



Instituto Geológico y  
Minero de España

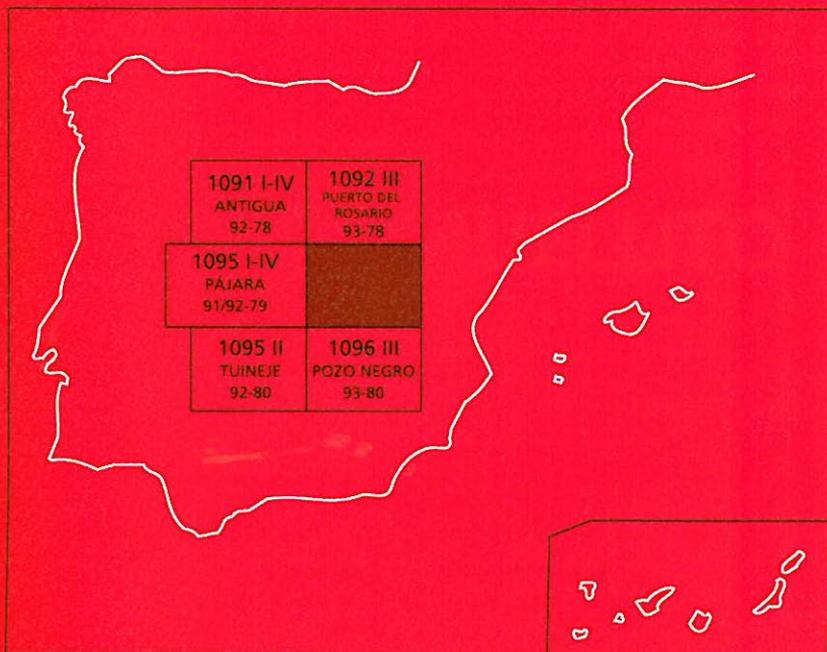
1096 IV

93-79

# MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA

Escala 1:25.000

Segunda serie-Primera edición



ISLA DE FUERTEVENTURA

# PUNTA DEL MUELLITO

# MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA

Escala 1:25.000

## PUNTA DEL MUELLITO

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: 40504-012-8  
ISBN: 84-7840-509-7  
Depósito legal: M-3977-2004

La presente hoja y memoria a escala 1:25.000, *Punta del Muellito*, 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. (IGME).

### **Realización de la cartografía**

Equipo base:

- Balcells Herrera, R. (GEOPRIN, S. A.). Lic. C. Geológicas
- Gómez Sainz de Aja, J. A. (GEOPRIN, S. A.). Lic. C. Geológicas
- Barrera Morate, J. L. (GEOPRIN, S. A.). Lic. C. Geológicas

Colaboradores:

- Ancochea, E. (UCM) Dr. C. Geológicas. Asesoría cartográfica.
- Vidal, J. R. (U. de La Coruña). Dr. C. Geológicas. Cartografía geomorfológica.

### **Redacción de la memoria**

Equipo base:

- Balcells Herrera, R. (GEOPRIN, S. A.). Lic. C. Geológicas
- Barrera Morate, J. L. (GEOPRIN, S. A.). Lic. C. Geológicas
- Gómez Sainz de Aja, J. A. (GEOPRIN, S. A.). Lic. C. Geológicas
- Ruiz García, M.<sup>a</sup> T. (GEOPRIN, S. A.). Lic. C. Geológicas
- Merlos Cárceles, A. (GEOPRIN, S. A.).

Colaboradores:

- Brändle, J.L. (Inst. Geol. Econ, CSIC-Madrid). Dr. C. Geológicas. Geoquímica.
- Meco, J. (U. Las Palmas). Dr. C. Geológicas. Bioestratigrafía y Paleontología.
- Vidal, J. R. (U. La Coruña). Dr. C. Geológicas. Geomorfología.
- Rolandi Sánchez-Solís, M. Lic. C. Geológicas. Hidrogeología.

## **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.
- Fotografías de campo de las unidades ígneas y sedimentarias.
- Mapa geomorfológico a escala 1:25.000.

## ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN .....	9
1.1. SITUACIÓN Y ASPECTOS GEOGRÁFICOS .....	9
1.2. ANTECEDENTES GEOLÓGICOS .....	10
2. ESTRATIGRAFÍA .....	11
2.1. COMPLEJO BASAL .....	13
2.1.1. Coladas básicas y rocas fragmentarias indiferenciadas, intensamente atravesadas por diques (4) .....	13
2.2. FORMACIONES POSTCOMPLEJO BASAL .....	13
2.2.1. Fase miocena. Edificio Gran Tarajal .....	13
2.2.1.1. Tramo inferior .....	14
2.2.1.1.1. Coladas basálticas olivínico-piroxénicas (5) . . . . .	15
2.2.1.1.2. Depósitos piroclásticos mixtos (6) .....	15
2.2.1.2. Tramo medio-superior .....	15
2.2.1.2.1. Brechas líticas Ampuyenta (8) .....	16
2.2.1.2.2. Sedimentos aluviales. Arenas y conglomerados (9) .....	16
2.2.1.2.3. Coladas basálticas olivínicas, olivínico- piroxénicas, olivínico-piroxénicas-plagioclásicas y traquibasaltos subordinados (10) .....	17
2.2.1.2.4. Coladas e intrusivos traquíticos (11) .....	18
2.2.1.3. Coladas basálticas olivínico-piroxénicas y olivínico piroxénicas-plagioclásicas idiferenciadas (7); piroclastos basálticos (lapillis, escorias y bombas) (13) .....	19
2.2.1.4. Diques básicos (1); diques sálicos (2) .....	20
2.2.1.5. Episodios tardíos .....	20
2.2.1.5.1. Sedimentos aluviales. Arenas y conglomerados (14) . . . . .	21
2.2.1.5.2. Coladas basálticas olivínicas y olivínico-piroxénicas (15) .....	21
2.2.2. Fase miocena. Edificio Tetir .....	22
2.2.2.1. Coladas basálticas olivínicas, olivínico-piroxénicas, y olivínico-piroxénicas-plagioclásicas (12) .....	22

2.2.3.	Fase pliocena superior	23
2.2.3.1.	Sedimentos aluviales. Conglomerados y arenas. (16)	23
2.2.3.2.	Coladas básicas olivínicas (17), centros de emisión (18) y diques básicos (3)	23
2.2.3.3.	Glacis-cono (19)	24
2.2.4.	Formaciones sedimentarias pleistocenas	24
2.2.4.1.	Depósitos de caliche. (20)	26
2.2.4.2.	Arenas y conglomerados. Rasa marina "jandiense". (21)	26
2.2.5.	Fase reciente	27
2.2.5.1.	Coladas basálticas olivínicas de los Edificios Caldera de Gairia y Caldera de La Laguna (22).	27
2.3.	FORMACIONES SEDIMENTARIAS RECIENTES.	28
2.3.1.	Depósitos arenoso-arcillosos (23)	28
2.3.2.	Depositos aluviales antiguos y terrazas (24).	28
2.3.3.	Depósitos cuaternarios indiferenciados. (25)	28
2.3.4.	Coluviones antiguos (26)	28
2.3.5.	Arenas y conglomerados. Rasa marina "erbanense" (27)	28
2.3.6.	Sedimentos lacustres (28)	29
2.3.7.	Coluviones y depósitos de ladera indiferenciados (29)	29
2.3.8.	Conos de deyección y depósitos de ladera (30)	31
2.3.9.	Depósitos de barranco (31)	31
2.3.10.	Playas de arenas (32)	32
2.3.11.	Playas de cantos (33)	32
3.	TECTÓNICA	32
4.	GEOMORFOLOGÍA	36
4.1.	LOS MATERIALES	36
4.2.	FASES GENERATIVAS DEL RELIEVE	37
4.3.	PRINCIPALES FORMAS DIFERENCIABLES	37
4.3.1.	Macroformas	38
4.3.1.1.	Formas volcánicas	38
4.3.1.2.	Formas marinas	38
4.3.1.3.	Formas continentales	38
4.4.	TOPÓNIMOS CON SIGNIFICADO GEOMORFOLÓGICO	39
5.	PETROLOGÍA Y GEOQUÍMICA	39
5.1.	FASE MIOCENA. PETROLOGÍA	39
5.1.1.	Coladas basálticas miocenas	39
5.1.1.1.	Basaltos olivínicos	39
5.1.1.2.	Basaltos olivínico-piroxénicos	43
5.1.1.3.	Basaltos piroxénicos	44
5.1.1.4.	Basaltos plagioclásicos	44
5.1.1.5.	Basaltos anfibólicos	45
5.1.2.	Traquibasaltos. Basaltos plagioclásicos afaníticos	45

5.1.3. Rocas sálicas: traquitas .....	45
5.2. FASE MIOCENA. GEOQUÍMICA .....	46
5.3. FASE PLIOCENA SUPERIOR. PETROLOGÍA .....	46
5.4. FASE PLIOCENA SUPERIOR. GEOQUÍMICA .....	47
5.5. FASE RECIENTE. PETROLOGÍA .....	49
5.6. FASE RECIENTE. GEOQUÍMICA .....	50
6. HISTORIA GEOLÓGICA .....	54
7. HIDROGEOLOGÍA .....	56
7.1. HIDROLOGÍA SUPERFICIAL .....	56
7.2. UNIDADES HIDROGEOLÓGICAS: NIVELES ACUÍFEROS .....	58
7.2.1. Nivel acuífero inferior o basal .....	60
7.2.2. Nivel acuífero superior .....	60
7.3. PIEZOMETRIA .....	61
8. GEOTECNIA .....	61
8.1. ZONACIÓN GEOTÉCNICA: CRITERIOS DE DIVISIÓN .....	62
8.2. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS ZONAS .....	63
8.3. CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS .....	65
8.4. RIESGOS GEOLÓGICOS .....	66
8.5. VALORACIÓN GEOTÉCNICA .....	66
8.5.1. Terrenos con características constructivas desfavorables o muy desfavorables .....	67
8.5.2. Terrenos con características constructivas aceptables o favorables .....	67
9. GEOLOGIA ECONÓMICA, MINERÍA Y CANTERAS .....	67
10. PUNTOS DE INTERÉS GEOLÓGICO .....	69
10.1. DESCRIPCIÓN Y TIPOS DE INTERÉS DE LOS PIG .....	69
11. BIBLIOGRAFÍA .....	70

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1. SITUACIÓN Y ASPECTOS GEOGRÁFICOS

La presente cartografía y memoria del Mapa Geológico Nacional a escala 1:25.000 corresponde a la hoja de Punta del Muellito (n.º 93-79 del Servicio Geográfico del Ejército). El área cartografiada coincide mayoritariamente con la antigua hoja n.º 1.106-II/1.107-III del IGME (1984a). Se encuentra situada en el sector centro-oriental de la isla de Fuerteventura, y sus límites N, O y S son, respectivamente, las hojas geológicas de Puerto del Rosario, Pájara y Pozo Negro. Al E limita con el océano Atlántico.

Mayoritariamente, esta zona constituye un resto erosivo del edificio estratovolcánico de Gran Tarajal. Se encuentra situado al sur del edificio Tetir, el cual aflora, de forma marginal, en el sector norte de la hoja.

Ambos edificios están constituidos fundamentalmente por un monótono apilamiento de coladas basálticas miocenas. Posteriormente se desarrolla un amplio período erosivo, durante el cual comienza la apertura de valles y barrancos que dejan aislados relieves alargados. Estas morfologías son muy típicas en la isla de Fuerteventura y se conocen con el nombre local de "cuchillos". En esta hoja, dichos relieves adoptan disposiciones ONO-ESE, siendo los más característicos los de Cuchillete del Manadero, Cuchillete de Buenavista-Cuchillete de Mirafior, Morro del Halconcillo-Lomo Mediano, Lomo Cumplido, Agudo-Morro del Valle Caballo, Montaña de la Goma y Morro de los Halcones. Otros relieves miocenos a considerar son el Morro del Recogedero, Montañetas de María Hernández, Montañeta del Burgado y Montaña Parrado. Esta última aparece en el extremo suroccidental de la hoja, en contacto con los únicos afloramientos del Complejo Basal existentes en ella.

Durante el Plioceno y Cuaternario, la actividad volcánica ha creado algunos edificios de cinder cuyas coladas se han encauzado entre los relieves miocenos, contribuyendo a suavizar el paisaje y llegando a ganar terreno al mar, como ocurre en el extremo NE con las coladas de Montaña del Dinero. Las coladas pliocenas ocupan los barrancos de la Antigua y la Muley, si bien posteriormente, durante el Cuaternario, se han vuelto a encajar, provocando algunos meandros muy acusados. El sector occidental de la hoja presenta una morfología mucho más suavizada, en la cual destaca el gran desarrollo que alcanzan los recubrimientos de caliche sobre las coladas basálticas pliocenas.

Dada la extremada aridez de la isla, todos los valles y barrancos se encuentran secos, y solamente durante algún momento muy aislado de precipitaciones más o menos intensas pueden

funcionar. Existe un gran número de barrancos que surcan la hoja, principalmente con orientaciones NO-SE y ONO-ESE. Entre otros, cabe destacar los siguientes: barrancos de la Muley, del Norte del Risco, del Valle de Miraflores, de la Antigua, de Monte Agudo y de la Boca de Pozo Negro.

El clima de la región es similar al del resto de la isla, cálido y seco, con temperaturas medias de 18 ° a 20 °C. Toda la zona está afectada por vientos de intensidad media que rebajan la sensación de calor. Ocasionalmente, los vientos pueden alcanzar gran intensidad.

La vegetación es muy escasa y está integrada fundamentalmente por pequeños arbustos, entre los que predominan los tipos xerofíticos suculentos, con gran desarrollo de endemismos: aulaga (*Launaea arborescens*), tabaiba y cardón (*Euphorbia* s.p.).

## 1.2. ANTECEDENTES GEOLÓGICOS

El primer autor que realizó una volcanoestratigrafía de la isla de Fuerteventura fue HARTUNG (1857). Ya en este siglo, BOUCART et JEREMINE (1938) y HAUSEN (1958) continúan las investigaciones geológicas, publicando este último autor un mapa geológico de la isla a escala 1:300.000. Posteriormente, FUSTER *et al.* (1968) publican una completa monografía de la isla, que ha sido fundamental para las investigaciones ulteriores. En ella establecen la estratigrafía y definen las principales unidades volcánicas. Asimismo, la síntesis cartográfica a escala 1:100.000, que acompaña a esta memoria, es realizada por AGOSTINI *et al.* (1968) y publicada por el IGME-CSIC.

Este mapa de síntesis se basa en los trabajos previos realizados por los mismos equipos a escala 1:50.000 y publicados asimismo por el IGME-CSIC en 1967. En 1984, el IGME (actualmente ITGE) publicó la hoja geológica a escala 1:25.000 de Antigua (MAGNA). Este trabajo ha sido básico para la realización de esta revisión y adaptación de la cartografía geológica a la nueva base topográfica. Recientemente, ANCOCHEA *et al.* (1991) y HERNAN *et al.* (1993) estudian los estratovolcanes miocenos de la isla, redefiniendo tramos y edades.

PETIT MAIRE *et al.* (1986) estudian las formaciones dunares de la isla, datando por el método del C-14 algunos niveles de la melanofauna presente en ellas. Asimismo, obtienen algunos datos paleobioclimáticos del Pleistoceno superior y el Holoceno, que les permite correlacionar estos depósitos con otros de diferentes islas orientales del archipiélago. La paleontología y bioestratigrafía de los depósitos marinos fosilíferos ha sido realizada por MECO *et al.* (1987).

En cuanto a las dataciones radiométricas, se han tenido en cuenta las efectuadas por RONA y NAWALK (1970), ABDEL MONEN *et al.* (1971), GRUNAU *et al.* (1975), FERAUD *et al.* (1985), LE BAS *et al.* (1986b), CASQUET *et al.* (1989), IBARROLA *et al.* (1989) y COELLO *et al.* (1992). También se han utilizado las determinaciones paleontológicas de MECO y PETIT MAIRE (1989).

Con todos estos datos, y con las nuevas dataciones K/Ar realizadas en este proyecto (MAGNA), se han definido las diferentes unidades volcánicas de la isla. Además, esta información ha sido completada y contrastada con las observaciones de campo.

**Tabla 2.1. Cronoestratigrafía volcano-plutónica de Fuerteventura**

	<b>Edad (m.a.)</b>	<b>Fase/Serie</b>
CICLO CUATERNARIO	0-0,8 1,7-1,8	Fase pleistocena media-holocena. Episodios recientes. Fase pleistocena inferior.
CICLO PLIOCENO	2,4-2,9 5,5	Fase pliocena superior. Fase pliocena inferior.
CICLO MIOCENO	12-22,5	Estratovolcanes de Tetir, Gran Tarajal y Jandía.
COMPLEJO BASAL	20-80	Serie plutónica tardía: Edificio Betancuria, Complejo Circular Vega Río Palmas. Serie plutónica de Mézquez. Serie plutónica indiferenciada Serie plutónica ultracalina. Volcanismo indiferenciado, en parte submarino. Sedimentos de fondo oceánico.

**Tabla 2.2. Correlación cronoestratigráfica**

<b>FUSTER <i>et al.</i> (1968)</b>	<b>PLAN MAGNA, IGME (1984a-d)</b>	<b>PLAN MAGNA (1989-1992)</b>
SERIE BASÁLTICA IV	SERIE VOLCÁNICA IV	FASE PLEISTOCENA MEDIA-HOLOCENA Episodios recientes
SERIE BASÁLTICA II Volcanes con conos de cinder Volcanes en escudo	SERIE VOLCÁNICA II	FASE PLIOCENA SUPERIOR
SERIE BASÁLTICA I Basaltos fisurales	SERIE VOLCÁNICA I	FASE MIOCENA (Estratovolcán de Tetir) (Estratovolcán de Gran Tarajal)
Tobas aglomerados subaéreos Rocas volcánicas submarinas	<u>COMPLEJO BASAL</u> Form. tobas y brechas sálicas Form. volcánica submarina	<u>DOMINIO DEL COMPLEJO BASAL</u> Serie volcánica indiferenciada en parte submarina

## 2. ESTRATIGRAFÍA

La historia geológica de Fuerteventura se remonta desde tiempos mesozoicos (sedimentos de fondo oceánico) hasta las últimas emisiones volcánicas cuaternarias. La isla presenta dos domi-

nios geológicos claramente individualizados, el Complejo Basal y el volcanismo subaéreo post-Complejo Basal (Dominio subaéreo), con evoluciones distintas y, en cierta medida, con transiciones graduales entre ambos. El primero constituye la parte oeste de la isla y está compuesto por una secuencia de sedimentos cretácicos, rocas volcánicas submarinas (en facies de esquistos verdes), rocas plutónicas y una intensa inyección filoniana.

Desde los 80 m.a. (Cretácico superior) hasta los 20 m.a. (Mioceno inferior) se van sucediendo estos eventos. El Dominio subaéreo se extiende por la parte norte, este y sur de la isla (Jandía), siendo su período de emisión desde los 23 m.a. (Mioceno inferior) hasta el Holoceno. Estos eventos han ido ganando terreno al mar, agrandando el perímetro costero hasta los límites actuales.

El primer autor que definió una seriación temporal en las unidades geológicas de Fuerteventura fue HARTUNG (1857). Los autores posteriores, como FINCK (1908), FERNANDEZ NAVARRO (1926), BOUCART y JEREMINE (1938), HAUSEN (1958), BLUMENTHAL (1961) y ROTHE (1966), se han ido basando en él para ir actualizando y precisando la estratigrafía general de la isla. Más recientemente, FUSTER *et al.* (1968) culminan un estudio cartográfico y petrológico de Fuerteventura, en el que establecen una nueva estratigrafía general que ha permanecido válida hasta épocas próximas.

Para establecer la estratigrafía general de la isla en este proyecto se han utilizado diversos criterios, tales como criterios de campo (estratigrafías relativas, discordancias, grado de conservación de los edificios, etc.), criterios geocronológicos y criterios petrológico-geoquímicos. De todos ellos, los datos geocronológicos son los que han servido para marcar la pauta general de las principales fases y episodios, debido a la abundante y reciente información disponible. Del análisis de todas las dataciones publicadas hasta el momento, que son RONA y NALWALK (1970), ABDEL-MONEM *et al.* (1971), GRUNAU *et al.* (1975), MECO y STEARNS (1981), FERAUD *et al.* (1985), LE BAS *et al.* (1986 b) y COELLO *et al.* (1992), además de las propias edades hechas para este proyecto, se han definido cinco fases en el Dominio subaéreo y seis en el Complejo Basal. En la Tabla 2.1 está representada la cronoestratigrafía resultante.

La estratigrafía de la hoja de Punta del Muellito es bastante sencilla, a pesar de estar presentes los dos dominios. En la Tabla II se relacionan las series y facies volcánicas presentes en la zona, así como su correlación con anteriores cronoestratigrafías más recientes de FUSTER *et al.* (1968) e IGME (1984a-d).

En el Dominio del Complejo Basal aflora una de las series más antiguas del mismo. Se trata de la Serie volcánica indiferenciada, en parte submarina, que comprende las primeras manifestaciones volcánicas que tuvieron lugar en la isla en tiempos premiocenos. Esta serie es equivalente a lo que FUSTER *et al.* (*op. cit.*) llamaron Rocas volcánicas submarinas y, Tobas y aglomerados subaéreos, y lo que el Plan Magna [IGME (*op. cit.*)] definió como Formación volcánica submarina y Formación de tobas y brechas sálicas.

El Dominio subaéreo da comienzo con la Fase miocena, representada en esta hoja por los estratovolcanes de Tetir y Gran Tarajal. Esta fase es equivalente a la Serie Basáltica I de FUSTER *et al.* (1968) y a la Serie Volcánica I del IGME (1984a-d). Se dispone de manera discordante sobre el Complejo Basal, a pesar de no observarse la discordancia en los contactos aflorantes.

Dentro del volcanismo plioceno, en esta hoja sólo aparece representada la Fase pliocena superior. Es en parte equivalente a la Serie Basáltica II de FUSTER *et al.* (1968) y a la Serie Volcánica II de (IGME 1984a-d). Por último, se ha distinguido la Fase pliocena media-holocena, que engloba los últimos 0,84 m.a. Corresponde, en la hoja, con las erupciones asignadas a la Serie IV de FUSTER *et al.* (*op. cit.*), así como con la Serie Volcánica IV de IGME (1984a-d).

## 2.1. COMPLEJO BASAL

### 2.1.1. *Coladas básicas y rocas fragmentarias indiferenciadas, intensamente atravesadas por diques (4)*

Al sur de Montaña Parrado se encuentra un pequeño cerro denominado Roque del Buey, en el que afloran rocas oscuras y densas, junto con otras marrones-amarillentas, atravesadas por abundantes diques (> 70%). Corresponden al extremo de un afloramiento más amplio que se extiende hacia el oeste, en la hoja de Pájara.

El aspecto que presenta el afloramiento es similar al de las unidades indiferenciadas (lavas, brechas básicas y sálicas) del Complejo Basal aflorante en la vecina hoja de Pájara. De ahí que se considere como uno de los relieves más occidentales de dicho complejo en esta zona del valle central.

En la memoria de la hoja de Antigua a escala 1:25.000 [(IGME, 1984a)], este afloramiento se definió como intrusivos traquíticos con brechas traquíticas carbonatadas del tramo inferior alto de la Serie I (Fase miocena, en este trabajo). Según las observaciones de campo realizadas ahora en este proyecto y los datos petrográficos de las muestras tomadas en las inmediaciones (dentro de la hoja de Pájara), hay que afirmar que no son rocas sálicas, sino basaltos piroxénicos y piroxénico-anfibólicos muy alterados por carbonatación. Son rocas básicas muy fisuradas, que al sufrir un fuerte proceso de transformación adquieren un color claro que recuerda al de las rocas sálicas.

## 2.2. FORMACIONES POSTCOMPLEJO BASAL

### 2.2.1. **Fase miocena. Edificio Gran Tarajal**

Se trata del primer episodio subaéreo que tiene lugar tras el emplazamiento del Complejo Basal. Es una fase de intensa actividad volcánica, durante la cual se constituye el esqueleto principal de la isla mediante la construcción de tres edificios estratovolcánicos que se asocian con una fisura de la dirección NNE-SSO. Esta fisura tiene una gran magnitud y se prolonga hacia el norte en la isla de Lanzarote y Banco de Concepción.

Los tres edificios de Fuerteventura se denominan norte o Tetir, centro o Gran Tarajal y sur o Jandía. Esta hoja comprende el tránsito entre los edificios de Gran Tarajal y Tetir, si bien este último edificio aparece más pobremente representado. Se ha asignado al edificio Tetir algunos afloramientos aislados del sector norte y centro de la hoja, pues se sitúan discordantemente sobre los materiales del edificio Gran Tarajal.

El edificio Gran Tarajal se sitúa en el sector centro-sur de la isla y ocupa una gran parte de las hojas de Istmo de la Pared, Gran Tarajal, Las Playas, Tuineje, Pozo Negro y Punta del Muellito. Además, aflora de forma marginal en la situada al norte (Puerto del Rosario).

Está constituido fundamentalmente por un potente apilamiento de coladas basálticas, entre las que se intercalan algunos niveles piroclásticos y conos enterrados. En general, las coladas adoptan una disposición periclinal semicircular con respecto a un hipotético centro, situado en el sector septentrional de Tuineje o meridional de Pájara.

En esta hoja los buzamientos son bajos, con valores inferiores a 8-10°. Asimismo, la red filoniana se orienta según un esquema radial. Estos hechos son más patentes cuando se realiza un montaje con la cartografía de todas las hojas mencionadas, ya que en ésta la densidad de la intrusión filoniana es muy baja.

Dentro de este edificio se han distinguido varios tramos, separados por pequeñas discordancias. La discordancia más nítida es la que separa el tramo inferior de los tramos medio y superior, ya que aparece puesta de manifiesto por la existencia de niveles sedimentarios aluviales y de brechas líticas. Estas últimas son similares a la Brecha Ampuyenta del edificio Tetir, aunque, volumétricamente, en este edificio hay mucha menos proporción. La separación entre los tramos medio y superior no siempre es factible, y a efectos cartográficos, en esta hoja se describe como tramo medio-superior. Estos tres tramos son los que constituyen y definen el edificio en sí; después tiene lugar un período erosivo, durante el cual se abren valles y barrancos que siguen una disposición radial.

Fosilizando estos paleorrelieves aparecen los episodios tardíos, que corresponden con las formaciones "Melindraga", "Tamacite", "Los Tableros" y "Los Morros", de ANCOCHEA *et al.* (1991).

Teniendo en cuenta los criterios de campo y los geocronológicos, se puede señalar que este edificio inicia su actividad antes que el edificio Tetir. Según las dataciones existentes en la bibliografía [fundamentalmente las de COELLO *et al.* (1992)], el período de emisión de este edificio se prolonga desde 20 M.a.-14 m.a. No obstante, durante la realización de este proyecto (MAGNA), se han efectuado nuevas dataciones, principalmente con el fin de datar la actividad inicial de este edificio. Esto no siempre es factible, debido al intenso grado de alteración que presentan las coladas del tramo inferior. A pesar de ello, se han datado tres muestras del tramo inferior, pertenecientes a otras hojas, con edades en torno a 21-22,5 m.a.

### 2.2.1.1. Tramo Inferior

Este tramo está constituido mayoritariamente por coladas basálticas olivínico-piroxénicas afectadas por una intensa alteración. Este hecho provoca que las coladas pierdan su estructuración y en muchas ocasiones aparezcan superficialmente abundantes cristales de augita disgregados que tapizan todo y pueden recordar vagamente a superficies de lapilli. Concretamente en esta hoja, hay pocas intercalaciones piroclásticas. También la densidad de la intrusión filoniana es más baja que la observada en las hojas de Gran Tarajal, Las Playitas o Pozo Negro.

Este tramo aparece exclusivamente en la mitad sur de la hoja, y más concretamente en la parte baja de los barrancos de Pozo Negro, Monte Agudo y Antigua. Como se ha comentado anteriormente, no existen datos de edades absolutas referidos a esta hoja, pero por similitud con hojas adyacentes, se estima su edad en torno a 20-22 m.a.

#### 2.2.1.1.1. Coladas basálticas olivínico-piroxénicas (5)

Estas coladas constituyen las primeras emisiones miocenas de la hoja, tras el emplazamiento del Complejo Basal, y pueden considerarse el sustrato del resto de las formaciones aflorantes en el área de estudio. Ocupan las partes bajas de los barrancos que surcan la mitad sur de la hoja (barranco de Antigua, Pozo Negro y Monte Agudo).

En general, son coladas "pahoehoe" vesiculares y alteradas, en las cuales, en muchos casos, resulta muy complicado reconocer las estructuras originales de colada. Aparecen atravesadas por diques y "sills" basálticos y presentan buzamientos acusados, del orden de 10-15° al SE, en la base de los Morros de Valle Sise, y 10° al NE, en las laderas meridionales de Montaña de la Goma.

En el borde sur de la hoja, en la ladera septentrional del barranco de Pozo Negro, bajo el Morro de Leandro, se observa que, intercalado en el apilamiento de coladas delgadas "pahoehoe", hay una colada masiva con disyunción columnar y pátina de alteración marronácea que provoca un resalte muy acusado y da lugar a una especie de hombrera. Composicionalmente, es un basalto olivínico y recuerda a una colada "intracanyon"; sin embargo, no hay evidencia de que lo sea y por ello no se ha señalado en cartografía.

#### 2.2.1.1.2. Depósitos piroclásticos mixtos (6)

Estos materiales aparecen en un pequeño afloramiento localizado en la ladera norte del Morro del Halconcillo, intercalados entre el apilamiento de coladas basálticas del tramo inferior. Tienen una potencia visible muy reducida, de apenas unos 10-15 m, y están constituidos por materiales brechoides que alternan con niveles epiclásticos y cineríticos. Estos últimos afloran en la base, tienen color gris y parecen corresponder a depósitos hidromagmáticos. Hay también algunas intercalaciones de escorias basálticas de tamaño pequeño y con formas algo subredondeadas que sugieren un cierto transporte. En conjunto, se trata de un depósito piroclástico-epiclástico de tipo mixto (magmático-hidromagmático).

#### 2.2.1.2. Tramo medio-superior

Dentro de los materiales volcánicos miocenos presentes en la hoja, los pertenecientes a este tramo son los que ocupan una mayor extensión superficial, dentro de la mitad sur de la hoja. Se trata de un tramo fundamentalmente lávico, en el cual no existen discordancias nítidas ni intercalaciones sedimentarias que permitan su individualización cartográfica. En general, está constituido por un potente apilamiento de coladas basálticas que dan lugar a algunos de los

relieves más importantes de la hoja [Agudo (494 m), Moro del Halconcillo (394 m), Montaña de la Goma (294 m), Morro de los Halcones (433 m), etc.].

#### 2.2.1.2.1. Brechas líticas Ampuyenta (8)

Esta unidad, como se ha comentado en las memorias de las hojas de Tetir y Puerto del Rosario, es característica del edificio Tetir. En esta hoja su presencia se limita a dos pequeños afloramientos localizados en las vertientes septentrionales del Morro del Recogedero y del Morro de las Caderas.

ROTHER (1966) denominó a estos materiales "Aglomerados de Casillas de Angel" y FUSTER *et al.* (1968) "Aglomerado Ampuyenta". En este trabajo se ha preferido utilizar la denominación "Brecha Ampuyenta", ya que el término aglomerado sugiere más bien un origen puramente volcánico, y en el caso de la Brecha Ampuyenta parece tratarse de un "debris-avalanche" en el cual no existe componente magmático.

En la ladera norte del Morro del Recogedero estos materiales tienen una potencia de unos 30 m y se sitúan al techo de las coladas basálticas olivínico-piroxénicas del tramo inferior. Señalan, por tanto, la discordancia con el tramo medio-superior suprayacente. Están constituidos por unos niveles brechoides, con fragmentos subangulosos de composición basáltica. Los tamaños son muy variables, desde 2 cm hasta bloques de 25-30 cm. La matriz es arenosa y presenta un color violáceo. Aunque no existe una orientación de cantos propiamente dicha, se intuye un cierto buzamiento de unos 25° al SSE. Además, se observa una ligera fisuración o diaclasado subparalelo al plano de la ladera.

El afloramiento del Morro de las Cadenas tiene características semejantes, alcanzando una potencia de unos 40 m. Estratigráficamente se sitúa sobre las coladas indiferenciadas del edificio Gran Tarajal (7) y debajo de las coladas del tramo medio-superior del edificio Tetir. Según esto podría pensarse que se trata de un depósito algo "más joven" que el anterior y relacionado con la destrucción de los tramos inferiores del edificio Tetir.

#### 2.2.1.2.2. Sedimentos aluviales. Arenas y conglomerados (9)

Generalmente, estos depósitos aparecen como delgadas intercalaciones, a modo de lentejones, al techo de las coladas del tramo inferior y en la base del tramo medio-superior, marcando la discordancia entre ambas unidades. De todos los afloramientos cartografiados, el que ocupa mayor extensión superficial es el de Caleta Blanca-Caleta de la Ballena, localizado en la parte baja y zona de desembocadura de los barrancos de Majada Honda y Monte Agudo. En algunos de los cortes de estos barrancos se observan potencias visibles de 8-10 m, pero, en conjunto, la potencia estimada para este afloramiento puede superar los 25 m. Localmente se observa una delgada intercalación de coladas basálticas. En el corte del barranco Majada Honda estos depósitos presentan bases planas y están constituidas por cantos angulosos y subangulosos muy heterométricos que recuerdan a la facies Santidad de la Formación Detrítica de Las Palmas (isla de Gran Canaria). Sin embargo, en la zona de desembocadura de este barranco y en el

barranco de Monte Agudo se observan bases canalizadas, estratificación cruzada y orientación de cantos (difusa), que indica un sentido de la paleocorriente NO-SE. Además hay algunas intercalaciones de material detrítico fino (arenas) de poco espesor.

En el afloramiento de Montaña Parrado, al oeste del área estudiada, estos materiales se apoyan directamente sobre las unidades del Complejo Basal, ya que en este punto faltan las coladas del tramo inferior. En la ladera norte de Montaña Parrado se observa que la parte baja del depósito está constituida por unos conglomerados de cantos subangulosos con matriz arenosa de color rojizo. Los fragmentos son de diversa naturaleza: basaltos olivínico-piroxénicos, basaltos afaníticos grises y basaltos afaníticos con tonos verdosos de alteración (características de los diques del Complejo Basal). Intercalado entre estos depósitos aparece una colada basáltica afanítica de color gris. Por encima de esta colada se continúan conglomerados con cantos algo más subredondeados. Entre ellos se observan cantos de gabros de basaltos plagioclásicos y de otros tipos basálticos (citados anteriormente).

En la ladera sur del Cuchillo de Buenavista, esta unidad presenta unos espesores mucho mayores a los observados en el resto de los afloramientos existentes. Concretamente, en la falda sur del Morro de la Casa aparecen tres niveles sedimentarios de unos 30 m de espesor cada uno, entre los que se intercalan coladas basálticas. Esto es debido a que en esta zona se produce el tránsito entre los edificios de Gran Tarajal y Tetir. Esta discordancia entre ambos edificios es muy patente en el extremo occidental de este afloramiento, en la Punta de Teno. Está representada por un paleorrelieve muy acusado relleno parcialmente por estos niveles sedimentarios. Están constituidos, por conglomerados de cantos subangulosos y subredondeados con matriz arenosa. La mayoría de los fragmentos son de composición basáltica y tienen tamaños de 6-15 cm. Un pequeño porcentaje de ellos (15%) supera estos tamaños, y algunos pueden llegar a 0,8-1 m.

Además de estos afloramientos citados, hay otros de menor entidad, localizados en Montaña de la Goma, Morrito del Asiento, Morro de Leandro y Morros de Valle Sise-Morritos de la Pared. Todos ellos están constituidos por conglomerados de cantos basálticos que marcan la discordancia entre el tramo inferior y el medio-superior del edificio Gran Tarajal.

#### 2.2.1.2.3. Coladas basálticas olivínicas, olivínico-piroxénicas, olivínico-piroxénicas-plagioclásicas y traquibasaltos subordinados (10)

Esta unidad lávica es la que constituye, principalmente, el tramo medio-superior del edificio Gran Tarajal. Aparece ampliamente representada en la mitad sur de la hoja, fundamentalmente en el cuarto SE, al sur del barranco de Antigua. Todo este sector da lugar a los relieves más importantes de la hoja.

Estratigráficamente se sitúa al techo del tramo inferior, estando ambos tramos separados por un nivel de sedimentos aluviales que señalan la discordancia erosiva. Solamente en el borde oeste de la hoja, en Montaña Parrado, aparecen estos materiales directamente en contacto con el Complejo Basal. En el contacto entre estos materiales aparecen también los niveles sedimentarios citados, si bien este contacto es algo confuso y parece tener un origen tectónico. En conjunto, esta unidad está constituida por un apilamiento de coladas basálticas que buzan entre

5 y 10° al E y SE. Aunque en esta hoja no se aprecia bien, la disposición general es periclinal (véase hojas de Gran Tarajal, Las Playas y Pozo Negro). Una de las características de esta unidad es su morfología tabular y escalonada, que contrasta fuertemente con la del tramo inferior, mucho más suavizada por la erosión. Asimismo, es característico su menor grado de alteración. Las coladas individuales son masivas y coherentes, con disyunción columnar y bases fragmentarias bien desarrolladas. Los mayores espesores se alcanzan en el Morro de los Halcones y Agudo con potencias del orden de 200-250 m. En los afloramientos de Montaña de La Goma y Parrado apenas se alcanzan unos 50 m de espesor. En la costa oriental, los espesores visibles son también bajos.

A diferencia del tramo inferior, estas coladas están prácticamente desprovistas de diques. Sólo se han observado tres diques que encajan en las coladas del Morro de los Halcones, uno de ellos, además, es un dique tardío de composición sálica.

Desde un punto de vista composicional, predominan las coladas basálticas olivínicas y olivínico-piroxénicas, estando subordinadas las coladas traquibasálticas. En el sector suroriental, en las secciones efectuadas en los barrancos de Leandro, Majada Cabras, Monte Agudo y Majada Honda, se han observado coladas "pahoehoe" vesiculares, de color negruzco, que corresponden a tipos basálticos olivínico-piroxénico-plagioclásicos. Frecuentemente, presentan estructuras cordadas y de lavas en tripas. En la desembocadura del barranco de Leandro, dentro de la hoja de Pozo Negro, se observa un pequeño tubo volcánico, desarrollado en estas coladas "pahoehoe".

#### 2.2.1.2.4. Coladas e intrusivos traquíticos (11)

Se describen en este apartado tres pequeños afloramientos traquíticos que aparecen en el cuadrante SE de la hoja, relacionados en todos los casos con las coladas del tramo medio-superior del edificio Gran Tarajal.

El afloramiento más septentrional se localiza al sur del barranco de Antigua, en la zona de El Castillejo. Se trata de un resto erosivo de coladas traquíticas, con disyunción columnar que aparece discordante sobre las coladas del tramo medio-superior.

A unos 1.500 m al ESE de este afloramiento, en la ladera sur del barranco de la Torre, hay otro asomo traquítico, cuyos contactos con las coladas basálticas miocenas son algo confusos. En el campo no se observa claramente si se trata de un intrusivo o una colada; lo que sí parece evidente es que está intercalado entre las coladas basálticas miocenas. Es una roca masiva, con disyunción columnar de color de alteración grisáceo, que al golpear con el martillo ofrece el clásico sonido de las fonolitas. Se ha tomado una muestra para datación, obteniendo una edad de 17,2 m.a. Este dato es acorde con los obtenidos por COELLO *et al.* (1992) para el tramo medio-superior.

Por último, se ha señalado otro pequeño afloramiento de características semejantes a éste, en la ladera sur del barranco de Monte Agudo distante unos 2 km del anterior.

### 2.2.1.3. *Coladas basálticas olivínico-piroxénicas y olivínico-piroxénicas-plagioclásicas indiferenciadas (7); piroclastos basálticos (lapilli, escorias y bombas) (13)*

En el área septentrional de la hoja, esto es, al norte del barranco de Antigua, las series son algo diferentes al resto de las observadas en el edificio Gran Tarajal, debido a que en este sector se produce el tránsito entre los edificios miocenos de Tetir y Gran Tarajal. Este hecho queda puesto de manifiesto por la gran abundancia de intercalaciones sedimentarias que existen entre las coladas en la ladera norte del barranco de Antigua. Por este motivo, se ha definido una unidad indiferenciada (7) que agrupa todos los tramos del edificio Gran Tarajal. Además, otra característica de esta área es la mayor densidad de depósitos piroclásticos y centros de emisión (13) que se describen también en este epígrafe.

Por los motivos expuestos en el párrafo anterior, esta unidad presenta una gran variedad de tipos litológicos, si bien predominan las coladas basálticas olivínico-piroxénicas. Donde mejor aparecen representados estos materiales es en las laderas del Cuchillete de Buenavista, Cuchillete del Manadero y Majada de la Cantera, observándose potencias máximas de 100 a 150 m.

La parte interior está constituida por coladas alteradas de color gris que alternan con bases escoriáceas. En general, son poco potentes y tienen composición basáltica con fenocristales de olivino y piroxeno. A continuación aparece un tramo con intercalaciones sedimentarias y coladas masivas con disyunción columnar que provocan un resalte morfológico entre los niveles aluviales. Son basaltos afaníticos con matriz negra y potencias individuales de 4-6 m. Además se observan intercalaciones de basaltos olivínico-piroxénico-plagioclásicos de tipo "pahoehoe". Asimismo, localmente, en la ladera sur de la Montaña del Divisito, se ha muestreado una colada de tipo traquibasáltico que se caracteriza por la abundancia de fenocristales de anfíbol y los colores de alteración marrón-claro. Por último, en las superficies de coronación de los relieves de Montaña Blanca de Arriba y Cuchillete de Mirafior aparecen coladas masivas de basaltos olivínicos-piroxénicos con fenocristales de olivino de hasta 4-6 mm y augitas de 2 mm.

Estas coladas muestran un grado de alteración muy bajo, ya que los olivinos están bastante frescos. En algunos puntos parece que se adaptan a la topografía, rellenando un paleorrelieve.

En este sector son relativamente abundantes los centros de emisión, habiéndose cartografiado un total de tres episodios y un depósito piroclástico. A continuación se describen las características de cada uno de ellos.

*Edificio Montaña Blanca de Abajo.* Presenta una forma en planta subredondeada algo irregular, con un diámetro máximo de unos 500 m y una altura máxima, desde su base, de unos 40 m. Es un cono piroclástico de color rojizo, constituido por lapillis, escorias rojizas y escasas bombas, de composición basáltica olivínica. También hay abundantes bloques lávicos de la misma composición, con fenocristales de olivino relativamente frescos. En la ladera sur del edificio se observa un dique basáltico subvertical de dirección N165°E.

*Edificio Morro de la Cancela.* Este centro de emisión se localiza a unos 2,7 km al sur del anterior. El material piroclástico es relativamente escaso y sólo se observa al sur del edificio, en la parte seccionada por el barranco del Morro de la Cancela. Está constituido por lapillis, bombas y escorias rojizas, atravesadas por dos diques basálticos de dirección N155°E. Superficialmente,

sobre todo hacia la ladera norte, aparece un recubrimiento de bloques lávicos de composición basáltica olivínica.

*Edificio Morro de Majada Colorada.* Es un cono piroclástico de color rojizo, que aparece parcialmente sepultado por las coladas del edificio Tetir. Está constituido por lapillis rojizos y vesiculares, escorias y escasas bombas. El tamaño de los fragmentos varía desde 1 cm, para el lapilli fino, hasta 20 cm, para algunas escorias y bombas.

Por último, hay que mencionar los depósitos piroclásticos existentes entre *Morro de Montaña Blanca* y *Montaña Blanca de Arriba*. Se trata de unos paquetes de escorias rojizas intercaladas entre el apilamiento lávico, que presentan un fuerte buzamiento hacia el NE de unos 30°.

#### 2.2.1.4. *Diques básicos (1); diques sálicos (2)*

Los diques básicos aparecen, casi exclusivamente, atravesando a las coladas basálticas del tramo inferior del edificio Gran Tarajal, observándose en muchos casos diques truncados en la base del tramo medio-superior. En esta hoja la intensidad de la inyección filoniana es bastante menor a la observada en las hojas de Gran Tarajal, Pozo Negro y Las Playas. A pesar de ello, si se efectúa un mosaico con las hojas citadas, se observa que, en conjunto, los diques siguen una pauta radial. Así, en la hoja estudiada, las orientaciones de los diques varían desde N120°E en el sector sur (barranco de Pozo Negro) a E-O y M60°E en la zona norte (en las laderas septentrionales del Cuchillote de Buenavista). En la zona centro-meridional (laderas del vértice Agudo) presentan valores entre N105-110°E. En la zona de la Atalayita se observan algunos diques que siguen una dirección normal a la citada, orientaciones NE-SO. Además, hay que señalar la existencia de algunos diques aislados con orientación norteada que están relacionados con los centros de emisión de Montaña Blanca y Morro de la Cancela.

En general, la mayoría de los diques son verticales o subverticales, con potencias variables entre 0,4-2,5 m, si bien predominan los espesores comprendidos entre 0,8-1,3 m. La composición de estos diques es fundamentalmente basáltica, predominando los tipos porfídicos con fenocristales de olivino, piroxeno y en algunos casos plagioclasa. Además, se han observado tipos afaníticos de color gris con tendencia traquibasáltica. Suelen presentar bordes de enfriamiento netos y muy característicos.

En cuanto a diques sálicos, solamente se ha cartografiado uno, localizado en la vertiente norte del Morro de Halcones. Este dique presenta una dirección N120°E con un recorrido visible de algo más de un kilómetro. Es un dique potente y subvertical que atraviesa a toda la sucesión de materiales basálticos del edificio Gran Tarajal. Composicionalmente es una traquita de color gris-claro.

#### 2.2.1.5. *Episodios tardíos*

Después de la emisión de los tramos medio y superior del edificio mioceno de Gran Tarajal comienza una intensa actividad erosiva que modifica el relieve generado y da lugar a la apertura de valles y barrancos. De acuerdo con ANCOCHEA *et al.* (1991), la distribución de estos episo-

dios tardíos es muy irregular. Estos autores distinguen cuatro unidades o formaciones: "Melindraga", "Tamasite", "Los Tableros" y "Los Morros", siendo tal vez esta última la única que aparece en la hoja estudiada. El afloramiento más importante está constituido por el potente planchón del Morro del Recogedero.

Coladas similares han sido datadas por COELLO *et al.* (1992) en la hoja de Pozo Negro en 13,2 m.a. (Tablero del Saladillo).

#### 2.2.1.5.1. Sedimentos aluviales. Arenas y conglomerados (14)

En la base de La Atalaya, al oeste del Morro del Recogedero, hay un nivel de sedimentos que aparece discordante sobre los materiales del tramo inferior. Está debajo de unas coladas basálticas que se han asignado con ciertas reservas a los episodios tardíos. Es un nivel de conglomerados de unos 20 m de potencia, constituido por cantos rodados de color oscuro y de composición basáltica. Presenta una gran heterometría, ya que se observan fragmentos desde 2-4 cm hasta bloques de 80-100 cm.

En la ladera norte de la Atalayita hay algunos diques que atraviesan tanto el tramo inferior como a estos sedimentos, pero que sin embargo quedan truncados en la base de las coladas suprayacentes. También se ha observado un "sill" traquifonolítico de color verdoso encajando en estos sedimentos.

#### 2.2.1.5.2. Coladas basálticas olivínicas y olivínico-piroxénicas (15)

Esta unidad tiene un desarrollo areal muy escaso en esta hoja. El afloramiento más importante y emblemático es el planchón del Morro del Recogedero.

Se trata de unas coladas basálticas muy masivas y potentes que se disponen discordantemente tanto sobre los materiales del tramo inferior como sobre los del tramo medio-superior. Es una discordancia angular muy espectacular, ya que mientras las coladas del tramo inferior buzanan unos 12° al SE y las del tramo medio-superior son subhorizontales al ESE, éstas (tardías) tienen un buzamiento de unos 10° al NO. Las coladas tienen una fuerte disyunción columnar con un espesor de conjunto de unos 100 m. Composicionalmente, son basaltos olivínicos y olivínico-piroxénicos, porfídicos, siendo algunos de tipo picrítico. En general, presentan un estado de alteración incipiente.

Diseminados por el extremo suroccidental de la hoja, hay varios afloramientos que ofrecen dudas en cuanto a su asignación a los tramos medio-superior o a los Episodios tardíos. Se trata de los relieves de Montaña Parrado, El Fragoso, Morro de los Halcones, Montaña de la Goma y La Atalayita. Además hay otros dos pequeños afloramientos que aparecen como "hombreras" en el barranco de Pozo Negro. Como se ha comentado en el apartado anterior, sólo se ha asignado a esta unidad el afloramiento de la Atalayita, aunque con muchas reservas. Se trata de una colada masiva, con disyunción columnar, de basaltos olivínicos porfídicos de color oscuro.

## 2.2.2. Fase miocena. Edificio Tetir

Este edificio mioceno aflora, de forma marginal, en afloramientos aislados del sector norte de la hoja. Estos afloramientos constituyen las estribaciones meridionales del edificio, que ocupando una gran parte del sector centro-norte de la isla, aflora ampliamente en las hojas de Tetir, La Oliva y Puerto del Rosario. De forma parcial aflora en la hoja de Tostón-Corralejo.

Una de las características principales de este edificio es la existencia de unos potentes depósitos brechoides (Brecha Ampuyenta) que afloran hacia la parte media-baja del mismo. Estos materiales son mucho más abundantes en las hojas de Tetir y Puerto del Rosario. En esta de Punta del Muellito sólo hay algún afloramiento aislado, como el existente en la ladera norte del Cuchillete del Manadero. En clara discordancia sobre estos depósitos, aparece un potente apilamiento de coladas basálticas, entre las que se intercalan algunos niveles locales de escorias. En general, en esta hoja, las coladas presentan suaves buzamientos hacia el E y SE.

Según los datos geocronológicos existentes en la bibliografía [(ABDEL MONEN *et al.* (1971) y COELLO *et al.* (1992)], y los aportados durante la realización de este proyecto (MAGNA), puede estimarse que el tramo medio-superior de este edificio tiene un rango de edades de 12-14 m.a. Se trata, por tanto, del estratovolcán mioceno más joven de los tres que aparecen en la isla.

En cuanto a la Brecha Ampuyenta, no hay datos muy concretos, si bien COELLO *et al.* (1992) consideran que debe ser anterior a 13,6 m.a. Las coladas del tramo inferior, no aflorantes en esta hoja, son muy problemáticas para datar, debido a su alto grado de alteración.

### 2.2.2.1. Coladas basálticas olivínicas, olivínico-piroxénicas y olivínico-piroxénicas-plagioclásicas. (12)

Esta unidad aparece representada únicamente en la mitad norte de la hoja, habiéndose cartografiado los afloramientos correspondientes a los relieves de Cuchillete del Manadero, Cuchillete de Buenavista, Montañeta del Burgado y Montañetas de María Hernández. En todos los afloramientos señalados se observa que estas coladas se disponen discordantemente sobre las coladas miocenas del edificio Gran Tarajal. Concretamente, en el extremo occidental del Cuchillete de Buenavista, en la Punta de Teno, es donde mejor se aprecia que estas coladas rellenan un paleorrelieve previo, labrado en los materiales del edificio Gran Tarajal. En este punto, el plano de discordancia presenta un fuerte buzamiento hacia el este.

Las mayores potencias se alcanzan en el afloramiento del Cuchillete de Buenavista y, más concretamente, en el Morro de la Casa, en el cual se han medido unos 100 m de espesor. En la parte inferior se observan unos 50 m de coladas vesiculares de tipo "pahoehoe", con colores negruzcos. Composicionalmente, son basaltos olivínico-piroxénico-plagioclásicos, con fenocristales de pequeño tamaño pero muy abundantes. Hacia el techo se continúan coladas de tipo "aa", algo más potentes, con matriz negra y afanítica. Presentan fractura limpia y partición en bloques. Existen tanto tipos olivínicos como olivínico-piroxénicos. Intercalados entre estas coladas aparecen algunos niveles de escorias y almárges.

Hacia el sur, las potencias disminuyen ostensiblemente, y tanto en el afloramiento de Montañeta Burgado como en el de Montañetas de María Hernández, no se sobrepasan los 40 m de espesor. En el primero de estos afloramientos se observa un apilamiento de varias coladas basálticas. La que corona la serie provoca un cierto resalte morfológico. Se trata de un basalto porfídico con fenocristales de olivino, piroxeno y plagioclasa.

En el afloramiento de María Hernández, el contacto entre las coladas del edificio Gran Tarajal y éstas aquí descritas es muy nítido, ya que mientras las coladas de la base del edificio Gran Tarajal están muy alteradas y atravesadas por algunos diques, estas otras son coladas masivas que provocan un fuerte resalte morfológico. Son basaltos de tendencia afanítica con color gris negruzco.

### **2.2.3. Fase pliocena superior**

Se asignan a esta fase aquellas coladas que fosilizan los valles labrados con posterioridad a la Fase miocena. Mayoritariamente se corresponden con la Serie II de FUSTER *et al.* (1968) e IGME (1984a). La única excepción es la emisión de Montaña del Dinero, que fue cartografiada por los autores anteriores como Serie III. En este trabajo se ha incluido dentro de esta fase, por un aspecto de campo y tipo de emisión, ya que no existen datos de edad absoluta. Si se han datado, sin embargo, las coladas que rellenan el barranco de Antigua. COELLO *et al.* (1992) han obtenido una edad de 2,6 m.a. que corresponde al Plioceno superior.

En conjunto, este volcanismo plioceno parece disponerse a lo largo de directrices estructurales de cierta importancia en el volcanismo insular (véase apartado de tectónica).

Se han asignado también a esta fase los sedimentos aluviales (16), que localmente aparecen debajo de estas coladas, y los glacia-cono (19).

#### *2.2.3.1. Sedimentos aluviales. Conglomerados y arenas (16)*

Estos materiales aparecen únicamente representados en el borde norte de la hoja, en la zona del barranco de Las Cañadas-barranco de la Arena. En esta hoja se sitúan debajo de los depósitos de caliche; pero en la hoja limítrofe de Puerto del Rosario se comprueba que también aparecen a muro de las coladas basálticas pliocenas.

Están constituidos por una secuencia de arenas y gravas con pasadas de finos de colores claros.

#### *2.2.3.2. Coladas básicas olivínicas (17); Centros de emisión (18) y diques básicos (3)*

Esta unidad está ampliamente representada en toda la mitad norte de la hoja, donde se adaptan al paleorrelieve mioceno encajándose por los barrancos de Antigua y La Muley. Concretamente en el barranco de Antigua, COELLO *et al.* (1992) han datado estas coladas en 2,6 m.a.

FUSTER *et al.* (1968) separaron el volcanismo plioceno en dos subseries, según el tipo de edificios existentes (conos de cinder o volcanes en escudo). En este trabajo se ha optado por no realizar esta separación, ya que ambos pueden tener una edad similar. No obstante, más adelante se describe individualmente cada edificio, indicando sus características y tipo de emisión.

Se ha cartografiado un total de seis centros de emisión pertenecientes a esta fase, de ellos dos corresponden a conos de cinder (Montañeta Bermeja y Montaña Bermeja), dos a volcanes en escudo (Llano del Morrito y Montañeta de Estarde), y por último, hay otros dos con caracteres mixtos (Montaña del Dinero y Loma de Escaque). Estos volcanes en escudo son poco frecuentes en otras islas del archipiélago, siendo más propios del "volcanismo hawaiano", el cual se caracteriza por emisiones muy efusivas en las que las lavas, predominantemente de tipo 'pahoe-hoe', constituyen acumulaciones y abombamientos en las proximidades del punto de emisión. Debido a esto, en ocasiones resulta difícil reconocer con exactitud, el centro de emisión. Como ejemplo puede citarse el **volcán del Llano del Morrito**, localizado a 1,5 km al oeste de la Playa del Muellito. Tiene una expresión morfológica muy pobre, pero en superficie se observan fragmentos de lavas vesiculares y muchos "spatter", de composición basáltica olivínica. La **Montañeta de Estarde** se sitúa en los Llanos de Mafasca, al NO de la hoja. Tiene una forma en planta subredondeada con un diámetro de unos 800 m y una altura desde su base de unos 13 m. Sus emisiones lávicas se han dirigido preferentemente hacia el E y SE canalizándose por los barrancos de Majada Blanca y Antigua. En este último barranco, estas coladas se unen con las que proceden de la Loma de Escaque y de la Montaña Bermeja, siendo casi imposible su individualización cartográfica.

El **edificio Montaña Bermeja** está situado en la ladera sur del Morro de la Casa, próximo al cauce actual del barranco de Antigua. Es un cono piroclástico, constituido mayoritariamente por escorias grises y negruzcas con tamaños variables. Hay también algunas bombas de composición basáltica con tamaños en general inferiores a 25 cm, si bien ocasionalmente se observa alguna que llega a medir 1 m de diámetro.

Tiene una forma en planta algo irregular-subredondeada con un diámetro de unos 400 m y una altura desde su base de unos 40 m. En la falda oriental del cono se observa un dique con orientación N-155°E. Es subvertical y tiene idéntica composición a las de las coladas. Éstas se han canalizado hacia el SE rellenando el barranco de Antigua. En algunos de los cortes naturales del barranco se observa un apilamiento de coladas de hasta 20 m. Entre las coladas que hay en las inmediaciones del cono aparecen intercalaciones piroclásticas, constituidas por un "lapillistone" marrón con abundantes rellenos secundarios de ceolitas y carbonatos.

A unos 2,75 km al NNO del anterior edificio se levanta el cono de **Montañeta Bermeja**. Está situado en la vertiente norte del Cuchillete de Buenavista. Tiene una forma en planta irregular con una altura máxima desde su base de unos 75 m. Está constituido mayoritariamente por lapillis, escorias y escasas bombas de color marrón-rojizo con composición basáltica olivínica. La boca eruptiva se abre hacia el norte, en abanico, rodeando al relieve mioceno del Cuchillete del Manadero. Éstas se han canalizado preferentemente por el barranco de La Boca del Risco y el de la Muley, llegando hasta las proximidades de la Playa del Matorral, en la hoja de Puerto del Rosario. Estos barrancos dejan al descubierto un es-

pesor de coladas superior a los 10 m sin que sea visible el muro de la unidad. En muestra de mano se observa que es un basalto olivínico de matriz fina con algunos rellenos de ceolitas.

En la **Loma de Escaque** hay un pequeño centro de emisión cuya morfología recuerda a un volcán en escudo, si bien hay algunas escorias y material piroclástico.

Está situado en el límite norte de la hoja, extendiéndose hacia la hoja del Puerto del Rosario. Tiene una forma en planta algo irregular (subredondeada) con un diámetro de unos 400 m y una altura desde su base de apenas 15 m. Las coladas se han extendido en varias direcciones, si bien en esta hoja se dirigen preferentemente hacia el E y SE ocupando la llanura de El Saladar y la cabecera del barranco de Antigua. Tienen composición basáltica olivínica, similar a todas las emisiones de esta fase.

Por último, hay que mencionar el centro de emisión de **Montaña del Dinero**, localizado en el extremo NE de la hoja. Se trata de un cono de "spatter", en el cual se observan grandes masas escoriáceas, bombas y "colgajos" de coladas de composición basáltica y color rojizo. Su asignación a esta fase es algo dudosa, pues hay argumentos a favor y en contra. Las coladas parece que han ganado terreno al mar, extendiéndose hacia el noreste en la hoja de Puerto del Rosario o hacia el sur hasta la Caleta de Fuste.

#### 2.2.3.3. *Glacis-Cono* (19)

Se han asignado a esta unidad unos pequeños afloramientos que aparecen en la ladera norte del Morro del Halconcillo recubriendo a las coladas basálticas del tramo inferior de la Fase miocena. Presentan una forma en planta seudotriangular con el vértice apuntando hacia la zona de cabecera. Constituyen un recubrimiento detrítico poco potente con espesores variables, mínimos en la zona de cabecera (1 m) y máximos en la parte distal, (2-4 m).

Es un material heterométrico, pobremente seleccionado y sin estructuración interna. Está constituido por arenas y gravas de composición basáltica, con fragmentos variables desde 2-50 cm, empastados en una matriz areno-arcillosa de color claro. Superficialmente, aparecen afectados por un fuerte encalichamiento que da cierta consistencia al depósito.

#### 2.2.4. **Formaciones sedimentarias pleistocenas**

Dado que no existen en esta hoja manifestaciones volcánicas de esta edad, sólo se describirán en este apartado los depósitos de caliche (20) y las arenas y conglomerados de la rasa marina jandiense (21).

Los depósitos de glacis-cono (19), descritos anteriormente, presentan una posición estratigráfica dudosa, ya que son anteriores al caliche pero posteriores a las coladas pliocenas. No obstante, se han incluido dentro de la Fase pliocena con ciertas reservas.

#### 2.2.4.1. Depósitos de caliche (20)

Esta unidad ocupa una gran extensión dentro del área de estudio, aflorando fundamentalmente en el cuadrante NO de la hoja. En general constituye un delgado recubrimiento sobre las coladas basálticas pliocenas que ocupan los valles. También aparece sobre los materiales miocenos, en las zonas de poco relieve y adosado a las laderas de los "cuchillos". En este último caso son afloramientos más pequeños con menor continuidad lateral, ya que están interrumpidos por los coluviones y conos coalescentes que se desarrollaron posteriormente sobre el caliche propiamente dicho.

En los afloramientos que aparecen en el cuadrante NO (Terrenos de Mafasca, Llano de la Pierina, Cercado de El Jarde, etc.) resulta complicado separar la zona recubierta por caliche de lo que son realmente las coladas pliocenas. En estos casos se ha optado por señalar estos contactos como supuestos, ya que la cartografía de estos materiales puede resultar bastante subjetiva, según se quiera resaltar la importancia del sustrato o del recubrimiento.

El aspecto de campo de muchas de estas zonas recuerda a las "parameras castellanas" dado el color blanco característico de ambas formaciones calcáreas. Tradicionalmente, en la isla se han utilizado estos materiales tanto en bloques, para la construcción de casas y alpendes, como para la producción de cal. Ejemplos de estos antiguos hornos de cal aparecen diseminados por la superficie de la isla. En esta hoja hay antiguas explotaciones, hoy abandonadas, en las proximidades de Caleta de Fustes.

El origen de estos suelos ha sido muy discutido y parece que está relacionado con los cambios climáticos iniciados en el Plioceno. Son depósitos característicos de climas desérticos o subdesérticos, en los cuales alternan períodos de grandes sequías con otros de lluvias. De esta forma, durante los períodos lluviosos se produce la disolución de las sales en el agua y en la roca que forma el sustrato. Posteriormente, en épocas secas, tiene lugar la evaporación del agua, que asciende por capilaridad y hace precipitar las sales en las fisuras y zonas más superficiales.

#### 2.2.4.2. Arenas y conglomerados. Rasa marina "jandiense" (21)

En esta hoja sólo se han señalado los afloramientos pertenecientes al jandiense. Ambos se localizan en la costa oriental, en el sector sur de la misma, en las proximidades del Puerto de la Torre y Playa Majada de las Cabras.

A nivel insular, estos depósitos marinos pleistocenos aparecen muy bien representados a lo largo de la costa oriental, si bien en muchas ocasiones resulta complicada su individualización cartográfica con respecto a los depósitos marinos holocenos (erbanenses). El autor que estudió y definió estos depósitos fue MECO (1975, 1977, 1986a, 1986b, 1986c y 1988). Las localidades tipo escogidas para definir estos niveles se encuentran en el sur de la isla (Matas Blancas, Las Playitas, Pozo Negro, Costa Calma y Jandía).

Los dos afloramientos existentes en la hoja aparecen en la zona de desembocadura de los barrancos de la Torre y Majada de las Cabras, situándose sobre las coladas miocenas, en la zona intertidal. Están íntimamente relacionados con los depósitos erbanenses, siendo muy proble-

mática su individualización, ya que en la época erbanense se erosionan los niveles jandienses, y los depósitos erbanenses aparecen rellenando cubetas.

Además, litológicamente son prácticamente idénticos. Los aquí descritos se sitúan a 1 o 2 m por encima del cordón actual.

Los constituyentes litológicos principales son areniscas y conglomerados. Estos últimos están formados por grandes clastos basálticos con matriz arenosa. Las areniscas son biotécnicas, de color claro, aunque con algunas pasadas de color oscuro que corresponden a aportes basálticos. La fauna se acumula preferentemente en el antiguo cordón litoral y se caracteriza por pertenecer a un grupo ecuatorial africano, no viviente en la actualidad en Canarias. Se trata de los *Strombus bubonius* Lamarck, *Conus testudinarius* Bruguiere, *Harpa rosea* Lamarck, *Murex saxatilis* Linné y el coral *Siderastrea radians* (Pallas). Esta arribada de fauna ecuatorial viene acompañada de una extraordinaria proliferación de lapas del grupo *Patella ferruginea* Gmelin de gran tamaño y morfología muy variada, y también una mayor abundancia de *Thais haemastoma* (Linné). El restante y escaso 2% de la población está constituido por una quincena de especies, entre las que figuran *Cymatium partheropaeum* (von Salis), *Charonia nodifera* (Lamarck), *Cantharus viverratus* (Kiener), *Conus papilionaceus* (Bruguriere) y *Spondylus gaederopus* (Linné).

El contenido faunístico y su posición stratigráfica permiten relacionar estos depósitos marinos con el último y más cálido episodio del Cuaternario superior, conocido en Europa como último interglacial y en probable correlación con el Tirreniense mediterráneo, el Ouljiense marroquí y el Inchiriense superior mauritano.

## 2.2.5. Fase reciente

Esta fase aparece únicamente representada por las emisiones lávicas de los edificios Caldera de Gairía y Caldera de La Laguna. Se corresponde con la Serie IV de FUSTER *et al.* (1968), y, aunque no existen datos concretos de edades absolutas, se puede estimar una edad pleistocena superior-holocena. Concretamente, en aquellos puntos en que coladas de esta fase han llegado al mar, se observa que son posteriores a la rasa jandiense (datada paleontológicamente en 100.000 años).

### 2.2.5.1. Coladas basálticas de los edificios Caldera de Gairía y Caldera de La Laguna (22)

El edificio Caldera de Gairía se encuentra situado en la vecina hoja de Pájara, junto al pueblo de Tiscamanita, estando representadas en ésta solamente parte de sus emisiones lávicas.

Es un edificio de grandes dimensiones, de planta circular (900 x 950 m) y perfil cónico, truncado en su cima por un cráter abierto hacia el sur y por los restos de otro con abertura hacia el este. La altura desde su base alcanza unos 200 m llegando a una cota total en su cima de 461 m sobre el nivel del mar. Se encuentra emplazado directamente sobre los materiales del Complejo Basal.

El cono está formado por un depósito de lapillis vesiculares, escorias y bombas, en general de granulometría relativamente gruesa y con un grado de consolidación bajo. Las bombas son frecuentes, tienen formas alargadas y en huso, un carácter masivo y compacto, a menudo con núcleos vesiculares; sus tamaños varían entre escasos centímetros y el metro. El anillo superior del cono está formado por un depósito "spatter" estratificado.

En general, el cono presenta una morfología bastante bien conservada.

Los relieves circundantes al edificio, principalmente al oeste, se hallan tapizados por piroclastos de dispersión. En algunos puntos su espesor es considerable (varios metros), habiendo sido objeto de extracción en canteras.

Hacia el oeste del edificio se extiende un amplio malpaís de lavas escoriáceas emitidas por el volcán, que ocupa una superficie de algo más de 10 km<sup>2</sup> y que es conocido como Malpaís Chico. No parece que estas emisiones llegaran a entrar en contacto con las de Caldera de Liria y La Laguna (Malpaís Grande), pero quedaron muy cercanas. Esto hace que no se pueda saber la cronología relativa entre ambos volcanes. La presencia de algunas costras de caliche sobre las lavas de Gairía parece indicar, según CENDRERO (1966), que son más antiguas que las emisiones de La Laguna y Liria. Las lavas surgieron a través de grietas y fisuras, hoy poco visibles, situadas en la base del cono. Rodearon algunos relieves del Complejo Basal (Montaña Parrado) y otros constituidos por materiales de la Fase miocena, llegando a detenerse, finalmente, ante los "cuchillos" de Morro de los Halcones y Montaña de la Goma.

Se trata de lavas escoriáceas muy caóticas, formadas por grandes morrenas de taludes muy pronunciados. Entre ellas existen a veces depresiones, originadas como consecuencia de hundimientos locales de las propias coladas. A lo largo del malpaís son frecuentes los hornitos y túmulos, algunos de ellos parece que enraizados.

Composicionalmente son lavas basálticas olivínicas, oscuras, de matriz afanítica, en la que destacan diminutos fenocristales de olivino relativamente frescos.

**Edificio Caldera de La Laguna.** En la esquina SE de la hoja existe un pequeño afloramiento del malpaís de Caldera de La Laguna (situado en la hoja de Pozo Negro) procedente de un cono de cínider de edad similar a Gairía. La litología y características de sus emisiones son idénticas a las de dicho volcán.

## 2.3. FORMACIONES SEDIMENTARIAS RECIENTES

### 2.3.1. Depósitos arenoso-arcillos (23)

En la esquina SO de la hoja, entre los malpaíses de la Caldera de Gairía y La Laguna, aparecen depósitos que rellenan cuencas cerradas que quedan entre las lavas y también a lo largo de los cauces de algunos barrancos. Se trata de depósitos arenoso-arcillosos de color marrón y granulometría fina, mezclados con ciertos componentes de carácter aluvial. Están formados por pequeños cantos subredondeados. Los espesores visibles que alcanzan pueden llegar en algunos casos, a cerca de 2 m, si bien en otros representan delgados recubrimientos sobre las coladas.

### **2.3.2. Depósitos antiguos y terrazas (24)**

Estos depósitos se localizan preferentemente a ambos lados del cauce actual del barranco de Antigua-La Torre y también de sus afluentes Carrera, Negro y Majada Blanca. El hecho de que estos depósitos aparezcan ligados a la cuenca del barranco de Antigua puede deberse al cambio de nivel de base que se produjo durante el Plioceno superior. En esta época se canalizaron por estos barrancos las coladas de los edificios Loma de Escaque, Montañeta de Estarde, Montaña Bermeja y Llano del Morrito. Esto provocó que el barranco comenzara a encajarse activamente en estas coladas, tal como se observa hoy en día. En general, se trata de terrazas bajas situadas entre 1 y 3 m del cauce y constituidas por material detrítico grueso, arenas y gravas de composición basáltica, con tamaños variables desde 2-30 cm. No están cementadas y en ocasiones han sido explotadas como graveras (barranco de La Torre).

### **2.3.3. Depósitos cuaternarios indiferenciados (25)**

Se describen en este epígrafe unos materiales que presentan características mixtas entre aluviales, coluviales y depósitos edáficos. En general, constituyen delgados recubrimientos sobre las coladas pliocenas en la zona de los Llanos de Dinero y Llano del Morrito, al este de la hoja. En el extremo occidental, en la zona de Mafasca, hay sendos afloramientos que aparecen recubriendo los depósitos de caliche. Estos últimos pueden tener características más cercanas a aluviales. Mayoritariamente están constituidos por arenas y cantos de tonos grises y marrones. Aunque son muy heterométricos, predomina la fracción mayor de 4 cm. Los espesores son difíciles de precisar, ya que constituyen un recubrimiento pelicular; en cualquier caso, se estima una potencia de 0,5-2,5 m.

### **2.3.4. Coluviones antiguos (26)**

Estos depósitos aparecen únicamente representados en unos pequeños afloramientos localizados en la ladera norte del barranco de la Boca de Pozo Negro, en el extremo sur de la hoja.

Están constituidos por material detrítico grueso, arenas y gravas muy heterométricas de composición basáltica con tamaños variables desde 2-3 cm hasta bloques de 15-25 cm. Se observa que son anteriores a los conos de deyección, coluviones y depósitos de ladera. Además, están seccionados por algunas barranqueras subsidiarias y muestran un encostramiento calcáreo en superficie.

### **2.3.5. Arenas y conglomerados. Rasa marina "erbanense" (27)**

Como se ha comentado en el apartado 2.2.4.2 la individualización cartográfica entre los depósitos jandienses y erbanenses no siempre es factible. En esta hoja se han señalado dos afloramientos localizados en la costa oriental. Concretamente, se sitúan en el arco costero meridional, en el Puerto de la Torre y en la Playa Majada de las Cabras. A escala insular, estos de-

pósitos aparecen muy bien representados a lo largo de la costa oriental, rellenando, frecuentemente, cubetas labradas en los depósitos jandienses. Suelen localizarse en la zona intertidal, en forma de "beach rock". Los cordones antiguos raramente se observan, ya que la erosión del barranco y la actividad antrópica los ha hecho desaparecer.

Está constituida por un conglomerado de cantos basálticos oscuros, entre los que destaca algún fragmento aislado de la arenisca jandiense, de color claro. Las arenas son negras y están constituidas por aportes basálticos. Se disponen en capas de poco espesor, buzando unos 5-7° hacia el este.

Su fauna es semejante a la actual para estas regiones canarias y se caracteriza por la extraordinaria abundancia de *Theridium vulgatum* (Bruguiere), que, junto con patelas semejantes a las jandienses, constituyen más de las tres cuartas partes de la población muestreada. La menguada cuarta parte restante se la reparte una veintena de especies, entre las que figuran *Columbella rustica* (Linné), *Linga columbella* Lamarck, *Conus mediterraneus* Bruguiere, *Erosaria spurca* (Linné), *Thais haemastoma* (Linné), *Luria lurida* (Linné), *Polinices lacteus* (Guildin), *Cantharus viverratus* Kiener, *Carastoderma edule* (Linné), *Chlamys corallinoides* (d'Orbigny), etc., por orden de abundancia, y además verméticos y algas calcáreas.

Estos estudios faunísticos han sido realzados por MECO y PETIT MAIRE (1989) y por MECO (1989 y 1991). Este autor definió estos niveles en la zona sur de la isla, concretamente en la Playa de la Jaqueta. En este afloramiento, hoy en día muy deteriorado por la actividad humana, podían observarse dos pulsaciones, la última ha sido datada en 1.400 B.P. y está cortada por un socave que podría corresponder con la pequeña edad glacial de la Edad Media, algo anterior al año 1000.

### **2.3.6. Sedimentos lacustres (28)**

Estos materiales tienen una representación areal muy escasa, aflorando únicamente en el extremo norte de la hoja, en la zona del barranco de Las Cañadas. Estratigráficamente se sitúan al techo de los sedimentos detríticos pliocenos y parece que constituyen el relleno de una pequeña cuenca endorreica.

Están constituidos por una alternancia de arenas, limos y arcillas con laminación paralela de color marrón claro. Superficialmente presentan huellas de retracción muy bonitas. La potencia visible apenas alcanza unos 3-4 m.

### **2.3.7. Coluviones y depósitos de ladera indiferenciados (29)**

Estos depósitos ocupan una extensión relativamente importante dentro del área estudiada. Se asocian con los relieves más importantes de la misma, entre los que pueden mencionarse Cuchillete del Manadero, Morro de Montaña Blanca, Montaña Blanca de Abajo, Morro de la Canela, Cuchillete de Buenavista, Cuchillete de Mirafior, Montaña de la Goma, Morro de los Halcones, Morro del Recogedero y Agudo. Todos los relieves citados están constituidos por materiales miocenos; por tanto, estos depósitos de ladera pueden haber comenzado a formarse en

épocas relativamente antiguas y continuar activos casi hasta la actualidad. Frecuentemente, estos depósitos se imbrican unos con otros y forman conos o abanicos coalescentes que tapizan las laderas y llegan a indentarse con los depósitos de fondo de barranco, siendo en ocasiones muy problemática su separación cartográfica. En planta presentan formas irregulares que a veces adquieren aspecto seudotriangular, con el vértice más agudo apuntando hacia la cabecera del depósito. La potencia es mínima en esta zona y máxima en la base, si bien no suele superar los 3-4 m.

Mayoritariamente, están constituidos por materiales detríticos gruesos: arenas, cantos y bloques angulosos y subangulosos. Los constituyentes son monomícticos de composición basáltica, muy heterométricos y poco seleccionados. Frecuentemente, aparecen seccionados por las barranqueras subsidiarias, pudiendo apreciarse que los cantos están englobados en una matriz arenosa de color grisáceo. Localmente, se han observado algunas intercalaciones de material detrítico fino, si bien lo más frecuente es que el depósito no muestre ningún tipo de ordenación interna.

### **2.3.8. Conos de deyección y depósitos de ladera (30)**

Adosados a los relieves del Recogedero y vértice Agudo, en sus laderas meridionales, aparecen unos conos de deyección que se han distinguido de los coluviones de la unidad 29, debido a su mejor estado de conservación. También se observa que estos conos de deyección son posteriores a los coluviones citados, puesto que cuando aparecen en contacto los fosilizan. Asimismo, se aprecia que estos depósitos casi no están seccionados por las barranqueras subsidiarias. En muchos casos constituyen realmente depósitos de torrentera muy recientes, que han sufrido un transporte mínimo y por tanto tienen una nula selección.

Están constituidos por material detrítico grueso, cantos, bloques y arenas de composición basáltica muy heterométricos. La potencia es variable desde la zona de cabecera a la base, siendo máxima en la parte basal. En las proximidades de la carretera a Pozo Negro se han llegado a observar potencias de hasta 2-4 m.

### **2.3.9. Depósitos de barranco (31)**

En este apartado se describen los depósitos relacionados con los barrancos y valles principales de la hoja. Éstos recorren la hoja de este a oeste con orientaciones subparalelas y desembocan en la costa oriental. Los más importantes son los barrancos de la Muley, Valle de Mirafior, Antigua-La Torre, Majada Blanca, Monte Agudo, Leandro y Boca de Pozo Negro. Estos dos últimos se continúan en la hoja de Pozo Negro, al sur del área estudiada. Debido a la falta de precipitaciones y a la irregularidad de las mismas, los cauces de estos barrancos suelen estar secos, salvo en casos de lluvias intensas en que pueden funcionar como ramblas, arrastrando en avenidas torrenciales grandes volúmenes de materiales.

Estos depósitos están constituidos, casi exclusivamente, por arenas y gravas muy heterométricas de composición basáltica. En menor medida presentan una fracción fina limo-arcillosa, de

color gris. Las potencias observadas son máximas en los barrancos de Pozo Negro y de Antigua-La Torre, en que se alcanzan hasta 3,5 m de espesor.

### **2.3.10. Playas de arenas (32)**

La playa más importante de la hoja, es la de la Caleta de Fustes, en cuyos alrededores se ha levantado un gran complejo turístico. Tiene una longitud de unos 500 m con una anchura máxima de 100 m.

Las restantes playas existentes en la hoja, se localizan en la zona de desembocadura de los barrancos; éstas son: Puerto de la Torre, Caleta de la Ballena, Caleta Blanca y Majada de las Cabras. Todas ellas son de pequeñas dimensiones y están constituidas por arenas oscuras procedentes de la disgregación de los aportes detríticos basálticos de los barrancos de Antigua-La Torre, Majada Honda, Monte Agudo y Majada de las Cabras.

### **2.3.11. Playas de cantos (33)**

Sólo se han cartografiado dos playas de cantos, localizadas a ambos lados de la desembocadura del barranco de Miráflor. En conjunto, presentan una longitud de más de 2 km, extendiéndose desde la Caleta de Fustes hasta la Punta de la Hondura. La parte norte, más próxima a Caleta de Fustes, se conoce con el nombre de Las Corcobadas o Las Marismas. La playa situada al sur se denomina Caletilla del Espino.

Ambas están constituidas por una acumulación de cantos rodados de naturaleza basáltica y escasas arenas de color oscuro. La mayoría de los cantos presentan tamaños comprendidos entre 5 y 25 cm, formando un cordón playero de unos 150 m de anchura.

## **3. TECTÓNICA**

Del análisis estructural de los elementos volcano-tectónicos del archipiélago canario, se deduce que la formación y distribución de sus siete islas estuvo controlada por un campo de esfuerzos cortical, aunque la generación del magma haya sido mantélico. En la isla de Fuerteventura esta deducción resulta aún más evidente, pues tanto su forma alargada y alineada con Lanzarote como la estructura del Complejo Basal definen con claridad este campo de esfuerzos.

Tanto desde el punto de vista estratigráfico como volcano-tectónico, la isla de Fuerteventura se puede dividir en dos grandes dominios: el Complejo Basal y los episodios volcánicos subaéreos (dominio subaéreo). En el primero, debido a su edad más antigua, es donde mejor están representados los elementos volcano-tectónicos del campo de esfuerzos regional. Por el contrario, en el dominio subaéreo, aparecen propiamente aquellos elementos provocados por los esfuerzos compresivos locales o por una nueva dilatación lineal.

El análisis de los elementos volcano-tectónicos en Fuerteventura ha puesto de manifiesto la existencia de dos campos de esfuerzo que en parte se superponen en el tiempo y en el espacio,

pero que son de escala distinta. Hay un campo regional que es el que primero comienza a actuar, el cual desde el Paleoceno superior controla el nacimiento submarino de la isla y la evolución posterior de todo el Complejo Basal. Este campo es de naturaleza extensional y actúa con dirección ONO-ESE, generando una banda de dilatación lineal NNE-SSO dentro de una corteza extensional. El eje principal de esta banda es ocupado por un intenso sistema fisural de diques que se dibuja como un rift paralelo al que ocasionó la apertura del océano Atlántico, 140 m.a. antes.

Posterior a esta fisuración de dilatación inicial (aproximadamente hacia los 20 m.a.), el campo de esfuerzos sigue unas tendencias más variables, que ocasionan cambios en las direcciones, dentro y fuera de la zona de máxima dilatación. Se manifiestan esfuerzos compresivos que afectan a las paredes rocosas de las cámaras magmáticas ascendentes, provocando la aparición de sistemas de diques radiales. Esta orientación de diques parece evidente que está controlada por modelos de esfuerzos locales y corresponden con la geometría de la superestructura de los estratovolcanes que se forman durante los primeros episodios subaéreos de la isla. En Fuerteventura, los casos más patentes de este fenómeno son los complejos de diques radiales de los edificios miocenos de Gran Tarajal y Jandía. Tales controles estructurales locales pueden enmascarar la fisuración temprana abierta en el fondo oceánico durante la inyección del magmatismo de la isla, y son por tanto de poca ayuda para estimar los paleoesfuerzos regionales del comienzo de su formación en profundidad.

También, otro ejemplo de la variabilidad del campo de esfuerzos está en la intrusión de estructuras "ring complex" como el de Vega de Río Palma, en pleno Complejo Basal. Esta estructura no lleva asociado un enjambre de diques propios y se encuentra justamente perforando la banda axial de dilatación lineal NNE-SSO. Probablemente su emplazamiento marca la relajación del régimen de esfuerzos extensional inicial.

Durante los episodios subaéreos pliocuaternarios de Fuerteventura se generan nuevas direcciones de dilatación lineal, aunque en muchísima menor intensidad que las iniciales. Algunas de ellas siguen pautas similares a dichas iniciales, aunque otras presentan direcciones más irregulares y cambiantes. Se podría pensar, tal vez, que parte de los esfuerzos extensionales regionales continúan actuando hasta el presente, pero con una intensidad mucho menor.

Para una mejor comprensión de la tectónica de la hoja se han elaborado dos esquemas diferentes: uno de lineamientos morfológicos y otro con los elementos volcano-tectónicos. El análisis de las estructuras volcánicas y tectónicas está basado tanto en los elementos estructurales regionales (bandas filonianas extensionales; alargamientos de plutones; fracturas, etc.), como en las estructuras locales (complejos de diques radiales; alineaciones de conos; fracturas, etc.).

También la presencia de diversos niveles de rasas marinas indica movimientos en la vertical, que, igualmente serán considerados dentro de dicho análisis.

En esta hoja sólo está representado el dominio subaéreo a través de los basaltos de los estratovolcanes miocenos y de las coladas "intracanyon" del volcanismo pliocuaternario.

El estratovolcán de Tetir y el de Gran Tarajal se superponen en esta zona de la isla, aunque la similitud morfológica y composicional entre ambos hace que muchas de sus características volcano-estructurales sean iguales. Los dos se presentan con apilamientos lávicos suavemente in-

clinados hacia el mar, definiendo las laderas de los edificios. La erosión ha actuado intensamente desde los tiempos miocenos, individualizando cerros alargados ("cuchillos") subparalelos con dirección perpendicular a la línea de costa, en los que afloran partes internas de los supraedificios.

En los esquemas adjuntos se han separado estos tramos inferiores del resto de los medios y superiores, con el fin de ver la relación directa entre los sistemas de diques y los tramos del edificio.

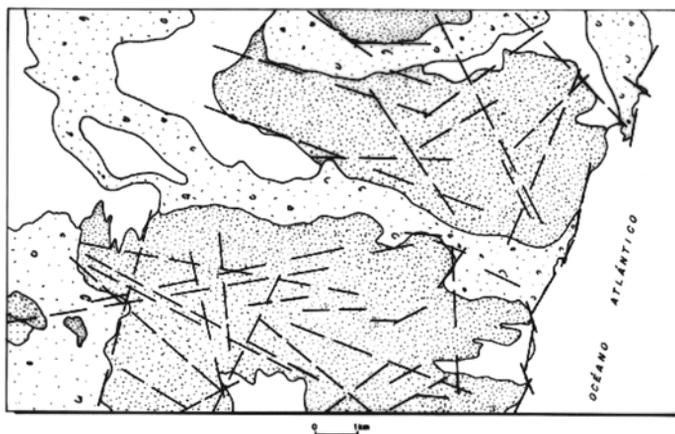
En un esquema simplificado de lineamientos (Fig. 3.1), realizado solamente con los datos de la base altimétrica, se pueden apreciar diversas familias. Una, ligada a la morfología alargada de los "cuchillos" miocenos, con dirección entre  $N100^{\circ}$ - $130^{\circ}$ E, que realmente representan directrices de debilidad radial desarrolladas sobre las laderas del estratovolcán, producto del esfuerzo compresivo local ejercido por el magma ascendente.

Otras direcciones son más norteadas, entre  $N15^{\circ}$ E y  $N45^{\circ}$ E, y se distribuyen desde los límites con el valle central hasta la línea de costa. Son subperpendiculares a los lineamientos anteriores y limitan bloques de los "cuchillos" que presentan otras direcciones distintas a las generales. Estos lineamientos deben estar controlados por fenómenos de fracturación difusos acaecidos durante el asentamiento gravitacional de las laderas de los dos estratovolcanes.

En el esquema volcano-estructural (Fig.3.2), los elementos mejor representados corresponden a las estructuras volcánicas. Atravesando mayoritariamente a los tramos inferiores del estratovolcán de Gran Tarajal se observa, en el cuadrante SO de la hoja, frecuentes diques basálticos (uno solo traquíutico) subverticales, con dos direcciones superpuestas: una a  $N115^{\circ}$ - $135^{\circ}$ E y otra a  $N45^{\circ}$ E. La primera es coincidente y por tanto continuación con el enjambre de diques radiales del edificio mioceno de Gran Tarajal, que se encuentra mucho mejor representado en las hojas de Pozo Negro, Las Playas y Gran Tarajal. La segunda puede ser producto de una compresión más puntual. La densidad de diques es mucho menor que la observada en las hojas contiguas del sur, lo que indica una menor intensidad del campo de esfuerzos de compresión local en esta área. Esta compresión se produjo en tiempos miocenos, durante los primeros momentos de construcción de los estratovolcanes.

La localización de las fracturas eruptivas por las que se emitieron las lavas pliocuaternarias en esta hoja resulta difícil de precisar. Realmente los conos volcánicos que afloran en ella son de poca entidad y ninguno tiene cráter. Su distribución espacial es aleatoria, aunque, tal vez los de Montañeta de Estarde, Montaña Bermeja y Llano del Morrito (todos situados a lo largo del barranco de la Antigua) se alinean según una fractura  $N120^{\circ}$ E de igual dirección que el barranco.

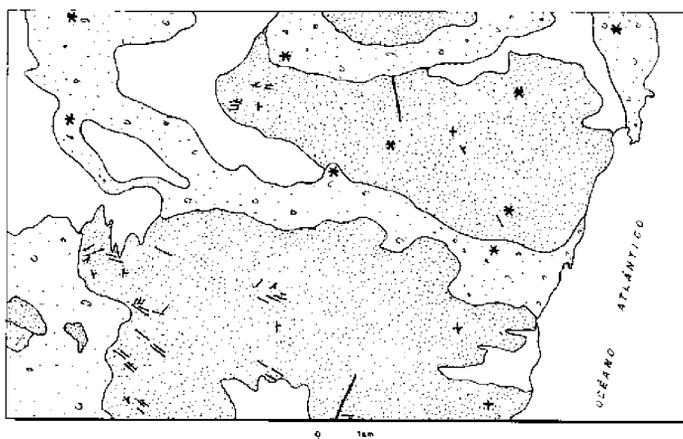
Los movimientos en la vertical registrados en esta hoja pueden observarse a través de las rasas marinas aflorantes en la costa. De las tres rasas principales que afloran a lo largo de la isla, la pliocena, la jandiense y la erbanense, sólo la última es la que mejor está representada en Punta del Muellito. La situación de afloramientos es similar a la que existe en la hoja contigua superior de Puerto del Rosario. De la rasa jandiense casi no hay afloramientos, pues sus depósitos fueron erosionados y retrabajados durante la formación de la rasa erbanense. Su altura se supone que sería la de +1-2 m, en correlación con las áreas



LEYENDA

- |  |  |
|--|--|
|  Recubrimientos sedimentarios |  Volcanismo mioceno |
|  Volcanismo pliocuaternario   |  Complejo Basal     |

**Fig. 3.1. Esquema de lineamientos.**



**Fig. 3.2. Esquema volcano-estructural.**

SIMBOLOGÍA

- |  |  |
|--|--|
|  Centro de emisión sin crater                     |  Fractura               |
|  Diques básicos                                   |  Dirección y buzamiento |
|  Directriz dominante de la malla de diques del CB |  |

próximas donde aflora. La erbanense esta algo más baja, a +1 m, lo que indica, en términos absolutos, un desnivel relativamente pequeño respecto al mar actual. Debido a que estas cotas son bastante continuas y homogéneas todo a lo largo del litoral oriental de Fuerteventura, puede decirse que no hay ningún movimiento vertical o de basculamiento diferencial en esta hoja de Punta de Muellito.

## 4. GEOMORFOLOGÍA

### 4.1. LOS MATERIALES

La base morfológica en esta hoja de Punta del Muellito la dan los materiales de la Fase miocena, principalmente las coladas basálticas, olivino-piroxénicas y olivino piroxénicas plagioclásicas. Sobre estos materiales de edad miocena se han elaborado por incisión torrencial los amplios valles que drenaban hacia el E de la isla. De la superficie original sólo quedan, muy degradados, pequeños retazos que se sitúan en las divisorias entre valles, como el barranco de Mirafior, Antigua o de la Torre, de la Muley, entre los de mayores dimensiones, y los barrancos de Caballo, Monte Agudo, Majada de las Cabras, Majada Honda, de Pozo Negro y Grande, entre los de menores dimensiones. La antigüedad de estos relieves viene claramente demostrada en cuanto a que según ellos se van a canalizar las emisiones de basaltos olivínicos de edad pliocena y las de la fase reciente, si bien estas últimas sólo tienen un reflejo fragmentario en la parte SO de la hoja.

Los materiales que presentan una mayor relevancia son, con posterioridad a las emisiones de la Fase pliocena, los depósitos de vertiente que se asocian sobre todo a los relieves elaborados sobre el sustrato mioceno. Jalonando todas las zonas de cresta o cuchillos, se pueden observar distintas generaciones de abanicos, conos de deyección y depósitos de vertiente que recubren las laderas y fondo de los valles antes nombrados. La antigüedad de algunos de estos depósitos queda manifestada por encontrarse encalichados muchos de ellos y haber sido posteriormente incididos por la erosión, lo que da morfologías triangulares a veces asimilables morfológicamente a conos de vertiente.

La incisión de la red fluvial en el ámbito de la hoja es muy antigua, al menos prepliocena, como ya antes se dijo. Esta incisión ha sido la responsable de encajamientos con dimensiones notables (30 m en el barranco de la Antigua). En algún caso (véase extremo SO de la hoja), en la Fase reciente ha tenido lugar una obturación de la red de drenaje por las coladas, lo que ha provocado la aparición de zonas endorreicas como las que rodean el área del Malpaís Chico, (Laguna de las Mujeres, La Laguna), u otras con una toponimia peculiar, tal vez alterada (Montaña de los Alares, por Montaña de los Salares; Llano de los Alares, por Llanos de los Salares), a El Saladar en el NO de la hoja.

En general, los ríos discurren muy encajados en las zonas de valle o de barrancos, revelando así la antecendencia de los cursos a la mayoría de los procesos geodinámicos postmiocenos. En las zonas NO de la hoja, coincidiendo con la gran Depresión Central de la isla o sus aledaños hacia el S, lo hacen, por el bajo relieve, en cursos meandriformes con cauces poco definidos.

Por lo que se refiere al borde costero, se trata de una zona erosionada a partir de los materiales más antiguos (miocenos), en el S de la hoja, y sobre los materiales del plioceno, al N de la misma.

Exceptuando la playa de la Caleta de Fustes, las demás van a coincidir con las desembocaduras de las principales corrientes de agua, sin llegar en ningún caso a alcanzar grandes dimensiones.

De manera adjunta se incluye el mapa geomorfológico de la hoja, realizado originalmente a escala 1:25.000.

#### 4.2. FASES GENERATIVAS DEL RELIEVE

Pueden distinguirse en esta hoja las siguientes etapas o fases generativas del relieve. La primera, de edad miocena. De ella apenas si quedan restos, a no ser los retazos que constituyen aquí los niveles de cumbres definidos por los cuchillos o los interfluvios de la red que drena hacia el este de la isla. Corresponderían a la etapa de volcanismo fisural. Con posterioridad a ella se va a producir una incisión de esa superficie inicial a consecuencia de la que se generarán los sistemas de barrancos orientados NNO-SSE, aproximadamente. El hecho de no haberse observado hasta el momento, una representación del aluvial finimioceno, que sólo se reconoce en la parte oeste de la hoja, hace presuponer que esta incisión se culminará con posterioridad a la formación de la gran Depresión Central de la isla.

La siguiente etapa en la generación del relieve viene representada por los episodios de emisión de edad pliocena, que se canalizan según los valles NNO-SSE, llegando a alcanzar la orilla este de la isla. Es, sin duda, una etapa durante la que tiene lugar una nueva reactivación de los relieves, aunque sin duda no es comparable con la etapa miocena.

La reorganización de la red de drenaje, coetánea tal vez al clímax de los procesos de vertiente que ocasionan distintas generaciones de depósitos, se sitúa entre el final del Plioceno y el inicio de la Fase reciente, como lo prueba la obturación que de alguna de esas líneas de drenaje van a realizar las coladas basálticas recientes.

No es significativo, en cuanto a proceso creador de relieve, el papel del mar, ya que ni en procesos erosivos ni en procesos acumulativos da lugar a grandes formas, como lo demuestran los pequeños retazos de rasa erbanense que se conservan en el borde costero.

#### 4.3. PRINCIPALES FORMAS DIFERENCIABLES

Con excepción de las formas banales, que no serán mencionadas aquí, se pueden clasificar las formas existentes en esta hoja en dos grandes grupos: *macroformas*, con dimensiones mínimas del centenar de metros, y *microformas*, con dimensiones máximas de orden decamétrico. Estas últimas están pobremente representadas en la hoja y por ello no serán consideradas.

Si bien, como es lógico, en casi todos los casos se trata de formas desarrolladas sobre materiales de origen volcánico, sólo se hará referencia a este origen en el caso de que en la morfología

actual de cada caso predominen estos rasgos sobre los resultantes de la erosión o acumulación debidos a otros procesos.

### **4.3.1. Macroformas**

#### *4.3.1.1. Formas volcánicas*

##### *Conos volcánicos, superficies de coladas y/o campos de lava*

En esta hoja, la conservación de grandes formas derivadas de la actividad volcánica es medianamente importante. Corresponden esencialmente a las Fases pliocena y reciente, ya que los edificios de edad miocena de Morro de Canceleda y Montaña Blanca de Arriba se hallan muy degradados y no conservan prácticamente ningún resto de su morfología volcánica original. Los conos de edad pliocena, aunque ciertamente degradados, son aún reconocibles en los casos de Montaña Blanca de Abajo, Dinero, Montaña de Estarde y Montaña Bermeja.

Por lo que se refiere a superficies de colada, las de mayor importancia areal son las que corresponden a los edificios de edad pliocena y que se disponen en la mitad N de la hoja, si bien se hallan muy degradadas por incisión fluvial o recubiertas, sobre todo, por depósitos de gravedad.

Sólo las coladas de la Fase reciente presentan un aspecto que se corresponde claramente con su origen volcánico, dando lugar al Malpaís Chico.

#### *4.3.1.2. Formas marinas*

No existen en este apartado formas de interés, si se exceptúa la pequeña rasa de abrasión que se asocia a la base del acantilado, prácticamente extendida a todo el borde costero. Niveles de rasa marina fósil sin depósitos asociados aparecen a alturas que no sobrepasan los 20 m, aunque en general se sitúan normalmente por debajo de los 10 m.

#### *4.3.1.3. Formas continentales*

##### *Redes de drenaje anómalas, fósiles y colgadas*

Son de destacar únicamente aquellos casos en los que las emisiones de la Fase reciente han ocasionado obturación de los barrancos en el SO. de la hoja. Es el caso del barranco de Majada Blanca, o el barranco del Pozo Negro, con cauces anómalos en sus dimensiones, sobre todo en las zonas de cabecera actuales. Sólo si se entiende que la obturación por las coladas del Malpaís Chico han desconectado la red de drenaje original en dos partes se pueden comprender estas anomalías. Es de destacar cómo en estos casos se asocian a la red de drenaje o a sus inmediaciones, zonas endorreicas y depresiones de fondo plano rellenas por sedimentos, areno-arcillosos que confirman la baja energía de los procesos que convergen en ellos. El caso es similar al observable en la hoja de La Oliva.

### *Terrazas aluviales y depósitos de fondo de barranco*

Se desarrollan especialmente bien en aquellos casos como el barranco de la Antigua y el barranco de la Muley, donde no han tenido lugar obturaciones por coladas como las antes mencionadas. Este hecho, unido al grado de incisión de la red en ese curso, así como la longitud del curso de agua, permite inferir una mayor antigüedad para la vida de los dos casos mencionados.

### *Formas endorreicas: salares, saladares y lagunas*

Aparecen asociada, a las coladas de materiales más recientes. Se pueden ver en muchos casos ejemplos de depresiones de fondo plano, rodeadas de relieves suaves, pero que aun así permiten un cierto endorreísmo para las mismas. Se asocian a ellas, en todos los casos, topónimos muy significativos, como Llanos de los Alares, El Saladar, Montaña de los Alares, La Laguna, Laguna de las Mujeres. Toda ellas se hallan situadas en zonas interiores y asociadas a tipos de depresión como los descritos. Se trata de formas de génesis muy reciente (postFase reciente), y por ello poco evolucionadas, en cuanto a tener las características de las zonas endorreicas típicas de zonas áridas.

### *Relieves residuales: (cuchillos, lomos y morros)*

Son sin duda las formas de edad más antiguas de toda la hoja y se han desarrollado también sobre el sustrato mioceno preferentemente. Corresponden a un proceso de erosión lineal ligado a la circulación de aguas continentales. A ellos se asocia el otro tipo de formas agradativas correspondientes a la incisión que son los depósitos de vertiente.

### *Depósitos de vertiente*

Fundamentalmente depósitos de gravedad, y sólo en contadas ocasiones conos de derrubios, (Pedregal de Majada Cabrones).

## 4.4. TOPÓNIMOS CON SIGNIFICADO GEOMORFOLÓGICO

*Residuales planos:* Llano del Morrito, Llano de Paso de Alto, Llanos de Caleta Blanca, Llanos de la Rosa de Pozo Negro, Llanos de los Alares, Llanos de las Salinas, de la Guirra, del Dinero.

*Residuales lineales, convexos y agudos:* Cuchillete de la Buena Vista, del Mandeo, de Mirafior.

*Residuales lineales, convexos y romos:* Lomo de Leandro, Lomo Cumplido.

*Residuales cónicos:* Morro Blanco, de las Cadenas, de Montaña Blanca, Altos del Chupadero, de la Higuera, etc.

*Superficie de colada volcánica:* Malpaís Chico.

## 5. PETROLOGÍA Y GEOQUÍMICA

En este apartado se describen las características petrológicas y geoquímicas generales de las distintas formaciones volcánicas representadas en la zona, habiéndose realizado un muestreo sistemático de las mismas, tanto para su estudio petrográfico como geoquímico. Primeramente

se describen las características petrológicas de las fases volcánicas y de los tramos o episodios que en ellas se han distinguido y posteriormente se hará un comentario sobre su comportamiento geoquímico.

La caracterización geoquímica de las fases volcánicas se ha realizado considerando la totalidad de los análisis químicos que de cada una de ellas se dispone en la isla, ya que de esta manera es posible observar mejor el comportamiento geoquímico global que presentan. En el caso de la Fase miocena, únicamente se han tenido en cuenta, para el comentario geoquímico, las muestras correspondientes al edificio mioceno en el que se halla enclavada la hoja, si bien en los diagramas se han representado las muestras disponibles pertenecientes a cada uno de los tres edificios miocenos de la isla. En cualquier caso, en las representaciones gráficas siempre se señala con simbología diferente las muestras tomadas en el área cartografiada.

Además de los análisis expresamente realizados para este trabajo, se han incluido también los existentes en la bibliografía. Por ello, 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 y, principalmente, a las técnicas analíticas empleadas.

En las Tablas 5.1, 5.2, 5.3 y 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.* (1986a)]. La denominación de las rocas obtenidas en dicho diagrama aparece al pie de la tabla, junto con la localización geográfica de las muestras.

## 5.1. FASE MIOCENA. PETROLOGÍA

Si la diferenciación en campo entre los distintos tramos de la serie miocena resulta muy complicada, incluso imposible en numerosas ocasiones, tampoco el estudio petrográfico al microscopio permite mayores avances, dada la ausencia de características diferenciadoras y similitud entre las distintas coladas presentes. Tampoco hay una diferenciación clara entre las tipologías correspondientes al edificio Tetir, al norte de la isla, y el de Gran Tarajal, al sur del anterior, ambos presentes en esta hoja.

De manera general, en toda la Fase miocena de esta hoja predominan las rocas de composición basáltica, si bien aparecen igualmente, en menor medida, traquibasaltos. Los episodios sálicos (traquitas) sólo aparecen con carácter excepcional.

### 5.1.1. Coladas basálticas miocenas

#### 5.1.1.1. *Basaltos olivínicos*

Son los episodios más abundantes de la Fase miocena, estando presentes en todos y cada uno de los tramos. Predominan las rocas de textura porfídica, si bien aparecen también ejemplares afaníticos, casi sin fenocristales.

**Tabla 5.1. Fase miocena. Análisis químicos, norma CIPW y parámetros geoquímicos**

MUESTRA	16177	16412	AG-1576	AG-1566	17125	17104
SiO <sub>2</sub>	44.10	44.55	44.80	46.84	47.50	51.35
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	13.19	14.50	12.51	14.48	16.53	17.80
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4.61	4.99	13.10	11.89	6.39	3.59
FeO	8.19	6.91			4.18	4.10
MgO	11.07	9.89	10.95	6.76	4.65	3.31
CaO	9.61	9.98	9.90	9.45	8.91	6.41
Na <sub>2</sub> O	2.62	2.42	3.25	.63	3.95	4.88
K <sub>2</sub> O	1.16	1.34	.81	1.32	1.60	2.46
MnO	.15	.16	.17	.17	.17	.19
TiO <sub>2</sub>	2.46	2.38	2.97	3.05	2.56	2.07
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	.39	.50	.37	.67	.77	.84
H <sub>2</sub> O	2.07	2.06	1.24	1.62	2.33	2.71
CO <sub>2</sub>	.15	.06			.06	
Cr		.06	325	245		
Nb			33	57		
Ni			236	113		
Rb			15	31		
Sr			412	674		
V			274	231		
Y			16	22		
Zr			163	291		
Or	6.86	7.92	4.79	7.80	9.46	14.54
Ab	22.17	18.99	16.37	25.04	33.25	41.29
An	20.80	24.75	17.16	19.32	22.65	19.40
Ne		.81	6.03	3.07	.10	
Di	11.85	16.76	23.84	18.90	12.57	5.48
Hy	2.38					.41
Ol	19.39	15.41	20.14	13.15	4.03	4.80
He					1.83	
Mt	6.68	7.24	2.90	2.62	6.61	5.21
Il	4.67	4.52	5.64	5.79	4.86	3.93
Ap	.90	1.16	.86	1.55	1.78	1.93
Cc	3.41	.14			.14	
ID	29.03	27.72	27.19	35.92	42.80	55.83
FEMG	.17	.13	.25	.32	.00	.12
IP	.42	.38	.50	.51	.50	.60

- 16177 Basalto alcalino. Colada en lo alto de Morro del Halconcillo. [FUSTER *et al.* (1968)].  
 16412 Basalto alcalino. Colada en la ladera N de bco. Monte Agudo; cota 160 m. [FUSTER *et al.* (1968)].  
 AG-1576 Basalto alcalino. Colada en la ladera N del Morro del Halconcillo; cota 300 m. (MAGNA).  
 AG-1566 Hawaiiita. Colada en Morrito de La Higuera; cota 180 m. (MAGNA).  
 17125 Hawaiiita. Colada junto a Montaña Bermeja, al sur de Morro de la Casa; cota 155 m. [FUSTER *et al.* (1968)].  
 17104 Mugearita. Colada junto a Montaña Bermeja, al sur de Morro de la Casa; cota 220 m. [FUSTER *et al.* (1968)].

**Tabla 5.2. Fase pliocena superior.  
Análisis químicos, norma CIPW y parámetros geoquímicos**

<b>Muestra</b>	<b>AG-1571</b>	<b>16310</b>	<b>17090</b>
SiO <sub>2</sub>	40.80	41.10	44.40
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	11.38	11.63	13.29
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	12.89	6.21	5.04
FeO		7.06	8.28
MgO	11.81	12.58	10.54
CaO	11.86	10.59	10.15
Na <sub>2</sub> O	2.22	2.51	2.88
K <sub>2</sub> O	1.00	1.14	1.22
MnO	.18	.16	.14
TiO <sub>2</sub>	3.18	3.01	2.48
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	1.00	.81	.49
H <sub>2</sub> O	3.64	3.05	1.41
CO <sub>2</sub>		.05	
Cr	251		
Nb	80		
Ni	160		
Rb	12		
Sr	1157		
V	230		
Y	19		
Zr	255		
Q	5.91	6.74	6.62
Or	5.11	12.31	16.57
Ab	18.13	17.10	20.03
An	7.41	4.84	4.23
Ne	27.49	21.24	21.65
Di	19.96	17.35	16.57
Ol	2.86	9.00	7.31
Mt	6.04	5.72	4.71
Il	2.32	1.88	1.14
Ap		1.13	6.62
Cc			
ID	18.43	23.88	27.41
FEMG	.23	.07	.17
IP	.42	.46	.45

AG-1571 Basanita. Colada, 700 m al N de Montañeta Bermeja; cota 138 m. (MAGNA).  
 16310 Basanita. Colada en la ladera N del bco. de la Torre, a 1 km de la desembocadura. [FUSTER *et al.* (1968)].  
 17090 Basalto alcalino. Colada al E del vértice Dinero, en los Riscos. [FUSTER *et al.* (1968)]

**Tabla 5.3. Fase pleistocena media-holocena. Episodios recientes.  
Análisis químicos, norma CIPW y parámetros geoquímicos**

MUESTRA	16647	AG-1578	MUESTRA	16647	AG-1578
SiO <sub>2</sub>	41.75	42.12	Sr		719
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	13.75	11.14	V		235
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3.74	12.72	Y		19
FeO	8.52		Zr		239
MgO	12.57	12.94	Or	8.69	8.33
CaO	11.00	10.92	Ab	1.62	1.51
Na <sub>2</sub> O	3.16	3.50	An	18.99	10.52
K <sub>2</sub> O	1.47	1.41	Ne	13.61	15.23
MnO	.16	.18	Di	24.11	30.84
TiO <sub>2</sub>	2.76	3.09	Ol	20.12	20.77
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	.82	.80	Mt	5.42	2.81
H <sub>2</sub> O	.40	.12	Il	5.24	5.87
Cr		358	Ap	1.90	1.85
Nb		80	ID	23.92	25.07
Ni		251	FEMG	.17	.21
Rb		30	IP	.49	.65

16647 Basanita. Colada del malpaís de Caldera Gairía, en la Isleta de Parrado. [CENDRERO (1966)+.  
AG-1578 Basanita. Colada del malpaís de Caldera Gairía, al NO. de Mña. La Goma; cota 170 m. (MAGNA).

El olivino se presenta en forma de microfenocristales entre idiomorfos y subidiomorfos, en proporciones variables según los ejemplares. Suelen presentar frecuentes golfos de corrosión, así como cristales de tipo esquelético en algunos basaltos afaníticos con ligera orientación del olivino.

La alteración más frecuente es a iddingsita en los bordes del cristal, si bien puede estar en ocasiones acompañada de procesos de serpentización, siguiendo microfracturas del cristal o en el núcleo de éste. Hay otras alteraciones más complejas, con presencia de serpentina, clorofaeita, talco, etc.

Las matrices son de aspecto variado, si bien predominan las de tipo microcristalino e intergranular. Estas matrices tienen una composición bastante sencilla, con presencia de plagioclasa microlítica, maclada polisintéticamente, clinopiroxeno (augita) y opacos granulares dispersos.

Con carácter secundario y asociados a microvesículas a las que rellenan total o parcialmente, aparecen calcita, ceolitas, serpetina y óxidos, junto con vidrio generalmente escaso.

#### 5.1.1.2. Basaltos olivínico-piroxénicos

Son igualmente muy abundantes y frecuentes en los distintos tramos miocenos. Se trata de rocas caracterizadas por la presencia simultánea de microfenocristales de olivino y piroxeno, siendo este último por lo general algo más abundante.

El piroxeno, de tipo augita, aparece preferentemente idiomorfo, con hábito tabular, presentando maclado simple y zonado en "reloj de arenaz. En ocasiones hay bordes de color rosado como consecuencia de acumulación de Ti. Igualmente, son frecuentes los fenómenos de reabsorción en bordes de los cristales.

El olivino presenta características similares a las vistas en los basaltos olivínicos. Por su parte, las matrices tampoco difieren en mucho de las vistas con anterioridad.

#### 5.1.1.3. *Basaltos piroxénicos*

Aparecen con carácter muy excepcional, caracterizándose por la presencia exclusivamente de fenocristales de piroxeno con algún olivino muy esporádico, con lo que se pueden considerar términos extremos de los basaltos olivínico-piroxénicos, con escasa presencia de olivino.

#### 5.1.1.4. *Basaltos plagioclásicos*

Constituyen el tercer conjunto en importancia dentro de la Fase miocena. Se han agrupado en este epígrafe las rocas que, junto a la presencia de plagioclasa en forma de fenocristales, presentan además augita y/o olivino, dejándose aparte las muestras con presencia de anfíbol (dentro del grupo de basaltos anfibólicos).

Texturalmente son rocas porfídicas o glomeroporfídicas con matrices microcristalinas o fluidales, preferentemente.

Se pueden distinguir hasta tres familias de feldespatos: una primera agrupa cristales idiomorfos tabulares de gran tamaño (>4 mm), con maclado polisintético y tendencias a agruparse en agregados de aspecto radial que pueden alcanzar proporciones de hasta un 20% de la muestra; una segunda familia consta de plagioclasa de menor tamaño (0,2-0,5 mm) y peor cristalización, en proporciones rara vez superiores al 10%. Por último, aparecen microlitos tabulares de plagioclasa en la matriz, en proporciones variables, si bien por lo general abundantes.

En función de la presencia de piroxeno y/u olivino, se distinguen basaltos plagioclásico-olivínico-piroxénicos, plagioclásico olivínicos y plagioclásico-piroxénicos, siguiendo este mismo orden en cuanto a su mayor o menor frecuencia.

Los olivinos, idiomorfos, aparecen por lo general con caras rectas bien desarrolladas, junto con otras redondeadas o con golfos de corrosión, pudiéndose distinguir fenocristales de tamaños milimétricos de otros menores, de entre 0,2-0,4 mm. Tanto en un caso como en otro, el olivino suele encontrarse muy alterado, preferentemente a iddingsita en los bordes de los cristales. La augita es normalmente menos abundante, apareciendo en cristales subidiomorfos-xenomorfos, en ocasiones redondeados y con fenómenos de reabsorción.

#### 5.1.1.5. *Basaltos anfibólicos*

Agrupan el conjunto de basaltos miocenos en los cuales aparece anfíbol, si bien éste no suele encontrarse como fenocristales en grandes cantidades, sino claramente por debajo de plagioclasa, olivino y/o piroxeno, a los cuales acompaña.

El anfíbol desarrolla cristales generalmente idiomorfos tabulares o hexagonales con intenso pleocroísmo marrón, pudiendo estar excepcionalmente maclado. Su composición y estudio geoquímico permite clasificarlo como riebeckita, si bien otros autores citan composiciones más próximas a la hornblenda. Dicho anfíbol rara vez aparece fresco, presentando procesos deseudomorfización, más o menos avanzada, a opacos granulares dispersos, preferentemente en bordes del cristal.

Los basaltos plagioclásico-anfibólico-piroxénico-olivínicos son los más abundantes, apareciendo la plagioclasa como mineral principal, en forma de cristales idiomorfos tabulares de gran tamaño (en ocasiones >4mm), agrupados en glomérulos radiales. El olivino aparece algo más abundante que el piroxeno, ambos entre idiomorfos y xenomorfos, con cristales rara vez mayores de 1 mm.

Igualmente aparece anfíbol en variedades afaníticas de basaltos plagioclásico-anfibólicos con esporádicos fenocristales de plagioclasa, a menudo zonada (0,3-0,8 mm), y anfíbol. Las matrices son muy feldespáticas, con abundante plagioclasa microlítica, generalmente orientada, formando texturas fluidales y opacos. El olivino puede aparecer en la matriz totalmente iddingsitizada. En caso contrario se tienen rocas muy leucocráticas de composición próxima a los traquibasaltos. El apatito suele aparecer con carácter accesorio junto con rara biotita.

#### 5.1.2. **Traquibasaltos. Basaltos plagioclásicos afaníticos**

Son rocas fundamentalmente plagioclásicas, muy homogéneas entre sí y sin apenas fenocristales, si no son esporádicas plagioclasas tabulares, nunca mayores de 0,5 mm. Constan de abundantes microlitos de plagioclasa orientados que confieren a la roca su textura fluidal afieltrada característica. Aparecen además opacos tabulares, igualmente orientados, y escasa augita. El olivino es escaso (caso de los basaltos plagioclásicos afaníticos) o inexistentes (traquibasaltos), presentándose entonces en pequeños cristales en la matriz, totalmente iddingsitizados.

Muy próximas a estas rocas, tanto por su composición como por su aspecto, son los basaltos plagioclásico-anfibólicos afaníticos vistos con anterioridad.

#### 5.1.3. **Rocas sálicas: traquitas**

De manera algo excepcional, se localizan pequeños afloramientos traquíticos (n.<sup>o</sup>11) dentro de algunas unidades miocenas, como pueden ser los episodios tardíos.

Dichas traquitas, por lo general son rocas de textura porfídica y matriz fluidal-traquítica, con presencia de algunos microfenocristales aislados y no muy abundantes de anortoclasa euhedral, con fino maclado polisintético bastante característico. Por el contrario, resultan muy escasos los fenocristales de anfíbol, de color marrón, muy pleocroicos o de aegirina-acmita [IGME (1984a)].

La matriz consta de abundante feldespato alcalino-anortosa y/o sanidina, siendo los opacos y la aegirina accesorios.

## 5.2. FASE MIOCENA. GEOQUÍMICA

En esta área se dispone de seis análisis químicos pertenecientes a esta fase volcánica (Tabla 5.1). Corresponden todos ellos a rocas básicas, de tipos basaltos alcalinos y otros intermedios, de carácter hawaíítico y mugearítico, tal como se refleja en el diagrama TAS (Fig. 5.1). Con respecto al estudio petrográfico de esta fase, se observa que existe una buena coincidencia entre las composiciones modales y normativas de las rocas.

No se observan diferencias significativas entre los términos basálticos, en cuanto a sus contenidos elementales, destacando únicamente la mayor presencia de sodio en la muestra AG-1576. Mayores diferencias aparecen, sin embargo, en sus composiciones normativas, si bien, en todos los casos, los valores se encuentran siempre dentro de los normales para este tipo de rocas. Es de resaltar la presencia de hiperstena normativa en una de ellas.

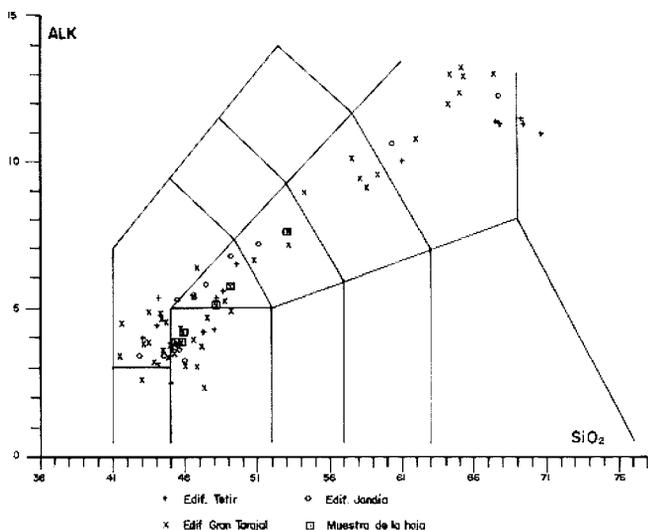
Los tipos hawaííticos y mugearíticos muestran asimismo una gran homogeneidad. En conjunto, todos ellos muestran un carácter claramente subsaturado, reflejado en algunos por la presencia de nefelina normativa. Igualmente, tienen un grado de diferenciación bajo, siendo más alto en la mugearita, que a su vez alcanza un mayor grado de alcalinidad.

Considerando el conjunto de análisis de la Fase miocena disponibles en la isla, se aprecia en el mismo diagrama TAS (Fig. 5.1), toda una evolución dentro de la fase volcánica y a lo largo de los tres edificios miocenos, desde términos básicos y basaníticos, hasta términos muy diferenciados y alcalinos, de carácter traquítico y riolítico. Los términos intermedios siempre se encuentran subordinados en los tres edificios. Por otro lado, al establecer alguna diferencia geoquímica entre ellos, sería destacable la ligera tendencia algo más alcalina mostrada en los edificios de Jandía y Gran Tarajal, con respecto al de Tetir.

En el diagrama binario de variación óxidos/SiO<sub>2</sub> (Fig. 5.2), se aprecia una secuencia similar, propia de diferenciación fraccionada y típica de estas series alcalinas. La pauta de evolución del conjunto de la Fase miocena queda claramente reflejada en el diagrama evolutivo AFM (Fig. 5.3), donde se muestra un comportamiento característico y propio de la serie magmática alcalina.

## 5.3. FASE PLIOCENA SUPERIOR. PETROLOGÍA

La composición de los materiales a esta fase resulta bastante monótona, con presencia fundamentalmente de coladas y productos piroclásticos de tipo basáltico olivínico. Sólo se ha obser-



**Fig. 5.1. Diagrama TAS de la Fase miocena.**

vado un dique de esta composición relacionado con el centro de emisión de Montaña Bermeja. Además, aparecen escasos basaltos olivínico-piroxénicos y, con carácter aún más excepcional, algún basalto plagioclásico-olivínico-piroxénico con características petrográficas en todo análogos a las rocas equivalentes de otras formaciones.

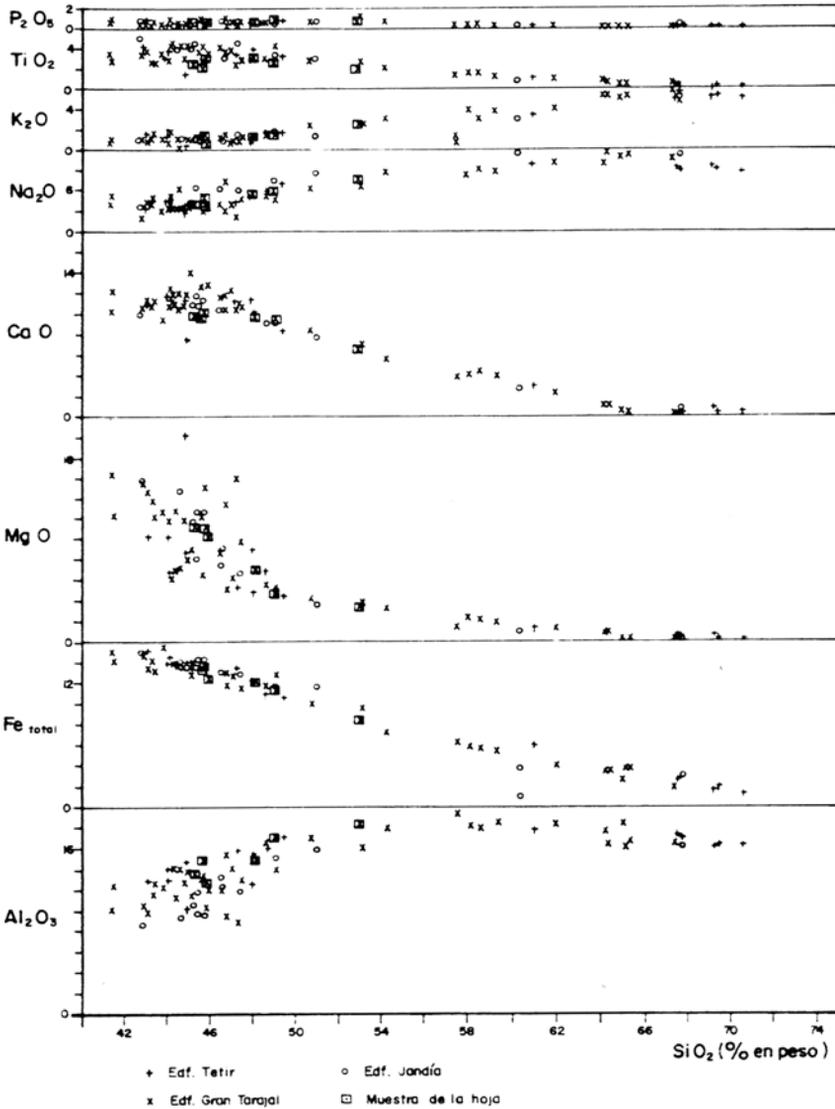
En el caso concreto de los basaltos olivínicos, destaca la abundancia de fenocristales de olivino, generalmente entre 0,7-1,5 mm, con escasas o nula alteración de tipo iddingsítico. Las matrices son variadas, si bien parecen predominar las microcriptocristalinas o las fluidales.

Por lo general, son rocas bastante vesiculares, presentando relleno parcial de analcima, ceolitas y sobre todo calcita.

#### 5.4. FASE PLIOCENA SUPERIOR. GEOQUÍMICA.

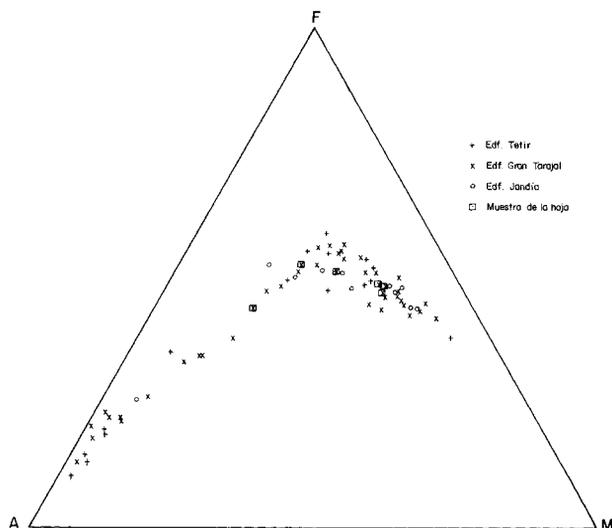
Esta fase volcánica está relativamente bien representada en este sector de la isla, disponiéndose de tres análisis, Tablas 5.1.

Las lavas corresponden a tipos básicos subsaturados de carácter basanítico y, en menor medida, basáltico. Sin embargo, la posición de esta última muestra en el diagrama TAS (Fig. 5.4), y su composición química elemental similar a la de las otras hacen pensar que se trata de pequeños desajustes analíticos los que causan estas diferencias. Sus composiciones normativas son asimismo prácticamente idénticas, destacando los elevados contenidos en nefelina normativa propios de estas rocas alcalinas.



**Fig. 5.2. Diagrama binario de variación de elementos mayores de la Fase miocena.**

Considerando el conjunto de esta fase en la isla, se observa también en el diagrama TAS la escasa variación composicional existente, predominando los tipos subsaturados alcalinos de tipo basanítico. La fase volcánica se encuentra en un estadio inicial de la diferenciación magmática (Fig. 5.5), pudiéndose apreciar en dicha figura la incipiente evolución geoquímica que muestra las emisiones.



**Fig. 5.3. Diagrama AFM de la Fase miocena.**

En el diagrama evolutivo AFM (Fig. 5.6), la situación de estas muestras corresponde con los estadios menos evolucionados de la serie magmática alcalina.

### 5.5. FASE RECIENTE. PETROLOGÍA

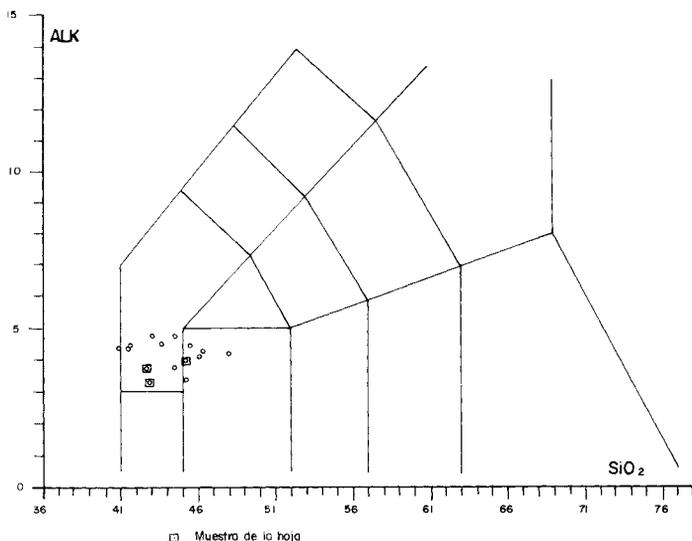
Está representada por las coladas del edificio Gairía, situado en la vecina hoja de Pájara, y las del edificio Caldera de La Laguna, emplazado en la de Pozo Negro.

Se trata en ambos casos de basaltos olivínicos relativamente frescos, con prácticamente ausencia de microfenocristales de augita. El olivino es abundante en cristales subidiomorfos, en los que se observan golfos de corrosión. En algún caso aparecen xenocristales de este mineral, con formas alotriomorfas.

La matriz es de grano fino, con escasa plagioclasa y abundante augita.

### 5.6. FASE RECIENTE. GEOQUÍMICA

Los análisis disponibles de las emisiones del edificio Caldera de Gairía (Tabla 5.3), muestran términos basaníticos (Fig. 5.7). Esta diferencia entre la composición normativa y la composición petrográfica indicada anteriormente se debe a la ausencia o escasa presencia modal del feldespatoido, (Ne) que debido a su baja cristalinidad o por encontrarse en el vidrio, pasa inadvertida al microscopio.



**Fig. 5.4. Diagrama TAS de la Fase pliocena superior.**

En ambas muestras no se encuentran diferencias elementales significativas, salvo un contenido ligeramente mayor en  $Al_2O_3$  en una de ellas y de Ti en la otra. Con respecto al contenido normativo, se aprecia la presencia, en cantidades significativas, de nefelina en ambas.

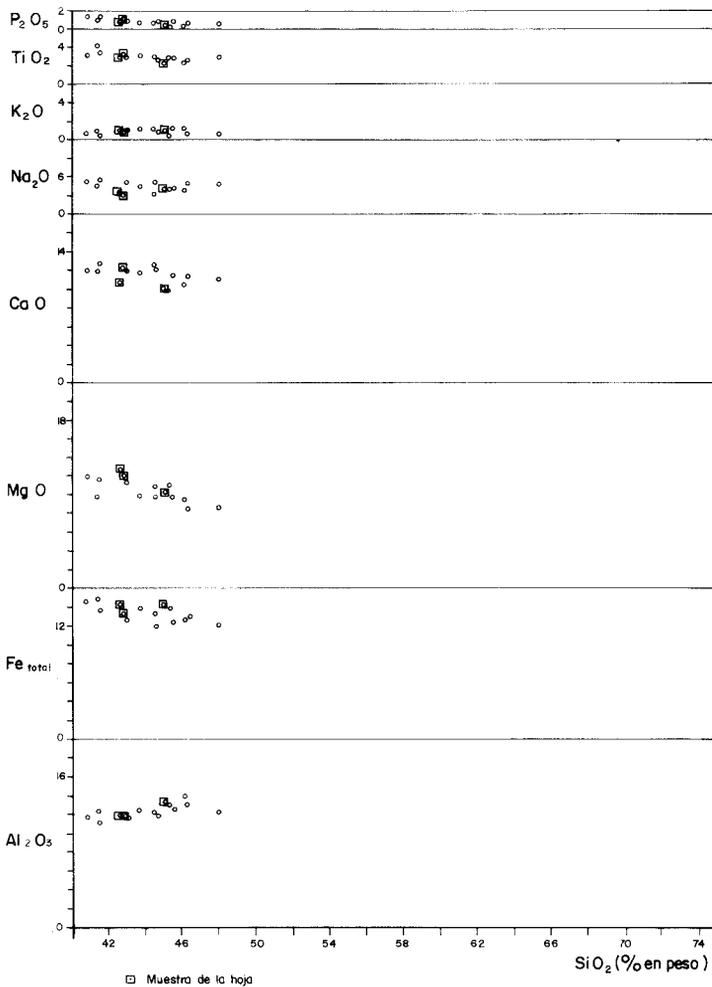
El conjunto de la Fase pleistocena media-holocena (Fig. 5.6), muestra que se trata de un volcanismo extremadamente básico y subsaturado, de tendencia alcalina, en el que están auentes términos intermedios o diferenciados. En el diagrama binario de variación  $SiO_2$ /óxidos (Fig. 5.8), se observa la pauta de comportamiento que siguen estas emisiones, con empobrecimientos graduales de los componentes MgO, CaO y Fe, mientras que los álcalis y la alúmina muestran cierta tendencia conservativa.

## 6. HISTORIA GEOLÓGICA

La historia geológica de la isla de Fuerteventura se remonta a tiempos mesozoicos. Concretamente, durante el Cretácico comienzan a producirse manifestaciones volcánicas submarinas que posteriormente van configurando el Complejo Basal de Fuerteventura.

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

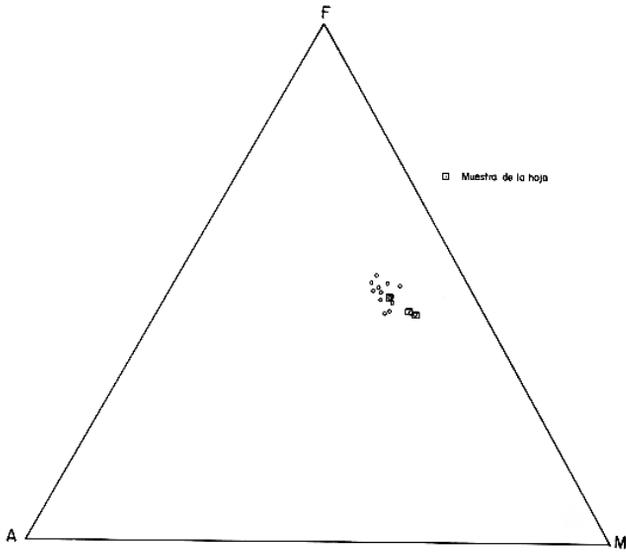
Ahora bien, la diferencia fundamental entre ambas islas es la existencia en Fuerteventura, de materiales sedimentarios de fondo oceánico. Estos sedimentos aparecen hoy en día aflorando



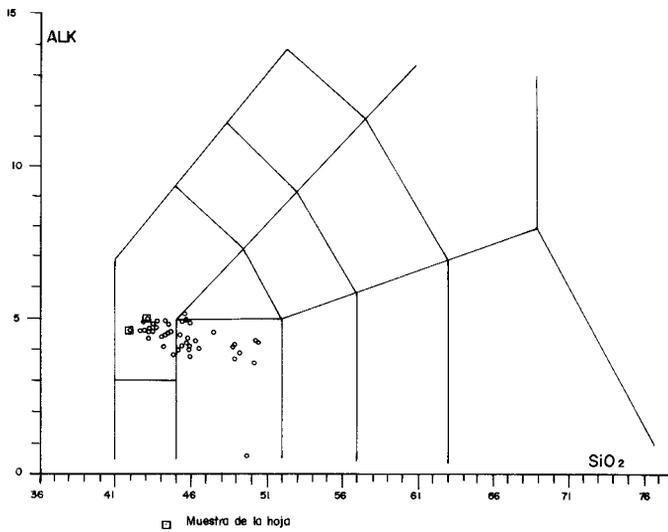
**Fig. 5.5. Diagrama binario de variación de elementos mayores de la Fase pliocena superior.**

en superficie dentro del conjunto de materiales volcánicos submarinos y plutónicos, que se conocen como Complejo Basal.

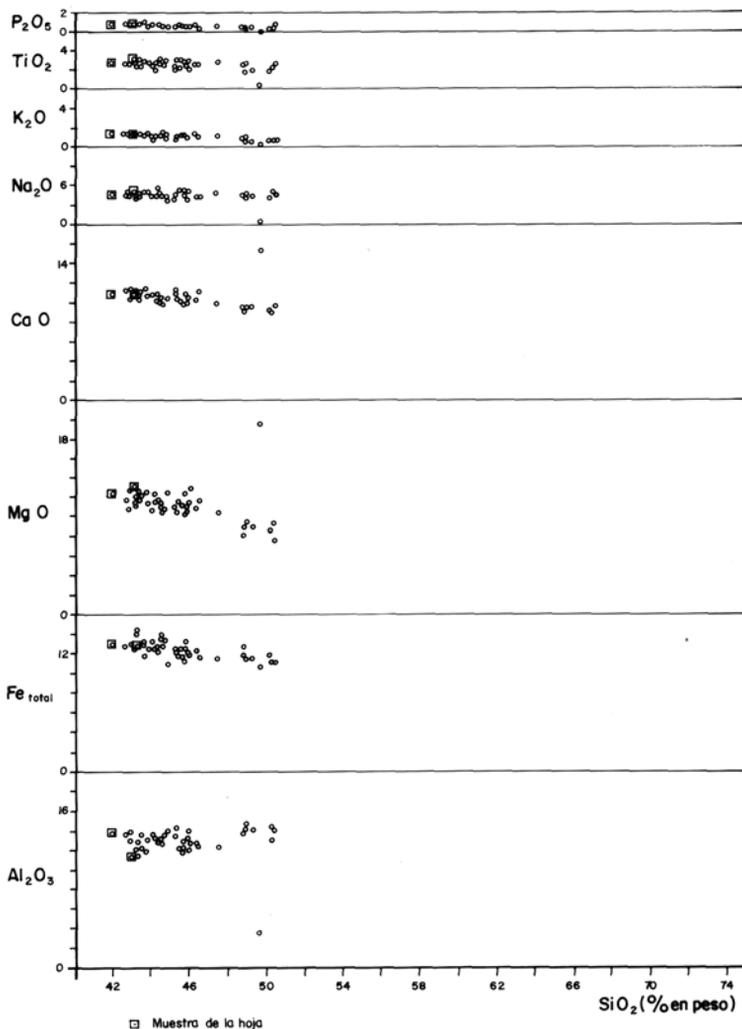
El emplazamiento en superficie de este complejo está ligado a causas tectónicas que debieron producirse en el Mioceno inferior, si bien no está totalmente claro el momento exacto de este emplazamiento. Estos materiales afloran fundamentalmente en el sector occidental de la isla, al oeste del área estudiada. En la hoja de Punta del Muellito sólo se ha cartografiado un redu-



**Fig. 5.6. Diagrama AFM de la Fase pliocena superior.**



**Fig. 5.7. Diagrama TAS de la Fase pleistocena media-holocena.**



**Fig. 5.8. Diagrama binario de variación de elementos mayores de la Fase pleistocena media-holocena.**

cido afloramiento localizado en el sector suroccidental de la misma. Según las dataciones radiométricas de LE BAS *et al.* (1986b) e IBARROLA *et al.* (1989), el período de emisión de esta unidad se situaría entre 80 m.a. y 20 m.a.

Durante el Mioceno surgen tres edificios estratovolcánicos, alineados en parte con la directriz del Complejo Basal. Dos de ellos aparecen parcialmente representados en esta hoja, se trata del Edificio Tetir (norte) y del Edificio Gran Tarajal (centro). El edificio Jandia o sur [CUBAS *et*

*al.* (1991)] aparece únicamente en el extremo más meridional de la isla y constituye la Península de Jandía. Los tramos inferiores de estos edificios presentan muchos problemas para su datación, debido al intenso grado de alteración que tienen sus coladas. No obstante, según las dataciones existentes [ABDEL MONEN, *et al.* (1971), FERAUD *et al.* (1985), COELLO *et al.* (1992) y Plan MAGNA (en este trabajo)], parece que la actividad en el Edificio Gran Tarajal comienza en torno a los 22 m.a. Los tramos bajos del Edificio Tetir están poco estudiados, disponiéndose únicamente de la datación de la intrusión traquítica de Montaña Tindaya que perfora este tramo y ha sido datada por COELLO *et al.* (1992) en 18,7 m.a. Estos autores guardan ciertas reservas con respecto a este dato, debido a que corresponde a una muestra algo alterada.

Hacia la parte alta de los tramos inferiores de ambos edificios aparecen depósitos de brechas caóticas que probablemente corresponden a la destrucción parcial de edificio volcánico. En el Edificio Gran Tarajal también aparecen estos depósitos brechoides marcando la discordancia con el tramo medio.

A lo largo de la evolución y desarrollo de estos edificios se produjeron algunos períodos erosivos que alternan con los constructivos y que quedan reflejados por lentejones de sedimentos aluviales. Estos niveles sedimentarios suelen aparecer al techo del tramo inferior, y en esta hoja, además son muy abundantes en la zona de intersección de ambos edificios (Cuchillete de Buenavista).

A continuación se reanuda la actividad en el Edificio Gran Tarajal, mediante emisiones efusivas de carácter fisural que dan lugar a un potente apilamiento de coladas basálticas que constituyen los tramos medio y superior del edificio. Estas emisiones debieron producirse entre los 17,5 y 14 m.a. según los autores antes citados. En el Edificio Tetir parece que la actividad se reanuda algo más tarde, emitiéndose estos tramos (medio-superior) entre 14,5 y 12 m.a, según las dataciones de ABDEL MONEN *et al.* (1971) y COELLO *et al.* (1992). Solapándose en el tiempo con estas últimas emisiones del Edificio Tetir se producen emisiones puntuales que se adaptan a un paleorrelieve y que genéricamente se han denominado episodios tardíos. En esta hoja están representados por las coladas del Morro del Recogedero. Aunque no se dispone de datos radiométricos, por semejanza con las coladas del Tablero del Saladillo (datadas en 13,2 m.a.) puede estimarse una edad miocena.

Después de este período de actividad miocena tiene lugar una intensa etapa erosiva de aproximadamente 10 m.a. de duración. Durante este lapso erosivo se desarrollan los principales barrancos de la hoja, y se individualizan estos relieves miocenos. Además, en la zona costera del sur de la hoja, se depositan abanicos aluviales como los que se observan en Caleta Blanca-Caleta de la Ballena.

En el Plioceno superior, hace aproximadamente 2,5-3 m.a., se reanuda la actividad magmática. Surgen emisiones puntuales poco explosivas, propias de mecanismos estrombolianos que originan los típicos edificios cónicos y/o volcanes en escudo. Las coladas asociadas con estos centros de emisión se canalizan por los valles abiertos durante el Mioceno y Plioceno inferior, y llegan a ganar terreno al mar. Sólo se dispone de una datación absoluta, realizada por COELLO *et al.* (1992) en las coladas que rellenaron el barranco de Antigua (2,6 m.a.).

Durante el Plioceno y parte del Pleistoceno debieron existir períodos climáticos de características alternativas (secos/lluviosos) que han provocado el desarrollo de extensas formaciones superficiales de caliche. Estos encostramientos afectan de manera especial a las coladas plioce-

nas, lo cual puede explicarse por la disposición topográfica plana que ocupan, en zonas de poco relieve. En otras hojas se ha observado una relación entre los depósitos de caliche y las dunas.

En la zona costera se deposita durante el Pleistoceno superior, un cordón de sedimentos con abundante fauna que hoy en día queda situado a 1-2 m por encima del nivel del mar. Este nivel fue definido como jandiense por MECO *et al.* (1986 y 1987) y recientemente ha sido datado por MECO *et al.* (1992) y ZAZO *et al.* (1993). Estos últimos autores han estudiado varios afloramientos jandienses del norte y sur de la isla e indican que existen varios niveles pleistocenos semejantes a los tirrenienses del mediterráneo occidental y ouljiense marroquí.

Hacia finales del Pleistoceno o inicios del Holoceno se reanuda la actividad volcánica, fundamentalmente en el sector de Corralejo y al oeste suroeste de esta hoja. Estos últimos edificios constituyen alineaciones volcánicas definidas y dan lugar a campos de lavas escoriáceas, de color negro, de tipo malpaís. Como ejemplo de ello puede citarse el "Malpaís Chico", al suroeste de la hoja, correspondiente al edificio Caldera de Gairía.

Asimismo, durante el Holoceno se continúa la actividad erosiva que provoca una nueva incisión en las coladas que rellenaron los valles pliocenos. Prueba de ello son la existencia de depósitos de terrazas y barrancos. Además, existen potentes depósitos de ladera que se han ido desarrollando durante todo el Cuaternario.

## 7. HIDROGEOLOGÍA

Se ha efectuado el estudio de los aspectos hidrológicos e hidrogeológicos más significativos de la hoja, considerando tanto aspectos generales de la isla como condiciones particulares de dicha área. Para ello se han tenido en cuenta las observaciones directas realizadas durante la ejecución de la cartografía, así como el reciente estudio hidrogeológico de la isla realizado por el Instituto Tecnológico GeoMinero de España [ITGE (1990)].

### 7.1. HIDROLOGÍA SUPERFICIAL

#### *Climatología*

Los rasgos climáticos de este sector no difieren significativamente de los del resto de la isla, caracterizándose por su clima desértico-cálido, con marcada tendencia a la aridez.

Las temperaturas medias anuales oscilan entre 18 y 25<sup>o</sup>, llegándose de manera esporádica a los 40 °C en épocas estivales.

La insolación es intensa, variando, según MARZOL (1988), entre 6 y 9,5 horas/día, en función de las estaciones, si bien puede ser atenuada por la presencia de abundantes nubes y calimas, relativamente frecuentes.

La humedad relativa del aire se hace elevada en proximidad de la costa, sufriendo variaciones acusadas a lo largo del día [MARZOL (*op. cit.*)].

El área conoce la acción constante e intensa de vientos de componente N-NE, que contribuyen, en gran medida a rebajar la sensación de calor.

### *Pluviometría*

El total de lluvias anual en toda la isla es del orden de 183,69 hm<sup>3</sup>/año [ITGE (1990)], que distribuido sobre la superficie total, representa una pluviometría anual de 111 l/m<sup>2</sup>. Este valor no se aleja mucho de la media de esta área, quizás con precipitaciones aún algo menores, como se desprende del esquema de la Figura 7.1.

Del total de lluvia caída en la isla, sólo una parte queda en el terreno y se resuelve en forma de escorrentía superficial e infiltración subterránea hacia el mar o hacia los acuíferos subterráneos, constituyendo la aportación total neta en el suelo o lluvia útil. Considerando una reserva útil máxima del suelo de 50 mm, se obtienen unos valores de lluvia útil del orden de 12,74 hm<sup>3</sup>/año, que pueden llegar a un máximo de 19,11 hm<sup>3</sup>/año representando, respectivamente, el 6,93 y 10,4% de la precipitación registrada. La parte correspondiente a escorrentía superficial puede oscilar, para toda la isla, entre 3,26 y 4,89 hm<sup>3</sup>/año, es decir, el 25% de la lluvia útil o el 2,66% de la pluviometría total. La fracción que se infiltra hacia el subsuelo puede oscilar entre 9,56 y 14,34 hm<sup>3</sup>/año, lo que supone un 75% de las aportaciones netas o el 7,80% de la pluviometría total.

Según las características pluviométricas anteriormente descritas, es normal que la totalidad de los barrancos se hallen secos durante la mayor parte del año, incluso durante años enteros. En época de lluvias importantes se suelen producir avenidas de gran virulencia en régimen torrencial. Esto suele ser característico de climas semidesérticos, con precipitaciones escasas y mal repartidas en el espacio y en el tiempo.

Teniendo en cuenta ese régimen de escorrentía ocasional y torrencial, TRAGSA (1989) [en ITGE (1990)], mediante el empleo de fórmulas empíricas, determinó para las cuencas de los barrancos de la Torre y de La Muley un caudal de 50,13 y 51,71 m<sup>3</sup>/seg, respectivamente. Estos valores representan el caudal máximo circulante para su período de retorno de 50 años, que se mantendrían durante cortos períodos, como corresponde a un régimen de descarga rápida.

### *Cuencas y cauces principales*

La red hidrográfica de esta área es algo más densa de lo usual en la costa este de la isla, estando constituida por un conjunto de barrancos mayores, junto con sus sistemas de tributarios de orden menor, que conjuntamente vierten sus aguas en la vertiente oriental (Fig. 7.2).

Los cauces principales vienen definidos por valles de gran recorrido y fondo plano, ligeramente serpenteantes, de orientación preferente NO-SE. Los barrancos menores presentan mayor pendiente, siendo por lo demás estrechos y generalmente de corto recorrido.

Dicha cuenca viene determinada por los barrancos de La Muley, Valle de Mirafior, Antigua-de la Torre, Monte Agudo y La Boca de Pozo Negro (que vierte ya en la hoja de Pozo Negro) y sus subsiguientes tributarios, junto con ciertos barrancos menores, como los de La Cruzada, Montaña Blanca, Morro Cancela, Majada Honda y Majada de las Cabras.

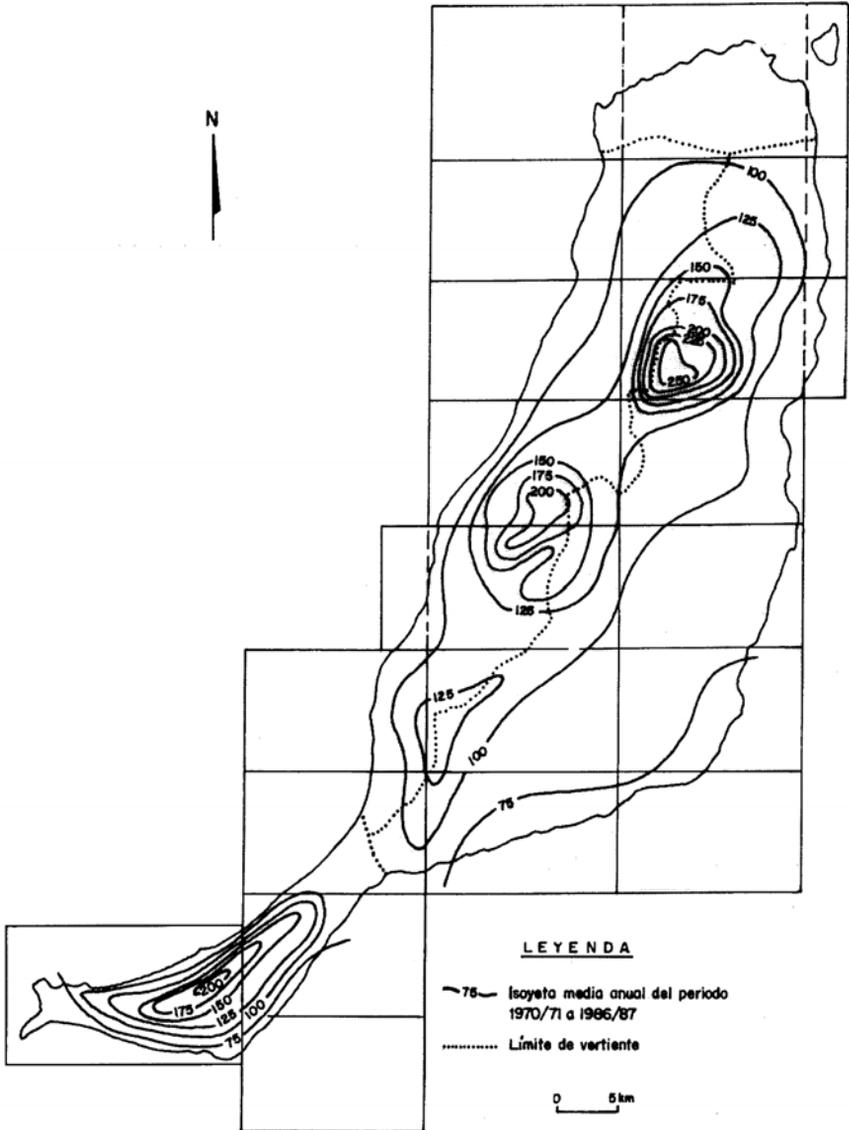


Fig. 7.1. Esquema de isoyetas de la isla de Fuerteventura, según ITGE (1990), con la cuadrícula de hoja topográfica a escala 1:25.000.

El sistema se halla encajado en materiales basálticos miocenos, configurando una red diversificada, y en menor medida en materiales pliocuaternarios, donde está mucho menos ramificada.

No existen grandes obras de regulación de aguas en esta área, apareciendo únicamente estanques y recogedores de uso particular formados por pequeñas presas de tierra aprovechando alguna permeabilidad del terreno que favorecen, por lo demás, cierta recarga subterránea.

## 7.2. UNIDADES HIDROGEOLÓGICAS: NIVELES ACUÍFEROS

Cada unidad estratigráfica de la hoja viene definida en función de criterios litológicos, cronológicos, etc., que determinan, a su vez, unidades hidrogeológicas. Dentro de ellas, no obstante, aparecen zonas con comportamientos diferentes, al variar la capacidad de almacenamiento y circulación de agua a través de ellas, debido a factores como la fisuración, porosidad, régimen de precipitaciones, topografía, etc. Dichas unidades hidrogeológicas se ajustan al esquema estratigráfico establecido en la presente cartografía.

Por lo general, la presencia de tramos escoriáceos, la mayor o menor conexión entre vesículas o el diaclasado columnar propio de las partes más intensas de las formaciones lávicas condicionan la mayor o menor permeabilidad por fisuración y/o porosidad de los materiales volcánicos.

Los tramos impermeables o poco permeables suelen corresponder a almágres, rocas compactas, con o sin conexión de vesículas, etc., condicionando la infiltración vertical.

Los diques, cuerpos intrusivos, etc., actuarán como barreras al movimiento horizontal de las aguas subterráneas; si están fisuradas, pueden funcionar como drenes permeables.

Los procesos de alteración y compactación posteriores que sufren los materiales con el paso del tiempo pueden modificar, sin embargo, las características hidrogeológicas primarias.

A nivel del conjunto de la isla se pueden distinguir dos grandes acuíferos [ITGE (1990)]. En general, estos acuíferos presentan malas características hidrogeológicas (para potencia saturada de agua y baja permeabilidad de los materiales).

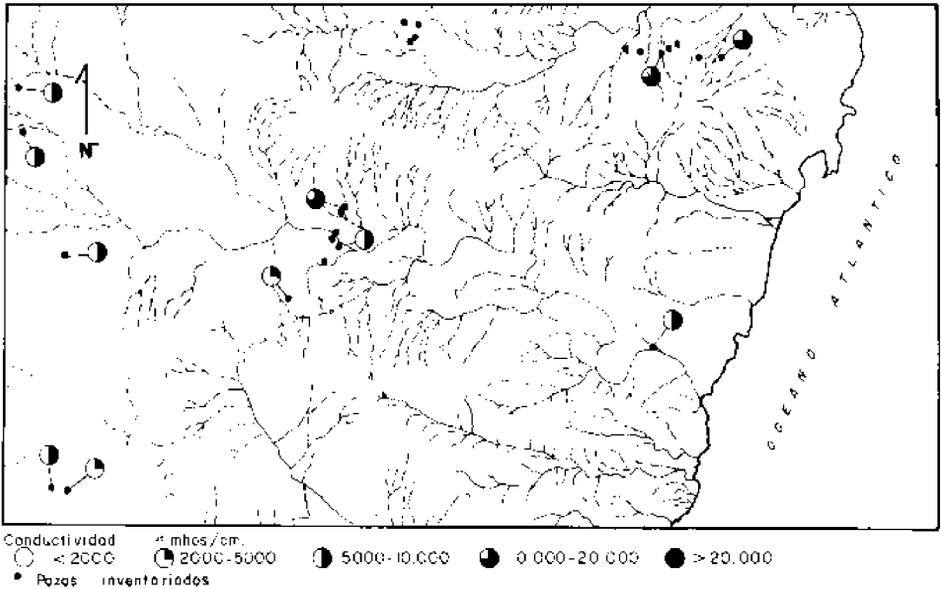
— Uno inferior o basal y de extensión regional. Constituye el acuífero principal y es el más explotado en la actualidad. Está asociado al Complejo Basal y a las formaciones basálticas miocenas. Es de tipo semiconfinado y de baja permeabilidad.

— Otro superficial (intermedio y superior) y de extensión sectorial. Está asociado a las formaciones sedimentarias y volcánicas pliocenas y cuaternarias.

Las principales unidades hidrogeológicas establecidas en esta área son las siguientes (Fig. 7.3).

### 7.2.1. Nivel acuífero inferior o basal

*Formación basáltica miocena.* Constituye el principal acuífero de la hoja, observándose cómo la casi totalidad de los pozos inventariados extraen el agua de esta formación (Fig. 7.2). En conjunto, presenta una permeabilidad entre media y baja, debido fundamentalmente a la fractu-



**Fig. 7.2. Esquema hidrográfico de la hoja, con la situación de los pozos de agua y los intervalos de conductividades eléctricas medidas en ellos.**

ración y disyunción columnar de las coladas, a la presencia de niveles escoriáceos y a la porosidad poco conectada que presenta.

Se observa, por lo general, una disminución de la porosidad con la profundidad, debido a la mayor presión de confinamiento, con el consiguiente cierre de fracturas, así como a un mayor grado de alteración, que provoca una mayor fracción arcillosa susceptible de colmatar huecos.

Las características hidrodinámicas medias de este acuífero dan unos valores de transmisividad de  $30 \text{ m}^2/\text{día}$  y un coeficiente de almacenamiento de  $10^{-5}$ , si bien no pueden ser tomados como representativos dadas las variaciones encontradas de un sondeo a otro [ITGE (1990)]. Estos datos indican que se trata de un sistema acuífero con escasas posibilidades de explotación, proporcionando caudales bajos. El bajo coeficiente de almacenamiento es indicativo, asimismo, del confinamiento del acuífero.

La calidad del agua se obtiene a partir de medidas realizadas en pozos que extraen agua de esta unidad, según el Inventario de Puntos Acuiferos de Canarias [ITGE (1989)]. En general son aguas con cantidades salinas importantes, que reducen su calidad enormemente, al menos para consumo humano. Las medidas de conductividad en los pozos de esta área se encuentran dentro de los rangos de variación de esta misma unidad en otras áreas, con valores medios de  $7400 \text{ } \mu\text{mhos/cm}$  y máximas superiores a  $14000 \text{ } \mu\text{mhos/cm}$  indican ya la alta mineralización del agua. Según el diagrama de STIFF, éstas se pueden clasificar como facies clorurado-sódicas.

### 7.2.2. Nivel acuífero superior

*Formaciones volcánicas pliocenas.* Estos materiales poseen mayor permeabilidad y porosidad que los anteriores, debido al intenso diaclasado columnar que los caracteriza, lo que favorece la infiltración vertical hacia acuíferos más profundos, permitiendo la recarga de éstos.

Un cierto número de pozos se encuentran emboquillados en estos materiales. Generalmente profundizan hasta cotas bajas para extraer el agua del nivel inferior.

La calidad del agua en este nivel es también baja, según se desprende de los datos obtenidos en otras zonas.

*Formaciones sedimentarias.* Comprenden los depósitos de arenas eólicas, depósitos arenoso-arcillosos, depósitos aluviales y coluviales, junto con depósitos detríticos de edad miocena y pliocena.

Por lo general, poseen condiciones hidrogeológicas adecuadas para constituir acuíferos, dada su buena permeabilidad por porosidad intersticial y disposición topográfica. No existen pozos que exploten aguas retenidas en ellos, al no tener espesores adecuados para retener cantidades importantes de agua.

A nivel regional, y tomando como parámetro de calidad de agua su conductividad, se observa un progresivo empeoramiento a medida que se pasa de las zonas anteriores, más elevadas, a las zonas costeras. En el área cartografiada parece mantenerse este comportamiento, según se observa en la Figura 7.2, si bien el número de datos disponibles es pequeño. Así, se encuentran las menores conductividades en las muestras extraídas en la proximidad de La Montañeta de María Hernández o al sur del Mapais Chico en la Laguna de Las Mujeres, al oeste de la hoja, y las mayores en la zona norte, en las proximidades del mar.

### 7.3. PIEZOMETRÍA

En el estudio hidrogeológico de la isla de Fuerteventura [ITGE (1990)], se realizó un seguimiento de la evolución del nivel piezométrico durante los años 1989-1990. El resultado fue plasmado en un plano de niveles piezométricos del acuífero general de la isla, cuyo sector central se representa en la Figura 7.4, junto con la sobreimpresión de la división de las hojas topográficas.

Por lo general, las isopiezas presentan una disposición concéntrica, con carácter descendente desde las zonas más altas del interior hacia el borde costero, coincidiendo a grandes rasgos con la división de aguas superficiales entre las vertientes este y oeste.

La circulación del agua subterránea se produce de manera radial, obteniéndose gradientes menores en el área oriental respecto a la occidental, como consecuencia de la mayor recarga que se produce en la zona oriental, al hallarse en ella formaciones volcánicas más recientes y por tanto más permeables.

## 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 pueden 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 (1976a)].

### 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 dos áreas y tres zonas, cuya correspondencia con los tramos cartografiados se indica entre paréntesis.

### 8.2. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS ZONAS

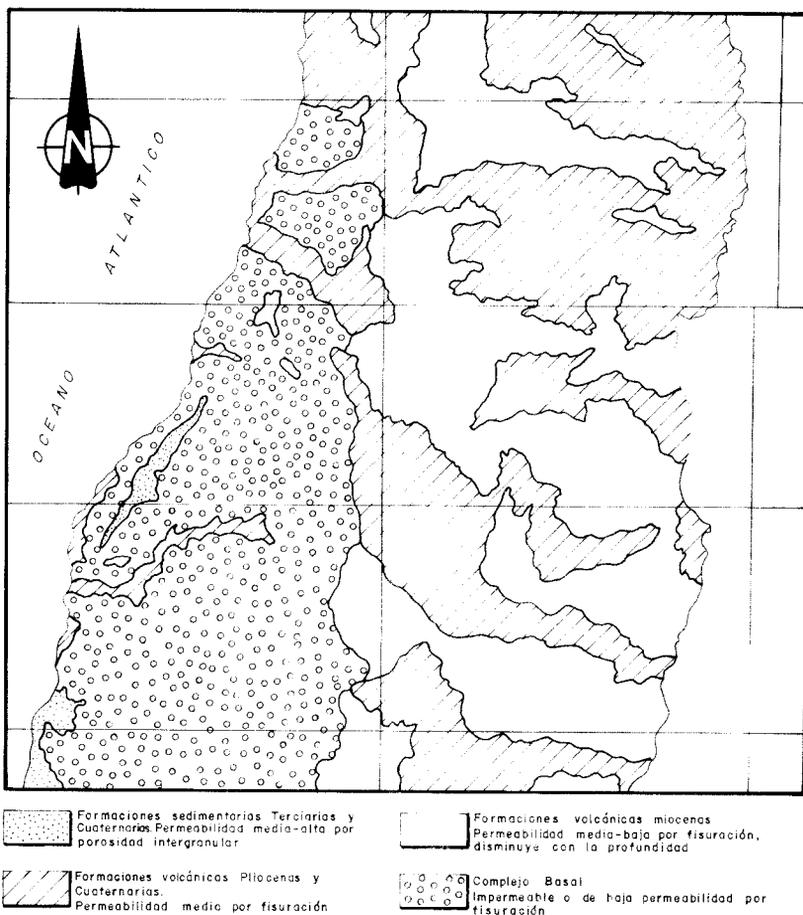
#### ÁREA I

En esta área se incluyen todos los materiales pertenecientes a la Fase miocena.

*Zona I<sub>1</sub>* (5, 7, 10, 11, 12 y 15)

Comprende las coladas basálticas miocenas, independientemente del tramo a que pertenezcan dentro del edificio.

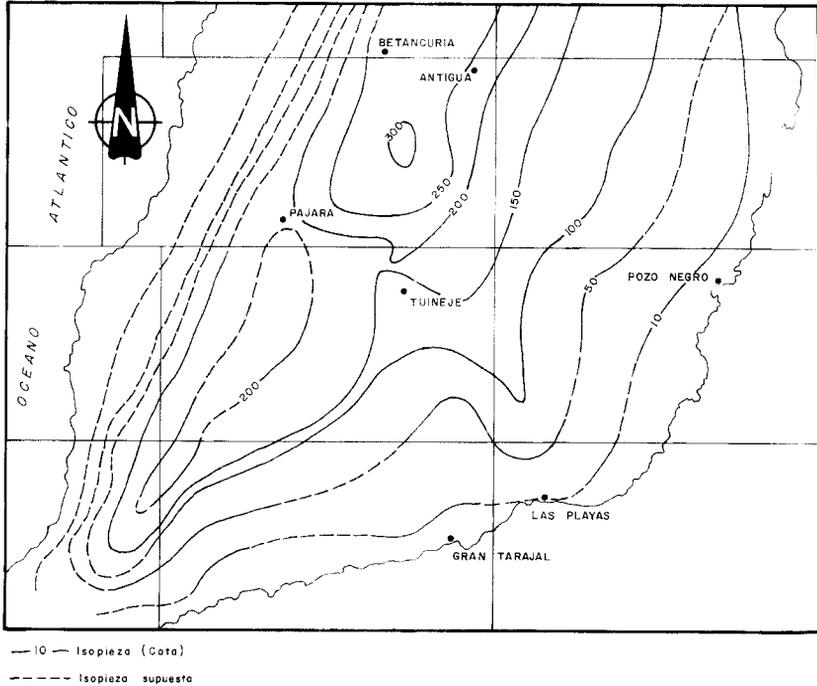
**Características litológicas y estructurales.** Las emisiones de la Fase miocena constituyen apilamientos de coladas basálticas, que definen una estructura tabular subhorizontal, o con buzamientos del orden de 10-20° hacia el E-SE. Aunque ocasionalmente se intercalan entre las coladas pequeños niveles sedimentarios de espesores próximos al metro y depósitos piroclásticos, también de escasa potencia, la sucesión de coladas es bastante monótona. Se trata de coladas masivas y coherentes, poco vesiculares, habitualmente con disyunción vertical en las partes internas y escoriáceas en base y techo. Individualmente los espesores varían entre 1 y 4 m. La potencia visible de todo el conjunto es algo superior a los 400 m. Los tramos más bajos de la serie suelen estar atravesados por una red de diques basálticos, que disminuye hacia arriba.



**Fig. 7.3. Esquema hidrogeológico simplificado del sector centromeridional de la isla de Fuerteventura.**

**Características geomorfológicas.** La morfología más característica en estos materiales es la de relieves alargados, constituidos por dichos apilamientos de lavas, localmente denominados "cuchillos" y separados por amplios valles de perfil en "V". Sus paredes son casi verticales, quedando bastante suavizados por los depósitos de vertiente que los recubren, principalmente hacia las partes inferiores.

**Características hidrogeológicas.** Son materiales relativamente impermeables con un drenaje superficial bueno. Los tramos escoriáceos son, por el contrario, mucho más permeables. La fisuración vertical y el lajeado subhorizontal favorece, no obstante, la infiltración vertical. La pre-



**Fig. 7.4. Esquema de líneas piezométricas del sector centromeridional de la isla de Fuerteventura, según ITGE (1990)**

sencia de niveles piroclásticos y sedimentarios intercalados puede favorecer la formación de pequeños niveles acuíferos colgados.

## ÁREA II

Zona II<sub>1</sub> (17 y 18).

Comprende las coladas basálticas del Plioceno superior, incluyéndose también con ellos los depósitos piroclásticos de esta misma edad, al tener una escasa representación.

**Características litológicas y estructurales.** Son coladas basálticas horizontales que alcanzan gran extensión, rellenando los valles existentes entre los relieves miocenos. Forman apilamientos de varias unidades lávicas, de espesores individuales entre 3 y 10 m. Son rocas masivas y coherentes, poco vesiculares, con diaclasado columnar vertical y lajeado subhorizontal en las partes internas. El grado de alteración es bajo, en general. Superficialmente suelen tener algún recubrimiento detrítico o de caliche, normalmente de escaso espesor. Los depósitos piroclásticos tienen un carácter granular, son de granulometría media-gruesa y están poco consolidados.

**Características geomorfológicas.** Definen una morfología bastante continua y llana, de escasa pendiente, interrumpida por barrancos estrechos y de paredes verticales. Los depósitos piroclásticos se apoyan en los relieves miocenos y tienen pendientes más acusadas.

**Características hidrogeológicas.** Tienen un carácter semipermeable debido a la fisuración vertical y muestran un drenaje superficial aceptable.

*Zona II<sub>2</sub>* (9, 24, 25, 26, 28, 29, 30 y 31).

En esta zona se agrupan los depósitos sedimentarios de carácter aluvial y coluvial presentes en el área.

**Características litológicas y estructurales.** Los de mayor extensión son los depósitos de tipo coluvial que tapizan las laderas de los relieves miocenos. Están constituidos por materiales detríticos groseros y heterométricos, formados por fragmentos basálticos subangulosos englobados en una matriz arenosa de tamaño medio-fino. No presentan ordenación interna y en general están escasamente consolidados, si bien en los casos en que están encalichados pueden tener mayor consolidación. Los depósitos de carácter aluvial están formados por gravas y arenas de tamaño medio grueso y se encuentran restringidos a los fondos de los cauces actuales. En cuanto a las arenas eólicas, son de grano fino y están escasamente consolidadas.

**Características geomorfológicas.** Los depósitos de ladera tienen gran inclinación al adaptarse a las laderas de los relieves, presentando formas en abanico. Los de carácter aluvial adoptan formas planas al adaptarse a la red hidrográfica. Las arenas eólicas se encuentran también.

**Características hidrogeológicas.** Al ser materiales granulares poco consolidados, tienen elevada permeabilidad y muestran un drenaje superficial deficiente.

### 8.3. CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS

#### *ÁREA I.*

*Zona I<sub>1</sub>*. Coladas basálticas miocenas (5, 7, 10, 11, 12 y 15).

**Capacidad portante.** Son materiales que tienen alta capacidad de carga, sin asientos de consideración. En las partes superficiales más alteradas, pueden darse reducciones de este parámetro.

**Facilidad de excavación.** Carecen de ripabilidad y se requieren medios mecánicos de elevada potencia (martillo, explosivos) para excavarlos.

**Estabilidad de taludes.** Los taludes excavados en estos materiales, tanto naturales como artificiales son altamente estables, para cualquier ángulo y altura. Pueden producirse desprendimientos y caídas de bloques esporádicos, al quedar individualizados por el diaclasado columnar. La presencia de depósitos sedimentarios y piroclastos intercalados en las coladas pueden provocar descalces de bloques, al ser más fácilmente erosionable.

#### *ÁREA II*

Zona II<sub>1</sub>. Coladas basálticas y depósitos piroclásticos pliocenos (17 y 18).

**Capacidad portante.** Las coladas tienen una elevada capacidad de carga, ante cualquier tipo de cargas de trabajo, con asientos prácticamente despreciables. En los depósitos piroclásticos, esta propiedad varía entre media y alta, produciéndose asientos de consideración en algunos casos.

**Facilidad de excavación.** Los depósitos piroclásticos suelen ser ripables al estar poco consolidados; no así las coladas, en las que el empleo de explosivos o martillo hidráulico se hace necesario para su excavación y removilización.

**Estabilidad de taludes.** La estabilidad de los taludes en las coladas es siempre elevada, ante taludes de cualquier ángulo y elevación. En los depósitos piroclásticos los taludes de tipo medio son estables, para ángulos del orden de 25-30°.

Zona II<sub>2</sub>. Depósitos sedimentarios pliocenos y cuaternarios (9, 24, 25, 26, 28, 29, 30 y 31).

**Capacidad portante.** La capacidad de carga es baja en estos materiales, produciéndose asientos totales y diferenciales importantes e inadmisibles.

**Facilidad de excavación.** Son fácilmente removilizables y excavables con retroexcavadora. Cuando tienen encostramientos calcáreos, su extracción inicial es más costosa mediante estos medios.

**Estabilidad de taludes.** Presentan siempre una estabilidad precaria ante taludes de tipo medio.

#### 8.4. RIESGOS GEOLÓGICOS.

En el área cartografiada no se detectan, *a priori*, riesgos geológicos que puedan suponer una amenaza inminente a poblaciones y obras de infraestructura asentadas en ella. En cuanto a su utilidad de cara a la ordenación del territorio, se considerará una serie de peligros naturales que, aunque de baja incidencia, pueden darse en un momento dado.

**Riesgo de inestabilidades de laderas.** Las litologías dominantes en la zona muestran, en general una excelente estabilidad ante taludes pronunciados, ya sean naturales o excavados. En las laderas de los relieves más pronunciados pueden producirse desprendimientos y caídas ocasionales de bloques de rocas, principalmente después de lluvias de cierta intensidad, que pueden afectar a algunas vías de comunicación.

**Riesgo de erosión.** La escasa vegetación de la zona, las elevadas pendientes y la erosionabilidad de los materiales que recubren las laderas determinan un grado de erosión importante ante aguas de arroyada, después de lluvias fuertes. Estas no son frecuentes, sin embargo, pero cuando ocurren se manifiestan por una rápida descarga, con desarrollo de avenidas torrenciales destructivas.

## 8.5. VALORACIÓN GEOTÉCNICA

Las características expuestas anteriormente permiten realizar una valoración geotécnica provisional de los materiales representados en la hoja, en cuanto a su idoneidad constructiva. En consecuencia, se han dividido todos los terrenos presentes en el área en tres grupos, designados con el calificativo más apropiado por sus condiciones constructivas: desfavorables y aceptables o favorables.

### 8.5.1. Terrenos con características constructivas desfavorables o muy desfavorables

En este grupo se incluyen los depósitos detríticos de diverso origen presentes en la hoja (aluviales, coluviales, etc.), es decir, los pertenecientes a la Zona II<sub>2</sub>.

La baja capacidad de carga y la escasa estabilidad que presentan son problemas geotécnicos que inciden enormemente sobre sus condiciones constructivas. El factor morfológico es determinante en algunos casos. Pueden darse problemas de tipo hidrogeológico, al poder contener pequeños niveles saturados o producirse encharcamientos superficiales temporales.

### 8.5.2. Terrenos con características constructivas aceptables o favorables

Los materiales de las Zonas I<sub>1</sub> y II<sub>1</sub> se engloban bajo este concepto.

La respuesta de estos materiales ante cualquier tipo de cargas de trabajo es excelente, en la mayoría de los casos, así como la estabilidad de los taludes excavados en ellos.

La morfología llana de las coladas pliocenas es asimismo, un factor positivo en cuanto a su incidencia constructiva, si bien, en los relieves miocenos, el factor morfológico es, por el contrario, limitador. En ambos casos, pueden producirse, no obstante, esporádicos desprendimientos y caídas de bloques de las partes más altas. Problemas de tipo hidrogeológico pueden darse sólo ocasionalmente.

## 9. GEOLOGÍA ECONÓMICA. MINERÍA Y CANTERAS

En el ámbito geográfico de esta hoja no existen yacimientos minerales de importancia. Sin embargo, se explotan diversos tipos de materiales que tienen su aplicación como rocas industriales, aunque la actividad extractiva en la hoja es escasa.

En 1976 el Instituto Geológico y Minero de España (actualmente ITGE) publicó el Mapa de Rocas Industriales de las islas de Fuerteventura y Lanzarote a escala 1:200.000 [IGME (1976b)]. En la memoria explicativa, y con respecto a la isla de Fuerteventura, presenta un inventario de los yacimientos de rocas industriales existentes en ella, indicando el estado de las explotaciones, condiciones de explotabilidad, localización y reservas.

Dada la creciente demanda de rocas industriales en el archipiélago canario por parte de las industrias de la construcción y otras, este mismo organismo realizó un estudio sobre el aprovechamiento industrial de rocas y minerales industriales en esta isla [ITGE (1992)]. En él se pretende analizar la información existente sobre este tipo de materiales, establecer nuevos afloramientos de potencial interés, analizar sus cualidades y propiedades que definan sus usos y consumos más apropiados y, finalmente, establecer la viabilidad de explotación técnico-económica de los mismos.

La principal explotación activa de la hoja es de tamaño mediano y se localiza en las proximidades del barranco de La Antigua. Se extraen **materiales basálticos** pliocenos procedentes de coladas básicas olivínicas, que se emplean como áridos de machaqueo para la fabricación de hormigón.

También se han extraído materiales basálticos miocenos procedentes de coladas basálticas olivínicas y olivínico-piroxénicas en zonas próximas a la carretera, al sur de Montañetas de María Hernández y al norte de Montañeta del Burgado.

Otras zonas donde se han explotado estos basaltos miocenos se localizan al sur de Montañeta de los Alares y al NO de ella, en áreas próximas a la carretera que se dirige a Antigua [ITGE (1992)]. También en la Majada del Carrero, en el camino que se dirige desde los Llanos de la Guirra al barranco de la Degollada, se ubican dos antiguas explotaciones de este mismo material.

En general, se trata de pequeñas explotaciones actualmente inactivas para abastecimiento local, cuya producción se ha utilizado tanto como árido natural en firme de carreteras, relleno, etc., como preferentemente para árido de machaqueo para la fabricación de hormigón.

Las **gravas** constituyen el segundo material en importancia de los explotados en la hoja. Se utilizan como tal los depósitos aluviales de barranco y ramblas, formados por bolos y cantos redondeados, de composición fundamentalmente basáltica. En esta hoja se localizan en la grava existente en el barranco de la Torre, en su confluencia con el de Varichuelo Grande. Esta gravera, de actividad intermitente, presenta unas reservas estimadas como grandes; además, tiene planta de clasificación, destinándose la producción de la misma a pequeñas obras de ámbito local. El coeficiente de desgaste de los Ángeles determinado en el ITGE (1992) para muestras de dicha cantera fue de 20% de la masa original, lo que hace a este material utilizable como árido de diversos usos. Sin embargo, la presencia de cloruros dificulta su empleo como árido para hormigones.

Cabe resaltar en este punto lo dispuesto en el Decreto 152/1990, de 31 de julio, por el Gobierno Autónomo Canario (BOC n.º 108, 27-08-90) sobre extracciones de áridos, donde se considera a los áridos de los barrancos como recursos difícilmente renovables, susceptibles de ser aprovechados mediante autorización. En este aspecto, no se autorizan explotaciones en determinados barrancos, mientras que se concentran las mismas sobre otros, siendo el barranco de la Torre, de esta última consideración.

También han sido objeto de explotación los depósitos de **caliche** pleistocenos, muy frecuentes en la hoja, concretamente al norte de Montañeta del Burgado, en el afloramiento junto a la carretera, cerca del barranco de la Cruzada y en los afloramientos al sur de Majada de las Casas.

Se trata de calizas muy impuras y potencia escasa (3-4 m como máximo), utilizadas como zorra en obras próximas y también para la obtención de cal de manera artesanal, según se deduce de los hornos que a tal efecto existen en algunos lugares de la hoja.

Otros materiales susceptibles de explotación, como rocas y minerales industriales, lo constituyen los depósitos **arenoso-arcillosos** de la zona de Malpaís Chico, al sur de la hoja. En ITGE (1992) se consideró como área favorable por su extensión horizontal, ya que en las muestras analizadas dieron resultados favorables para su utilización con fines cerámicos de teja y ladrillos, aunque con carácter restringido, por el alto contenido en carbonatos, debido a la presencia de caliche.

## 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. Lógicamente, por su interés, debe cuidarlo.

Uno 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, son dignos de medidas de protección y aprovechamiento sean 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 Punta de Muellito se ha seleccionado una serie de PIG cuya singularidad (contenido, calidad de afloramiento, etc.) les hace merecedores de su protección. Los criterios empleados para su selección son los establecidos por el IGME y por los propios autores que realizaron esta cartografía.

A continuación se hará una breve descripción de los PIG, indicando su utilización como recurso turístico, didáctico o económico, y su influencia o nivel de significación a escala regional, nacional o internacional.

En las "ficha resumen" diseñadas por el IGME, y que forman parte de la "información complementaria" a esta memoria, figura, asimismo, un resumen y características de los PIG propuestos.

Para más información se remite al interesado al texto de la memoria, donde se realiza un estudio más detallado del PIG y el contexto geológico en el que se halla enclavado.

## 10.1. DESCRIPCIÓN Y TIPO DE INTERÉS DEL PIG

*Malpaís de Gairía*. Aunque el centro de emisión se localiza dentro de la hoja de Pájara, las coladas de este edificio ocupan varios km<sup>2</sup> del sector suroccidental de la hoja. Este campo de volcanes constituye, junto con el de Pozo Negro, uno de los mejores ejemplos del volcanismo cuaternario de la isla, semejante al existente en la zona norte en el área de Corralejo. Estos centros de emisión se alinean según una fractura de dirección N150°E, que se prolonga desde la hoja de Pájara hacia la de Pozo Negro. Concretamente el volcán de Gairía se sitúa en el extremo noroccidental de la alineación.

Estos malpaíses están constituidos por una gran acumulación de bloques y escorias que ocuparon las depresiones postpliocenas.

Tiene un alto interés volcanológico y geomorfológico, ya que permite estudiar las diferentes estructuras y morfologías originadas por las coladas lávicas. Además, tiene un alto interés didáctico y/o turístico, pudiendo clasificarse como punto de interés regional.

*Depósitos marinos erbanenses y jandienses*. Estas rasas marinas aparecen de manera discontinua a lo largo de la costa oriental de Fuerteventura. Concretamente, en esta hoja están presentes como pequeños cordones litorales situados a alturas de 1-2 m para el jandiense y de 0,5-1 m para el erbanense. Frecuentemente, el nivel jandiense ha sido arrasado en épocas erbanenses, desarrollándose pequeñas cubetas sobre los depósitos jandienses. La edad de estos últimos es de unos 100.000 años (Pleistoceno superior), mientras que para el erbanense se estima una edad de unos 2.000 a 4.000 años.

En general, ambos depósitos están constituidos por areniscas biodetríticas y conglomerados con abundantes restos fósiles.

Desde el punto de vista científico su interés es alto, ya que permiten conocer los cambios que ha habido en el nivel del mar en épocas relativamente recientes. Además, con su estudio se pueden reconstruir las paleocostas de Fuerteventura y las características paleoclimáticas.

Este tipo de depósitos han sido considerados de 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.

AGOSTINI, L.; AGUILAR, M.; BRAVO, T.; CASTAÑÓN, A.; COELLO, J.; CENDRERO A.; FUSTER, J. M.<sup>a</sup>; HERNÁNDEZ-PACHECO, A.; LÓPEZ RUIZ, J. y SÁNCHEZ CELA, V. (1968): *Mapa Geológico a escala 1:100.000 de las Islas Canarias: Fuerteventura*. Inst. Geol. Min. España -Inst. Lucas Mallada (CSIC).

ANCOCHEA, E.; CUBAS, C. R.; HERNÁN, F. y BRÄNDLE, J. L. (1991): "Edificios volcánicos en la Serie I de Fuerteventura: Rasgos Generales del edificio central". *Geogaceta*, 9, pp. 60-62.

- BLUMENTHAL, M. (1961): "Rasgos principales de la geología de las Islas Canarias, con datos de Madeira". *Bol. Inst. Geol. Min. España*, pp. 1-30.
- BOURCART, J. y JEREMINE, E. (1938): "Fuerteventura". *Bull. Volcanol*, Ser. II, 4, pp. 51-109.
- CASQUET, C.; IBARROLA, E.; FUSTER, J. M.<sup>a</sup>; ANCOCHEA, E.; CANTAGREL, J. M.; JAMOND, C.; CENDRERO, A.; DÍAZ DE TERÁN, J. R. y HERNÁN, F. (1989): "Cronología de la Serie I de Fuerteventura". (Abstract). En *ESF, Meeting on Canarian Volcanism, Lanzarote Nov-Dec. 1989*, pp. 130-133.
- CENDRERO, A. (1966): "Los volcanes recientes de Fuerteventura (Islas Canarias)". *Est. Geol*, 22, pp. 201-226.
- COELLO, J.; CANTAGREL, J. M.; IBARROLA, E.; JAMOND, C.; HERNÁN, F.; FUSTER, J. M.<sup>a</sup>; 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.
- CUBAS, C. R.; HERNÁN, F.; ANCOCHEA, E. y BRÄNDLE, J. L. (1991): "El edificio sur (Jandía) de la Serie I de Fuerteventura: rasgos generales". *Geogaceta*, 11, pp. 79-81.
- FERAUD, G.; GIANNERINI, G.; CAMPREDON, R. y STILLMAN, C. J. (1985): "Geocronology of some Canarian Dike Swarms: Contribution to the Volcano-Tectonic Evolution of the Archipiélago". *Jour. Volcanol. Geotherm. Res*, 25, pp. 29-52.
- FERNÁNDEZ NAVARRO, L. (1926): "Iles Canaries". *Excursión a-7, XIV Congreso Geológico Internacional*, 122 p.
- FINCK, L. (1908): "Tiefen und Ganggesteine von Fuerteventura". *Zeitschr. d. Deutsch. Geol. Gesellsch*, 60, pp. 76-80.
- FUSTER, J. M.<sup>a</sup>; CENDRERO, A.; GASTESI, P.; IBARROLA, E. y LÓPEZ RUIZ, J. (1968): "Geología y vulcanología de las Islas Canarias: Fuerteventura". *Inst. Lucas Mallada, CSIC, Madrid*, 239 p.
- GRUNAU, H.; LEHNER, P.; CLEINTUAR, M.; ALLENBACH, P y BAKKER, G. (1975): "New Radiometric Ages and Seismic Data from Fuerteventura (Canary Islands), Maio (Cape Verde Islands) and Sao Tomé (Gulf of Guinea)". En *Borradaile, G.J. et al. (Eds). Progress in Geodynamics, Royal Soc. Netherl. Akad. Arts and Sci*, pp. 90-118.
- 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 Fuerteventura (Canary Islands)". *Soc. Sci. Fennica Comm. Phys. Math*, 22 (1), 221 p.
- HERNAN, F., ANCOCHEA, E., BRÄNDLE, J. L. y CUBAS, C. R. (1993): "Características generales del edificio norte de la Serie I de Fuerteventura, Islas Canarias". *Geogaceta*, 13.
- IBARROLA, E.; ANCOCHEA, E.; CASQUET, C.; FUSTER, J. M.<sup>a</sup>; HERNÁN, F.; CENDRERO, A.; DÍAZ DE TERÁN, J. R.; CANTAGREL, J. M. y JAMOND, C. (1989): "Cronoestratigrafía de las series volcánicas postmiocenas de Fuerteventura". (Abstract). En *ESF, Meeting on Canarian Volcanism, Lanzarote Nov-Dec. 1989*, pp. 134-138.

- IGME (1976a): "Mapa Geotécnico General, escala 1:200.000. Hoja y Memoria N° 88-92. *Arrecife-Puerto del Rosario*".
- IGME (1976b): "Mapa de Rocas Industriales, escala 1:200.000. Hoja y Memoria n.º 88-92. *Arrecife-Puerto del Rosario*".
- IGME (1984a): "Mapa Geológico de España, escala 1:25.000. Hoja 1.106-II, 1.107-III, *Antigua*".
- IGME (1984b): "Mapa Geológico de España, escala 1:25.000. Hoja y Memoria n.º 1.106-I, 1.107-IV. *Puerto del Rosario*".
- IGME (1984c): "Mapa Geológico de España, escala 1:25.000. Hoja y Memoria n.º 1.106-III. *Pájara*".
- IGME (1984d): "Mapa Geológico de España, escala 1:25.000. Hoja y Memoria n.º 1.106-IV. *Betancuria*".
- IGME-CSIC (1967): "Mapa Geológico de España, escala 1:50.000. 1.ª edición. Hoja y Memoria 1.106-1.107. *Puerto de Cabras*".
- ITGE (1989): Inventario de Puntos Acuíferos de Canarias.
- ITGE (1990): "Estudio hidrogeológico de la isla de Fuerteventura".
- ITGE (1990): "Las aguas subterráneas en España. Estudio de síntesis", 603 pp. Islas Canarias, Cap. XVII, pp. 503-528.
- ITGE (1992a): "Definición de unidades hidrogeológicas en los sistemas acuíferos 82, 83, 84 y 87 de las Islas Canarias". *Documento n.º 36534. ITGE, Servicio Documentación*.
- ITGE (1992b): "Estudio para el aprovechamiento industrial de las rocas y minerales industriales de las isla de Fuerteventura y La Gomera". *ITGE, Servicio Documentación*, 186 pp.
- LE BAS, M. J.; LE MAITRE, R. W.; STRECKEISEN A. y ZANETTIN, B. (1986a): "A chemical clasifcation of volcanic rocks based on the Total Alkali-Slicia diagrama". *Jour. Petrol*, 27, Part 3, pp. 745-750.
- LE BAS, M. J.; REX, D. C. y STILLMAN, C. J. (1986b): "The Early Magmatic Chronologie of Fuerteventura Canary Islands". *Geol. Mag*, 123, pp.287-298
- MARZOL, M.ª V. (1988): "La lluvia, un recurso natural para Canarias". *Servicio de Publicaciones de la Caja Gral. de Ahorros de Canarias*, n.º 130 (S. Investigación 32), 220 p.
- MECO, J. (1975): "Los 'Strombus' de las formaciones sedimentarias de la ciudad de Las Palmas". *An. Centro Regional de Las Palmas*, 1, pp. 203-224.
- MECO, J. (1977): "Paleocostas de Canarias". *El Museo Canario, Las Palmas*, 26 p.
- MECO, J. (1986a): "Evolución faunística cuaternaria en la puerta del Mediterráneo". En López Vera, F. (Ed), *Quaternary Climate in Western Mediterranean, Univ. Autónoma Madrid*, pp. 157-179.

- MECO, J. (1986b): "Climatic Change in the Canary Islands During Upper Pleistocene". *Travaux et Documents de l'ORSTOM*, 197, pp. 301-304.
- MECO, J. (1986c): "La fauna pre-Jandiense y su evolución durante el Cuaternario superior de Canarias". En *El Cuaternario de Canarias/Quaternaire Recent des Canaries*, J. Meco y N. Petit-Maire (Eds), Las Palmas-Marseille, pp. 51-71.
- 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. (1989): "Resumen de los resultados científicos del proyecto de investigación N° 33/3/9/84 del Gobierno de Canarias": Relaciones entre las Canarias y la costa africana en el Tardiglacial y en el Holoceno.
- MECO, J. (1991): "El Erbanense y su fauna". (Póster). *Casa Museo de Betancuria, Cabildo Insular de Fuerteventura*.
- MECO, J. y STEARNS, Ch. E. (1981): "Emergent Littoral Deposits in the Eastern Canary Islands". *Quaternary Research*, 15, 199-208.
- MECO, J.; POMEL, R. S.; AGUIRRE, E. y STEARNS, CH.E. (1986): "Depósitos marinos del Cuaternario reciente de Canarias". En: *El Cuaternario Reciente de Canarias / Quaternaire Recent des Canaries*, Meco, J. Y Petit-Maire, N. (Eds), Las Palmas-Marseille, pp. 6-42.
- 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.
- MECO, J. y PETIT-MAIRE, N. (1989): "El cuaternario reciente en Fuerteventura (Canarias)." (Abstract). En: *ESF, Meeting on Canarian Volcanism, Lanzarote Nov-Dec. 1989*, pp. 351-356.
- MECO, J.; PETIT-MAIRE, N. y REYSS, J. L. (1992): "Le courant des Canaries pendant le stade isotopique 5, d'après la composition faunistique d'un haute niveau marin". *C. R. Acad. Sci, Paris*, Tome 314, Série II, pp.203-208.
- PETIT-MARIE, N.; DELIBRIAS. G.; MECO, J.; POMEL, S. y ROSSO, J. C. (1986): "Paleoclimatologie des Canaries Orientales (Fuerteventura)". *C. R. Acad. Sc. Paris*, Tome 303, II, 13, pp. 1241-1245.
- RONA, P. y NALWALK, A. (1970): "Post Early Pliocene Unconformity on Fuerteventura, Canary Islands". *Geol. Soc. Am. Bull*, 81, pp. 2117-2122.
- ROTHER, P. (1966). "Prävulkanische Sedimentgesteine auf Fuerteventura (Kanarische Inseln)". *Com. Phys. Math*, 31, 13, pp. 1-80.
- 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 TECNOLOGÍA

ISBN 84-7840-509-7



9 788478 405097