



Instituto Geológico
y Minero de España

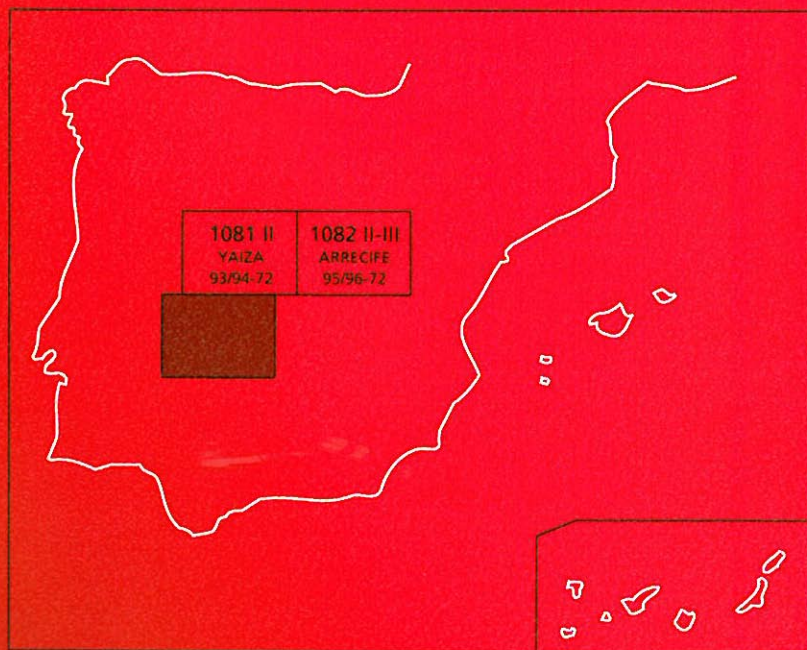
1084 I-IV

93/94-73

MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA

Escala 1:25.000

Segunda serie-Primera edición



ISLA DE LANZAROTE

FEMÉS

MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA

Escala 1:25.000

Se incluye mapa geomorfológico a la misma escala

FEMÉS

Ninguna parte de este libro y mapa puede ser reproducida o transmitida en cualquier forma o por cualquier medio, electrónico o mecánico, incluido fotocopias, grabación o por cualquier sistema de almacenar información, sin el previo permiso escrito del autor y editor.

© Instituto Geológico y Minero de España
Ríos Rosas, 23. 28003 Madrid
NIPO: 40504-012-9
ISBN: 84-7840-529-1
Depósito legal: M-3926-2004

La presente hoja y memoria a escala 1:25.000, *Femés*, ha sido realizada por GEOPRIN, S. A, con normas, dirección y supervisión del IGME, habiendo intervenido en su realización los siguientes técnicos:

Dirección y supervisión del IGME

— Cueto Pascual, L. A. Ing. Téc. de Minas.

Realización de la cartografía

Equipo base:

— Gómez Sainz de Aja, J. A. (GEOPRIN, S. A.), Lic. C. Geológicas.

— Barrera Morate, J. L. (GEOPRIN, S. A.), Lic. C. Geológicas.

— Ruiz García, M^a T., (GEOPRIN, S. A.), Lic. C. Geológicas. Cartografía geomorfológica.

Colaboradores:

— Hoyos, M. (Mus.C.Naturales, CSIC-Madrid). Dr. C. Geológicas. Geomorfología.

Redacción de la memoria

Equipo base:

— Gómez Sainz de Aja, J.A. (GEOPRIN, S. A.), Lic. C. Geológicas.

— Balcells Herrera, R., (GEOPRIN, S. A.), Lic. C. Geológicas.

— Barrera Morate, J. L., (GEOPRIN, S. A.), Lic. C. Geológicas.

— Ruiz García M.^a T., (GEOPRIN, S. A.), Lic. C. Geológicas.

Colaboradores:

— Brändle, J. L. (Inst. Geol. Econ, CSIC-Madrid). Dr. C. Geológicas. Geoquímica.

— Hoyos, M. (Mus. C. Naturales, CSIC-Madrid). Dr. C. Geológicas. Geomorfología.

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

Se pone en conocimiento del lector que en el Instituto Geológico y Minero de España existe, para su consulta, una documentación complementaria a esta Hoja y Memoria, constituida fundamentalmente por:

- Muestras de roca y su correspondiente preparación microscópica.
- Informes petrológicos y mapas de situación de muestras.
- Fichas resumen de los puntos de interés geológico.
- Fotografías de campo de las unidades ígneas y sedimentarias cartografiadas.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	9
1.1. SITUACIÓN Y ASPECTOS GEOGRÁFICOS	9
1.2. ANTECEDENTES GEOLÓGICOS	10
2. ESTRATIGRAFÍA	10
2.1. PRIMER CICLO VOLCÁNICO	12
2.1.1. Período Mioceno. Edificio Ajaches. Episodios volcánicos y sedimentarios	12
2.1.1.1. Tramo inferior	13
2.1.1.1.1. Coladas y piroclastos basálticos (2 y 3)	13
2.1.1.1.2. Intrusivos de microgabros (4)	14
2.1.1.1.3. Brechas líticas básicas (5)	14
2.1.1.1.4. Intrusiones y coladas mugearíticas y benmoreíticas (6) y (6b)	15
2.1.1.1.5. Tobas y brechas sálicas e intermedias. (7)	15
2.1.1.1.6. Intrusivos básicos (8)	15
2.1.1.2. Tramo superior	16
2.1.1.2.1. Sedimentos aluviales (9)	16
2.1.1.2.2. Coladas y piroclastos basálticos (10 y 11)	17
2.1.1.3. Diques básicos (1) y diques sálicos (1b)	17
2.1.1.4. Episodios tardíos	18
2.1.1.4.1. Coladas basálticas (12)	18
2.2. SEGUNDO CICLO VOLCÁNICO	18
2.2.1. Período Plioceno. Episodios volcánicos y sedimentarios	18
2.2.1.1. Rasa marina pliocena. Arenas y conglomerados (13)	18
2.2.1.2. Depósitos de glacis y glacis-cono. Arenas y conglomerados (14)	19
2.2.1.3. Arenas eólicas pliocenas (15)	19
2.2.1.4. Conglomerados y arenas (16)	20
2.2.1.5. Edificio Montaña Roja. Coladas y piroclastos basálticos (17 y 18)	20
2.2.2. Período Pleistoceno inferior. Episodios volcánicos y sedimentarios	21
2.2.2.1. Conglomerados y arenas (19)	21

2.2.2.2.	Alineación Montaña Bermeja-Cortijos Viejos. Coladas y piroclastos basálticos (20 y 21)	22
2.2.2.3.	Alineación Gritana-Bermeja-Mina. Coladas basálticas (22)	22
2.2.2.4.	Alineación de Femés. Edificio Caldera de Maciot. Coladas y piroclastos (23 y 24)	23
2.2.3.	Período Pleistoceno medio. Episodios volcánicos y sedimentarios. . . .	24
2.2.3.1.	Alineación Guardilama-Guatisea. Coladas basálticas (25) . .	24
2.2.3.2.	Depósitos de caliche y zonas de incipiente encalichamiento (26 y 27).	24
2.2.4.	Período Pleistoceno superior-holoceno. Episodios volcánicos sedimentarios.	24
2.2.4.1.	Arenas y conglomerados. Rasa marina jandiense (entre +1,5 y 2 m). (28)	24
2.2.4.2.	Coluviones antiguos (29)	25
2.2.4.3.	Depósitos de terrazas (30)	25
2.2.4.4.	Depósitos areno-arcillosos (31)	25
2.2.4.5.	Arenas y conglomerados. Rasa marina erbanense (32) . . .	25
2.2.4.6.	Arenas eólicas (33)	26
2.2.4.7.	Depósitos de aluviales y barrancos (34)	26
2.2.4.8.	Lapillis de dispersión de las erupciones históricas (35)	27
2.2.4.9.	Playas de arenas y de cantos (36)	27
2.2.4.10.	Depósitos de ladera y coluviones (37)	27
2.2.4.11.	Depósitos cuaternarios indiferenciados (38)	28
2.2.4.12.	Depósitos antrópicos (39)	28
3.	TECTÓNICA	28
4.	GEOMORFOLOGÍA	30
4.1.	DESCRIPCIÓN FISIAGRÁFICA	30
4.2.	ANÁLISIS GEOMORFOLÓGICO	31
4.2.1.	Estudio morfoestructural	31
4.2.2.	Estudio del modelado	32
4.2.2.1.	Formas endógenas.	32
4.2.2.2.	Formas exógenas	33
4.3.	FORMACIONES SUPERFICIALES.	35
4.3.1.	Depósitos eólicos	35
4.3.2.	Depósitos fluviales	36
4.3.3.	Depósitos endorreicos	36
4.3.4.	Depósitos de ladera	36
4.3.5.	Depósitos poligénicos	37
4.3.6.	Depósitos litorales	37
4.4.	EVOLUCIÓN DINÁMICA	37
4.5.	MORFODINÁMICA ACTUAL	39
5.	PETROLOGÍA Y GEOQUÍMICA	39

5.1.	PRIMER CICLO VOLCÁNICO. PETROLOGÍA	42
5.1.1.	Período Mioceno. Edificio Ajaches	42
5.2.	PRIMER CICLO VOLCÁNICO. GEOQUIMICA	45
5.2.1.	Macizo Mioceno de Ajaches	45
5.3.	SEGUNDO CICLO VOLCÁNICO. PETROLOGÍA	46
5.3.1.	Período Plioceno	46
5.3.2.	Período Pleistoceno inferior	48
5.3.3.	Período Holoceno	49
5.4.	SEGUNDO CICLO VOLCANICO. GEOQUIMICA	49
5.4.1.	Período Plioceno	50
5.4.2.	Período Pleistoceno inferior	50
6.	HISTORIA GEOLÓGICA	51
7.	HIDROLOGÍA E HIDROGEOLOGÍA	52
7.1.	HIDROLOGÍA	52
7.2.	HIDROGEOLOGÍA	55
7.3.	PIEZOMETRÍA	58
7.4.	CALIDAD DEL AGUA	58
7.5.	RECURSOS HIDRÁULICOS NO CONVENCIONALES	59
8.	GEOTECNIA.	61
8.1.	ZONACIÓN GEOTÉCNICA: CRITERIOS DE DIVISIÓN	61
8.2.	CARACTERÍSTICAS GENERALES Y GEOTÉCNICAS DE LOS MATERIALES	61
8.3.	RIESGOS GEOLÓGICOS	65
8.4.	VALORACION GEOTÉCNICA	66
8.4.1.	Terrenos con características constructivas desfavorables	66
8.4.2.	Terrenos con características constructivas aceptables	66
8.4.3.	Terrenos con características constructivas favorables	66
9.	GEOLOGÍA ECONÓMICA. MINERÍA Y CANTERAS	67
10.	PUNTOS DE INTERÉS GEOLÓGICO	68
10.1.	DESCRIPCIÓN Y TIPO DE INTERÉS DE LOS PIG	68
11.	BIBLIOGRAFÍA	69

1. INTRODUCCIÓN

1.1. SITUACIÓN Y ASPECTOS GEOGRÁFICOS

La presente cartografía y memoria del Mapa Geológico Nacional (MAGNA) a escala 1:25.000 corresponde a la hoja de Femés (n.º 93/94-73), localizada en el extremo meridional de la isla de Lanzarote, en el archipiélago canario.

Su límite norte está constituido por la hoja geológica de Yaiza. Los límites oeste, sur y este vienen marcados por la línea de costa.

El sector oriental del área cartografiada presenta un fuerte resalte morfológico. Se trata del edificio de Los Ajaches, constituido durante el Mioceno. Está formado por un potente apilamiento de coladas basálticas atravesadas por diques. Entre las coladas se observan algunos niveles sedimentarios y de almagre, que permiten separar dos tramos dentro de la evolución de dicho edificio.

El sector occidental de la hoja presenta una morfología más suave y está ocupado por las coladas pliocenas de Montaña Roja. En la zona de transición entre el macizo mioceno y la llanura pliocena aparecen unas coladas basálticas cuaternarias que recubren las laderas del edificio Ajaches y llegan hasta las proximidades de Playa Blanca. Estas coladas proceden de los edificios de Caldera de Maciot (en el mapa Masión) y de La Atalaya de Femés. El resto de materiales son de carácter detrítico, tanto aluvial como coluvial. Además, la acción de los vientos ha provocado la aparición de dunas, desde el Plioceno hasta la actualidad, ocupando sus depósitos la zona del Papagayo.

En el relieve de la hoja se pueden distinguir dos zonas claramente diferenciadas por sus características morfológicas. Una, abrupta y elevada, definida por los apilamientos basálticos miocenos, y otra, más suave y llana, constituida por las coladas pliocenas y cuaternarias. En la primera, se encajan profundos valles y barrancos que aparecen algo suavizados por la existencia de depósitos de ladera y coluviones. Los cauces principales de la red hidrográfica son los de la Higuera, Fraile, Casita, Valle, Dises, Parrado y Juan Perdomo. La mayor altura de la hoja se alcanza en Hacha Grande, con 560 m. Otros relieves que superan los 400 m son el Pico de La Aceituna, Pico Redondo, Degollada del Portugués y Morro de los Dises.

La costa presenta una morfología irregular, siendo en muchos casos acantilada. Las playas suelen coincidir con las desembocaduras de los barrancos principales, salvo en la zona meridional de playa Blanca y Papagayo, en la cual están relacionadas con la existencia de depósitos de arenas eólicas.

El clima de la región es cálido-seco, con temperaturas del orden de 18-22 °C y a menudo fuerte insolación, dando lugar a un ambiente de gran sequedad. Las precipitaciones son muy escasas e irregulares, siendo ligeramente superiores en las áreas de mayor relieve del Macizo de Femés.

Debido a las condiciones climáticas, el desarrollo de suelos es muy escaso. Esto ocasiona la existencia de una vegetación muy pobre, de tipo xerofítico y suculento, de carácter bajo y herbáceo.

Los únicos núcleos de población de cierta importancia son Playa Blanca y Femés. El primero ha sufrido bastante expansión, ya que es una zona turística y se han creado varias urbanizaciones en sus alrededores. Además, posee un puerto que sirve para establecer las comunicaciones marítimas con Corralejo (Fuerteventura). La localidad de Femés contaba, según datos estadísticos de 1984, con 284 habitantes. Las principales vías de comunicación son la carretera general de Playa Blanca-Arrecife y la nueva alternativa de Playa Blanca-Femés-Uga. Esta carretera se estaba asfaltando cuando se realizó la cartografía geológica en marzo de 1992.

1.2. ANTECEDENTES GEOLÓGICOS

Los primeros autores que realizan estudios sobre la geología de Lanzarote fueron HARTUNG (1857) y HERNÁNDEZ PACHECO (1909-1910). Posteriormente, en la segunda mitad de este siglo, se continúan las investigaciones, con los trabajos de HAUSEN (1958) y fundamentalmente de FUSTER *et al.* (1968). Estos últimos realizan un estudio completo de la geología de la isla, estableciendo la estratigrafía general y definiendo las principales unidades volcánicas. Asimismo, la síntesis cartográfica a escala 1:100.000 es publicada por AGUILAR *et al.* (1968). Este mapa de síntesis se basa en los trabajos cartográficos previos, realizados por los mismos equipos, a escala 1:50.000, y publicados por el IGME-CSIC en (1967a-h). Concretamente, para la realización de esta hoja han sido de especial utilidad los mapas geológicos a escala 1:50.000 de Punta Pechiguera y Arrecife, [IGME (CSIC-1967f y g)].

DRISCOLL *et al.* (1965) y LECOINTRE *et al.* (1967) realizan estudios paleontológicos de los niveles de playa levantados. Posteriormente estos estudios son continuados por MECO (1977, 1981, 1982 y 1983) y PETIT MAIRE *et al.* (1986) y más recientemente por ZAZO *et al.* (1993).

Han sido utilizados los datos paleomagnéticos de WATKINS *et al.* (1966) y de CARRACEDO y SOLER (1992). En cuanto a los valores de edades absolutas, se han consultado los trabajos de ABDELL MONEM *et al.* (1971), IBARROLA *et al.* (1988) y COELLO *et al.* (1992), que junto a las dataciones realizadas en este proyecto (MAGNA) permiten reconstruir las diferentes fases de actividad volcánica existentes en la isla.

2. ESTRATIGRAFÍA

La historia geológica de Lanzarote comienza en el mioceno medio (hace aproximadamente 15,5 m.a) con la emisión de las lavas basálticas del tramo inferior del macizo de Ajaches. Dada la proximidad de esta área con el norte de Fuerteventura y la sincronidad de estas emisiones con las del vecino edificio mioceno de Tetir (Fuerteventura), cabe pensar en una progresión espacio-temporal de los eventos volcanológicos. De manera sucesiva, durante el Mioceno superior continúa concluyéndose este edificio basáltico, a la vez que hace su aparición subaérea el

gran edificio de Famara, área NE de la isla. Esta nueva emisión es posible que sea el resultado de la propagación de la fisura eruptiva miocena que desde la península de Jandía en Fuerteventura se prolonga hasta el Banco de la Concepción, al NE de la isla de Lanzarote.

Al final del Mioceno, otra nueva erupción basáltica de cierta envergadura se instala en el Dominio central de la isla, conectando los dos dominios anteriores. De esta manera termina el primer ciclo volcánico distinguido en la isla, ciclo mioplioceno, que dio origen a los relieves más abruptos que hay en ella, en sus dos áreas extremas: Ajaches y Famara.

Un intenso proceso erosivo se desarrolla a continuación, desmantelando gran parte de los apilamientos lávicos construidos durante el Mioceno.

Desde el Plioceno superior hasta prácticamente la actualidad (año 1824) se han ido sucediendo de manera continua las emisiones volcánicas a través de fisuras cortas y, en su mayoría paralelas, que cubren todo el Dominio central y agrandan la isla por sus laterales. Durante este lapso de tiempo se define el segundo ciclo volcánico, compuesto por tres periodos: Plioceno, Pleistoceno-Holoceno e Histórico, que completan los cuatro distinguidos en Lanzarote.

El primer autor que definió una seriación temporal de las unidades volcánicas de Lanzarote fue HARTUNG (1857). Otros autores posteriores que fueron precisando y actualizando la estratigrafía de la isla fueron HERNÁNDEZ-PACHECO (1910) y HAUSEN (1958). Mas recientemente, el IGME-CSIC (1967, a-h) publicó una cartografía geológica por hojas a escala 1:50.000 de toda la isla, que se sintetizó por FUSTER *et al.* (1968).

Los criterios utilizados para establecer la estratigrafía volcánica han sido variados. Por un lado, se han cartografiado individualmente todos aquellos edificios y sus coladas —es decir, cada una de las erupciones habidas— que están claramente diferenciadas del entorno que las rodea. Posteriormente, y debido al carácter fisural de las emisiones, se han agrupado las erupciones distinguidas según alineaciones volcánicas. Para agruparlas se han seguido criterios petrológicos, grado de conservación y similitud geocronológica, cuando la había. Aún y con eso, hay edificios que han quedado más aislados y no ha sido posible establecer entre ellos una estratigrafía relativa de superposición, como se ha hecho con otros. En estos casos, si no tenían dataciones geocronológicas, se han tratado como edificios independientes, o incorporado, siguiendo los criterios antes señalados, a alguna alineación ya definida.

Evidentemente, esta división estratigráfica de rango menor, que comprende alineaciones y edificios, es en algunos casos subjetiva, pero dada la información disponible, se considera útil y muy próxima a lo que debió de ocurrir realmente.

De los dos ciclos volcánicos que el Plan Magna ha distinguido en Lanzarote, ambos se encuentran aflorantes en las unidades cartografiadas en la hoja de Femés. Del primer ciclo afloran dos dominios del período mioplioceno: los potentes relieves de basaltos del Dominio Ajaches, y pequeñas coladas subhorizontales del Dominio central, en la zona sur del Janubio.

El segundo ciclo está presente con unidades de los tres periodos que lo componen. Del periodo plioceno aflora el volcán de Montaña Roja, con sus amplias extensiones lávicas. Del periodo pleistoceno-holoceno se encuentran algunas alineaciones volcánicas subparalelas entre sí, con direcciones aproximadas este-oeste.

Del Período histórico sólo afloran, al norte de la hoja, extensos campos de lavas "aa" (malpaíses) de la gran erupción del Timanfaya (1730-1736).

En la Tabla 2.1. se ha establecido la correlación volcanoestratigráfica entre estos cuatro períodos mencionados y las series basálticas del IGME-CSIC (1967a-h).

2.1. PRIMER CICLO VOLCÁNICO

2.1.1. Período Mioceno. Edificio Ajaches. Episodios volcánicos y sedimentarios

Durante el Mioceno tiene lugar una intensa actividad volcánica en la mayor parte del archipiélago. Concretamente en las canarias orientales se produce el emplazamiento en superficie del Complejo Basal (Fuerteventura) y se desarrolla una fisura de dirección NNE-SSO que se prolonga desde Fuerteventura a Lanzarote y al Banco de La Concepción. Asociados a esta fisura, se construyen tres edificios en Fuerteventura (Tetir, Gran Tarajal y Jandía) y al menos dos en Lanzarote (Ajaches al sur y Famara al norte). En el Dominio central de la isla de Lanzarote hay rezaos de materiales volcánicos miocenos, pero debido a la pequeña extensión que ocupan no es factible su asignación. Según los datos de edades absolutas, parecen corresponder con los episodios tardíos de Los Ajaches y con una fase de intensa actividad y construcción del edificio Famara, en torno a 6,5 m.a. Los últimos episodios de actividad del edificio Famara se producen en el Plioceno.

Tabla 2.1. Correlación volcanoestratigráfica de la isla de Lanzarote.

IGME-CSIC (1967a-h)	PLAN MAGNA (1992-1995)
Serie basáltica IV	Segundo ciclo
Serie basáltica III	PERÍODO HISTÓRICO Erupciones de 1730-1736
Serie basáltica II	PERÍODO PLEISTOCENO-HOLOCENO Dominio isla de Lanzarote
Serie basáltica I	PERIODO PLIOCENO
Traquitas y tobas traquíticas	Primer ciclo
	PERIODO MIOPLIOCENO Dominio central Dominio Ajaches

Todo este conjunto de materiales basálticos que constituyen estos edificios se corresponden con la "formación basáltica más antigua" de HARTUNG (1857) o "The basaltic table-land series" de HAUSEN (1959); más recientemente, FUSTER *et al.* (1968) lo denominan como Serie basáltica I.

El edificio Ajaches constituye un macizo elevado que ocupa la parte suroriental de la isla de Lanzarote. Está constituido por un monótono apilamiento de coladas basálticas de más de 550 m de espesor. En general estas coladas presentan un suave buzamiento de unos 6-8° al ESE. Intercalados entre el apilamiento lávico, se observan localmente algunos niveles de escorias y/o conos enterrados que constituyen pequeños salideros coetáneos con las emisiones lávicas.

También se observan diques que cortan a la sucesión. Tanto los diques como las intercalaciones piroclásticas son más abundantes en el extremo sur de la hoja (sector del Papagayo). Esta zona presenta unas características algo diferentes al resto del macizo ya que se observa, una mayor proporción de rocas intrusivas con composiciones sálicas e intermedias. Estas rocas están prácticamente ausentes del resto del macizo salvo las muestreadas en el Janubio (hoja de Yaiza). Además, estas zonas corresponden a las partes más bajas del edificio, que fueron datadas por ABDELL MONEM *et al.* (1971) en 19 m.a. Sin embargo, las coladas que constituyen el escarpe clásico de Los Ajaches han sido datadas por IBARROLA *et al.* (1988), de muro a techo, en 15,5-12,3 m.a.

Al realizar la cartografía de la hoja se ha observado la existencia de niveles sedimentarios conglomeráticos y paleosuelos que representan periodos de inactividad volcánica y permiten distinguir dos tramos (inferior y superior) dentro del edificio. Ahora bien, debido a que estos niveles sedimentarios no se continúan por todo el macizo, la individualización cartográfica de estos tramos a veces es problemática. Por ello, en la cartografía de la hoja se ha utilizado el símbolo de contacto supuesto en algunas ocasiones.

Por último, se han separado algunas coladas que parece que se han emitido cuando ya se había construido el relieve del edificio. Se han asignado a los episodios tardíos según criterios de campo y geomorfológicos, ya que composicionalmente no presentan diferencias. Uno de los mejores ejemplos se localiza al norte de esta hoja, en el Pico Naos, donde se observa un salidero tardío y como sus coladas fosilizan las laderas del estratovolcán mioceno. Concretamente esta emisión se intentó muestrear para realizar una datación absoluta, pero la existencia de algunos rellenos de ceolitas desaconsejó su análisis.

2.1.1.1. *Tramo inferior*

Este tramo aparece fundamentalmente representado en el extremo suroriental de la hoja, entre las Salinas del Berrugo y la Punta del Papagayo. También se puede observar en toda la parte baja del escarpe occidental del macizo de los Ajaches (en parte cubierto por los depósitos de ladera) y en los fondos de los barrancos más importantes.

2.1.1.1.1. Coladas y piroclastos basálticos (2 y 3)

Estas unidades afloran fundamentalmente en el extremo sur de la hoja (área de El Papagayo-Playa Blanca), en la parte baja del escarpe occidental del macizo de Los Ajaches y en el fondo de algunos de los barrancos que seccionan este relieve mioceno. Se trata de los materiales más antiguos que aparecen en la isla, constituyendo el muro sobre el que se apoyan el resto de las unidades aflorantes en la hoja.

Para una mejor descripción de los materiales se pueden distinguir dos sectores: sector sur (Papagayo) y sector norte (que constituye el resto del macizo). Conviene realizar esta división, ya que el sector del Papagayo tiene unas características algo diferentes al resto. En primer lugar, desde un punto de vista geomorfológico, existe una diferencia fundamental, pues se trata de una zona de relieve muy suavizado con alturas generalmente inferiores a 50 m. Además, la densidad de diques es mucho más elevada que el resto del macizo. Se observa una cierta convergencia de los diques hacia la Punta del Papagayo con tres grupos de orientaciones, N-155°E, N-S y N-25-30°E, que constituirían la clásica pauta triple. Otra

característica fundamental de esta zona es la existencia de numerosos cuerpos intrusivos de composición intermedia (benmoreitas y traquitas máficas). Asimismo, existen numerosos centros de emisión enterrados que quedan al descubierto en las pequeñas vaguadas que surcan este sector. En estas zonas piroclásticas los diques son más abundantes y resaltan mejor. Estos centros de emisión están constituidos por lapillis, escorias y escasas bombas de composición basáltica.

También se han cartografiado algunos centros de emisión en el sector norte, concretamente en las proximidades de Femés y en la ladera sur del barranco de los Dises. El primero de ellos se trata de un centro de emisión de grandes dimensiones que aflora también en la cabecera del barranco de la Higuera. Está constituido por lapillis, escorias y bombas de hasta 30 cm de diámetro. La composición es basáltica olivínica y los colores de alteración son amarillentos, rojizos y anaranjados.

El segundo de ellos se localiza en la ladera sur del barranco de los Dises, y está constituido por piroclastos de color amarillo-marrón con abundantes líticos de tamaños variables, entre 0,5 y 6 cm. Se observan también algunas bombas aplastadas y acintadas. Todo el conjunto se encuentra atravesado por varios diques de direcciones norteadas y potencias inferiores a un metro.

En este sector norte, esta unidad se encuentra constituida fundamentalmente por coladas alteradas, poco potentes, que se caracterizan por los tonos de alteración grisáceos y la mayor abundancia de diques. Además, estas coladas presentan muy mal estado de conservación de sus estructuras originales debido a la intensa meteorización que han sufrido. En general, predominan las coladas "pahoehoe" de composición basáltica olivínica y olivínica-piroxénica, siendo más escasos los tipos afaníticos. El olivino está siempre iddingsitizado y son frecuentes los rellenos secundarios de ceolitas y carbonatos. Es también característica la alteración que presentan estas coladas, ya que al disgregarse aparecen numerosos cristales individuales de piroxeno que recuerdan a los campos piroclásticos ("picón").

2.1.1.1.2. Intrusivos de microgabros (4)

En la zona sur de la hoja, atravesando a las coladas basálticas del tramo inferior, se han cartografiado dos pequeños asomos de rocas microgranudas que pueden clasificarse como gabros. Se trata de dos afloramientos, casi incartografiables a la escala del mapa, situados respectivamente 700 m al NE de Playa Mujeres y 450 m al S de la Playa del Pozo. Este último afloramiento aparece en el borde del acantilado y presenta una cierta disyunción columnar con contactos intrusivos. En muestra de mano, la roca es de color gris y recuerda a una traquiandesita, si bien petrográficamente corresponde a un gabro. En cuanto al primer afloramiento mencionado, parece corresponder a la parte interna de un cuerpo intrusivo que se caracteriza por tener un enfriamiento más lento y presentar texturas granudas y/o microgranudas. Es una roca básica de color oscuro-negruzco.

2.1.1.1.3. Brechas líticas básicas (5)

Corresponde a un pequeño afloramiento localizado al E de Femés, en la zona de Las Casitas. Se trata de una brecha muy caótica y heterométrica, constituida por fragmentos basálticos con tamaños variables, desde 2-3 cm hasta bloques de 80-100 cm. No se han observado elementos

juveniles. Aunque no presenta ordenación interna, sí se observa una cierta alternancia entre una zona más rojiza, en la que predominan los fragmentos de menor granulometría con tamaños de 3-6 cm, y otra más caótica de bloques mayores y con mayor angulosidad. El afloramiento es de reducidas dimensiones y parece algo local, tal vez relacionado con el borde de intrusión de un pitón o con el colapso de un domo. Además, la ladera está tapizada de recubrimientos que dificultan la observación. Estratigráficamente se sitúa dentro del tramo inferior del edificio Ajaches.

2.1.1.1.4. Intrusiones y coladas mugearíticas y benmoreíticas (6)

El área de afloramiento de esta unidad se restringe al extremo sur de la hoja, sector del Papagayo. Aparecen pequeños afloramientos aislados de rocas de composición intermedia que no se han observado en otras zonas de la hoja. Estas rocas parecen corresponder a términos más diferenciados que los traquibasaltos, próximos a traquitas máficas. Se caracterizan por presentar colores de alteración grises y carnosos con abundantes fenocristales de feldespato.

Estratigráficamente se sitúan sobre las coladas basálticas del tramo inferior en el cual intruyen. Sin embargo, no existe relación espacial entre estos materiales y las coladas del tramo superior, con lo cual no se puede precisar más su posición estratigráfica.

2.1.1.1.5. Tobas y brechas sálicas e intermedias (7)

Estos materiales afloran exclusivamente en el extremo sur de la hoja, en la zona del Papagayo. Concretamente sólo se han cartografiado dos afloramientos, localizados en la cabecera del barranco de Las Mujeres y en una ensenada junto a la Punta del Papagayo.

En el primero de los afloramientos señalados se han observado varios tipos de brechas y tobas que a la escala del mapa no son cartografiables. Así aparecen unas brechas monomíticas con fragmentos muy angulosos de composición intermedia (traquibasalto-traquita máfica) que recuerdan a brechas de extrusión o bien a colapsos de domos. También se han observado brechas mixtas con fragmentos sálicos de tamaños variables y juveniles básicos. Por último, hay zonas que presentan cierta orientación con juveniles "acintados" de varios centímetros y líticos de hasta 15-20 cm de tamaño máximo. En general parece que todas estas rocas fragmentarias están relacionadas con los episodios intrusivos (n.º 6) de este sector. Todas estas rocas tienen una composición característica, difíciles de situar y parecen corresponder a términos más diferenciados que los traquibasaltos, próximos a traquitas máficas; de "visu", pueden recordar a rocas de tipo "andesítico".

Las brechas del afloramiento cercano a la Punta del Papagayo tienen color gris y están constituidas por fragmentos subangulosos de composición traquibasáltica. Presentan un contacto muy nítido, como si estuvieran rellenando un antiguo cráter. Se encuentran discordantes sobre las escorias rojizas de un antiguo centro de emisión basáltico.

2.1.1.1.6. Intrusivos básicos (8)

Se ha cartografiado un total de cuatro afloramientos, todos ellos de pequeño tamaño y que intruyen al resto de las unidades volcánicas aflorantes, si bien en algún caso parece que llegaron a extruir. Como ejemplo puede indicarse el existente en la ladera NE de Hacha Grande. En

este afloramiento se observa el conducto de alimentación y cómo se "abre" en superficie y provoca un "descuelgue". Composicionalmente son todos idénticos, basaltos olivínicos con abundantes fenocristales que en ocasiones adquieren tamaños cercanos a un centímetro.

Los tres afloramientos restantes se localizan en la ladera sur del barranco de los Dises, en la divisoria entre este barranco y el de la Casita, al ENE de Femés, junto a Las Casitas. Este último afloramiento es el único que no tiene una expresión morfológica que resalte en el paisaje, aflora a media ladera y presenta una forma alabeada abriéndose en la parte alta. Sin embargo, el afloramiento de la ladera sur del barranco de los Dises presenta la clásica morfología prominente con disyunción columnar. En muestra de mano es también un basalto olivínico, en el que se observan algunas venulaciones de tipo "pegmatitoide".

2.1.1.2. *Tramo superior*

Este tramo aparece fundamentalmente representado en el Dominio del macizo de los Ajaches. Fundamentalmente está constituido por un potente apilamiento de coladas basálticas. La discordancia entre los tramos inferior y superior en que se ha dividido el macizo de los Ajaches no siempre es visible. En algunos puntos del sector costero es más patente, ya que aparecen niveles de sedimentos aluviales (9) que se han considerado como la base de este tramo y marcan una interrupción sedimentaria en las emisiones lávicas.

2.1.1.2.1. Sedimentos aluviales (9)

Estos materiales tienen una representación areal bastante reducida, ya que su pequeña potencia impide en muchas ocasiones su cartografía. No obstante, se trata de un nivel guía interesante, pues marca la interrupción sedimentaria entre los tramos inferior y superior del edificio Ajaches. Aparecen únicamente en el sector costero oriental, en el arco comprendido entre el barranco de la Casita y el barranco de las Pilas. En general, tienen potencias comprendidas entre 5 y 12 m, salvo en el afloramiento del barranco de Parrado, en que localmente se llegan a alcanzar 25 m.

El depósito está constituido por una acumulación de cantos subangulosos-subredondeados con tamaños muy variables, desde 2-3 cm hasta bloques de 50-60 cm, si bien los tamaños más abundantes se sitúan entre 3 y 12 cm. La composición es exclusivamente basáltica, siendo los fragmentos más frecuentes los de basaltos olivínico-piroxénicos. Algo menos abundantes son los tipos afaníticos, los cuales suelen corresponder con trozos de diques. Los cantos, normalmente, presentan una pátina ferruginosa, mientras que la matriz es de tipo arenosa con colores rojizos y pardos. En algunas ocasiones se ha observado una cierta orientación de cantos y estratificación difusa con paleocorrientes desde el interior hacia la costa.

Además de estos afloramientos citados, hay un pequeño asomo de sedimentos, casi incartografiable, en la bajada de Femés a Las Breñas. Es un nivel de cantos rodados de tipo aluvial, con una potencia de varios metros pero con escasa continuidad lateral. Superficialmente los cantos exhiben un clásico color rojizo (rubefacción). Estos sedimentos se ponen lateralmente en contacto bruscamente con unos depósitos piroclásticos constituidos por lapillis y escorias de color amarillo-marrón. Este contacto puede corresponderse con la fractura (de dirección N-60°E) que se continúa en el Valle de Femés.

2.1.1.2.2. Coladas y piroclastos basálticos (10 y 11)

Constituyen potentes apilamientos lávicos que dan lugar a los relieves más prominentes de este sector (Pico de la Aceituna, Pico Redondo, Morro de los Dises y Hacha Grande). Las mayores potencias medidas corresponden al sector de Hacha Grande, en que se superan los 300 m. Hacia el sur los espesores disminuyen muy rápidamente, habiéndose medido potencias del orden de unos 100 m, tanto en Hacha Chica como en la Montaña de la Breña Estesa. Mayoritariamente son coladas masivas y potentes, coherentes y con pocas intercalaciones piroclásticas, que constituyen relieves escalonados. Las laderas occidentales de estos relieves presentan escarpes muy verticalizados, casi inaccesibles, constituidos por coladas "aa" con espesores individuales superiores a los 3 m. Estructuralmente, estos apilamientos presentan buzamientos suaves de 5-8° al ESE. Composicionalmente, predominan los tipos porfídicos olivínicos y olivínico-piroxénicos. También aparecen coladas de basaltos con matriz afanítica, fundamentalmente hacia la parte superior del apilamiento. Localmente se ha observado una colada de basaltos plagioclásicos, algo vesiculares, con pequeños fenocristales de olivino y piroxeno.

Intercalados entre estas coladas existen algunos niveles de almagra de color rojizo. Muchos de estos niveles coinciden con paleosuelos y, en otras ocasiones, con niveles piroclásticos de caída, tales como lapillis, escorias y bombas, que debido a su escasa potencia no han sido cartografiados.

Los depósitos piroclásticos ocupan una extensión areal muy reducida. Se han cartografiado dos centros de emisión localizados en la ladera sur del barranco de la Higuera y en la ladera nororiental de Hacha Grande. El primero de ellos está constituido por lapillis rojizos, escorias algo subredondeadas y algunas bombas de composición basáltica olivínico-augítica. Atravesando estos materiales piroclásticos, aparecen varios diques de composiciones basálticas olivínicas y olivínico-piroxénicas. El segundo es un pequeño centro de emisión, constituido por piroclastos rojizos, entre los que se observan algunos "spatter" y masas lávicas. Intruyendo en estos piroclastos, se observa un "plug" o salidero de composición basáltica olivínica.

2.1.1.3. Diques básicos (1) y diques sálicos (1b)

Prácticamente la totalidad de los diques cartografiados son de composición básica. Solamente se ha muestreado un dique de tendencia traquítica, localizado en la playa de las Coloradas. Se trata de un dique ancho, de más de 4 m de espesor, con orientación norteeda (N-5-10°E), que encaja en materiales piroclásticos del tramo inferior del edificio mioceno. Los restantes diques son de tendencia basáltica y aparecen distribuidos muy desigualmente. Así, se observa que la mayor densidad de diques se localiza en el extremo sur de la hoja, área del Papagayo. En este sector, los materiales del tramo superior debieron erosionarse en épocas prepliocenas, ya que la rasa marina pliocena se apoya directamente sobre los materiales del tramo inferior. Además, este nivel marino aparece varios kilómetros hacia el interior de la Punta del Papagayo.

En esta zona predominan los diques con orientaciones norteadas, mayoritariamente se sitúan entre N-30°E y N-30°O, observándose cierta convergencia de las tres direcciones (N-S, N-30°E

y N-30°O) hacia la Punta del Papagayo. De un muestreo de más de 25 diques medidos, sólo 5 presentan direcciones diferentes a las mencionadas y hay que indicar que éstos se orientan según N-60-70°E, directriz que coincide con la que mayoritariamente aparece en el sector norte del macizo de Femés. En este sector, la densidad de los diques es mucho menor y predominan los de dirección N-60°E, con ligeras variaciones entre N-45°E y N-75°E. Estos diques de componente N-60°E cortan también al tramo superior del edificio. No obstante, en este sector hay también algunos diques de tendencia norteada, como los observados en la ladera occidental del Morro de los Dises y en el barranco de los Dises. Algunos diques presentan formas alabeadas y direcciones variables, relacionándose generalmente con centros de emisión. También se han observado diques que se abren en capa a modo de "sills". Un ejemplo muy espectacular puede observarse en la pista que desde Femés atraviesa el macizo de los Ajaches con dirección a la costa oriental.

La mayoría de los diques son subverticales, con potencias comprendidas entre 0,3 y 1,2 m, si bien alguno puede presentar espesores algo mayores. Composicionalmente predominan los basaltos olivínicos, aunque también aparecen tipos afaníticos y olivínico-piroxénicos. Más escasos son los de basaltos plagioclásicos. En algunos puntos del sector costero (Playa de las Coloradas) se han observado intrusiones múltiples, diques dobles y triples.

2.1.1.4. *Episodios tardíos*

2.1.1.4.1. Coladas basálticas (12)

Se han asignado a los episodios tardíos unos pequeños afloramientos que aparecen como "hombreras" colgadas en la cabecera del barranco de la Casita y un afloramiento aislado localizado en la costa en Baja Cumplida. Este último afloramiento es algo dudoso y local, pues se trata de una colada que parece rellenar un paleorrelieve a modo "intracanyon", pero no se observa, ni se intuye, cuál puede ser su origen o centro de emisión. Presenta una marcada disyunción columnar y está constituida por basaltos olivínicos.

En cuanto a los afloramientos de la cabecera del barranco de la Casita, puede que estén relacionados con diques tardíos o salideros próximos que han dado lugar a estas coladas tardías que fosilizan la ladera del estratovolcán mioceno. Composicionalmente son también basaltos olivínicos de matriz negra y fractura limpia.

2.2. SEGUNDO CICLO VOLCÁNICO

2.2.1. **Período Plioceno. Episodios volcánicos y sedimentarios**

Se ha asignado a esta fase de actividad el volcán de Montaña Roja, datado por COELLO *et al.* (1992) en 2,7 m.a. En cuanto a las formaciones sedimentarias, se han distinguido tres unidades: rasa marina pliocena (13), arenas eólicas (14) y conglomerados y arenas (15).

2.2.1.1. *Rasa marina pliocena. Arenas y conglomerados (13)*

Esta unidad aparece en la costa suroriental de la hoja, situándose de forma discordante sobre las coladas basálticas miocenas, a unos 40-50 m sobre el nivel del mar actual. Estos afloramientos constituyen un nivel delgado, de poco espesor, pero con gran continuidad. Aflora, de manera

casi continua, desde la Punta del Garajao hasta El Pasito. Hacia el oeste, el nivel se mantiene a una cota bastante constante de 40-50 m, llegando hasta las proximidades del horno de cal abandonado, situado al norte del vértice Papagayo. Localmente, en la costa occidental se ha señalado un pequeño afloramiento, en las proximidades de Las Salinas del Janubio (véase hoja de Yaiza).

El depósito está constituido por areniscas y conglomerados marinos con abundantes clastos basálticos. Los cantos son muy redondeados y algunos están rubefactados, los tamaños son variables desde 1-2 cm hasta 10-15 cm. Las areniscas son biodetríticas y tienen colores blanquecinos y grisáceos. En conjunto se disponen en suave pendiente hacia el mar, en el borde del acantilado mioceno.

Estos depósitos son prácticamente idénticos a los observados en Fuerteventura (ver hojas del Plan MAGNA, en prensa), y ya fueron descritos por HAUSEN (1958), LECOINTRE, TINKLER y RICHARDS (1967) y KLUG (1968).

Posteriormente, MECO (1977, 1981, 1982 y 1983) realiza un estudio paleontológico muy detallado y asigna esta unidad al Plioceno inferior, según los restos de fauna encontrados. Este autor deduce del estudio faunístico la existencia de un ambiente litoral cálido para el Plioceno y establece analogías entre estos depósitos y los encontrados en la costa occidental de Fuerteventura y en el noreste de Gran Canaria, en la base de los depósitos del Ciclo Roque Nublo. Los fósiles más abundantes y característicos son: *Grypahaea virleti* (Deshayes), *Nerita emiliana* Mayes, *Strombus coronatus* Defrance, *Ancilla glandiformis* (Lamarck), *Lucina leonina* (Basterot), *Rothpletzia rudista* Simonelli y *Patella ambroggii*.

2.2.1.2. Depósitos de glacis y glacis-cono. Arenas y conglomerados (14)

Estos materiales afloran exclusivamente en el sector occidental del macizo de los Ajaches, desde la Montaña de Breña Estesa hasta Pico Redondo. Constituyen pequeños afloramientos que aparecen adosados a los escarpes de materiales basálticos. Presentan una forma en planta pseudotriangular, algo lobulada, con el vértice agudo apuntando hacia la zona de cabecera.

Es un depósito detrítico constituido por arenas y gravas heterométricas, algo encalichadas, con tamaños variables, entre 2 y 60 cm. La matriz es de tipo areno-arcillosa y los fragmentos son casi exclusivamente basálticos. No presentan estratificación ni ordenación interna y tienen potencias variables, mínimas en la zona de cabecera (1-2 m) y máximas en la base (10-15 m).

Estos materiales debían, constituir una superficie casi continua, pero posteriormente ha sido incidida por la red de drenaje. Además, actualmente aparecen fosilizados por los depósitos de ladera y coluviones de las siguientes generaciones. Su edad, por tanto, debe de ser posterior al desarrollo del macizo de los Ajaches y anterior a los depósitos citados. Por ello se ha incluido dentro del Plioceno.

2.2.1.3. Arenas eólicas pliocenas (15)

Estos materiales ocupan una extensión bastante reducida, aflorando exclusivamente en el sector suroriental de la hoja. Los tres afloramientos cartografiados se localizan en la vertiente sur del macizo de los Ajaches, al sur de los Morros de Hacha Chica.

Estratigráficamente, se sitúan sobre la rasa pliocena y representan un proceso de regresión. Son dunas calcareníticas biodetríticas, con abundantes gasterópodos de tierra que llegan a alcanzar hasta 7 m de potencia. Tienen color blanco-crema y superficialmente están algo endu­recidas por una costra calcárea (caliche). Exhiben estratificación cruzada de bajo ángulo y bu­zan unos 50° al SE. Este encalichamiento marca probablemente el final del Plioceno o los inicios del Cuaternario.

2.2.1.4. *Conglomerados y arenas* (16)

Estos materiales afloran en el sector suroriental de la hoja entre el Valle de Juan Perdomo y el vértice Papagayo. Estratigráficamente, se sitúan a techo de la rasa pliocena, habiéndose asig­nado por tanto a los episodios pliocenos. Ocasionalmente, en algunos puntos esta unidad se apoya sobre las arenas eólicas pliocenas.

Estos depósitos están constituidos mayoritariamente por lentejones de conglomerados entre los que se intercalan niveles arenosos. Todo el conjunto aparece fuertemente encostrado por carbonatos (caliche), lo cual le confiere un característico color blanquecino. Los cantos son de composición basáltica, con colores grises y negruzcos y tamaños variables desde 2-3 cm hasta 12-16 cm. En general son subredondeados y/o subangulosos.

En conjunto, estos materiales se disponen al pie de los relieves miocenos del macizo de los Aja­ches. La forma de los afloramientos en parte recuerda a "cerros faceteados" y a *grosso modo* parecen marcar una posible ¿fractura? N-60°E. Por otra parte, esta directriz coincide con las fracturas supuestas que se han señalado en los valles de Femés y Fena (véase hoja de Yaiza).

2.2.1.5. *Edificio Montaña Roja. Coladas y piroclastos basálticos* (17 y 18)

Este edificio se encuentra situado en el extremo suroccidental de la isla. Se trata de un cono de escorias, de planta irregular, que presenta un cráter circular bien conservado. En su parte cul­minante alcanza una altura de 194 m, estando situada su base a unos 30 m de cota sobre el nivel del mar. En planta, su dimensión máxima es de 1.400 m, medida según una orientación ONO-ESE; en sentido perpendicular mide unos 820 m. Donde mejor se observa la estructura interna del edificio es en sus laderas meridionales, ya que además existen antiguas labores de cantería. Está constituido por una alternancia de capas de piroclastos que buzan periclinalmen­te hacia el sur entre 35 y 45°. Los piroclastos son fundamentalmente de tipo estromboliano (lapillis, escorias, bombas y emplastes), pero localmente aparecen pasadas constituidas por lí­ticos densos ("Kugelapilli") de tipo hidromagmático, con tamaños de 2-4 cm. Los lapillis son de color gris-negruzco y presentan tamaños variables, entre 1-4 cm. Las escorias, bombas y emplastes son de composición basáltica olivínica. Presentan tonos rojizos de alteración, y en las bombas se observan formas muy redondeadas con corteza de pan en superficie. La parte alta del cono está constituida, casi exclusivamente, de escorias compactadas. En las laderas norte, sin embargo, son muy abundantes las coladas y casi no se observa material piroclástico. Las coladas cubren actualmente una superficie de más de 25 km². Aunque se han extendido de forma radial desde el cráter, parece que mayoritariamente han seguido una dirección nor­teada (N-15°-20°E). Estas coladas debieron, cubrir la plataforma de abrasión labrada durante el Plioceno, en los materiales basálticos miocenos del Dominio de los Ajaches, y llegaron a ga­nar terreno al mar, extendiéndose hasta las proximidades de Las Salinas del Janubio (véase hoja

de Yaiza). En ningún punto se ha observado claramente el muro de esta unidad, con la única excepción de la zona del Berrugo, en la cual estas coladas se sitúan a techo de los materiales miocenos. Estos aparecen muy alterados y con algunos diques. En esta misma zona se observa que a techo de esta unidad afloran las coladas basálticas pleistocenas de la Alineación de Femés. Éstas coladas provocan un resalte morfológico y tienen un menor grado de alteración, conservando, en cierta medida, las estructuras de colada, frentes de coladas y el malpaís.

En el extremo noroccidental de la hoja, en el Caletón del Río, aparece un delgado nivel sedimentario a cota 10 m entre las coladas de Montaña Roja y las de la Alineación de Femés. Este nivel fue considerado por los autores anteriores [(FUSTER *et al.* (1968) e IGME-CSIC (1967))] como una playa fósil a +10 m. En este trabajo se ha considerado, de acuerdo con MECO (com. pers.), como un nivel sedimentario continental, ya que no presenta restos fósiles que permitan asignarlo a las distintas playas cartografiadas.

En las proximidades del cráter, en su falda norte, hay un relieve alargado en sentido norte-sur, constituido por unas acumulaciones de lava, que probablemente debido a una mayor viscosidad, no han recorrido tanta distancia como otras emisiones que procedentes de la base del cráter han recorrido más de 5 km. En general, las coladas son de tipo "pahoehoe" con superficies cordadas. Individualmente, presentan potencias reducidas del orden de 40-60 cm, si bien algunas coladas pueden alcanzar 2 m de espesor. Estas últimas son menos esponjosas, aunque tienen algunas vacuolas estiradas. En muestra de mano, se observa que se trata de basaltos afaníticos grises negruzcos con algunos fenocristales de olivino aislados.

2.2.2. Período Pleistoceno inferior. Episodios volcánicos y sedimentarios

2.2.2.1. Conglomerados y arenas (19)

Estos materiales afloran exclusivamente en la costa occidental de la hoja, entre El Caletón del Río y la Punta de Ginés. Constituyen un nivel sedimentario de poco espesor que aflora de forma discontinua en el borde del acantilado, sobre las coladas basálticas del edificio Montaña Roja. Actualmente quedan situados entre 11 y 15 m sobre el nivel del mar.

Los primeros autores que mencionaron los depósitos marinos de los Ajaches fueron DRISCOLL *et al.* (1965), posteriormente, TINKLER (1966) y MECO (1977, 1982, 1983, 1990) continúan las investigaciones paleontológicas. TINKLER (*op. cit.*) sugiere que estos depósitos de la costa oeste (Rincón del Palo) son posteriores a las coladas de Montaña Roja y anteriores a las de la Alineación de Femés. Esta hipótesis concuerda con la observación realizada en este trabajo en el afloramiento del Caletón del Río. En este punto se observa que en el contacto entre ambas coladas mencionadas aparecen estos niveles sedimentarios de espesor muy reducido, sugiriéndose, por tanto, una edad pleistocena inferior.

En el afloramiento de Punta Ginés, al sur de la Urbanización Atlante del Sol, se observa un nivel marino situado a unos 10 m de altura sobre el nivel actual del mar. Está constituido por una arenisca cementada en la base y conglomerados al techo, con abundantes restos de patellas, conus, strombus y rodolitos (o algas calcáreas). Además se observan algunas eflorescencias salinas. Estos afloramientos ya fueron señalados en la cartografía de IGME/CSIC (1967).

2.2.2.2. *Alineación Montaña Bermeja-Cortijos Viejos. Edificio Montaña Bermeja-Cortijos Viejos: Coladas y piroclastos basálticos (20 y 21)*

Este edificio se encuentra situado en el extremo NE de la hoja, al norte de Playa Quemada. Presenta un cráter relativamente bien conservado, abierto hacia el NE. que se prolonga, parcialmente, en la vecina hoja de Yaiza. Se trata de un cono piroclástico constituido por lapillis, escorias, "spatter", aglutinados y escasas bombas. El lapilli tiene tamaños finos de 6-9 mm y aparece en capas delgadas de unos 3-12 cm, con laminación paralela y buzamientos periclinales variables de 30-40°. Superficialmente, tiene colores marrones-amarillentos. Las escorias, sin embargo, se caracterizan por sus colores rojizos y negruzcos, siempre con tamaños superiores a 6-8 cm. Además, hay emplastes lávicos y aglutinados con gran abundancia de nódulos duniticos. Intercalados entre estos materiales piroclásticos se han observado algunas coladas de basaltos olivínicos (iddingsitizados) con alteración en "grano de millo" y abundantes nódulos duniticos, alguno de ellos supera los 15-20 cm de diámetro.

El edificio tiene una forma en planta algo irregular, con una dimensión mayor en sentido N-S de unos 900 m. En su parte culminante alcanza una altura máxima de 229 siendo su altura desde la base de unos 135 m. Estratigráficamente este edificio se sitúa de modo discordante sobre las coladas basálticas miocenas del edificio Ajaches.

Las coladas aparecen exclusivamente en dos pequeños afloramientos, localizados en el fondo del barranco que desciende a Playa Quemada. No obstante, no se descarta que estas coladas puedan extenderse en el subsuelo por debajo de las de la Alineación Gritana-Bermeja. Son coladas "aa" de basaltos olivínicos con matriz negruzca y frecuentes nódulos duniticos. Como se ha comentado anteriormente, los olivinos suelen aparecer iddingsitizados y además superficialmente muestran la clásica textura de tipo "grano de millo".

2.2.2.3. *Alineación Gritana-Bermeja-Mina. Coladas basálticas. (22)*

Esta alineación de edificios aparece muy bien expuesta en la hoja de Yaiza, presentando la clásica orientación ENE-OSO. Las coladas de estos edificios se han canalizado preferentemente hacia el SE, ocupando esta zona de Playa Quemada-Puerto del Carmen.

Estratigráficamente, estas coladas se sitúan a techo de las del edificio Montaña Bermeja y debajo de las de la Alineación Guardilama-Guatisea. Se estima, por tanto, que pertenecen al Pleistoceno inferior.

En esta hoja afloran exclusivamente en el extremo NE de la misma, prolongándose ampliamente en las de Yaiza y Arrecife.

Son coladas de tipo "aa" con bases escoriáceas muy desarrolladas y colores negruzcos. Composicionalmente, son basaltos olivínicos, de matriz negra con frecuentes nódulos duniticos. En el borde del acantilado se observa que sobre estas coladas hay un delgado depósito arenoso de apenas unos centímetros de espesor, con abundantes caracoles de tierra y encalchado superficialmente.

En la zona del Morro de las Atalayas aparece un frente de coladas con abundantes escorias en la base y en el frente, que en su comportamiento recuerdan vagamente a un frente morrénico,

debido a la gran acumulación de bloques y escorias. En conjunto, constituyen un escarpe de unos 30-40 m que se sitúa sobre las coladas que llegan al acantilado.

2.2.2.4. *Alineación de Femés. Edificio Caldera de Maciot. Coladas y piroclastos (23 y 24)*

Esta alineación aparece justo en la divisoria entre los valles de Fena y Femés; además, la orientación de estos edificios (NE-SO) es paralela a la de los dos valles citados. Este hecho puede observarse mejor en la hoja situada inmediatamente al norte (Yaiza). El origen de estos valles ha sido ampliamente discutido y parecen obedecer a un control tectónico. Estos edificios han surgido sobre un relieve mioceno y constituyen actualmente las mayores alturas para el sector sur de la isla, 608 m en La Atalaya de Femés. Este edificio está constituido por varios cráteres anidados, si bien en esta hoja sólo aflora la falda sur del mismo. Estas laderas meridionales están constituidas, fundamentalmente, por lapilli y escorias de pequeño tamaño. Inmediatamente, al SO de este edificio, se sitúa la Caldera de Maciot (Masión, en el mapa topográfico). La construcción de este cono piroclástico es ligeramente anterior al de La Atalaya de Femés, ya que los piroclastos de este último lo recubren parcialmente.

La Caldera de Maciot es un edificio de planta subredondeada con una dimensión máxima en sentido NNE-SSO de 600 m y con unos 500 m en sentido E-O. La altura máxima desde su base es de 90 m, alcanzando una altitud de 352 m en el borde del cráter. Este presenta una forma elíptica muy bien conservada, existiendo una depresión interior de 36 m de profundidad. En el edificio se han instalado algunas canteras que explotan los materiales piroclásticos, siendo en estos frentes donde mejor puede observarse la estructura interna del edificio. Está constituido por lapillis, escorias y escasas bombas de composición basáltica olivínica. Los lapillis presentan una granulometría variable, desde 2-4 mm hasta 3 cm. Además, hay algunas intercalaciones de escorias y bloques lávicos con tamaños de 8-25 cm. Esta capa de mayor granulometría tiene una potencia de 2-3 m sobre un frente visible de unos 25 m. En conjunto presentan un buzamiento periclinal de 30-35°. Predominan los colores de alteración rojizos y negros.

Al SO de la localidad de Las Breñas, junto al depósito de aguas, hay una fisura eruptiva que parece corresponder a hornitos alineados. La zona presenta cierta complejidad, pues se han producido algunos desplomes que dificultan la observación. No obstante, se observan, gran cantidad de escorias, bombas y fragmentos lávicos de composición basáltica olivínica.

Las coladas de esta alineación cubren una gran superficie de las hojas de Yaiza y Femés. En esta hoja aquí estudiada se observa que estas coladas se sitúan discordantemente sobre las del edificio Montaña Roja (Plioceno). Por otra parte, en la hoja de Yaiza estas coladas quedan sepultadas debajo de los malpaíses históricos de la erupción de Timanfaya (1730-1736). En general, las coladas de esta alineación son más oscuras y escoriáceas que las de Montaña Roja. Litológicamente, ambas son muy parecidas, basaltos olivínicos, si bien en estas que nos ocupan el olivino está más fresco y no ha sufrido procesos de iddingsitización.

La mayoría de las coladas son de tipo "aa" con bases escoriáceas bien desarrolladas. En la cartografía se ha señalado la traza de algunos de estos frentes de coladas. También se han observado algunas coladas de tipo "pahoe-hoe" que presentan estructuras cordadas, ejemplos de ellas pueden reconocerse al sur de la localidad de Las Breñas.

2.2.3. Período Pleistoceno medio. Episodios volcánicos y sedimentarios

Se han asignado a esta época de actividad las coladas de la Alineación Guardilama-Guatisea. En cuanto a materiales sedimentarios, se incluyen tanto los depósitos de caliche como las zonas de incipiente encalichamiento.

2.2.3.1. Alineación Guardilama-Guatisea. Coladas basálticas (25)

La mayoría de los centros de emisión que constituyen esta alineación se sitúan en las hojas de Yaiza y Arrecife según una orientación N-60°E. Sus coladas se han dirigido preferentemente hacia el S,E llegando a alcanzar la línea de costa en la zona de Arrecife, ganando terreno al mar. Estas coladas cubren el paleorrelieve mioceno y también se disponen discordantemente sobre las de la Alineación Gritana-Bermeja. En esta hoja sólo aparecen representados en dos pequeños afloramientos lávicos localizados en el extremo nororiental de la misma. Son coladas "aa" con bases escoriáceas de composición basáltica olivínica y color negruzco.

2.2.3.2. Depósitos de caliche y zonas de incipiente encalichamiento (26 y 27)

Estas unidades tienen un desarrollo areal relativamente escaso, aflorando fundamentalmente en el sector suroccidental de la hoja. Estos depósitos aparecen como pequeños afloramientos sobre las coladas pliocenas de Montaña Roja y al E de Playa Blanca, sobre las coladas miocenas. Por analogías con otras hojas, así como con la isla de Fuerteventura, puede inferirse que la fase de encalichamiento principal se produce con posterioridad al episodio eólico plioceno, y se prolonga hasta los inicios del Cuaternario.

La cartografía de estos depósitos puede resultar algo subjetiva, según se quiera resaltar las formaciones superficiales o el sustrato. Por este motivo se ha empleado la terminología de "zonas de incipiente encalichamiento", ya que en muchas ocasiones este depósito tiene potencias muy reducidas (<1m).

El depósito está constituido por carbonato cálcico y se caracteriza por sus colores blanquecinos o blanco-crema. Es propio de climas desérticos o subdesérticos y recibe el nombre local de caliche. Se trata de un suelo duro o en "costra" que se desarrolla en condiciones de extrema aridez. La escasez de lluvias implica un lavado muy escaso, que, unido a la falta de materia orgánica, hace que el horizonte A prácticamente desaparezca y en el B sólo se deposite calcio. En ocasiones este horizonte B alcanza una potencia excepcional. El origen de estos suelos ha sido muy discutido, y hasta el momento es algo incierto; no obstante, una mayoría de autores defienden como válido la infiltración o percolación del carbonato cálcico.

2.2.4. Período Pleistoceno superior-Holoceno. Episodios volcánicos sedimentarios

2.2.4.1. Arenas y conglomerados. Rasa marina jandiense (entre +1,5 y 2 m) (28)

En las islas canarias orientales (Lanzarote y Fuerteventura), los depósitos marinos pleistocenos han sido designados por MECO *et al.* (1987) como "jandiense". Estos materiales corresponden a los inicios del Pleistoceno superior y ya fueron descritos y caracterizados paleontológicamente por MECO (1975 y 1977).

En esta hoja se han señalado tres afloramientos, localizados en Playa Quemada, Salinas del Berrugo y Punta Pechiguera. Concretamente, el afloramiento de Playa Quemada está casi totalmente destruido por la actividad constructiva. Si se ha señalado, ha sido por los datos que poseía MECO (*com. pers.*) de años atrás. El afloramiento de Las Salinas del Berrugo es el que presenta un mejor grado de conservación, pudiéndose recolectar gran cantidad de fauna. Entre otras especies, cabe destacar la presencia de *Strombus bubonius* Lamarck, *Patella* de variada morfología, atribuidas al grupo de la *Patella ferruginea* Gemelin [MECO (1991)] y *Murex Saxatilis* Linné. En este afloramiento se observan tanto los niveles conglomeráticos como los areniscos. Estos últimos están constituidos por areniscas biodetríticas de color claro. Al microscopio son muy características y se diferencian de las areniscas de la rasa erbanense en la existencia de un cemento tipo "drusy" alrededor de los granos.

El afloramiento de Punta Pechiguera ha sido estudiado por ZAZO *et al.* (1993). Estos autores hacen equivalentes estos niveles con *Strombus* al Tirreniense del Mediterráneo. Además señalan la presencia de otras especies, como *Thais haemastoma* y *Conus testudinarius*.

2.2.4.2. *Coluviones antiguos* (29)

A esta unidad se ha asignado un pequeño afloramiento aislado que aparece en la cabecera del barranco de los Dises, junto a la degollada.

Se trata de un depósito algo encalichado, constituido por cantos rodados de naturaleza basáltica con tamaño muy diverso (desde 1-2 cm hasta bolos de más de 40 cm).

2.2.4.3. *Depósitos de terrazas* (30)

Estos materiales afloran de manera muy escasa a lo largo de la presente hoja, habiéndose cartografiado únicamente unos pequeños afloramientos en los barrancos de Parrado y La Casita. En ambos casos, estos asomos están seccionados por los barrancos citados, quedando como pequeñas terrazas colgadas. Están constituidos por arenas y gravas muy heterométricas con tamaños de hasta 20-25 cm y composición basáltica. La potencia es bastante reducida, apenas 1-2,5 m como máximo.

2.2.4.4. *Depósitos areno-arcillosos* (31)

Se asignan a esta unidad aquellos depósitos detríticos que rellenan pequeñas cuencas o depresiones. En general presentan poco espesor (<4m) y están constituidos por arenas, limos y arcillas de colores marrón-rojizo.

En esta hoja sólo se han cartografiado dos afloramientos, localizados en las proximidades del Morro de las Atalayas y al NE de Playa Blanca. En este último afloramiento se observan algunas intercalaciones de aportes aluviales que alternan con estas arenas finas de color crema.

2.2.4.5. *Arenas y conglomerados. Rasa marina erbanense (+0,5 m)*. (32)

Los depósitos marinos del Holoceno superior se conocen con el nombre local de Erbanense (de Erbaní, antiguo nombre de Fuerteventura), [MECO *et al.* (1987) y MECO (1988)]. Se trata de pequeños afloramientos que aparecen de manera discontinua a lo largo del litoral de las islas

de Lanzarote y Fuerteventura, a alturas que oscilan entre 0,5 y 1 m, esto es, algo más bajos que los depósitos jandienses. Concretamente en esta hoja, aparecen fundamentalmente en la costa oriental y sur de la misma, desde Playa Quemada hasta Punta Pechiguera. Los afloramientos cartografiados se localizan en Playa Quemada, Playa de los Dises, Caleta del Congrio-Punta del Papagayo, Playa del Pozo, Playa de las Coloradas, Salinas del Berrugo y Punta Pechiguera.

En muchas ocasiones resulta muy complicada la separación cartográfica entre estos depósitos y los de la rasa jandiense, ya que la rasa erbanense ha labrado cubetas en los propios depósitos jandienses. El mejor ejemplo de este tipo se observa en Las Salinas del Berrugo. En los afloramientos de La Playa de las Coloradas y de la Playa de los Dises se observa, además del "beach-rock" erbanense (situado a 0,5 m), un cordón de cantos, situado en la parte trasera de la playa aproximadamente 1,5-2 m sobre el nivel del mar, que parece corresponderse con el nivel de máxima transgresión. Este cordón de cantos erbanense puede en ocasiones confundirse con la rasa jandiense.

Esta unidad ha sido definida por MECO (1991b) en la playa de La Jaqueta (isla de Fuerteventura). Está constituida por areniscas de grano fino, consolidadas y con abundante fauna, que alternan con pasadas conglomeráticas. En conjunto presentan un espesor inferior a 1-1,5 m. Los restos faunísticos encontrados y clasificados por MECO (*op. cit.*), son semejantes a la fauna actual, con numerosos *Theridium vulgatum* Bruguier, *Patella* de variada morfología, semejante a las encontradas en la rasa jandiense y otras especies, como *Columbella rustica* (Linné), *Linga Columbella* (Lamarck), *Conus mediterraneus* (Bruguier), *Erosaria spurca* (Linné) y *Thais haemastoma* (Linné).

Las dataciones radiocarbónicas realizadas por MECO *et al.* (1987) y MECO (1991a) en los afloramientos de La Jaqueta y Corralejo (isla de Fuerteventura) han suministrado edades respectivas de 1.400 B.P y 3.640 \pm 160 B.P. *A priori* parece que estos afloramientos pueden correlacionarse mejor con los del norte de Fuerteventura (Corralejo).

2.2.4.6. Arenas eólicas (33)

Estos materiales presentan un desarrollo areal muy escaso, limitándose a pequeños afloramientos localizados en el extremo sur de la hoja, en Playa Mujeres, Playa del Pozo y zona del Papagayo-Caleta del Congrio.

Probablemente, después de un período de inactividad del viento durante el Holoceno inferior, en el Holoceno superior vuelve a funcionar, removilizando las arenas pliocenas y pleistocenas y formando dunas actuales o subactuales que se conocen con el nombre local de "jables". Son arenas biodetríticas similares a las pliocenas, constituidas por diminutos caparzones de moluscos. Se caracterizan por su color blanco-crema y por presentar estratificación cruzada y morfologías de barjan algo degradadas.

2.2.4.7. Depósitos de aluviales y barrancos (34)

Los depósitos relacionados con valles y barrancos se localizan casi exclusivamente en el sector oriental de la hoja, que es la zona correspondiente al macizo de los Ajaches. En este sector la red de drenaje está más jerarquizada entre otros barrancos cabe destacar los del Fraile, Higuera, Casita, Dises, Parrado, Negro y Juan Perdomo. Además se asignan a esta unidad los depó-

sitos de los aluviales que descienden a Playa Quemada y Playa de las Mujeres. Debido a la falta de precipitaciones y a la irregularidad de las mismas, los cauces de estos barrancos suelen estar casi siempre secos, salvo en casos de lluvias intensas, en que pueden funcionar como ramblas, arrastrando en avenidas torrenciales grandes volúmenes de materiales.

En general estos depósitos están constituidos mayoritariamente por arenas y gravas muy heterométricas, de composición fundamentalmente basáltica. En menor medida presentan una fracción limo-arcillosa. Tienen potencias variables con valores en general bajos (1-2,5 m).

2.2.4.8. *Lapillis de dispersión de las erupciones históricas (35)*

En el siglo XVIII durante los años 1730 a 1736, tuvo lugar una intensa actividad volcánica en la isla que se conoce como los episodios de Timanfaya (véase hojas de Yaiza y Tinajo). En algunos momentos de estas erupciones se produjeron emisiones muy explosivas que provocaron una intensa "lluvia" de lapilli que cubrió una gran parte de la isla. Posteriormente estos depósitos

han sido parcialmente retrabajados por la acción del viento y en ocasiones de los cursos de agua. En esta hoja se han cartografiado varios afloramientos que aparecen entre Playa Quemada y el Morro de las Atalayas. Están cubriendo tanto a los depósitos piroclásticos de Montaña Bermeja como a las coladas de la Alineación Gritana-Bermeja.

Se trata de un lapilli muy fino de color negro con potencias muy reducidas (apenas 1 m). Presenta laminación paralela y estratificación cruzada, similar a la observada en los depósitos eólicos.

2.2.4.9. *Playas de arenas y de cantos (36)*

Los depósitos de playas cartografiados aparecen en el sector oriental y suroriental de la hoja. La mayoría de estas playas son de cantos y están localizadas en la desembocadura de los barrancos de Corona, Higuera, Casita, Dises, Parrado, Juan Perdomo, Pilas y Las Coloradas. En el sector de La Punta del Papagayo se encuentran las mejores playas (desde un punto de vista turístico). Se trata de La Caleta del Congrio, Playa de las Mujeres y Playa del Pozo. Todas ellas son playas de arena, y aunque también están relacionadas con pequeños barrancos, su alimentación principal la constituyen los depósitos de arenas eólicas. En general presentan longitudes inferiores a 400 m, si bien las playas de Las Coloradas, Mujeres, Congrio e Higuera se aproximan a esta longitud.

Las playas de cantos están constituidas por cantos rodados con tamaños variables, desde 3-4 cm hasta bolos de más de 15 cm. Su composición es casi exclusivamente basáltica y se caracterizan por sus colores grises y negruzcos.

2.2.4.10. *Depósitos de ladera y coluviones (37)*

Estos materiales aparecen fundamentalmente en el sector centrooccidental de la hoja, relacionados con los relieves miocenos del macizo de los Ajaches. También se han observado algunos depósitos de esta naturaleza en las faldas del edificio Montaña Roja.

La edad de estos depósitos es algo incierta, ya que al situarse sobre las laderas de los relieves miocenos, pueden haber comenzado a formarse en épocas relativamente antiguas y continuar

el depósito hasta casi la actualidad. No obstante, esta generación de depósitos de ladera es posterior a la primera generación de abanicos de ladera, los cuales aparecen encalichados y seccionados por éstos.

Están constituidos por material detrítico grueso: arenas, cantos y bloques angulosos y subangulosos, muy heterométricos, de composición eminentemente basáltica. Estos cantos están englobados en una matriz arenosa, sin que se observe ningún tipo de estructuración interna.

2.2.4.11. *Depósitos cuaternarios indiferenciados (38)*

A esta unidad se han asignado unas pequeñas cuencas endorreicas o depresiones situadas en la zona occidental de la hoja, sobre las coladas pliocenas y cuaternarias. Entre otros ejemplos, pueden citarse la zona de Llanos de Las Vacas, el Berrugo y El Terminillo. Los materiales que rellenan estas cubetas tienen una cierta variedad litológica, existiendo desde limos-arcillosos muy finos de color marrón a depósitos de mayor granulometría (arenas y gravas). Estos limos pueden estar, en parte, relacionados con el "loess" africano, como ya sugerían FUSTER *et al.* (1968).

2.2.4.12. *Depósitos antrópicos (39)*

Se han cartografiado tres zonas con depósitos antrópicos, localizadas todas ellas en el cuadrante suroccidental de la hoja. En conjunto representan muy poca extensión areal, siendo la más importante la situada al NE de Playa Blanca. En este afloramiento se observan materiales de relleno, que han utilizado como base para la construcción de una rotonda que sirve de acceso a las nuevas urbanizaciones de Papagayo-Playa Blanca.

Aproximadamente a 1,5 km al oeste de Playa Blanca hay una antigua cantera que ha sido utilizada como vertedero de residuos sólidos y escombros procedentes de las obras de construcción de las nuevas urbanizaciones de la zona. Por último, a unos 2 km al norte de Montaña Roja hay una pequeña escombrera que en parte puede estar relacionada con unas antiguas explotaciones de caliche existentes en los alrededores (Hoya de Yegua de Arriba).

3. TECTÓNICA

La tectónica de la hoja de Femés se caracteriza por los rasgos estructurales particulares del Dominio de Ajaches, ya que toda la hoja comprende el sector SO de este dominio.

De todos los elementos estructurales propios que definen la evolución tectónica en terrenos volcánicos, en esta hoja están representados prácticamente todos: diques, fallas, alineaciones volcánicas e intrusivos.

En el macizo propio de Ajaches, definido por el edificio basáltico mioceno, destacan sobre todos los enjambres de diques miocenos que dibujan el estilo de fracturación que afectó al apilamiento lávico. También el esquema estructural fotogeológico de los lineamientos medidos por MARINONI y PASQUARÉ (1994) en este edificio ayudan a precisar las características estructurales del mismo. El resultado estadístico de esta medición, dada por estos autores, es un 38% tienen dirección N30°-59°E, un 15% N10°-29°E y un 6% N-100°-119°E. Con carácter de resumen, el valor dominante en el macizo es NE-SO.

Los diques son todos prácticamente basálticos y (en general) menores de 1 m de potencia. Los lugares mejores de exposición son las zonas del acantilado, a lo largo de la península de El Papagayo. Allí se encuentra una profusión de diques, varios de ellos pertenecientes a los conos piroclásticos semienterrados en el tramo inferior del edificio, como en la playa de Las Coloradas o Playa del Pozo. El resto puede suponerse que tienen un carácter más regional. El aspecto del conjunto global es el de un abanico de direcciones que dibujan algunas geometrías convergentes en varios puntos. En cuanto a los diques que presentan un aspecto más regional, se observa que las direcciones dominantes en el área de la península de El Papagayo se sitúan entre N30°W y N30°E; en menor medida está la N40°-45°E, y de manera minoritaria, se encuentra la N90°-100°E. Esta dirección dominante de tendencia noroesteada en los diques que atraviesan el tramo inferior del edificio se produce igualmente en los afloramientos miocenos del mismo tramo en la zona de Janubio (hoja de Yaiza). Quiere esto decir que debe considerarse como una directriz principal de carácter regional, similar a una de las dominantes en el norte de Fuerteventura.

Ya en el tramo medio-superior del edificio Ajaches, las direcciones de los diques basálticos van girando de su posición noroesteada hacia valores de N40°-50°E, concordantes con las estructuras mayores de fallas y alineaciones del área del valle de Femés y valle de Fena, este último en la hoja de Yaiza. Igualmente coincidirían con la dirección principal de lineamientos observada por MARINONI y PASQUARÉ (1994). De forma escasa, hay también algunos diques a N90°E.

La dirección de los diques medidos por MARINONI y PASQUARÉ (1994) se encuentra igualmente en el mismo rango de valor que los expresados anteriormente. Dan una dirección entre N0°-69°E, con un buzamiento mayoritario al ESE. Los dos grupos de diques principales están a N40°-69°E (el 24%) y N0°-29° (el 21%). Todos ellos son subverticales.

La fracturación no eruptiva está representada por la falla del valle de Femés, que, con orientación N45°E, ha cortado el macizo de Ajaches de extremo a extremo. La red hidrográfica debió de aprovechar esta zona de debilidad para encajarse ahí y abrir progresivamente el valle.

Considerando que tanto el valle de Femés como el de Fena estaban ya abiertos antes de la erupción del grupo de volcanes de Femés, cabe pensar que la fracturación de esa zona fue precuaternaria, e inclusive prepliocena. Dada la concordancia entre la orientación de las fallas y los diques basálticos del tramo superior mioceno de Ajaches, podría concluirse que ambas estructuras son sincrónicas, y por tanto las fallas tienen una edad del Mioceno superior.

En los Ajaches, MARINONI y PASQUARÉ (1994) han medido en 41 puntos la dirección de fallas menores. El 64% de las fallas medidas tienen una dirección entre N90° y N139°E. Con buzamientos prioritarios hacia el SO, cuyos valores definen dos grupos: uno está entre 70°-90° de inclinación (es decir, son subverticales) y otro buza 40°-60°.

Hay varios intrusivos basálticos perforando el macizo de Ajaches, de pequeño tamaño y morfologías diversas. Especialmente ninguno presenta una elongación preferente, aunque todos ellos tienden a concentrarse en un pasillo amplio de dirección NNE-SSO.

Durante el Plioceno el nivel del mar debía de situarse en torno a la cota 50 m, como se observa por la existencia de depósitos marinos pliocenos (a cota 50 m) en el sector SE del macizo de los Ajaches. Esta zona del Papagayo muestra un arrasamiento característico de la erosión marina.

También durante el Plioceno, pero en la plataforma SE del macizo, se levanta el Volcán de Montaña Roja. Se trata de un edificio aislado que debió de surgir sobre la rasa pliocena y cuyas coladas presumiblemente ganaron terreno al mar. El edificio tiene un único cráter de forma subredondeada, observándose cómo los piroclastos se acumulan preferentemente en las vertientes meridionales. Hacia el NNE se observa un "espigón" morfológico, constituido por una acumulación de coladas que parece corresponder con un lineamiento. Este lineamiento puede a su vez ser el reflejo de una fisura eruptiva, en uno de cuyos extremos se sitúa el edificio volcánico.

Además hay dos grupos de volcanes cuaternarios, localizados en el extremo norte de la hoja, a ambos lados del macizo.

En el ángulo NE de la hoja aflora el volcán de Montaña Bermeja, un cono piroclástico medio, con base redondeada y cráter abierto al NE. De igual edad se ha dado otro pequeño cono situado 1,2 km al NE (en la hoja de Yaiza), denominado de Cortijos Viejos, que formaría con el anterior una alineación volcánica a N55°, concordante con la directriz estructural preferente en el Dominio Ajaches.

Por último, otra alineación volcánica aflora parcialmente al norte de la hoja. Es la alineación de Femés, que, con una orientación N45°E, también parece surgir condicionada por la dirección de fracturación dominante en el área. En total tiene una longitud de 3 km y sobre la fisura han surgido tres grandes conos de tefra subredondeados, con cráteres abiertos hacia el norte.

Los movimientos verticales de la zona han quedado reflejados en varias rasas marinas elevadas. La rasa marina pliocena se sitúa en torno a 50 m a lo largo de la costa oriental de la hoja. Las rasas marinas cuaternarias aparecen como pequeños afloramientos aislados, levantados entre 1 y 3 m sobre el nivel del mar actual.

4. GEOMORFOLOGÍA

4.1. DESCRIPCIÓN FISIAGRÁFICA

Los materiales de origen volcánico significan el 85-90% del total de los materiales aflorantes en la hoja, siendo el resto de carácter sedimentario, y ocupando por tanto una extensión superficial pequeña.

El relieve presenta dos zonas claramente diferenciadas, una en la mitad oriental de la hoja, caracterizada por importantes elevaciones, que corresponden a las estribaciones del desmantelado macizo mioceno de Los Ajaches, y la otra en la mitad occidental, con un relieve muy suave, casi plano, correspondiente a malpaíses pliocenos y cuaternarios.

Así, las mayores altitudes de la hoja aparecen en la parte oriental, formando una orla en "cuartomenguante" con una serie de picos de N a S, como Pico de La Aceituna (482 m), Pico Redondo (551 m), Degollada del Portugués (454 m), Morro de los Dises (480 m), Hacha Grande (560), Montaña de la Breña Estesa (287 m) y Los Morros de Hacha Chica (261 m). De estas estribaciones surgen, primero con una fuerte pendiente (>40%) y luego con menor pendiente (10-5%), barrancos con una pauta más o menos radial O-E, que van a desembocar en la costa oriental.

En el área occidental la topografía está condicionada por los malpaíses pliocenos y cuaternarios con pendientes muy suaves (2-5%), en donde sólo destaca al SO de la hoja el edificio de Montaña Roja, con una cota de 194 m.

La red hidrográfica en el área occidental es prácticamente inexistente. En la parte oriental está caracterizada por la presencia de una serie de barrancos que funcionan como ramblas, pues en la actualidad permanecen secos durante todo el año. Los más destacados de N a S son: El Valle, El Fraile, La Higuera, La Casita, Los Dises, Parrado y Juan Perdomo.

El clima, al igual que en el resto de la isla, es cálido-seco, con temperaturas medias de 18-22 °C y con un grado de insolación fuerte la mayoría de los días del año.

Únicamente el ambiente es ligeramente más húmedo en las partes altas del macizo de Femés, donde las precipitaciones medias, anuales son algo superiores a los 150 mm. Hacia la costa la media va bajando, para llegar en el área del Papagayo, al sur, a una media anual inferior a los 100 mm. [MARZOL, 1988].

La vegetación es muy escasa, con predominio de los tipos herbáceos, de carácter xerófito, como aulagas y tabaibas.

Adjunto a esta memoria se acompaña un mapa geomorfológico realizado a escala 1:25.000.

4.2. ANÁLISIS MORFOLÓGICO

4.2.1. Estudio morfoestructural

Desde el punto de vista morfoestructural, la mayoría de los autores [MARINONI y PASQUARÉ, (1994); ROMERO, (1987); CARRACEDO y RODRÍGUEZ BADIOLA, (1993), etc.] dividen la isla de Lanzarote en tres dominios: uno al norte, constituido fundamentalmente por el macizo de Famara; otro al sur, formado por el macizo de los Ajaches en su gran parte, y otro central, de transición, constituido por las alineaciones volcánicas cuaternarias, fundamentalmente.

La hoja de Femés está incluida en su totalidad en el Dominio de los Ajaches. El dominio está constituido por el macizo de los Ajaches propiamente dicho y por los malpaíses pliocenos de Montaña Roja y cuaternarios de la Caldera de Maciot y la Atalaya de Femés, fundamentalmente.

Existen, una serie de elementos estructurales que van a condicionar el relieve de la hoja. En la cartografía geológica se ha señalado una falla de dirección N60°E que es la prolongación de la dirección del valle de Femés en la hoja de Yaiza; asimismo se podría indicar una lineación topográfica paralela a ésta al SE del macizo de Ajaches, marcada asimismo por depósitos de antiguos conos de deyección.

También parece observarse sendos escalones topográficos de dirección N30°E. marcados además por los depósitos de glacia, y otra lineación sensiblemente paralela a éstos en el borde O del macizo que podría indicar un hundimiento del bloque oeste con respecto al macizo. La edad de todas estas posibles fracturas sería fundamentalmente del Plioceno inferior.

También se aprecian algunos diques con expresión morfológica en la zona de la Punta del Papagayo, de direcciones más norteadas y hasta N30°-45°E. Parece pues que estas direcciones son las más características del macizo, que han actuado en diferentes momentos, aunque no está claro el orden de sucesión; sin embargo las direcciones más norteadas que se observan en la Punta del Papagayo no parecen ser tan frecuentes en los niveles estratigráficamente más altos del macizo.

Se puede decir que el relieve del macizo de los Ajaches está condicionado en primer lugar por factores endógenos, tanto de carácter volcánico como estructural, y también por factores exógenos, pues la erosión ha remodelado de manera importante el relieve original.

4.2.2. Estudio del modelado

4.2.2.1. Formas endógenas

El primitivo relieve volcánico del macizo de los Ajaches ha sido profundamente transformado por los agentes externos en el área oriental de la hoja. Sin embargo, en el área occidental son las formaciones volcánicas más recientes las que imprimen el carácter al modelado del relieve.

Las formas más características son los conos volcánicos y los malpaisés o coladas de lava.

Entre los conos volcánicos, el más destacable es el de Montaña Roja, de edad pliocena. Se trata de un cono de cráter circular y planta irregular, bien conservado, de 164 m de altura, que destaca sobre una amplia llanura situada a 30 m de cota sobre el nivel del mar. Está formado por escorias, bombas y lapillis.

Se encuentran al borde norte de la hoja otros dos conos volcánicos de edad pleistocena. Uno, el de M^{ra} Bermeja, presenta un cráter bien conservado y está constituido fundamentalmente por lapillis y escorias. Muestra una forma en planta algo irregular, con una base de 900 m de radio mayor y una altura de 135 m sobre la base situada a 94 m.

El otro cono es el de la Caldera de Maciot, con planta subredondeada de 600x500 m y un cráter de forma elíptica. Su altura es de 90 m sobre una base situada a 242 m sobre el nivel del mar. El edificio está constituido principalmente por lapillis y escorias.

También han sido distinguidos en el mapa algunos recubrimientos al NE de la hoja por los piroclastos de las emisiones históricas de Timanfaya. El lapilli es muy fino, de color negro y de potencias inferiores al metro.

Las coladas emitidas por el edificio de Montaña Roja cubren un área muy importante de la hoja, ocupando toda su parte oriental. Son coladas muy alteradas y degradadas, que han perdido su morfología inicial de malpaís y aparecen con muy escasa pendiente (2-3%); parecen cubrir una gran plataforma de abrasión que se habría formado durante el Plioceno sobre los materiales miocenos que llegaría hasta el borde O de los materiales que ahora conforman el macizo de los Ajaches; estos últimos habrían presentado en origen una extensión superficial muy superior a la actual.

Las otras emisiones de coladas que cubren una extensión importante en el sector centrooccidental de la hoja son las que proceden del edificio de La Caldera de Maciot y de los otros vol-

canes de la Alineación de Femés. Se disponen encima de las coladas del edificio de Montaña Roja; son de tipo "aa" y más oscuras y escoriáceas que estas últimas. Muestran un alto grado de conservación, en general de aspecto escoriáceo, como se ha dicho, pero también hay localmente coladas de tipo "pahoehoe".

4.2.2.2. *Formas exógenas*

Las formas exógenas producidas por denudación o acumulación se agrupan según los procesos o sistemas morfogenéticos siguientes:

Eólicos

Se han señalado pequeños depósitos de arenas eólicas, unos de edad pliocena y otros cuaternarios, en el ángulo sur de la hoja, que no modifican sustancialmente el modelado existente.

Fluviales

El modelado fluvial ha actuado fundamentalmente en el relieve del macizo de los Ajaches, conformando barrancos en V, que han incidido en los apilamientos de coladas, con una dirección aproximada O-E. Forman paredes bastante escarpadas, sobre todo en sus cursos altos, con pequeñas cuencas de recepción que marcan interfluvios a menudo en aristas. En los cursos bajos los interfluvios son menos escarpados y presentan formas alomadas. Se trata de medios de alta energía, con cursos de agua esporádicos de carácter torrencial. En el fondo de los barrancos suelen dejar depósitos de gravas y arenas que en ocasiones, especialmente en el curso medio, pueden dar lugar a terrazas que quedan colgadas ante una nueva incisión de dichos barrancos. A la salida de algunos cursos de agua, cuando la energía se pierde en gran parte, se forman amplios depósitos, formando abanicos aluviales que coalescen entre sí, especialmente en el borde oeste del macizo de Femés, donde se producen amplias acumulaciones de depósitos de escasa pendiente. Estos abanicos suavizan y tapizan, en gran medida, los escarpes de los relieves occidentales del macizo.

En el área oriental, en algunos barrancos se producen en las proximidades de su salida al mar algunos encajamientos que dan lugar a pequeñas gargantas.

Sobre las coladas pliocenas y pleistocenas la incisión lineal es muy escasa y superficial, con recorrido corto, de escasa profundidad y funcionamiento muy intermitente.

Endorreicos

Se han distinguido pequeñas cuencas o depresiones en las coladas pliocenas y pleistocenas y también algún valle, como el de Femés al norte de la hoja, que ha sido cerrado por coladas pleistocenas, en la vecina hoja de Yaiza; adquieren así la condición de endorreicos, funcionando como "valles ciegos", en los que la escasa escorrentía aporta lateralmente los materiales finos disponibles de la alteración de las propias coladas. De este modo dichas cuencas se rellenan de depósitos areno-arcillosos, dando lugar a una morfología de fondo de valle plano.

Laderas

Salvo algunos coluviones formados en las laderas SO y SE del cono volcánico de Montaña Roja al SO de la hoja, las formas más destacables en la misma son los coluviones formados en las

laderas de los relieves del macizo de los Ajaches. Han sido distinguidas dos generaciones fundamentales, la primera, con una posible edad del Pleistoceno inferior-medio, se localiza en las laderas de los barrancos y especialmente en la vertiente oeste del macizo de los Ajaches. Se caracteriza por el desarrollo de carbonatos en su superficie, produciéndose un encostramiento y formación de procesos edáficos; presentan formas triangulares redondeadas en planta y ocupan las partes más altas de dichas laderas, con una mayor pendiente.

La segunda generación ocupa posiciones más bajas en la ladera. Estos coluviones aparecen formados por materiales sueltos que suavizan las pendientes, sobre todo en sus partes más distales, y se enlazan sin solución de continuidad, especialmente en las laderas orientales del macizo, con conos de deyección de amplio desarrollo.

Poligénicos

Se han distinguido restos de distintas superficies de glaciares que podrían corresponder a dos o tres sistemas diferentes motivados por un juego de bloques producido por fracturas que irían en dirección NNE-SSO. Ocupan las partes altas del relieve del macizo de los Ajaches, en posiciones escalonadas a distintas alturas, a partir de la superficie estructural de cumbres. Presentan formas más o menos triangulares, alargadas, con dirección aproximada O-E.

También entre estas formas de modelado se han señalado pequeñas áreas de encalichamiento que afectan tanto a los basaltos miocenos como pliocenos. Estos procesos de carbonatación y edafización, parece, serían originados fundamentalmente durante el Pleistoceno medio, debido al clima reinante.

Se ha señalado asimismo la presencia de algunas pequeñas "cuencas" de origen aluvial-coluvial, con aporte de materiales finos, al oeste de la hoja y también al sur en el área de las salinas del Berrugo. Dan lugar a zonas aplanadas con muy suave pendiente.

Marino

La erosión marina ha labrado en la costa este acantilados de cierta envergadura sobre los materiales basálticos del macizo de los Ajaches. En la costa oeste también han sido formados cantiles en toda su extensión, pero de mucha menor altura.

Otras formas de modelado marino son los restos de las distintas plataformas de abrasión o "rasas" formadas en diferentes épocas del Terciario y Cuaternario.

La más significativa es la rasa pliocena, con una altitud sobre el nivel del mar de unos 40 m, que ocupa una importante área en el extremo sur de la hoja, dando una morfología plana.

Esta superficie ha sido trabajada sobre los basaltos miocenos del macizo de los Ajaches. Por dataciones paleontológicas, como ya se indica en el Capítulo 2, se sabe que se formó durante el Plioceno inferior.

De la denominada por MECO *et al.* (1987) "jandiense" y datada paleontológicamente por MECO (1975, 1977) como Pleistoceno superior, sólo se han conservado tres pequeños afloramientos con depósitos en Playa Quemada, Salinas del Berrugo y Punta Pechiguera, a 1,5-2 m sobre el nivel del mar. En algún otro lugar parece haber quedado únicamente restos de la superficie, sin depósitos.

ZAZO *et al.* (1993) han reconocido al menos dos episodios pertenecientes a esta época jan-diense en Lanzarote y otras islas, con fauna de *Strombus bubonius*, equivalentes a los del Tirenense encontrados en las costas mediterráneas españolas.

De la rasa "erbanense" [MECO, *et al.*, (1987); MECO, (1988)] se conservan especialmente en la costa oriental y sur una serie de afloramientos con depósitos, descritos en el Capítulo 2. Asimismo, en algunos tramos de la costa oriental, principalmente al NE de la hoja y a lo largo de toda la costa occidental, se ha señalado una estrecha superficie de rasa, que podría ser la "erbanense", que caracteriza la morfología del borde costero. La rasa erbanense se sitúa a 0,5 m sobre el nivel del mar y ha sido datada paleontológicamente por MECO (1991b) como holocena.

Entre las zonas más o menos acantiladas de los relieves del macizo de Femés, en la costa este se sitúan unas cuantas playas formadas por cantos negros a la desembocadura de los barrancos y también en el sur, como en el caso de la playa de Las Coloradas.

En la Punta del Papagayo, también entre acantilados de los materiales miocenos, se encuentran algunas playas formadas por arenas finas, como las de La Caleta del Congrio, de las Mujeres y del Pozo.

Sobre las coladas de Montaña Roja, en toda la costa sur y occidental, únicamente se encuentran dos pequeñas playas en la zona de Playa Blanca.

Antrópicos

Bajo este epígrafe, cabe citar la presencia de algunas explotaciones de material piroclástico en los conos de Caldera de Maciot y Montaña Roja y de otras dos sobre zonas encalichadas, posiblemente sobre arenas eólicas, en el área de Hoya de la Yegua de Arriba, en la zona oriental de la hoja.

También se han señalado como zonas antrópicas otras tres áreas en las que se han depositado materiales de relleno para obras, etc., de las cuales la de mayor extensión es la situada al N del Berrugo.

Asimismo se puede mencionar la existencia de las salinas del Berrugo al sur de la hoja, en las proximidades de la localidad de El Berrugo.

4.3. FORMACIONES SUPERFICIALES

4.3.1. Depósitos eólicos

Se han distinguido dos tipos de depósitos eólicos, uno de edad pliocena y otro, más moderno, de edad del Pleistoceno superior-Holoceno. Al primer tipo se han asignado tres afloramientos al SE de la hoja en el área sur del macizo de los Ajaches. Aparecen apoyados sobre la rasa pliocena y adosados a los relieves miocenos. Se trata de calcarenitas biodetríticas con abundantes gasterópodos terrestres, que corresponden a dunas litorales pliocenas y que aparecen algo encalichadas en superficie; su potencia puede llegar a los 7 m.

Los otros afloramientos más modernos se sitúan próximos a la costa actual en el extremo sur de la hoja. Posiblemente representan removilizaciones de los depósitos anteriores, formando dunas actuales o subactuales con las mismas características que las pliocenas y morfologías de barján algo degradadas.

4.3.2. Depósitos fluviales

Los depósitos generados por corrientes fluviales están representados en esta hoja por materiales de fondo de barranco y pequeños aluviales, terrazas y por depósitos de conos de deyección antiguos y más recientes.

Los primeros corresponden a depósitos de fondo de barrancos del macizo de los Ajaches, como Fraile, Higuera, Casita, Parrado, Juan Perdomo, etc. y a pequeños aluviales, como los que descienden a Playa Quemada o Playa Mujeres. Están formados fundamentalmente por arenas y gravas muy heterométricas con matriz limo-arcillosa y potencias entre 1 y 2,5 m.

Los de terrazas corresponden a pequeños depósitos encostrados en los barrancos de Parrado y La Casita. Están formados por arenas y gravas basálticas muy heterométricas, con potencias de hasta 1-2,5 m.

Los conos de deyección antiguos, situados en el extremo SE de la hoja, están constituidos por conglomerados intercalados con arenas, con grado importante de encalichamiento. Los cantos basálticos presentan tamaños entre 2-3 y 12-16 cm y bordes subredondeados-subangulosos.

La última generación de conos de deyección que bordea ampliamente el macizo de los Ajaches por el oeste está formada por arenas, cantos y bloques angulosos y subangulosos muy heterométricos, con una matriz areno-arcillosa y muy escasa estructuración interna.

4.3.3. Depósitos endorreicos

Aparecen en la hoja tres pequeños afloramientos que constituyen el extremo de la cuenca de Femés, al N de la hoja, y dos pequeñas cuencas, una localizada también el N de la hoja, al E del Morro de las Atalayas y otra hacia el E de la hoja, al N de los Llanos de las Vacas. Asimismo, con menor extensión se han distinguido tres mínimos afloramientos situados en el contacto entre los malpaíses de M^{na} Roja y de la alineación de Femés.

Los materiales están constituidos por arenas, limos y arcillas de tonos marrón-rojizo. La potencia máxima observada es de 4 m.

4.3.4. Depósitos de ladera

Han sido diferenciadas dos generaciones de coluviones dentro de los depósitos de ladera. La primera generación se localiza en las partes altas de las laderas occidentales del macizo de Ajaches y la segunda aparece fundamentalmente en todos los barrancos del macizo de Ajaches y también han sido englobados en la misma los coluviones situados en las laderas surorientales y suroccidentales del edificio de Montaña Roja.

La litología de ambas generaciones es la misma, estando formada por arenas, cantos y bloques angulosos y subangulosos, muy heterométricos, englobados por una matriz arenosa.

Los depósitos de la primera generación aparecen encostrados en superficie por procesos de en-calichamiento.

4.3.5. Depósitos poligénicos

Se encuadran aquí tres pequeñas depresiones situadas en Punta Ginés, junto a las salinas del Berrugo y más al norte de las mismas, cuya génesis es de tipo aluvial-coluvial.

Los materiales están constituidos por arenas, limos y arcillas de tonos marrones o marrón-roji-zo, con fuerte componente limoso; en algún caso se ha sugerido una génesis eólica para el mismo, como se indica en el Capítulo 2.

4.3.6. Depósitos litorales

Los depósitos litorales en la hoja corresponden a los de las diferentes rasas y a los depósitos de playa actuales.

Los más antiguos son los de la rasa marina pliocena. Aparecen como un nivel de escaso espesor, que aflora de manera casi continua en el extremo sur de la hoja, desde La Punta del Garajao hasta El Pasito. Se dispone sobre los basaltos miocenos y debajo de arenas eólicas o de conos de de-yección, a 40-50 m sobre el nivel del mar. Está constituido por areniscas y conglomerados; éstos presentan clastos basálticos muy redondeados, heterométricos, con tamaños entre 1-2 y 10-15 cm; las areniscas muestran abundante fauna y colores blanquecinos y grisáceos.

De la rasa marina "jandiense" sólo aparecen depósitos puntuales en Playa Quemada, Salinas del Berrugo y Punta Pechiguera, a 1,5-2 m sobre el nivel del mar. Litológicamente son similares a los citados previamente.

Los depósitos correspondientes a la rasa "erbanense" aparecen ampliamente descritos en el Capítulo 2. Los afloramientos encontrados se localizan principalmente en la costa oriental y sur de la hoja. La litología es también similar a las anteriores, con areniscas de grano fino y abundante fauna, que alternan con algún nivel de conglomerados de cantos basálticos.

Entre las playas actuales se han distinguido las formadas fundamentalmente por cantos de las formadas por arenas.

Las primeras son las que se forman a la salida de los barrancos, mientras que en las formadas por arenas, éstas son en su mayor parte de origen eólico, de tamaños bien seleccionados. Estas últimas playas se localizan en la punta sur de la hoja, como Caleta del Congrio, Playa de las Mujeres y Playa del Pozo.

Las playas de cantos están formadas por cantos redondeados, de tonos negros y grises y tama-ños que van desde 3-4 cm hasta 15-20 cm.

4.4. EVOLUCIÓN DINÁMICA

El primer relieve que se conforma en esta hoja es el que constituye el apilamiento de coladas de edad miocena que forman el macizo de los Ajaches. A partir del Mioceno y salvo alguna

pequeña emisión tardía correspondiente al Plioceno inferior, la actividad volcánica en el ámbito de la hoja se para hasta el Plioceno superior, con lo que existe un largo período erosivo.

Durante este período se formaría una amplia "penillanura", a partir de la cual se generaría un sistema de glacis. De aquélla no queda ningún resto y de éstos sólo pequeños retazos.

Es posible que durante el Plioceno inferior comenzara cierta actividad tectónica que daría lugar a fracturas, las cuales se verían reflejadas en la formación de los valles de Fena y Femés, prácticamente localizados en toda su extensión en la hoja de Yaiza; en la generación de distintos sistemas de glacis o en otras manifestaciones descritas en el apartado 4.2.1.

Durante el Plioceno inferior se genera una amplia plataforma de abrasión marina, quedando reflejada su evidencia en una superficie de rasa, situada ahora a una cota 40-50 m sobre el nivel del mar. En el área occidental esta superficie fue posteriormente cubierta por distintas emisiones volcánicas, quedando únicamente algún retazo en la zona de las salinas del Janubio, en la vecina hoja de Yaiza. En la parte oriental existe una amplia zona al sur y sureste del macizo en donde se conserva la superficie, que en algunos puntos está parcialmente cubierta por otros depósitos y en otros todavía se puede observar el nivel marino que la caracteriza. Sobre esta plataforma se forman campos de dunas costeras, de los que también se aprecian algunos restos adosados al macizo, también en esta misma zona S y SE.

Posiblemente en el Plioceno superior comienza a formarse la primera red de barrancos en el edificio de los Ajaches. En el área occidental, simultáneamente, se emiten las coladas de Montaña Roja, que se depositan en gran parte sobre la rasa pliocena, dirigiendo su gran volumen fundamentalmente hacia el norte.

Ya en el Pleistoceno inferior comienza una nueva etapa de actividad volcánica. Se trata de un volcanismo de carácter fisural, cuyos centros de emisión surgen en fisuras paralelas de dirección NE-SO. Estas emisiones continúan en el Pleistoceno medio, pero las coladas que cubren una extensión considerable en la hoja son las del Pleistoceno inferior que surgen de la caldera de Maciot y de los otros volcanes de la alineación de Femés, al N de la hoja. Se dirigen hacia el SO, ocupando la zona deprimida, entre el macizo de Femés y las coladas de Montaña Roja.

Al mismo tiempo, durante el Pleistoceno se han ido generando depósitos de ladera en los relieves del macizo de los Ajaches, que, debido a las condiciones climáticas reinantes, han sufrido procesos de encalichamiento y edafización. Posteriormente, también en el Pleistoceno, tras un nuevo encajamiento de la red fluvial, se forma otra generación de depósitos de ladera en los barrancos de la hoja y también en el borde occidental del macizo, donde llegan a formar grandes abanicos aluviales que coalescen entre sí, formando una amplia orla alrededor del macizo.

En pequeñas depresiones en malpaíses o en valles que se cierran por la emisión de coladas, como ocurre con el valle de Femés, se depositan materiales finos en régimen endorreico. En otras pequeñas cuencas existe alguna vía de salida para el agua, adquiriendo así la condición de régimen semiabierto, dando lugar a depósitos de tipo aluvial-coluvial.

Mientras tanto en la costa, en el Pleistoceno superior se vuelve a retirar el mar, dando lugar a una estrecha rasa marina, levantada ahora 1,5-2 m sobre el nivel del mar. Es la rasa marina jandiense, de la que queda algún pequeño resto de depósitos, de manera puntual, a lo largo de la costa. Al

mismo tiempo en la costa, especialmente al sur de la hoja, se forman nuevas acumulaciones de arenas eólicas que son producto de la removilización de depósitos arenosos anteriores.

La erosión marina, asimismo, ha dejado su huella en los acantilados que bordean casi toda la línea de costa oeste, siendo de bastante mayor entidad los de la costa este, sobre los materiales del macizo de Femés, que los de la costa oeste, que presentan cantiles de escasa envergadura.

En el Holoceno se vuelve a producir una nueva retirada del mar, que provoca la formación de otra estrecha rasa marina, la "urbanense", dispuesta ahora a 0,5 m sobre el nivel del mar, observándose en numerosos puntos de la costa, tanto oriental como occidental. Más recientemente se constituyen distintas playas de cantos o de arena, especialmente al sur y este de la hoja.

Se podría indicar que a finales del Pleistoceno ya estaría configurado el paisaje de la hoja casi en su totalidad, siendo muy similar al que se conoce en la actualidad.

4.5. MORFODINÁMICA ACTUAL

La dinámica actual viene condicionada fundamentalmente, como en épocas pasadas, por los procesos internos, especialmente el volcanismo. Lanzarote es una isla volcánicamente activa y por tanto cualquier nueva emisión volcánica puede cambiar la configuración del relieve de la isla.

Por lo demás, los agentes externos están condicionados por la orografía y el clima cálido y seco, y es de prever sigan actuando como hasta ahora, retocando suavemente una morfología eminentemente volcánica.

De estos agentes externos, el que actúa con mayor intensidad es el mar, que modela la línea de costa, generando pequeños acantilados en el área occidental y retrabajando los más desarrollados en el área oriental.

5. PETROLOGÍA Y GEOQUÍMICA

En este capítulo se describen las características petrológicas y geoquímicas generales de los distintos episodios volcánicos representados en la hoja.

La caracterización petrológica parte del muestreo sistemático llevado a cabo en los episodios presentes en la hoja, completado con el realizado del mismo episodio en áreas adyacentes. El resultado del estudio petrográfico de cada muestra, así como su localización geográfica, figura en la ficha individual de cada una y en el mapa de muestras de la hoja, que se adjuntan a la información complementaria de la misma.

El estudio geoquímico incluye los análisis químicos realizados paralelamente, a los que se han añadido los disponibles en la bibliografía. Se parte de la consideración de dos grandes ciclos volcánicos constructivos dentro del conjunto de la isla: un primer ciclo, representado por los macizos miocenos de Ajaches, Dominio central y Famara (Mioplioceno), y un segundo ciclo, constituido por el resto de emisiones, mayoritariamente cuaternarias, incluidas las de fecha histórica.

Tabla 5.1. Analisis químicos, norma CIPW y parámetros geoquímicos de las muestras de la hoja. Mioceno. Edificio Ajaches

Muestra	13392	13898	AG-1024	13865	14032
SiO ₂	46.10	46.30	53.66	62.50	63.50
Al ₂ O ₃	15.80	16.58	17.01	18.05	17.02
Fe ₂ O ₃	3.91	6.82	9.26	3.22	3.44
FeO	7.96	5.11	0.07	0.41	
MgO	7.46	4.88	2.72	0.79	1.13
CaO	10.65	10.29	6.18	1.79	0.90
Na ₂ O	3.74	3.58	3.19	6.84	6.92
K ₂ O	0.80	1.40	1.91	4.84	
MnO	0.16	0.15	0.21	0.20	0.05
TiO ₂	2.42	2.47	1.86	0.20	0.26
P ₂ O ₅	0.56	0.62	0.91	0.29	0.09
H ₂ O	0.41	1.30	0.67	1.74	1.22
C O ₂	0.10				
Total	99.97	99.60	97.60	100.19	99.78
Ce	118				
Cr	13				
La	45				
Nb	86				
Ni	4				
Rb	40				
Sr	596				
V	66				
Y	31				
Zr	430				
Q	13.06	1.67	1.97		
Or	4.73	8.27	11.29	26.59	28.60
Ab	21.72	27.57	26.99	57.88	58.56
An	23.96	25.04	24.72	5.26	1.08
Ne	5.38	1.47			
Di	20.32	16.61	1.35	2.17	
Hy	6.77	1.34	1.81		
Ol	11.89	3.12			
He	0.06	9.26	3.01	2.94	
Mt	5.67	9.80	0.30	0.73	
Il	4.60	4.69	0.45	0.38	0.49
Ru	1.62				
Ap	1.30	1.44	2.11	0.67	0.21
Cc	0.23				
C	0.64				
ID	31.83	37.32	51.34	86.14	89.13
FEMG	0.24	0.00	0.00	0.00	0.00
IP	0.44	0.45	0.43	0.89	0.98

- 13392 Basalto. Colada en Punta de Papagayo. FUSTER *et al.* (1968).
 13898 Traquibasalto potásico. Colada al E de la Playa del Pozo. FUSTER *et al.* (1968).
 AG-1024 Andesita basáltica. Colada 500 m al NE del vértice Papagayo; cota 43 m. MAGNA.
 13865 Traquita. Canto en toba traquítica al N de Las Cañadas. FUSTER *et al.* (1968).
 14032 Traquita masiva al N de Las Cañadas. FUSTER *et al.* (1968).

Tabla 5.1. (Continuación).

Época	MIOCENO /Edificio Ajaches		PLIOCENO /Montaña Roja	PLEIST.INF. /A.Femés
Muestra	AG-1066	AG-1052	AG-1036	AG-1056
Si O ₂	41.18	47.46	44.79	46.35
Al ₂ O ₃	11.88	15.47	12.09	12.40
Fe ₂ O ₃	12.70	12.12	11.79	11.46
Fe O				
Mg O	10.79	4.98	10.27	9.42
Ca O	12.41	9.35	10.02	9.65
Na ₂ O	3.18	3.49	2.95	3.65
K ₂ O	0.76	1.11	1.19	0.90
Mn O	0.18	0.18	0.16	0.15
Ti O ₂	3.86	3.18	2.81	2.60
P ₂ O ₅	0.98	0.51	0.45	0.46
H ₂ O	0.27		3.47	0.97
Total	98.20	97.87	99.99	99.99
Ce	140	68	30	<20
Cr	293	51	340	341
La	76	45	22	<20
Nb	93	59	54	47
Ni	163	36	192	208
Rb	7	22	23	19
Sr	935	637	551	514
V	280	258	225	185
Y	21	22	17	15
Zr	343	260	225	205
Q		1.16		
Or	4.49	6.56	7.03	5.32
Ab	18.77	29.53	24.96	30.89
An	15.90	23.27	16.23	14.79
Ne	4.41			
Di	20.66	7.33	16.65	16.83
Hy		9.00	4.96	4.22
Ol	12.12		9.04	8.02
He	12.70	12.12	11.79	11.46
Il	0.39	0.39	0.34	0.32
Tn		7.31		
Pf	6.22		4.48	4.14
Ap	2.27	1.18	1.04	1.07
ID	27.67	37.26	32.00	36.21
FEMG	0.00	0.00	0.00	0.00
IP	0.51	0.45	0.51	0.56

AG-1066 Basanita. Dique a 2 km al SE de Femés; cota 185. MAGNA.

AG-1052 Basalto subalcalino. Colada 1 km al NE de Femés en Las Casitas; cota 420 m. MAGNA.

AG-1036 Basalto. Fragmento lávico en ladera E de Montaña Roja; cota 70 m. MAGNA.

AG-1056 Basalto. Colada en la zona S de las Breñas; cota 105 m. MAGNA.

Como un estudio de este tipo se sale necesariamente fuera de los límites de una sola hoja, se hace primero un comentario de las características generales de los ciclos en ella representados y a continuación una referencia particular y comparativa en los episodios cartografiados en esta área.

En la Tabla 5.1 aparecen listados todos los análisis de elementos mayores, menores y la norma CIPW. La clasificación tipológica de las muestras se ha llevado a cabo mediante el diagrama TAS de clasificación de rocas volcánicas de la IUGS, [LE BAS *et al.* (1986)]. La denominación de las rocas obtenida en dicho diagrama aparece al pie de la tabla, junto con la localización geográfica de las muestras y su procedencia bibliográfica. Algunas diferencias que puedan encontrarse en los contenidos de algunos elementos de rocas similares, pueden deberse, en parte, a la diversidad de procedencia de los análisis, principalmente a las técnicas analíticas empleadas.

5.1. PRIMER CICLO VOLCÁNICO. PETROLOGÍA

5.1.1. Período Mioceno. Edificio Ajaches. Tramo inferior. Coladas, piroclastos y brechas basálticas (2,3 y 5)

El tramo inferior del edificio de Ajaches está constituido fundamentalmente por basaltos olivínicos u olivino-piroxénicos, como sucede, de hecho, en la mayor parte de las zonas de la isla donde éste aflora. En menor medida existen basaltos plagioclásicos (AG-1005, 1007 y 1016). Estos últimos son composicional y texturalmente similares a las muestras de la zona del Papagayo, que se describirán posteriormente, si bien geográficamente están lo bastante alejadas como para no poder incluirlas en dicho grupo.

Basaltos olivínicos y olivínico piroxénicos. Son rocas de textura porfídica, con presencia de abundantes microfenocristales de tamaños variables, pasándose de escasamente 1,5 mm de tamaño en la mayoría de los ejemplares a casi 4 mm, como en el caso de AG-1047, que presenta un alto grado de cristalinidad. Los cristales de olivino son los más abundantes; tienen hábitos idiomorfos-subidiomorfos, pero aparecen también ejemplares de hábito esquelético y con golfos de corrosión.

Los olivinos se encuentran generalmente alterados tanto a iddingsita como a serpentina o clorofanita, con grados diferentes, según los ejemplares.

Las augitas son de menor tamaño y más escasas, estando prácticamente ausentes en los basaltos olivínicos y algo más abundantes en los basaltos olivínico-piroxénicos; suelen presentar zonado, tanto concéntrico como en "reloj de arena" y en ocasiones maclado. La muestra AG-1002 presenta un fenocristal anormalmente grande de augita (mayor de 4 mm) alotriomorfo, con abundantes golfos de corrosión y caras redondeadas, posiblemente disgregado de enclaves máficos-ultramáficos subyacentes, arrastrados por el magma en su ascensión.

Las matrices son de aspecto variado, hialocristalinas en el caso de las bombas y piroclastos, muy oscuras, con vidrio, plagioclasa y posible augita, y microcristalinas en el caso de las coladas, estando constituidas por abundantes microlitos de plagioclasa, augita (granuda y tabular), y opacos granulares dispersos. Como minerales tardíos, rellenando microvesículas y microfracturas, aparecen calcita, ceolita, analcima y en ocasiones serpentina.

Las *brechas* muestreadas consisten en fragmentos subredondeados de composición basáltica, predominando los basaltos de tipo olivínico y en ocasiones con algo de biotita. La matriz muy oscura y de escaso grado de cristalinidad, esta formada por vidrio, augita, opacos y esporádicos microlitos de plagioclasa. Rellenando microintersticios aparece escasa plagioclasa.

Basaltos plagioclásicos. Se trata de rocas porfídicas con plagioclasa tabular de tamaños entre 0,7 y 1,3 mm, con maclado simple y polisintético. El olivino está iddingsitizado y la augita es escasa, presentando zonado y fenómenos de reabsorción en sus bordes. Igualmente se observan anfíboles de color pardo-marrón, muy pleocroicos, parcialmente alterados a opacos granulares en sus bordes.

Generalmente asociada a zonas serpentinizadas, se observa biotita de escasa nucleación y con baja birrefringencia (¿posibles flogopitas?).

La matriz es de aspecto variable, desde hialocristalina, a muy rica en plagioclasa y parcialmente orientada, con augita, olivino y opacos granulares dispersos.

Intrusiones, coladas y brechas sálicas e intermedias (Área del Papagayo) (6, 6b y 7)

Los afloramientos del área del Papagayo presentan un carácter un tanto excepcional no sólo entre los afloramientos de la hoja de Femés, sino en el conjunto de la isla de Lanzarote. En este área se observa, con inusual frecuencia, la presencia de basaltos plagioclásicos y traquibasaltos, casi ausentes en otros lugares de los macizos miocenos de la isla.

Estas rocas, concentradas preferentemente en los alrededores de la playa del Papagayo, parecen constituir la manifestación de un proceso de inicio de diferenciación magmática, sin llegar, no obstante, a los últimos diferenciados sálicos.

Desde el punto de vista puramente petrológico, resulta un tanto artificioso distinguir tipos dentro de este conjunto de rocas, al observarse realmente una serie transicional continua desde basalto olivínico-plagioclásico-augítico a basalto afanítico-plagioclásicos, y finalmente traquibasaltos, traquitas máficas y traquitas.

A medida que se progresa en dicha serie, se observa:

- Un descenso continuo en el contenido de olivino de las rocas.
- Una reducción en el número y tamaño de los fenocristales, hasta la práctica desaparición de éstos.
- La evolución de la textura de la matriz, pasándose de microcristalina a matrices orientadas de tipo fluidal.

Es igualmente característico de este tipo de rocas la presencia de cristales de anfíbol, de color pardo-marrón, muy pleocroico y con pseudomorfización parcial de sus bordes a opacos granulares (proceso de reabsorción).

Algo más escasa resulta la presencia de biotita, generalmente asociada a zonas serpentinizadas y con marcada birrefringencia pardo-rojiza.

Este conjunto de rocas presenta diversos grados de alteración, observándose tanto procesos de iddingsitización como de serpentización o alteraciones más complejas del olivino a cloro-

faeita-iddingsita-talco. La plagioclasa, por el contrario, suele presentarse inalterada, con excepcionales fenómenos de carbonatación.

Como minerales tardíos, rellenando microvesículas y microfracturas, pueden aparecer serpentina, calcita, ceolita y/o analcima.

Tramo superior. Coladas y piroclastos basálticos (10 y 11)

Petrográficamente apenas se observan diferencias entre los tramos inferior y superior. Las rocas predominantes son basaltos de tipo olivínico u olivínico-piroxénico.

Basaltos olivínicos y olivínico-piroxénicos. Por regla general, constan de abundantes microfenocristales de olivino de diversos tamaños (generalmente entre 0,2 y 3 mm), de hábito entre idiomorfo y subidiomorfo, presentando en ocasiones aspecto esquelético. La augita es mucho menos abundante que el olivino, formando cristales idiomorfos zonados, con bordes titanados de color rosado.

La matriz suele ser de tipo microgranudo, estando constituida por augita, opacos granulares y plagioclasa, ya sea en forma alotriomorfa como microlitos idiomorfos, estos últimos rara vez orientados.

Como procesos de alteración, se observa de manera predominante iddingsitización del olivino, si bien en ocasiones puede estar acompañado de procesos de serpentinización o alteraciones complejas a clorofacita-talco-serpentina. En algunas zonas serpentinizadas se aprecia la presencia de biotita de escasa nucleación.

Basaltos plagioclásicos. Son escasos y sin una concentración geográfica definida. Suelen tener alto grado de cristalinidad y abundantes microfenocristales de olivino de hasta 3 mm, junto a plagioclasas tabulares de tamaños parecidos, en ocasiones agrupadas y formando glomérulos de aspecto radial. La augita suele ser de menor tamaño y algo menos abundante.

Por lo general, las matrices son de tipo intergranular, formadas por abundantes microlitos de plagioclasa entrecruzada, augita y opacos granulares dispersos.

Existen variedades de basaltos plagioclásicos afaníticos o afíricos, que apenas contienen microfenocristales, salvo esporádicas plagioclasas de tendencia idiomorfa, macladas y en ocasiones zonadas, en las que se pueden observar en sus bordes fenómenos de reabsorción.

La matriz, generalmente fluidal, consta de microlitos orientados de plagioclasa, augita, olivino iddingsitizado y opacos granulares dispersos.

A diferencia del tramo inferior, no se observan ejemplares de traquibasaltos y no resulta sencillo resaltar en esta formación la misma progresión y evolución entre los tipos de rocas que se destacó allí, al referirse al área del Papagayo, si bien este hecho puede deberse a un defecto de muestreo.

Intrusivos básicos y microgabros (8 y 4)

Las intrusiones asociadas al tramo medio-superior tienen básicamente la misma composición que la mayor parte de las coladas anteriormente descritas, tratándose de basaltos olivínicos y olivínico-piroxénicos, cuya única característica reseñable es su alto grado de cristalinidad.

La muestra AG-1030 es una roca microgranuda, constituida por abundantes cristales de plagioclasa tabular de gran tamaño (hasta 4 mm), presentando tanto maclado de tipo polisintético como zonado concéntrico. El olivino resulta igualmente muy abundante, con cristales raramente mayores de 1,2 mm, desde alotriomorfos a subidiomorfos, alterados en su práctica totalidad a iddingsita. Ocupando espacios entre los cristales anteriormente descritos, cristalizan plagioclasa tabular de entre 0,3 y 0,8 mm, augita, óxidos y opacos granulares dispersos. Aparece igualmente escasa calcita tardía rellenando microcavidades.

Diques. (1)

El estudio de los diques que atraviesan el edificio de los Ajaches permite distinguir los mismos tipos petrográficos de las coladas y piroclastos.

Así, de igual modo, se efectúa una clara distinción entre los diques asociados al área del Papagayo, constituidos por basaltos plagioclásicos porfídicos y basaltos plagioclásicos afaníticos, y los diques basálticos olivínicos, piroxénicos y olivínico piroxénicos de las otras zonas.

Episodios tardíos. Coladas basálticas (12)

Esta unidad tiene una escasa representación cartográfica, y las muestras estudiadas son basaltos olivínico-piroxénicos, sin ninguna característica diferenciadora reseñable respecto de otras análogas ya descritas en los otros tramos.

5.2. PRIMER CICLO VOLCÁNICO. GEOQUÍMICA

En el primer ciclo magmático de la isla se distinguen dos tendencias de variación geoquímica claramente diferenciadas, y en ambos casos alcalinas. Una de ellas, la más antigua, correspondiente al edificio Ajaches, sigue una evolución que va desde términos basálticos hasta tipos diferenciados (traquitas), entre los que se suceden términos intermedios (traquibasaltos). La siguiente, posterior en el tiempo y generadora de Famara y el Dominio central, se caracteriza por su carácter más subsaturado y mayor alcalinidad, en la que los tipos dominantes son basanitas y donde no existen episodios diferenciados.

5.2.1. Macizo mioceno de Ajaches

La evolución geoquímica del macizo de Ajaches expuesta arriba está reflejada gráficamente en el diagrama TAS de la Figura 5.1, donde se observa que los tipos presentes en esta área son basaltos, traquibasaltos y traquitas, Tabla 5.1. Una evolución similar en todo este macizo es señalada también por CARRACEDO y RODRÍGUEZ BADIOLA (1993), con mayor número de muestras disponibles.

No es frecuente la presencia de tipos andesíticos en estas islas oceánicas, por lo que puede considerarse como una anomalía y pensar que realmente son rocas traquibasálticas. En los términos basálticos muestreados, cabe señalar las diferencias en algunos contenidos elementales y sobre todo en la afinidad toleítica de la muestra AG-1052, por su contenido en Hy normativa, que hace que se clasifique como basalto subalcalino.

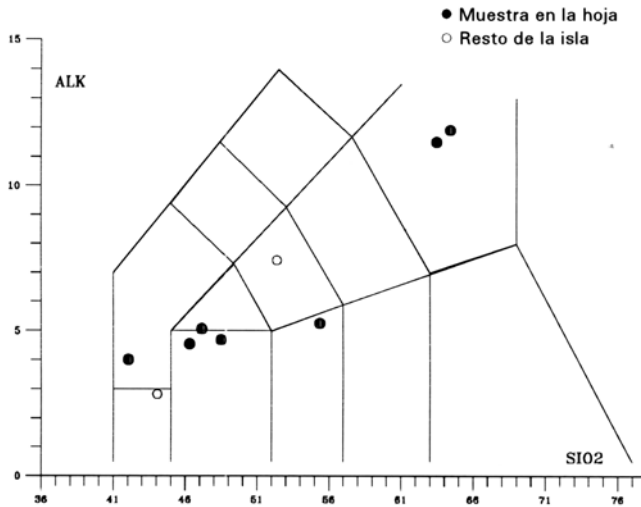


Fig. 5.1. Diagrama TAS del período Mioceno.

Los términos traquíticos del área del Papagayo corresponden a las rocas más diferenciadas dentro del edificio, destacando en ellas su carácter saturado (Q normativo) el contenido en hypersatena normativa. Por otro lado, muestran un índice de peralcalinidad muy elevado.

Entre los diques muestreados, uno corresponde a una basanita (AG-1066), composición ésta no detectada en su estudio petrográfico. La presencia de estos términos más alcalinos en Ajaches es poco frecuente y posiblemente hay que relacionarla con manifestaciones tardías en el edificio, ya próximos en el tiempo a las emisiones miocenas del Dominio central o miopliocenas de Famara, donde ya no son excepcionales. Se observa por tanto también en Ajaches una posible evolución hacia términos más alcalinos y subsaturados en las últimas emisiones.

En las muestras en las que se dispone de su contenido en elementos menores no se observan particularidades destacables para el tipo de roca a que corresponden.

Considerando las muestras presentes en esta hoja, se observa en el diagrama de variación óxidos/SiO₂ (Fig. 5.2) una pauta característica de un proceso de cristalización fraccionada, con disminución de los contenidos en P₂O₅, TiO₂, MgO, Fe, CaO y MnO conforme progresa la diferenciación (hacia las traquitas) y enriquecimiento relativo en álcalis y alúmina.

5.3. SEGUNDO CICLO VOLCÁNICO. PETROLOGÍA.

5.3.1. Período Plioceno. Edificio Montaña Roja (17 y 18)

Destaca la enorme homogeneidad petrográfica de las lavas emitidas por este edificio y la menor cristalinidad con respecto a la de las emisiones miocenas. Se trata, en todos los casos, de

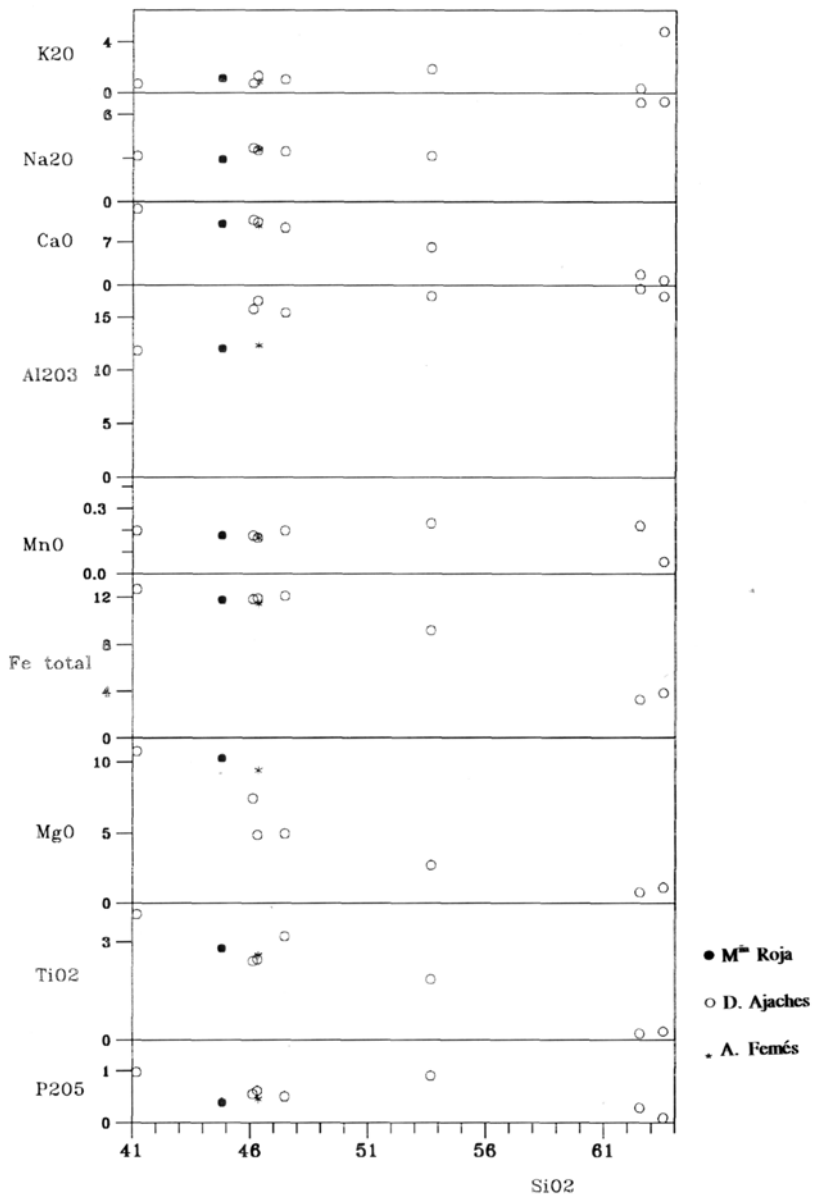


Fig. 5.2. Diagrama de variación de elementos mayores.

basaltos olivínicos de baja cristalinidad, compuestos por abundantes microfenocristales de olivino de escaso tamaño, apenas algo mayores que la matriz circundante, y cuyos ejemplares mayores rara vez alcanzan los 2 mm. Acompañan al olivino esporádicas augitas subidiomorfas de color rosado y zonadas, nunca mayores de 1,2 mm.

La matriz está formada por microlitos de plagioclasa, augita y opacos presentándose en forma de cristales alargados, en forma esquelética, o como gránulos dispersos.

Rasa marina pliocena (13)

Los ejemplares muestreados consisten en rocas carbonatadas formadas por sucesivas alternancias entre biomicritas y bioesparítas muy ricas en fósiles, apareciendo estos últimos escasamente fragmentados y clasificados. Se observa una mayor proporción de óxido en los niveles de grano más fino.

Arenas eólicas pliocenas (15)

Se trata básicamente de arenas carbonatadas de tipo bioesparítico, formadas por abundantes restos fósiles escasamente fragmentados y con gran clasificación en cuanto a su tamaño, por lo general muy parecido, cementados entre sí por una matriz carbonatada de tamaño esparítico.

5.3.2. Período Pleistoceno inferior. Edificio Montaña Bermeja (21 y 22)

Las lavas de Montaña Bermeja presentan composiciones basálticas de tipo olivínico con abundantes microfenocristales de olivino, de escaso tamaño (rara vez mayores de 1,2 mm).

Destaca la presencia de microenclaves de composición dunitica, así como de cristales aislados de olivino xenomorfo con extinción ondulante y maclado dinámico, probablemente disgregado de esos enclaves.

La matriz de estas rocas suele ser muy fina y bastante oscura, resultando complicada su identificación. Aparece en ella abundante augita, opacos granulares dispersos y plagioclasa microclítica más bien escasa.

Son muestras muy vesiculares, observándose su relleno parcial por vidrio, calcita y/o ceolita.

Alineación Gritana-Bermeja-Mina (21)

Dentro de las alineaciones cuaternarias de esta hoja, es la única que presenta alguna característica propia respecto a las demás, al observarse no sólo ejemplares de basaltos olivínicos, sino también basanitas modales. Los primeros son en todo similares a los tipos equivalentes en otras emisiones de esta edad.

Basanitas. Se caracterizan por la práctica ausencia de plagioclasa, la cual se presenta únicamente en forma de pequeños cristales alotriomorfos muy escasos, en pequeñas zonas concretas de la matriz, lo que parece indicar un posible origen tardío.

Los microfenocristales de olivino son abundantes, predominando los de pequeño tamaño (entre 0,3 y 0,6 mm), subidiomorfos, con alteración a iddingsita, preferentemente en los bordes de los cristales.

La matriz consta sobre todo de augita tabular y opacos granulares dispersos. Aparecen abundantes microvesículas subredondeadas, rellenas en parte por calcita. También se observan dispersos por la matriz, algunos fragmentos basálticos muy oscuros, con augita olivino y matriz vítrea formada por opacos y plagioclasa, posiblemente arrastrados por la colada.

Alineación de Femés (22 y 23)

Básicamente aparecen basaltos olivínicos porfídicos, formados por abundantes microfenocristales de olivino de escaso tamaño en una matriz microcristalina con microlitos de plagioclasa, augita y opacos granulares dispersos, similares a otros descritos con anterioridad.

5.3.3. Período Holoceno. Rasa marina erbanense

Estos depósitos están formados básicamente por abundantes fragmentos de basaltos olivínicos y cristales sueltos de augita y olivino, así como abundantes restos fósiles, cementados, todos ellos, por calcita de tipo micrítico y rara vez esparítico (caso de algunas ruditas).

5.4. SEGUNDO CICLO VOLCÁNICO. GEOQUÍMICA

El segundo ciclo magmático se caracteriza por la presencia de términos de naturaleza básica con tipos basálticos y basaníticos, estando ausentes rocas con mayor grado de dife-

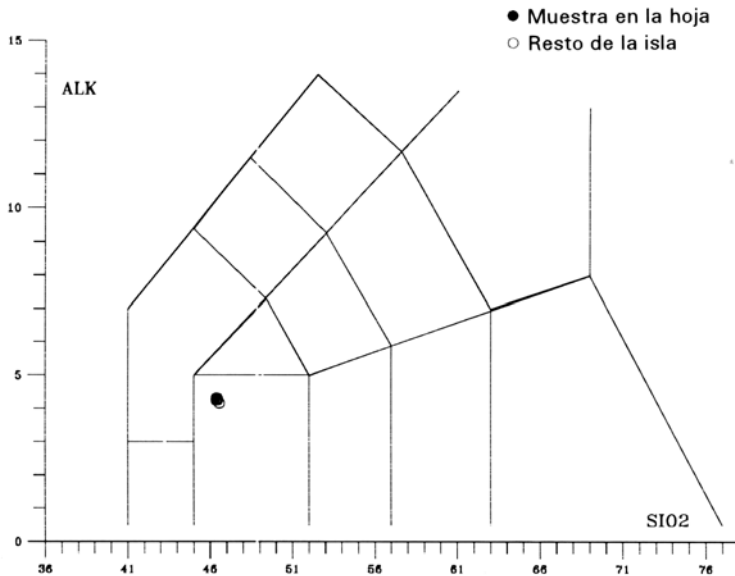


Fig. 5.3. Diagrama TAS del período Plioceno.

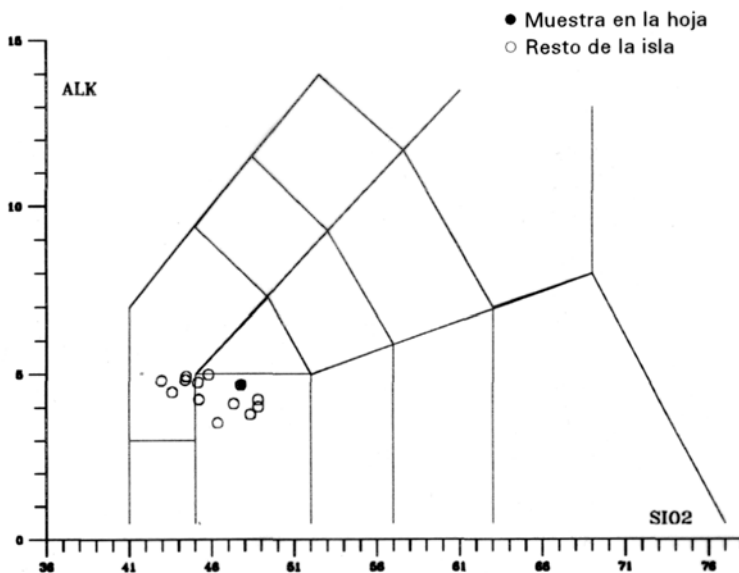


Fig. 5.4. Diagrama TAS del período Pleistoceno inferior.

renciación. El período de erupciones históricas del siglo XVIII (erupciones de Timanfaya), muestra otra vez más variación, con una evolución desde basanitas en los primeros episodios a basaltos en los finales, y aunque la tendencia general es alcalina, en estos finales se observan afinidades toleíticas. En la erupción de 1824, los materiales emitidos son únicamente basanitas.

5.4.1. Período Plioceno

La única muestra disponible de este período es una colada de lava de Montaña Roja, que según las dataciones radiométricas, [COELLO *et al.* (1992)], es el único edificio Plioceno de la isla. En el diagrama TAS, (Fig. 5.3) se observa que sus emisiones son basálticas, las cuales en principio no muestran peculiaridades dignas de mención.

5.4.2. Período Pleistoceno inferior

Se han muestreado las emisiones de los volcanes de Femés en la zona de las Breñas, proyectándose en el diagrama TAS, (Fig. 5.4), en el campo de los basaltos. Se observa pues concordancia con lo visto en el estudio petrográfico de estas emisiones. Desde el punto de vista composicional, quedan incluidas dentro del comportamiento general de este período considerando

en su totalidad a la isla. Cabe destacar su bajo grado de diferenciación y su carácter poco alcalino, dentro de la tendencia alcalina general de las emisiones cuaternarias.

6. HISTORIA GEOLÓGICA

La isla de Lanzarote forma con la de Fuerteventura un dominio común, alargado según una dirección N35°-40°E. Se levanta sobre un fondo marino profundo de unos 3.000 m de profundidad, en la zona occidental, y de 1.500 m en el borde africano.

En Lanzarote, a diferencia de Fuerteventura, no se ha observado en superficie el Complejo Basal. Por tanto, las rocas más antiguas que afloran son los materiales basálticos del Mioceno. Estas rocas aparecen, fundamentalmente, en dos macizos localizados al norte y sur de la isla y que reciben, respectivamente, los nombres de Dominio de Famara y Dominio de los Ajaches. Dada la localización de esta hoja, en el extremo sur de la isla, los materiales miocenos (aflorantes) pertenecen al Dominio de los Ajaches.

Un importante edificio mixto de carácter estratovolcánico se erigió en esta zona, no quedando hoy en día nada más que el relieve relicto de los Ajaches. Evidentemente, el edificio original debió de ser mucho más grande, inclusive se especula con la posibilidad de que hubiera alguna relación espacial entre Ajaches y el edificio Tetir, al norte de Fuerteventura, dada la sincronización de las dos emisiones.

Según las dataciones radiométricas de IBARROLA *et al.* (1988), el período de emisión del edificio de los Ajaches se produjo muy rápidamente, entre 15,5 y 12,3 m.a. Después de que se construyera este potente relieve basáltico tiene lugar un largo período erosivo que se ve interrumpido con las emisiones puntuales de 6,6-6,1 m.a (datos de IBARROLA *et al.* (op. cit) que se refieren a coladas localizadas en la vecina hoja de Yaiza, concretamente en las Salinas del Janubio y en una cantera cercana a Tías). En esta hoja no se tienen pruebas de la existencia de coladas pertenecientes a este último período de emisión, pero tentativamente se han asignado a los Episodios Tardíos algunas coladas que se adaptan al paleorrelieve mioceno y algunos intrusivos que perforan la serie. Junto al borde norte de la hoja, en el Pico de Naos, se intentó datar radiométricamente una colada de estas características pero se desechó la muestra debido a la existencia de algunos rellenos secundarios de ceolitas y carbonatos no apreciables de "visu".

Después de estas emisiones aisladas tardimiocenas, en la zona costera suroccidental se instala una plataforma de abrasión (rasa marina pliocena), que hoy en día aparece levantada a unos 40 m por encima del nivel del mar. Además, se desarrollan depósitos detríticos de tipo aluvial que rellenan los paleorrelieves miocenos y se depositan fundamentalmente en este sector SE, cercano a la costa.

Asimismo, en estas épocas pliocenas debía, existir un fuerte régimen de vientos, que favorecido por un clima árido y seco, provocó el desarrollo de campos de dunas. En esta hoja estos depósitos aparecen escasamente desarrollados. Posteriormente estas arenas se removilizan hasta épocas actuales existiendo auténticas dunas vivas, como las que aparecen en la zona del Papagayo y Playa de las Mujeres.

Durante el Plioceno superior, hace aproximadamente 2,7 m.a., se reinicia la actividad volcánica con la emisión del edificio Montaña Roja. Este volcán, situado en el extremo occidental de la hoja debió de surgir en zonas cercanas a la costa, ya que existen algunos indicios de actividad hidromagmática, aunque rápidamente su régimen cambió a ser estromboliano. Un gran campo de lavas se instaló sobre la rasa pliocena.

En épocas más recientes (Cuaternario) tiene lugar un nuevo episodio volcánico. Se trata de la Alineación de Femés, constituida por varios edificios volcánicos, de los cuales en esta hoja sólo aparece la Caldera de Maciot y la parte meridional de otro de los edificios de Femés. Esta alineación se sitúa paralelamente a los Valles de Fena y Femés, ambos probablemente condicionados por la tectónica. Las lavas de estos edificios se deslizaron por las laderas del macizo de los Ajaches y llegaron hasta las proximidades de la costa en la zona del Berrugo, superponiéndose sobre los malpaíses del volcán de Montaña Roja.

En el Pleistoceno superior, hace aproximadamente unos 100.000 años se generan nuevos depósitos marinos (rasa marina jandiense). Hoy en día se encuentran muy arrasados y deteriorados debido a la actividad humana, en zonas costeras, y al arrasamiento que han sufrido en épocas holocenas (rasa marina erbanense). Esta última rasa aparece situada entre 0,5 y 1 m sobre el nivel de mar y la jandiense alcanza alturas de hasta 2-3,5 m.

Durante el Cuaternario se continúa el encajamiento de la red de drenaje y el retroceso de los acantilados. Además, adosados a las laderas de los relieves miocenos, aparecen potentes depósitos coluvionares.

7. HIDROLOGÍA E HIDROGEOLOGÍA

Las principales fuentes bibliográficas sobre los conocimientos hidrogeológicos de Lanzarote son el reciente Plan Hidrológico de Lanzarote, [CABILDO INSULAR DE LANZAROTE y GOBIERNO DE CANARIAS (1992)], el trabajo de síntesis sobre las Aguas Subterráneas de España del ITGE (1989) y el de ITGE (1992). Estudios hidrogeológicos como el SPA/15 (1975) y MAC-21 (1976), aunque antiguos, son todavía de gran interés y sirven aún de base para la mayoría de los trabajos que posteriormente se han realizado, ya que muchos de ellos no han generado nueva información que actualice los datos anteriores. Al carecer de suficientes datos específicos en esta hoja, gran parte de los que se citan proceden de la consideración del conjunto de la isla, según son expuestos en los trabajos y estudios mencionados.

7.1. HIDROLOGÍA

Climatología

La isla de Lanzarote es una de las más áridas del archipiélago canario, pudiéndose clasificar su clima como desértico y seco. Aunque no hay grandes oscilaciones térmicas entre diferentes zonas de la isla, sí se observan fuertes contrastes térmicos diurnos/nocturnos, con oscilaciones entre 15 y 17 °C en un mismo día, siendo la oscilación media anual de 8 °C, [MARZOL (1988)]. Las temperaturas medias son del orden de 20-22 °C y la insolación suele ser alta durante gran parte del año.

Los vientos son frecuentes y de intensidad moderada, con una componente dominante NNE, modificada en algunos sectores por la presencia de accidentes topográficos.

Pluviometría

En Lanzarote el régimen de lluvias se caracteriza por su escasez anual [máximo inferior a 300 mm/año y una media de apenas 155 mm/año, ITGE (1990)], baja intensidad e irregularidad en el tiempo y en el espacio. Las máximas precipitaciones corresponden a los meses de invierno (diciembre-enero), frente a unas precipitaciones insignificantes en los meses de verano (junio, julio y agosto).

La escasa pluviosidad de la isla de Lanzarote se debe en parte a la baja altitud de sus relieves (en el sur de la isla, la Atalaya de Femés sólo tiene 608 m), que no alcanzan la cota de inversión del alisio (alrededor de 700 m), principal portador de lluvia al archipiélago.

En el mapa de isoyetas de la isla, (Fig.7.1), quedan reflejadas las escasísimas precipitaciones (menos de 100 mm/año) en el sur y oeste de la hoja, principalmente en las zonas costeras. Se aprecia una zona con precipitaciones algo mayores correspondiente a los relieves del macizo de Ajaches (entre 100 y ligeramente por encima de 150 mm/año).

Las precipitaciones medias mensuales en la hoja se indican en la Tabla 7.1, según son tomadas del SPA/15 y del Servicio Hidráulico de Las Palmas [en MARZOL (1988)]. Como se ve, en el pueblo de Femés, situado en una zona relativamente elevada del macizo de Ajaches, las precipitaciones son superiores a las medidas en estaciones costeras.

Tabla 7.1. Precipitaciones medias mensuales (mm) en la hoja de Femés. SPA/15 (1975) y MARZOL (1988 (*))

ESTACION	O	N	D	E	F	M	A	MY	J	JL	A	S	TOTAL
LAS BREÑAS	9,2	18,4	22,5	18,9	14,8	7,3	4,3	1,2	0,1	0,0	0,0	1,5	98,2
FEMES	16,2	27,4	30,9	30,8	19,2	10,4	8,6	1,8	0,2	0,0	0,1	4,0	149,6
PECHIGUERA (Faro)	11,3	20,2	19,1	18,1	12,8	5,7	4,8	1,2	0,0	0,0	0,0	2,0	95,2
PLAYA BLANCA	12,3	19,0	21,5	19,9	12,5	5,8	3,9	0,9	0,0	0,0	0,0	1,8	97,6
PLAYA QUEMADA	9,6	17,3	21,2	19,6	13,4	6,3	4,8	0,6	0,1	0,0	0,0	3,9	96,8
PECHIGUERA (Faro) (*)	9,4	18,8	18,0	16,7	14,2	7,3	4,3	1,4	0,0	0,0	0,0	2,6	92,7
LAS BREÑAS (*)	8,3	19,7	21,4	19,1	15,0	11,6	3,4	1,5	0,0	0,0	0,0	2,0	102,0

El Plan Hidrológico de Lanzarote (*op. cit.*), al efectuar el balance hidrogeológico de la isla, aporta datos de evapotranspiración del 89% y una escorrentía superficial de 1,6 mm/año, establecidos en 2 hm³/año, según ITGE (1990).

La infiltración aproximada del agua en terreno, para el conjunto de la isla, se determinó en 4,1 mm/año, obteniéndose mayores valores de infiltración en las áreas ocupadas por materiales más permeables, como son los malpaíses basálticos más recientes.

En la Tabla 7.2. se resumen las principales características hidrológicas de la isla.

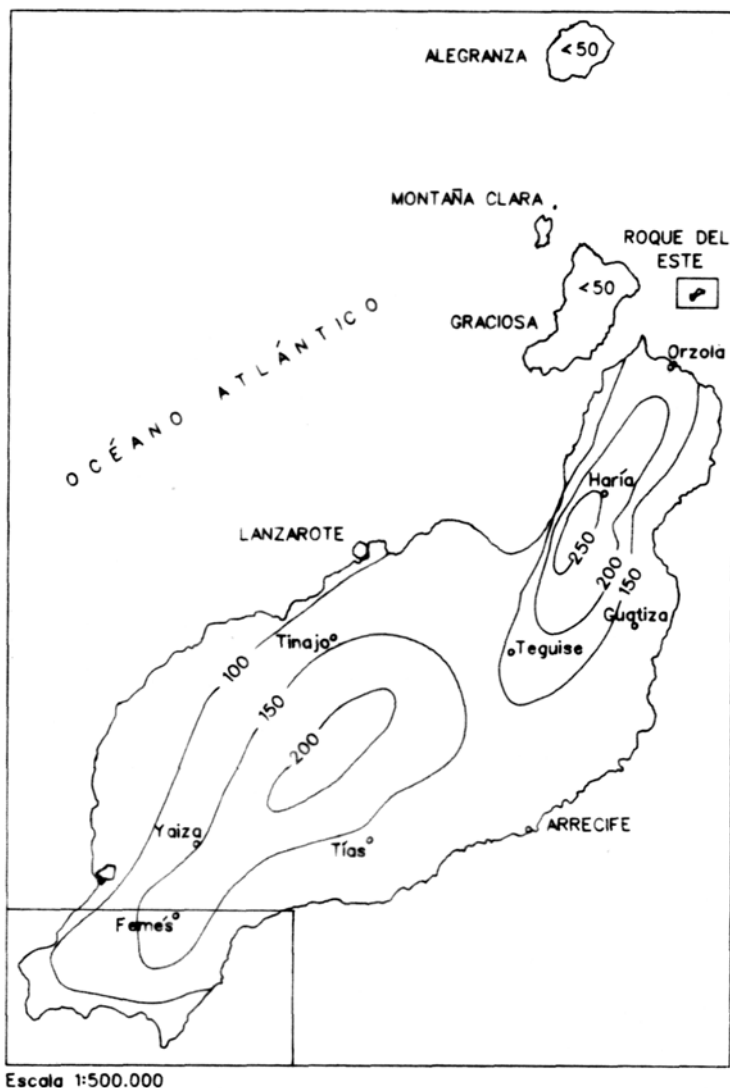


Fig. 7.1. Esquema de isoyetas de la isla de Lanzarote. Modificado de MARZOL. (1988).

Cuencas y cauces principales.

La red hidrográfica en esta área tiene cierta importancia únicamente en el macizo de Ajaches, donde los barrancos tienen anchuras y recorridos de consideración y tienen un encajamiento notable. Como principales cauces cabe citar los barrancos del Valle, del Agua, la Corona, Fraile, la Higuera, la Casita, de los Dises, Parrado, Vallito Negro y Valle Juan Perdomo, todos ellos con barranqueras y torrentes asociados, que en conjunto configuran una red en gran medida diversificada. En las zonas ocupadas por materiales pliocenos y cuaternarios, la erosión no ha sido capaz aún de excavar cauces de importancia.

Aprovechamiento de los recursos superficiales e infraestructuras hidráulicas básicas

La infraestructura de aprovechamiento de las aguas superficiales es escasa, dada la ausencia de escorrentías de cierta entidad. El único embalse de cierta importancia de la isla de Lanzarote es la presa de Mala, situada cerca del pueblo de Mala, dentro de la hoja de Haría.

**Tabla 7.2. Resumen de las características hidrológicas.
(Plan Hidrológico de Lanzarote 1992).**

Precipitación	155,7 mm/año
Escorrentía superficial	1,6-2 mm/año
Infiltración	4,1 mm/año
EVT	150 mm/año

Otros elementos de aprovechamiento de la escorrentía superficial lo constituyen obras de menor envergadura, como son los represamientos tradicionales sobre los cauces de los barrancos: nateos, gavías y maretas. Por otra parte, en la mayoría de las casas se aprovechan las escasas aguas de lluvia mediante la construcción de recogedores en el techo, que las canalizan luego hacia aljibes. Además, existen bastantes aljibes y estanques diseminados por la superficie de la isla.

No existe un inventario actualizado del número de estos depósitos ni de su capacidad real de almacenamiento. El Plan Hidrológico vuelve a citar datos del SPA/15 (1975), en el que se estimó una capacidad de almacenamiento conjunta de 18.000 m³, utilizándose el 20% de ella a lo largo de un año normal.

7.2. HIDROGEOLOGÍA

Los recursos hidráulicos subterráneos de la isla de Lanzarote son muy escasos, lo que hace que actualmente la extracción de estas aguas sea cada vez más reducida y que la producción de agua desalada sea una práctica cada vez más común.

Características hidrogeológicas generales de los materiales volcánicos

En general, la sucesión e imbricación de coladas, depósitos piroclásticos, sedimentos, almágres e intrusivos hacen de las formaciones volcánicas un medio heterogéneo, que condiciona enormemente el flujo y almacenamiento del agua subterránea. Asimismo, los procesos posteriores al emplazamiento y consolidación de los materiales modifican también su comportamiento primario.

La permeabilidad por fracturación y la porosidad de los materiales volcánicos va asociada en las coladas de lava a la zona afectada por disyunción columnar y a los tramos escoriáceos de sus bases y techos. Los tramos impermeables o poco permeables se deben mayormente a la presencia de rocas compactas sin fisurar y sin conexión de vesículas, presencia de almargres y depósitos piroclásticos alterados; en general, estos hechos condicionan y afectan al movimiento del agua en sentido vertical. Por otro lado, los diques y cuerpos intrusivos que cortan las lavas y piroclastos representan barreras a la circulación horizontal, si bien en casos en que estén fisurados pueden constituir zonas de permeabilidad preferente.

La elevada permeabilidad primaria de los materiales más modernos (malpaíses cuaternarios) contrasta con la de los más antiguos, como los basaltos miopliocenos de Ajaches, situados en esta hoja, en los que los procesos de alteración, rellenos de fisuras y huecos y la compactación en profundidad los hacen más impermeables.

En la Figura 7.2 se presenta un esquema hidrogeológico simplificado de la isla de Lanzarote, adaptado de la cartografía MAGNA a escala 1:25.000.

Formaciones acuíferas

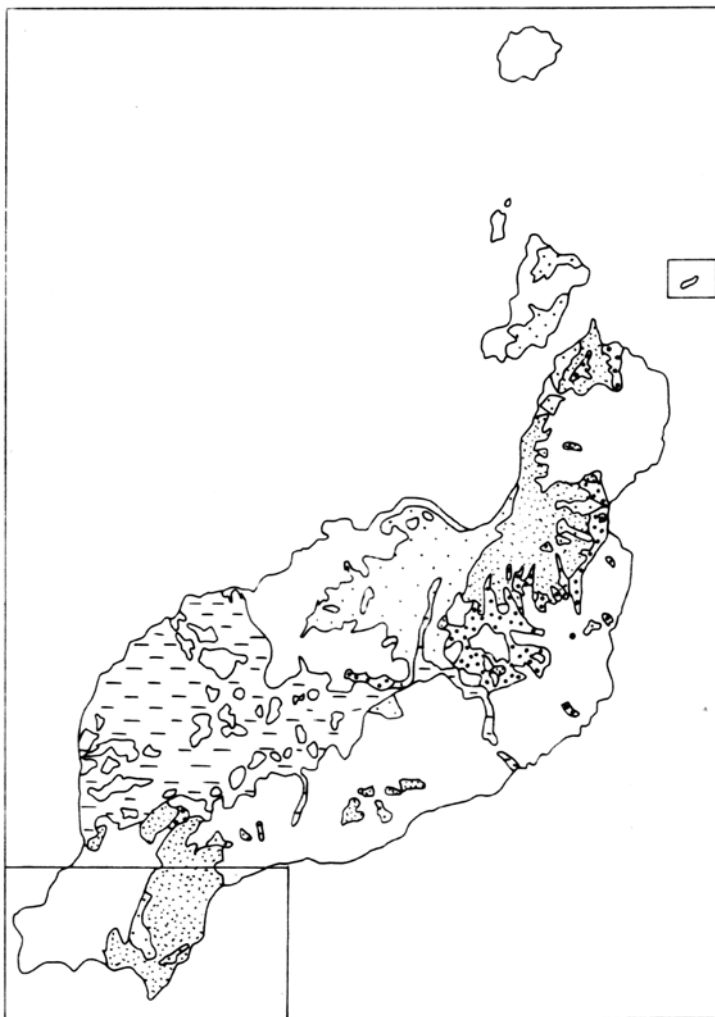
Desde el punto de vista hidrogeológico, en el ámbito de la hoja de Femés la principal formación acuífera la constituyen los materiales basálticos de edad miocena, que conforman el macizo de Ajaches. En el resto de formaciones, por sus características hidrogeológicas, potencia, posición topográfica, etc., no existen niveles saturados de importancia.

De toda la isla, el macizo de Famara, en el norte, es el que presenta mejores condiciones hidrogeológicas, siendo a su vez el más estudiado (proyectos SPA/15 y MAC-21). Las observaciones realizadas en sondeos en esa zona configuran un esquema general de flujo subterráneo dominante de componente vertical, interrumpido localmente por zonas o niveles impermeables, que dan lugar ocasionalmente a niveles saturados colgados a diferentes alturas. A menor cota, próximo al nivel del mar, se establece un flujo horizontal con una débil componente vertical descendente en el centro y otra ascendente cerca de la costa.

Los materiales del macizo de los Ajaches, si bien menos estudiados, parecen ajustarse en línea general al comportamiento de aquellos últimos, dada su similitud geológica. No obstante, en este macizo, los valores de permeabilidad y porosidad resultan sensiblemente inferiores a los de Famara, oscilando, según las zonas, entre 0,01-0,1 y 0,0002 m/día. Este hecho puede deberse a la mayor antigüedad de las coladas del macizo de los Ajaches, lo cual implica un mayor relleno de vesículas por carbonatos y ceolitas que da lugar a una menor porosidad y permeabilidad.

En materiales más recientes, como los malpaíses cuaternarios de la zona central de la isla que algunos afloran en el zona noroeste de la hoja, se han obtenido permeabilidades del orden de 1 m/día cerca de las Montañas del Fuego.

Las medidas de porosidad total de los materiales de la isla son escasas, pero los datos generales indican que presentan una porosidad eficaz baja. Así, en los basaltos miocenos de Ajaches se obtiene una porosidad eficaz a drenaje lento entre 0,03 y 0,05 m/día mientras que en coladas basálticas cuaternarias próximas a Arrecife, ésta varía entre 0,01 y 0,02 m/día, para la roca masiva y del orden de 0,40 para las zonas escoriáceas. De los materiales presen-








- 
 Depósitos detríticos cuaternarios indiferenciados (arenas eólicas, aluviales, coluviales.) PERMEABLE
- 
 Depósitos areno-arcillosos cuaternarios IMPERMEABLE A PERMEABILIDAD BAJA
- 
 Coladas y piroclastos basálticos cuaternarios (históricos) ELEVADA PERMEABILIDAD POR FISURACION
- 
 Coladas y piroclastos basálticos pliocenos y cuaternarios PERMEABILIDAD MEDIA-ALTA POR FISURACION
- 
 Coladas intrusivas y piroclastos Mio-pliocenos PERMEABILIDAD BAJA A IMPERMEABLE

Fig 7.2. Esquema Hidrológico de la Isla de Lanzarote.

tes en esta hoja no se dispone de datos fidedignos, pero puede suponerseles similares a estos últimos.

Aprovechamiento de los recursos subterráneos

El aprovechamiento de las aguas subterráneas en la isla se realiza a través de pozos, galerías y nacientes.

Pozos. En esta zona sur de la isla, cerca del Papagayo, existen algunos pozos enclavados en materiales basálticos del macizo de Ajaches, [SPA/15 (1975)]. Sus producciones son bajas, si bien en determinados casos con buena calidad de agua (100-700 ppm de cloruros), por ejemplo, en el barranco de los Pozos, con 0,1 m/día. En otros la salinidad era notablemente superior.

Nacientes. Mientras que en el macizo de Famara son relativamente frecuentes, son mucho más escasos en Ajaches, correspondiendo siempre a pequeños rezumes o goteos.

Pueden aparecer en el contacto entre niveles lávicos y piroclásticos o almargres, debido a la diferente permeabilidad entre ellos, así como entre lavas y depósitos sedimentarios.

Los valores de producción de estos nacientes de aguas, estimados en SPA/15 (*op. cit.*) y citados anteriormente, deben considerarse hoy bastante reducidos y casi despreciables en cuanto al conjunto total de recursos explotados.

Galerías. Las únicas que existen en Lanzarote son las de Famara.

Actualmente la explotación de aguas subterráneas a partir de pozos y galerías en Lanzarote es muy reducida, encontrándose alrededor de 200.000 m³/año, según el Plan Hidrológico, frente a los 364.000 m³/año del año 1972 citados en el SPA/15 (1975).

7.3. PIEZOMETRÍA

En la Figura 7.3. se presenta el mapa piezométrico de la isla tomado del Plan Hidrológico, encuadrando el área de la hoja de Femés. Este mapa es prácticamente igual al que ya fue elaborado en el SPA/15 (1975) y tal cual fue incorporado también a los trabajos de ITGE (1989) e ITGE (1992). Al no existir datos más recientes, no es posible realizar un seguimiento de la evolución de los niveles piezométricos. En él, gran parte de las líneas isopiezas son supuestas, al carecer de suficientes puntos de control de agua a lo largo de su superficie.

En los apilamientos lávicos Ajaches, el mayor número de medidas en los pozos permite un mejor conocimiento de la superficie piezométrica. El gradiente en estos materiales más impermeables es elevado, aun cuando la recarga es baja. En este macizo, el nivel de saturación puede aparecer a mayor cota sobre el nivel del mar. Resulta llamativo la fuerte incurvación que presentan las líneas en la zona norte del área de Papagayo, debida posiblemente a la mayor extracción producida mediante pozos. En esta área se observó durante la realización de la cartografía geológica la presencia de restos de sondeos de investigación y muestras de testigos abandonados.

7.4. CALIDAD DEL AGUA

Los datos analíticos sobre la calidad química del agua subterránea de la isla proceden también del Proyecto SPA/15 (1975) y así son recogidos en el Plan Hidrológico de 1992.

En general, en las aguas de Lanzarote existe una elevada cantidad de sales minerales consecuencia de la aridez del clima y los aportes de sales solubles de las rocas por las que circulan. Según el SPA/15 (*op. cit.*), son aguas predominantemente de tipo clorurado-sódicas, más o menos bicarbonatadas, y generalmente poco duras, pero con residuo seco elevado (entre 5.000 y 1.000 mg/l).

Los elementos que contienen no son tóxicos, y su concentración supera los límites tolerables para agua potable. Desde el punto de vista para su utilización en agricultura, la calidad es también baja.

Existen en la isla problemas de salinización por intrusión de agua marina, principalmente a lo largo de la costa. Las causas son, entre otras, la elevada permeabilidad de los materiales basálticos cuaternarios y la fisuración generalizada en los de edad miocena de Ajaches. Pero no sólo próximo al litoral, sino incluso también a distancias considerables hacia el interior, la salinidad aumenta notablemente en algunos pozos, pues a 1 km según señala CUSTODIO (1988), el acuífero está ocupado por agua marina, debido a la escasa carga existente en la zona. Según se expone en el Plan Hidrológico, la heterogeneidad de los materiales y el efecto de la marea podrían influir también en ello. El bombeo de agua subterránea a partir de pozos situados cerca del mar es por tanto una práctica desaconsejable, ya que favorece la penetración de masas de agua salada.

7.5. RECURSOS HIDRÁULICOS NO CONVENCIONALES

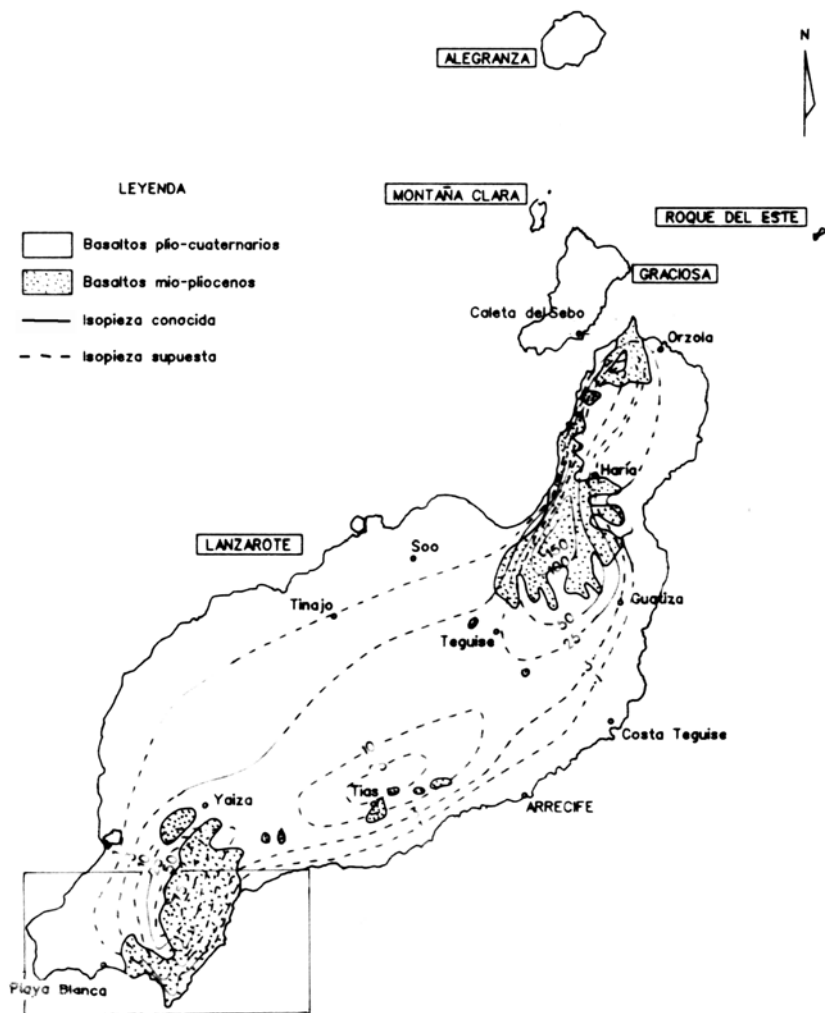
La disminución paulatina de los recursos hidráulicos del subsuelo insular y la creciente demanda de agua para diversas actividades ha hecho necesario el empleo de técnicas de desalación de agua marina y de tratamiento de las aguas residuales. Sin embargo, aunque en el primer caso esta práctica está extendida desde hace años, la reutilización de aguas residuales aún no está completamente desarrollada, si bien se avanza cada día más en ese sentido.

Actualmente, el agua obtenida a partir de plantas desalinizadoras representa la principal fuente de abastecimiento de agua potable en la isla. Existen varias plantas potabilizadoras de propiedad pública y algunas más están en proyecto. Asimismo, algunas de ellas son privadas y abastecen a complejos turísticos. Los sistemas que emplean varían de unos a otros, siendo uno de los más comunes el de ósmosis inversa.

En 1966 la producción de agua desalinizada fue de 222.000 m³/año, pasando a 900.000 en 1972, según datos del SPA/15 (1975). El ITGE (1992), tomando datos del Plan Hidrológico del archipiélago canario (1986-1988), cita un total de 4.400.000 m³/año de agua desalinizada para el conjunto de la isla. El ritmo ha seguido en aumento llegando a 6.000.000 m³/año en 1989, CUSTODIO *et al.* (1991).

En cuanto al tratamiento de aguas residuales, CUSTODIO *et al.* (*op. cit.*), basándose en otros autores, aportan datos de 1.000.000 m³/año de aguas residuales reutilizadas.

Como resumen, en la Tabla 7.3, se indican, a modo comparativo, las producciones totales de los diversos recursos hidráulicos de la isla, según el SPA/15 (1975), MOPU (1985), ITGE (1992) y CUSTODIO *et al.* (1991) (estos últimos referidos a datos de 1989).



**Fig. 7.3. Esquema piezométrico de la isla de Lanzarote.
(Plan hidrológico de Lanzarote, 1992)**

De los datos contenidos en la citada tabla, se desprende el enorme incremento que tiene con los años la producción de agua desalinizada, como consecuencia de la creciente demanda para usos diversos. A la vista de los escasos recursos que aportan las aguas subterráneas y superficiales en el futuro, la demanda de agua en la isla parece satisfacerse con plantas desalinizadoras del agua marina.

Tabla 7.3. Producción total de recursos hidráulicos en Lanzarote. (hm³/año)

	SPA/15 (1975)	MOPU (1985)	ITGE (1992)	CUSTODIO <i>et al.</i> (1991)
Recursos superficiales	2,0	0,2		0,1
Recursos subterráneos	1,4	0,3		0,3
Aguas desalinizadas	0,9	1,8	4,4	6
Aguas reutilizadas				1
TOTAL	4,3	2,3		7,4

8. GEOTECNIA

Se analiza someramente el comportamiento mecánico de los diferentes materiales representados en la hoja, con el fin de hacer una aproximación a los problemas geotécnicos que puedan surgir ante acciones constructivas o causas naturales. Se hace también una breve descripción de los riesgos geológicos que pueden tener cierta incidencia en esta área.

No se han realizado ensayos ni otro tipo de pruebas geotécnicas que proporcionen datos reales o cuantitativos de las propiedades resistentes de los terrenos, por lo que su estimación es sólo cualitativa. Se trata, por tanto, de un estudio orientativo, siendo necesario realizar estudios más detallados cuando haya que proyectar obras de cierta importancia. De manera orientativa ha servido para la redacción del capítulo el mapa geotécnico general de la isla, IGME (1976).

8.1. ZONACIÓN GEOTÉCNICA. CRITERIOS DE DIVISIÓN

Atendiendo a criterios de tipo geológico, en los que se recogen aspectos, principalmente litológicos y de edades de los materiales, criterios hidrogeológicos y geomorfológicos, se ha dividido la superficie cartografiada en áreas de comportamiento geotécnico diferente. A su vez, estas áreas se han subdividido en zonas que representan recintos relativamente homogéneos frente a características geotécnicas determinadas.

En la hoja se han distinguido tres áreas y cinco zonas cuya correspondencia con los tramos cartografiados se indica entre paréntesis.

8.2. CARACTERÍSTICAS GENERALES Y GEOTÉCNICAS DE LOS MATERIALES.

Área I

Se incluyen en esta área todos los materiales masivos de la fase miocena.

Zona I₁. Está constituida por las coladas, diques e intrusivos basálticos miocenos, independientemente del tramo al que pertenezcan (1, 2, 4, 6, 8, 10 y 12).

Características litológicas y estructurales. Estas emisiones dan lugar a potentes apilamientos de coladas basálticas con estructura tabular y buzamientos variables de 5-8° al ESE. En conjunto pueden llegar a alcanzar más de 550 m de potencia visible.

El tramo inferior de esta unidad presenta un mayor grado de alteración y la estructuración de las coladas es menos patente. Además, la densidad de la intrusión filoniana y de las intercalaciones piroclásticas es mayor. Considerando las coladas en detalle, se observa que están formadas por rocas masivas y coherentes con lajeado subhorizontal y diaclasado o disyunción vertical en sus partes internas. En la base y techo son más escoriáceas y menos compactas.

Características geomorfológicas. Estos apilamientos de coladas dan lugar a fuertes relieves que han sido seccionados por la red de drenaje. El resultado es una morfología abrupta e irregular, salvo en el extremo sur de la hoja (Punta del Papagayo), en el cual presentan una morfología mucho más suavizada.

Características hidrogeológicas. En general, estos materiales lávicos se pueden considerar más o menos impermeables, si bien la fisuración o disyunción columnar primaria les confiere cierta permeabilidad por fisuración. Los tramos inferiores son menos permeables debido a la existencia de rellenos secundarios de ceolitas y a la mayor compactación. Los niveles de almagre y piroclastos pueden dar lugar a pequeños rezumes o "nacientes".

Capacidad portante. Tienen una buena capacidad de carga, siendo los asientos previsible bajos o despreciables, salvo en las zonas muy alteradas o diaclasadas, en las cuales estos valores pueden verse muy reducidos.

Facilidad de excavación. Se trata de materiales no ripables, siendo siempre necesario el empleo de martillos neumáticos o explosivos.

Estabilidad de taludes. Los cortes naturales observados, principalmente en las partes superiores de los apilamientos o del acantilado costero, son siempre verticales y en general estables. No obstante, pueden producirse caídas o desprendimientos de bloques que quedan individualizados por el diaclasado columnar. Asimismo, la existencia de intercalaciones piroclásticas o de sedimentos más fácilmente erosionables pueden producir socavamientos en la base de algunos paquetes de coladas y ocasionar descalces y caídas de los mismos.

Área II

Engloba al resto de materiales volcánicos pliocenos, cuaternarios y depósitos piroclásticos miocenos.

Zona II₁. Está constituida por las coladas basálticas pliocenas y cuaternarias. (16, 19, 21, 22 y 24).

Características litológicas y estructurales. Se trata de coladas basálticas que originan extensas superficies o campos de lava. Se caracterizan por su carácter escoriáceo y caótico superficialmente y poco vesicular y masivo en el interior. La potencia media de las coladas varía entre 1 y 3,5 m. Suelen disponerse de forma horizontal, salvo cuando el paleorrelieve mioceno es muy acusado como ocurre en las laderas de Femés y Las Breñas.

Características geomorfológicas. Estos campos de lava dan lugar a superficies irregulares, en general poco inclinadas, tendentes a la subhorizontalidad, salvo en los casos mencionados. La incisión de los cursos fluviales es pequeña; sin embargo, la acción marina ha dado lugar a acantilados de alturas comprendidas entre 5 y 20 m.

Características hidrogeológicas. En general son materiales bastante permeables por fisuración, mostrando un drenaje superficial moderado-bajo.

Capacidad portante. La capacidad de carga es media debido a su naturaleza escoriácea superficial. Sin embargo, si se sanean estas zonas, pueden llegar a obtener buenos valores de capacidad.

Facilidad de excavación. Su ripabilidad es muy complicada, requiriéndose el empleo de medios mecánicos de gran potencia, martillos hidráulicos o explosivos.

Estabilidad de taludes. Los taludes naturales observados en los acantilados costeros son prácticamente verticales y en general estables. No obstante, pueden producirse caídas o desprendimientos de bloques al quedar individualizados por el diaclasado columnar. Asimismo, en la costa, la socavación basal puede producir inestabilidades y caídas de bloques esporádicos.

Zona II₂. Está constituida por los depósitos piroclásticos miocenos, pliocenos y cuaternarios (3, 7, 11, 17, 20 y 23).

Características litológicas y estructurales. Estos depósitos están constituidos por materiales fragmentarios, granulares, de composición basáltica. Se caracterizan por presentar una granulometría muy diversa desde 2 mm para los lapillis finos, hasta bloques, escorias y bombas que superan los 60-70 cm. En general, constituyen depósitos relativamente sueltos y poco consolidados, salvo en el caso de los más antiguos, que pueden estar muy compactados y oxidados.

Características geomorfológicas. Los centros de emisión pliocenos y cuaternarios presentan las clásicas formas cónicas o tronco-cónicas con pendientes homogéneas del orden de 25-35°. Sin embargo, los centros de emisión miocenos suelen estar parcialmente enterrados por coladas de su ciclo eruptivo y sólo quedan al descubierto por erosión.

Características hidrogeológicas. Se trata de depósitos muy porosos con alta permeabilidad, salvo que por alteración y procesos secundarios de ceolitización y carbonatación este parámetro disminuya considerablemente.

Capacidad portante. En general, tienen una capacidad de carga media, si bien la heterogeneidad granulométrica y el grado de consolidación pueden hacer variar estos valores.

Facilidad de excavación. Son depósitos fácilmente ripables. En ocasiones pueden presentar encostramientos superficiales que hacen necesario el empleo de retroexcavadora.

Estabilidad de taludes. Estos depósitos presentan buzamientos originales variables entre 20 y 35°; sin embargo, en las explotaciones llevadas a cabo en estos materiales se observa que admiten taludes cercanos a la vertical.

Área III

Agrupar a todos los depósitos sedimentarios existentes en la hoja.

Zona III₁. Depósitos de caliche y depósitos areno-arcillosos (25, 26 y 30).

Características litológicas y estructurales. Los depósitos de caliche están constituidos por una delgada costra calcárea con espesor variable. Los depósitos areno-arcillosos están formados por arenas y arcillas de grano fino-medio de carácter aluvial, si bien ocasionalmente se tratan de alteraciones *in situ*. En ambos casos ocupan zonas planas o pequeñas cuencas deprimidas.

Características geomorfológicas. Se caracterizan por presentar una morfología plana.

Características hidrogeológicas. Son materiales granulares que presentan cierta permeabilidad primaria, si bien en los niveles encostrados la permeabilidad es menor. Por otra parte, en los depósitos areno-arcillosos, la matriz arcillosa puede provocar problemas de drenaje y dar lugar a zonas de encharcamiento.

Capacidad portante. Tienen baja capacidad de carga.

Facilidad de excavación. En general, son materiales fácilmente ripables, si bien la costra de caliche debe ser rota mediante retroexcavadora.

Estabilidad de taludes. Aunque pueden admitir cortes próximos a la vertical, su evolución temporal aconseja suavizar las pendientes.

Zona III₂ Depósitos aluviales y de ladera (9, 28, 29, 33, 36 y 37)

Características litológicas y estructurales. Se trata de depósitos detríticos gruesos, heterométricos, poco seleccionados, de composición fundamentalmente basáltica. El grado de redondez de los fragmentos varía según se trate de depósitos aluviales o de ladera. La matriz suele ser bastante escasa y es de tipo arenosa con grano fino-medio. En general tienen potencias inferiores a 5 m.

Características geomorfológicas. Los depósitos aluviales suelen adoptar formas planas, sin embargo, los depósitos de ladera se caracterizan por su fuerte pendiente.

Características hidrogeológicas. Son materiales granulares con alta permeabilidad primaria por porosidad intersticial.

Capacidad portante. Tienen baja capacidad de carga y pueden provocar asientos importantes frente a sollicitaciones.

Facilidad de excavación. Son materiales fácilmente ripables y excavables con retroexcavadora.

Estabilidad de taludes. En general presentan taludes poco estables pudiendo producirse caídas de piedras y regueros en épocas de lluvias.

Zona III₃ Depósitos de arenas eólicas (14 y 32)

Características litológicas y estructurales. Son arenas eólicas de color blanco-crema de tipo bioclástico. Las de edad pliocena presentan un encalichamiento superficial, mientras que las holocenas están sueltas. Las potencias varían entre 5 y 25 m.

Características geomorfológicas. Los depósitos eólicos actuales conservan las morfologías de dunas, mientras que los del Plioceno constituyen una superficie de suave pendiente adosada al paleorrelieve mioceno.

Características hidrogeológicas. Son materiales granulares con alta permeabilidad por porosidad intersticial. Este parámetro puede estar algo disminuido por los encostramientos superficiales.

Capacidad portante. La capacidad portante en las arenas eólicas sueltas es muy baja. En las arenas pliocenas es algo mayor, pero, no obstante, es un factor limitativo.

Facilidad de excavación. Son materiales fácilmente ripables, incluso en las arenas encalichadas son removilizables mediante retroexcavadora.

Estabilidad de taludes. En las arenas sueltas se observan ángulos de reposo de 20-35°, mientras que en las arenas encalichadas hay pequeños cortes con inclinaciones próximas a la vertical.

Tabla 8.1. Resumen de las características geotécnicas y riesgos geológicos en la zona.

Área	Zona	Unidad cartográfica	Litología Estructura	Hidrogeología	Características geotécnicas	Características constructivas	Riesgos geológicos
I	1	Coladas basálticas miocenas, diques e intrusivos	Apilamiento de coladas subhorizontales o suavemente buzantes, atravesadas por diques e intrusivos	Permeabilidad por fisuración baja-media; menor en profundidad	CP = Alta FE = Muy baja ET = Alta	Favorables	V = bajo
	2	Depósitos piroclásticos miocenos, pliocenos y cuaternarios	Piroclastos de diversa granulometría y conos con fuerte buzamiento	Permeabilidad alta	CP = Media FE = Media-alta ET = Alta	Aceptables	IL = medio-bajo
III	1	Depósitos de caliche y areno-arcillosos	Depósitos poco consolidados	Permeabilidad media por porosidad	CP = Baja FE = Buena ET = Baja	Desfavorables	EO = puntualmente medio
	2	Sedimentos aluviales y de ladera	Depósitos semiconsolidados horizontales e inclinados	Permeabilidad alta por porosidad intergranular	CP = Baja FE = Buena ET = Baja	Desfavorables	ER = medio-alto
	3	Depósitos de arenas eólicas	Depósitos poco consolidados horizontales	Permeabilidad alta por porosidad intergranular	CP = Muy baja FE = Buena ET = Baja	Desfavorables	EM = medio

CP = Capacidad portante; FE = Facilidad de excavación; ET = Estabilidad de taludes; V = Riesgo volcánico; IL = Inestabilidad de laderas; EO = Riesgo eólico; ER = Erosión; EM = Erosión marina.

8.3. RIESGOS GEOLÓGICOS

En la superficie de la hoja no se han detectado *a priori*, riesgos geológicos que puedan suponer una amenaza inminente a los núcleos de población o infraestructuras viarias presentes en la hoja. Desde el punto de vista de planificación y ordenación del territorio, se considerarán los siguientes riesgos: riesgo volcánico, riesgo de inestabilidad de laderas, riesgo eólico, riesgo de erosión y riesgo marino.

Riesgo volcánico. Aunque no existen manifestaciones volcánicas históricas dentro de esta hoja, las emisiones del Siglo XVIII (Timanfaya) llegaron hasta las inmediaciones de la misma.

Riesgo de inestabilidad de laderas. La verticalidad de las laderas del escarpe occidental del Macizo de los Ajaches, puede provocar, ocasionalmente, desprendimientos y caídas de bloques.

Este riesgo es poco probable salvo en épocas de lluvias en que la inestabilidad de las laderas puede incrementarse.

Riesgo eólico. Solamente en algunos puntos aislados del sector de Punta del Papagayo hay pequeños riesgos de que las arenas invadan las carreteras de acceso a las urbanizaciones.

Riesgo de erosión. Las elevadas pendientes en algunas zonas de la hoja y la ausencia de vegetación son factores que determinan un grado de erosión importante en todo el área.

Riesgo marino. La acción del oleaje causa un retroceso constante de los acantilados costeros. Por socavación en su base, son frecuentes los desprendimientos a lo largo de la costa, si bien, no entraña un peligro inminente para las personas.

8.4. VALORACIÓN GEOTÉCNICA

Según las características expuestas en los apartados anteriores, se realiza una valoración geotécnica provisional de los materiales representados en la hoja, en cuanto a su idoneidad constructiva. Así, se han dividido todos los terrenos presentes en el área en tres grupos, según sean sus condiciones constructivas: desfavorables, aceptables y favorables.

8.4.1. Terrenos con características constructivas desfavorables

Se agrupan bajo este calificativo todos los depósitos sedimentarios (Zona III₁, III₂ y III₃).

A la hora de planificar estructuras sobre ellos, se presentarán problemas de tipo geotécnico, debido a su baja capacidad de carga, con asientos absolutos y diferenciales importantes. El factor geomorfológico y la inestabilidad en los depósitos eólicos y de ladera es otro condicionante negativo. En los depósitos areno-arcillosos son previsible encharcamientos y problemas de drenaje, mientras que en el resto de depósitos se caracterizan por una alta permeabilidad.

8.4.2. Terrenos con características constructivas aceptables

Se incluyen en este apartado los terrenos formados por las coladas pliocenas y cuaternarias y por todos los tipos de depósitos piroclásticos (Zona II₁ y II₂).

Son materiales que presentan una capacidad portante de media a alta, si bien puede verse algo reducida por alteración local o diaclasado. Admiten taludes elevados con ángulos próximos a la vertical, aunque algo más suavizados en los depósitos piroclásticos. Las previsiones de caídas de bloques lávicos es ocasional y sólo en los casos más desfavorables. El factor geomorfológico es un condicionante negativo en el caso de los depósitos piroclásticos. Las coladas suelen presentar morfologías suaves, con buen drenaje y escorrentía superficial.

8.4.3. Terrenos con características constructivas favorables

Se consideran con características constructivas favorables las coladas basálticas miocenas (Zona I₁).

Son materiales con alta capacidad de carga, estables y con asientos despreciables. El único aspecto negativo puede ser el factor geomorfológico debido a las fuertes pendientes y considerables desniveles existentes. Tienen un buen drenaje superficial, pero hay riesgos de infiltraciones o de intersección con niveles acuíferos colgados si se van a proyectar obras subterráneas.

En la Tabla 8.1 se incluye un resumen de las características geotécnicas de los materiales representados en la hoja, así como de los riesgos geológicos considerados.

9. GEOLOGÍA ECONÓMICA. MINERÍA Y CANTERAS

En el ámbito geográfico de esta hoja no existen yacimientos minerales explotables. Sí se han explotado, por el contrario, determinados tipos de materiales como rocas industriales, que han tenido su aplicación en el sector de la construcción. Actualmente la mayoría de las explotaciones se encuentran inactivas o registran una actividad intermitente, según las necesidades del mercado. Además, cabe señalar las explotaciones de sal localizadas al E de Playa Blanca, en Salinas del Berrugo.

Los materiales explotados pueden clasificarse, desde un punto de vista estructural y genético, en rocas sedimentarias, rocas volcánicas masivas y rocas volcánicas fragmentarias.

Dentro del primer grupo, *rocas sedimentarias*, sólo se han explotado los depósitos de caliche en la zona de la Hoya de La Yegua de Arriba, al norte del edificio Montaña Roja. Se trata de dos pequeñas explotaciones actualmente abandonadas, en las que explotaban estas costras de caliche para la obtención de cal.

Las *rocas volcánicas masivas* han sido explotadas en los alrededores de Playa Blanca. Concretamente existen dos explotaciones abandonadas en las cuales se extrajeron las coladas basálticas pliocenas del edificio Montaña Roja. La primera de ellas es de menor tamaño y se localiza al ENE de la urbanización Montaña Baja. La segunda era una cantera de dimensiones considerables, pero actualmente está casi totalmente rellena de escombros y vertidos inertes. Se localiza en las proximidades de la costa, a 1,5 km al oeste de Playa Blanca, próxima a la urbanización Casas del Sol. En ambos casos estos materiales han sido utilizados en la construcción de las urbanizaciones de la zona, bien como áridos de machaqueo o bien como roca ornamental en "bruto" y de sillería, para la realización de fachadas, muros, tapias y enlosados. Se trata de una roca masiva de color oscuro negruzco y composición basáltica olivínica.

Por último, hay que mencionar una cantera, situada a unos 3 km al E de Playa Blanca, que registra una actividad intermitente, en la cual han explotado los materiales basálticos del tramo inferior como áridos de machaqueo. Han utilizado tanto los diques como las coladas y los piroclastos intercalados. Su actividad intermitente se relaciona con las necesidades que tengan para las obras de las urbanizaciones del Papagayo.

Las *rocas volcánicas fragmentarias* son las que han sido más intensamente explotadas, contabilizándose un total de seis explotaciones. Dos de ellas se localizan en el edificio Montaña Roja, dos en la falda sur de La Atalaya de Femés y dos en el edificio Caldera de Maciot. Actualmente sólo existe actividad en una de las explotaciones de este último edificio, concretamente la situada junto a la carretera de Femés a Las Breñas. Es un frente de cantera de unos 20-25 m de altura por 50 m de anchura localizado en la ladera sur del edificio. El material explotado es un lapilli de colores rojizos y negros de granulometría fina que se utiliza como árido para la fabricación de bloques prefabricados de hormigón. Ocasionalmente estos materiales se emplean para labores agrícolas "enarenados de picón" que preservan la humedad del suelo. En las res-

tantes explotaciones mencionadas fueron empleados estos mismos materiales (lapilli) con idénticos usos.

10. PUNTOS DE INTERÉS GEOLÓGICO

El patrimonio cultural de un país está integrado, entre otros bienes, por sus elementos o recursos naturales, que tienen o debieran tener igual importancia que aquéllos, pues es el medio natural donde el hombre realiza su vida, y lógicamente, por su interés, debe cuidarlo.

Unos de estos recursos naturales es el patrimonio geológico de una región, puesto que proporciona una información fundamental para el conocimiento de la historia de la Tierra y la vida que en ella se ha desarrollado, poniendo de manifiesto además otros recursos naturales existentes en el planeta. Bajo estas consideraciones, un punto de interés geológico (PIG) se puede definir como un recurso no renovable, en donde se reconocen características de especial importancia para interpretar y evaluar los procesos geológicos que han actuado en una zona desde la formación del planeta. Su deterioro o desaparición supone entonces un daño irreparable y a veces, irreversible al patrimonio de la humanidad.

En este sentido, el Instituto Geológico y Minero de España (IGME) viene realizando desde 1978 un inventario de puntos de interés geológico que por sus especiales características sean dignos de medidas de protección y aprovechamiento, con fines divulgativos, científicos, educativos y/o turísticos. El contenido, posible utilización y su nivel de significado definen pues un PIG.

En la hoja de Femés se han seleccionado dos PIG, cuya singularidad (contenido, calidad de afloramiento, etc.) le hace merecedor de su protección. Los criterios empleados para su selección son los establecidos por el IGME y por los propios autores que realizaron esta cartografía.

Para más información se remite al interesado al texto de la memoria, donde se realiza un estudio más detallado de los PIG y el contexto geológico en el que se hallan enclavados. A continuación se hará una breve descripción de cada PIG, indicando su utilización como recurso turístico, científico, didáctico o económico y su influencia o nivel de significación a escala local, regional, nacional o internacional. En las "ficha resumen" diseñadas por el ITGE y que forman parte de la "información complementaria" a esta memoria figura asimismo un resumen y características de los PIG propuestos.

10.1. DESCRIPCIÓN Y TIPO DE INTERÉS DE LOS PIG

Rasa marina pliocena (+40 m). Es un delgado nivel que aflora en la costa suroriental desde Punta Gorda hasta Caleta Larga. Además se extiende hacia el oeste en el borde sur del escarpe del macizo de los Ajaches, indicando la situación del nivel del mar en esas épocas. Se encuentra situada a alturas de 40-50 m sobre el nivel del mar. Está constituida por areniscas biodebilitadas y conglomerados marinos con abundantes clastos basálticos. Los cantos están muy redondeados y algunos están rubefactados.

Destaca por su valor científico y paleontológico, puesto que permite conocer la situación del mar en épocas pliocenas.

Por su influencia, tiene interés local y regional.

Rasa marina jandiense (+2m). Aparece representada en las proximidades de la costa, junto a Las Salinas del Berrugo. Está situada a alturas de 1-2 m sobre el nivel del mar, y en ocasiones, es difícil de individualizar respecto a los depósitos erbanenses ya que en ambos casos están constituidos por conglomerados y areniscas bioclásticas con abundante fauna.

Destaca por su valor científico y paleontológico, ya que permite conocer los cambios que ha habido en el nivel del mar en épocas recientes.

Por su influencia, tiene interés local y regional.

11. BIBLIOGRAFÍA

ABDEL-MONEM, A.; WATKINS, N. D. Y GAST, P. W. (1971): "Potassium-Argon Ages, Volcanic Stratigraphy and Geomagnetic Polarity History of the Canary Islands: Lanzarote, Fuerteventura, Gran Canaria and La Gomera". *Am. Jour. Sc.*, 271, pp. 490-521.

AGUILAR, M.; BRAVO, T.; CASTAÑÓN, A.; COELLO, J.; FUSTER, J. M.^a; HERRERO, F.; PIGNATELLI, R. Y SÁNCHEZ SORIA, P. (1968): "Mapa Geológico a escala 1:100.000 de las Islas Canarias: Lanzarote". *Inst. Geol. Min. España -Inst. Lucas Mallada (CSIC)*.

CABILDO INSULAR DE LANZAROTE Y GOBIERNO DE CANARIAS (1992): "Plan hidrológico insular de Lanzarote". Cabildo Insular de Lanzarote-Consejería de Obras Públicas, Vivienda y Aguas del Gobierno de Canarias.

CARRACEDO, J.C. y SOLER, V. (1992): "Significado de la presencia de inversiones palomagnéticas encontradas en las series antiguas de Lanzarote, en la edad de las Islas Canarias". *III Congreso Geológico de España*, Salamanca, Tomo I, pp. 424-431.

CARRACEDO, J. C. y RODRÍGUEZ BADIOLA, E. (1993): "Evolución geológica y magmática de la isla de Lanzarote (Islas Canarias)". *Rev. Acad. Canar. Ciencias*, 5, (4), pp. 25-58.

COELLO, J.; CANTAGREL, J.; M, IBARROLA, E.; JAMOND, C.; HERNÁN, F.; FUSTER, J. M.^a; ANCOCHEA, E.; CASQUET, C.; DÍAZ DE TERÁN, J. R. y CENDRERO, A. (1992): "Evolution of the Eastern Volcanic Ridge of the Canary Islands, based on New K-Ar Data". *Jour. Volcanol. Geotherm. Res*, 53, pp. 251-274.

CUSTODIO, E. (1988). "Nota sobre la intrusión marina en las Islas Canarias". *Tecnología de la Intrusión en Acuíferos Costeros*, TIAC-88, Almuñécar, ETSIM-IGME, Madrid, Tomo III, pp. 593-603.

CUSTODIO, E.; JIMENA, J.; NÚÑEZ, J. A.; PUGA, L. y BRAOJOS, J. (1991): "Canary Islands". En *Hydrology and Water Resources of Small Islands: a Practical Guide*. Ed. A. Falkland. UNESCO, pp. 339-355.

DRISCOLL, E. M.; HENDRY, G. L. y TINKLER, K. J. (1965): "The geology and Geomorphology of Los Ajaches, Lanzarote". *Geol. J*, 4, pp. 321-334.

FUSTER, J. M.^ª; FERNÁNDEZ, S. y SAGREDO, J. (1968): "Geología y volcanología de las Islas Canarias: Lanzarote". Inst. Lucas Mallada, CSIC, Madrid, 177 pp.

HARTUNG, G. (1857): "Die Geologischen Verhältnisse der Insel Lanzarote und Fuerteventura". *Neue Denkschr. Allgem. Schw. Gessell. f.d. Gesam. Naturwiss*, 15/4. pp. 1-168.

HAUSEN, H. (1958). "On the Geology of Lanzarote, Graciosa and the Isletas (Canarian Archipelago)". *Soc. Sci. Fennica Comm. Phys. Math*, 23 (4), 117 pp.

HERNÁNDEZ-PACHECO, E. (1909-10): "Estudio geológico de Lanzarote y de las isletas Canarias". Real Soc. Esp. Hist. Nat, Tomo VI.

HERNÁNDEZ-PACHECO, F. (1969): "Los niveles de playas cuaternarias de Lanzarote". *Rev. Acad. Cienc. Exact. Fis. Nat*, Tomo 63 (4), pp. 903-961.

ICONA (1988): *Cartografía geológica y memoria explicativa del Parque Nacional de Timanfaya, E. 1:10.000*. Edición limitada en maqueta de plástico en relieve. ICONA, memoria inédita, 66 p. y anexo.

IBARROLA, E.; CANTAGREL, J. M.; FUSTER, J. M.; COELLO, J. Y JAMOND, E. (1988): "Geocronología de las series volcánicas neógenas de Lanzarote, Islas Canarias". *II Congreso Geológico de España*, Granada, Tomo Simp. de volcanismo, pp. 345-348.

IGME (1976). Mapa Geotécnico General, escala 1:200.000. Hoja y Memoria n.º 88-92. *Arrecife-Puerto del Rosario*.

IGME-CSIC (1967a). Mapa Geológico de España, escala 1:50.000. 1.ª edición. Hoja y Memoria n.º 1.079-1.080. *Alegranza*. Lanzarote.

IGME-CSIC (1967b). Mapa Geológico de España, escala 1:50.000. 1.ª edición. Hoja y Memoria n.º 1.081. *Montaña Clara*. Lanzarote.

IGME-CSIC (1967c). Mapa Geológico de España, escala 1:50.000. 1.ª edición. Hoja y Memoria n.º 1.082. *Graciosa*. Lanzarote.

IGME-CSIC (1967d). Mapa Geológico de España, escala 1:50.000. 1.ª edición. Hoja y Memoria n.º 1.083. *Teguise*. Lanzarote.

IGME-CSIC (1967e). Mapa Geológico de España, escala 1:50.000. 1.ª edición. Hoja y Memoria n.º 1.084. *Haría*. Lanzarote.

IGME-CSIC (1967f). Mapa Geológico de España, escala 1:50.000. 1.ª edición. Hoja y Memoria n.º 1.087. *Punta Pechiguera*. Lanzarote.

IGME-CSIC (1967g). Mapa Geológico de España, escala 1:50.000. 1.ª edición. Hoja y Memoria n.º 1.088. *Arrecife*. Lanzarote.

IGME-CSIC (1967h). Mapa Geológico de España, escala 1:50.000. 1.ª edición. Hoja y Memoria n.º 1.089. *El Charco*. Lanzarote.

ITGE (1989). Las aguas subterráneas en España. Estudio de síntesis, 603 pp. Islas Canarias, cap. XVII, pp. 503-528.

- ITGE (1992). Definición de unidades hidrogeológicas en los sistemas acuíferos 82, 83, 84 y 87 de las Islas Canarias. *Documento N° 36534. ITGE, Servicio Documentación.*
- KLUG, H. (1968). Morphologische Studien auf den Kanarischen Inseln. Beiträge zur Küstenentwicklung und Talbildung auf einen Vulkanischen Archipel. *Geographisch Institut, Universität Kiel Schriften, 24/3*, p. 58.
- LE BAS, M. J.; LE MAITRE, R. W.; STRECKEISEN A. Y ZANETTIN, B. (1986): "A Chemical Clasification of Volcanic Rocks Based on the Total Alkali-Silica Diagram". *Jour. Petrol, 27*, Part 3, pp. 745-750.
- LECOINTRE, G.; TINKLER, K. J. Y RICHARDS, H. G. (1967): "The Marine Quaternary of the Canary Islands". *Proc. Acad. Nat. Sc. Philadelphia, 119*, 8, pp. 325-344.
- MAC-21 (1976). Proyecto de planificación de la explotación y uso racional de los recursos de agua en las Islas Canarias. *Com. Interministerial de las actuaciones del Estado en materia de aguas de las Islas Canarias.*
- MECO, J. (1975): "Los niveles con 'Strombus' de Jandía. Fuerteventura, Islas Canarias". *An. Est. Atlánticos, 21*, pp. 643-660.
- MECO, J. (1977): Paleocostas de Canarias. *El Museo Canario, Las Palmas, 26* p.
- MECO, J. (1981): Los Arqueogastrópodos de Las Canarias Orientales. *An. Centro UNED, Las Palmas.*
- MECO, J. (1982): Los bivalvos fósiles de las Canarias Orientales. *An. Est. Atlánticos, Las Palmas, 28*, pp. 65-125.
- MECO, J. (1983): Los bivalvos fósiles de las Canarias Orientales (Suplemento). *An. Est. Atlánticos, Las Palmas, 29*, pp. 579-595.
- MECO, J. (1988): The Emergent Littoral Deposits in Fuerteventura and the Evolution of the Canarian Marine Faunas during the Quaternary. En N. Petit-Maire (ed). *Deserts, Past Presents and Future Evolution, Fuerteventura, Workshop 1988, PICG 252*, pp. 166-178.
- MECO, J. (1990): Los fósiles de los Ajaches / Papagayo y la cronología volcánica de Lanzarote: un yacimiento a proteger. *El Guiniguada, 1*, Homenaje a José Martel Moreno, E. U. Profesorado de EGB, Universidad de Las Palmas de G.C., pp. 67-77.
- MECO, J. (1991a): La fauna jandiense. (Póster). *Casa Museo de Betancuria, Cabildo Insular de Fuerteventura.*
- MECO, J. (1991b): El Erbanense y su fauna. (Póster). *Casa Museo de Betancuria, Cabildo Insular de Fuerteventura.*
- MECO, J.; POMEL, R. S.; AGUIRRE, E. y STEARNS, CH. E. (1987): The Recent Marine Quaternary of the Canary Islands. *Trabajos sobre Neógeno-Cuaternario (CSIC), 10*, pp. 283-305.
- MOPU (1985): "El agua en Canarias". *SGOP, Bol. Inform. y Estudios, 44*, 45 pp.

ROMERO, C. (1991): *Las manifestaciones volcánicas históricas del archipiélago canario*. Consejería de Política Territorial, Gobierno de Canarias, Tomo I, 695 p. y Tomo II, 768 p.

SPA/69/515. (1975): "Estudio científico de los Recursos de Agua en las Islas Canarias". Ministerio de Obras Públicas-UNESCO, *Madrid*, 3 vols. + 2 vols. de figuras.

TINKLER, K. (1966): "Volcanic Chronology of Lanzarote (Canary Islands)". *Nature*, 209, (5028), pp. 1122-1123.

WATKINS, N, RICHARDSON, A. y MASON, R. (1966): "Paleomagnetism of Macaronesian Insular Region: the Canary Islands". *Earth Planet. Sci. Lett.*, 1, pp. 225-231.

ZAZO, C.; HILLARIE-MARCEL, C. L.; HOYOS, M.; GHALEB, B.; GOY, J. L.; DABRIO, C. J. (1993): "The Canary Islands, a stop in the migratory way of strombus bubonios towards the mediterranean around 200 k.a.". *Newsletter*, n.º 15, pp. 7-15.



MINISTERIO
DE CIENCIA Y TECNOLOGIA

ISBN 84-7840-529-1



9 788478 405299