5; Ap, 1,9; Ilm, 4,0; Mt, 4,1.

Parámetros de Niggli: si, 78,0; al, 14,5; fm, 54,5; c, 23,0; alk, 8,0; k, 0,23; mg, 0,64; Q, 13,5; L, 32,5; M, 54,0.

*Volcanes de Pájara.*—Se denominan así tres pequeños volcanes que se encuentran situados al S. del pueblo de Pájara. Solamente uno de ellos está situado en la Hoja de Puerto de Cabras, ya que, de los otros dos, únicamente sus lavas están presentes en esta Hoja; sus centros de emisión quedan al N. de la hoja de Tuineje, en el Morro del Cerriñalo y en el Morro de las Gavias.

El centro volcánico correspondiente a esta Hoja es el de Las Caleretas, constituido por un cono de escorias con una lengua de colada que llega hasta el pueblo de Pájara. Las escorias se adaptan a la morfología antigua. No presentan más de dos metros de espesor y tienen debajo un suelo y una capa de lapilli de unos centímetros. El límite de la colada con el suelo queda de 20 a 30 centímetros por encima del nivel actual del cauce del barranco de Tinarajo.

Se han realizado dos análisis químicos de las lavas de estos volcanes, cuya media, con su correspondiente norma y parámetros de Niggli, son los siguientes (analista, E. Ibarrola):

SiO<sub>2</sub>, 44,25; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 13,36; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 3,88; FeO, 8,29; MnO, 0,15; MgO, 11,90; CaO, 10,06; Na<sub>2</sub>O, 3,13; K<sub>2</sub>O, 1,35; TiO<sub>2</sub>, 2,52; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 0,58; H<sub>2</sub>O, 0,46. Total: 99,93.

Norma: Or, 8,0; An, 18,2; Ab, 12,1; Nef, 9,4; Clpx, 22,4; Ol, 21,3; Ap, 1,1; Ilm, 3,4; Mt, 4,1.

Parámetros de Niggli: si, 88,0; al, 16,0; fm, 55,0; c, 21,5; alk, 7,5; k, 0,22; mg, 0,63; Q, 18,0; L, 32,4; M, 49,6.

La composición de las lavas del volcán de Pájara es la de un basalto porfídico hipocristalino, con fenocristales de olivino a veces corroído y de augita sobre una matriz microcristalina de augita, plagioclasa, opacos y algo de vidrio. En comparación con las muestras del volcán de Agua-Bueyes, resultan las de este último algo menos básicas.

### C) FORMACIONES SEDIMENTARIAS

Como formaciones sedimentarias existen en esta Hoja playas, dunas o jables, derrubios de ladera, derrubios de fondo de rambla, arcillas de cuencas endorreicas y caliches.

Las playas actuales están desarrolladas principalmente en la costa oriental, puesto que la occidental está formada por un acantilado de 20 a 30 metros sobre el que ha quedado colgada la playa de 20 metros. La playa correspondiente a los 10 metros queda sepultada por dunas antiguas y coladas de la serie II.

Las dunas modernas de esta ladera están desarrolladas en la costa E. exclusivamente en Playa Blanca, y en la costa occidental en una pequeña esquina en la Baja del Palo, continuándose hacia el S. en la hoja de Tuineje. Las dunas antiguas forman un cordón a lo largo de la costa de Barlovento, llegando a alcanzar de los 100 hasta los 200 metros. Se ven también dunas fósiles intercaladas entre las coladas que llegan a la costa. Son fáciles de reconocer por representar

la típica estratificación cruzada. Sobre las dunas fósiles de la costa hay a veces una capa de dunas modernas que no se han diferenciado en el mapa.

Los derrubios de ladera están muy desarrollados. Puede decirse que todas las laderas de los cuchillos de las series horizontales forman un cordón continuo de conos de deyección. Estos conos están formados por derrubios con cantos de angulosidad variable, cuya composición es la de los basaltos de la serie I, empastados en una matriz terroso-arcillosa, sobre la que se desarrolla algo de vegetación. Estos derrubios algo más elaborados llegan al fondo de las ramblas, donde los cantos están más redondeados y la matriz arcillosa ha disminuido en porcentaje.

La arcilla se deposita, con grandes espesores, en cuencas endorreicas que se han formado en valles de la serie horizontal, cerrados por coladas de la serie II. Como ejemplo tenemos la cuenca de Casillas del Angel, el Llano de Gaspar y el barranco de las Cañadas.

Hay también productos arcillosos, que parecen ser de descomposición "in situ" de cenizas volcánicas, sobre las coladas en escudo de la serie II.

El caliche se encuentra extendido por todas las formaciones de la Hoja, tanto sobre los derrubios de la serie horizontal como sobre los mantos de nube ardiente, las coladas de la serie II (1) o sobre las dunas antiguas. Verdaderos parches de caliche de más de 10 metros de espesor se encuentran en los alrededores del Valle de Ortega y Casillas de Morales.

### III.—SINTESIS GEOLOGICA

Como materiales más antiguos se consideran los del macizo ultramáfico de Betancuria, de edad no precisada, pero que han sido considerados como precámbricos por su semejanza con la roca encajante de las intrusiones filonianas en las otras islas (Gagel, 1910). De este macizo plutónico nada podemos saber acerca de las rocas en que hicieron intrusión, debido a que es muy anterior a todas las formaciones de la Hoja. Entre la intrusión del uño y la deposición de los otros hubo un largo periodo durante el cual el macizo se erosionó, quedando arrasado.

Sobre él, y en época Nummulítico superior o Mioceno inferior, se depositaron unos productos volcánicos, lavas y tobas en un ambiente submarino, como lo demuestran sus estructuras almohadilladas y la asociación a las calizas marmóreas de arrecifes coralinos que han servido para su datación (Fúster, J. M., y Aguilar, M. J., 1965). A estas tobas suceden otras de formación subaérea, que debieron de cubrir en su día todas las formaciones anteriores y que ahora forman un amplio manto, cuyos límites son la zona de separación de los materiales más antiguos de los más modernos.

(1) Son potentes los costrones de caliche sobre los volcanes de la serie II en escudo; sin embargo, no se han representado en el mapa con el fin de no hacer más complejo el dibujo

Sobre estas rocas ignimbríticas se depositó lo que hemos llamado serie I. En emisiones de carácter fisural, grandes volúmenes de lava salieron a la superficie, cubriendo extensiones muy vastas, pero que, sometidas durante largo tiempo a la erosión, han dado una morfología característica de cuchillos y morros. Quizá parte de la densa red de diques que queda al descubierto en la parte occidental, sean las vías de camino por donde las lavas de los basaltos horizontales llegaron a la superficie. Esta serie, probablemente sincrónica a la de Lanzarote, sería de edad miocena o posterior.

Las instrucciones de carácter ácido circulares, sólo las podemos datar como posteriores a todas las formaciones anteriormente descritas, ya que las atraviesan, y son anteriores a la serie volcánica II.

Después del tiempo de inactividad volcánica a que estuvo sometida la isla, y tras la emisión de la serie I, surgieron en el Cuaternario los productos piroclásticos y lavas de la serie II. Las erupciones, ya de carácter central, se localizan en puntos determinados y son de dos tipos: en escudo, con gran cantidad de lavas muy fluidas, y otros volcanes bien definidos, con un cono volcánico formado por piroclastos y donde se vertieron menor cantidad de productos lávicos.

La serie III, en esta Hoja no tiene gran representación. En los dos casos existentes (Montaña del Dinero y Montaña Tirafe), están representados por pequeños conos volcánicos formados por lapilli, que han derramado una pequeña cantidad de lavas que no se alejan mucho del centro de emisión.

Nuevamente, la actividad volcánica produce en otro episodio volcanes de la serie IV, como son los de Agua-Bueyes (Gairía) y los de Pájara, que se caracterizan por tener un cono bien conservado de lapillitis y un malpaís más o menos reducido.

Acaban así los episodios volcánicos de la isla.

La formación de dunas y caliches no es un fenómeno exclusivamente actual, sino que ha venido repitiéndose a lo largo del tiempo, como lo demuestran las playas antiguas y las dunas intercaladas entre los materiales volcánicos de las diferentes series. Las formaciones más recientes son las dunas y jables modernos.

Desde el punto de vista tectónico, la evolución de este sector de Fuerteventura plantea problemas imposible de desarrollar en esta breve explicación. Nada se sabe de los materiales en que se emplazó el complejo básico estratiforme de carácter lopolítico, ya que éstos no asoman en ningún punto de la isla, pero su emplazamiento debió realizarse en régimen de estabilidad orogénica.

Tras un periodo prolongado de erosión y denudación, de cuya duración nada puede predecirse hasta no conocer la edad absoluta de este complejo, debió existir un proceso de hundimiento en el que todo o parte del macizo quedó cubierto por las aguas oceánicas. Tampoco se puede emitir más que sugerencias sobre la edad y deformación posterior de los sedimentos tipo flysch, orientados según ejes NW.-SE., pues la primera formación datada es la de lavas submarinas y sedimentos calcáreos, datados entre el Nummulítico superior y el Eoceno inferior, que se superponen a ellos. Estos episodios sedimentarios fina-

lizan con depósitos volcánicos subaéreos (nueva emersión), que termina con un periodo de distensión prolongado, a lo largo del cual se produce una intensísima penetración filoniana de dirección NNE.-SSW. y formación de diques circulares de rocas ácidas.

El proceso de distensión y actividad magmática prosigue durante el Mioceno (basaltos fisurales de la serie I) y se continúa hasta nuestros días, aunque atenuado con la generación de volcanes alineados según directrices diferentes, NNW.-SSE y NE.-SW.

*Esta Memoria explicativa ha sido redactada por:*

J. M. Fúster, P. Gastesi y M. Muñoz.

## BIBLIOGRAFIA

- ALONSO DIEZ, U.: "Basaltos de la serie horizontal de Fuerteventura".—(Inédito).
- BENÍTEZ PADILLA, S. (1945): "Ensayo de síntesis geológica del Archipiélago Canario".—Estudios Geológicos, núm. 3, pp. 3-19.
- BLUMENTHAL, M. (1961): "Rasgos principales de la geología de las islas Canarias, con datos sobre Madeira".—Bol. Inst. Geol. y Min. de España. T. LXXII, pp. 1-130.
- BOURCART, J., y JÉRÉMINE, E. (1938): "Fuerteventura".—Bull. Volc., ser. II. T. IV, pp. 51-109. Nápoles.
- BRAVO, T. (1954): "Geografía general de las islas Canarias".—T. I. Goya Ediciones. Santa Cruz de Tenerife.
- BUCH, L. VON (1825): "Physikalische Beschreibung der Canarischen Inseln".—Berlín.
- CALDERÓN Y ARANA, S. (1884): "Areniscas y dunas de las islas Canarias".—Actas R. Soc. Esp. Hist. Nat. T. XIII. Madrid.
- CENDRERO, A.: "Estudio vulcanológico y petrológico de los productos de las emisiones de la serie IV en Fuerteventura".—(En prensa).
- FERNÁNDEZ NAVARRO, L. (1926): "Islas Canarias".—Congr. Geol. Internacional. XIV. Excursión A-7.
- FINCKH, L. (1908): "Tiefen- und Ganggesteine von Fuerteventura".—Zeitschr. der Deutschen Geol. Gesellschaft. Band. 60. Berlín.
- FRITSCH, K. VON (1867): "Reisebilder von den Kanarischen Inseln".—Petermanns Geogr. Mitteilungen. Ergänzungsband. V. Gotha.
- FÚSTER, J. M., y AGUILAR, M. J. (1965): "Nota previa sobre la geología del macizo de Betancuria, Fuerteventura (islas Canarias)".—Estudios Geológicos, volumen XXI, pp. 181-197.
- GAGEL, C. (1910): "Die mittelatlantischen Vulkaninseln".—Handbuch der regionalen Geologie, v. 7 (10). Heidelberg.
- GASTESI, P.: "Estudio petrológico del complejo máfico de Betancuria".—(Inédito).
- HARTUNG, G. (1857): "Die geologischen Verhältnisse der Inseln Lanzarote und Fuerteventura".—Neue Denkschriften der Allgemeinen Schweizerischen Gesellschaft für die gesammten Naturwissenschaften. Band. XV. Zurich.
- HAUSEN, H. (1956): "Fuerteventura. Some geologic and geomorphologic aspects of the Oldland of the Canarian Archipiélago".—Acta Geographica. XV, n.º 2. Societas Geograph. Fenniae, Helsingfors, pp. 5-75.
- HAUSEN, H. (1958): "On the Geology of Fuerteventura (Canary Islands)".—Soc. Sc. Fennica. Comment. Phys.-Math., vol. 22, n.º 1.
- MUÑOZ, M.: "Formaciones traquítico-sieníticas de Fuerteventura".—(Inédito).
- SAGREDO, J.: "Origen de las inclusiones de dunitas y otras rocas ultrabásicas en las rocas volcánicas basálticas del Archipiélago Canario".—(Inédito).
- SAPPER, K. (1906): "Die Kanarischen Inseln. Eine geographische Studie".—Geographische Zeitschrift. Jahrgang, 12. Leipzig.
- WOLFF, F. von (1931): "Der Vulkanismus" II.—Band. 2. Teil. Die Alte Welt Lieferung 1. Der Atlantischen Ozean. Stuttgart.
- ZEUNER, F. E. (1958): "Líneas costeras del Pleistoceno de las Islas Canarias".—An. Est. Atlánticos, n.º 4.