



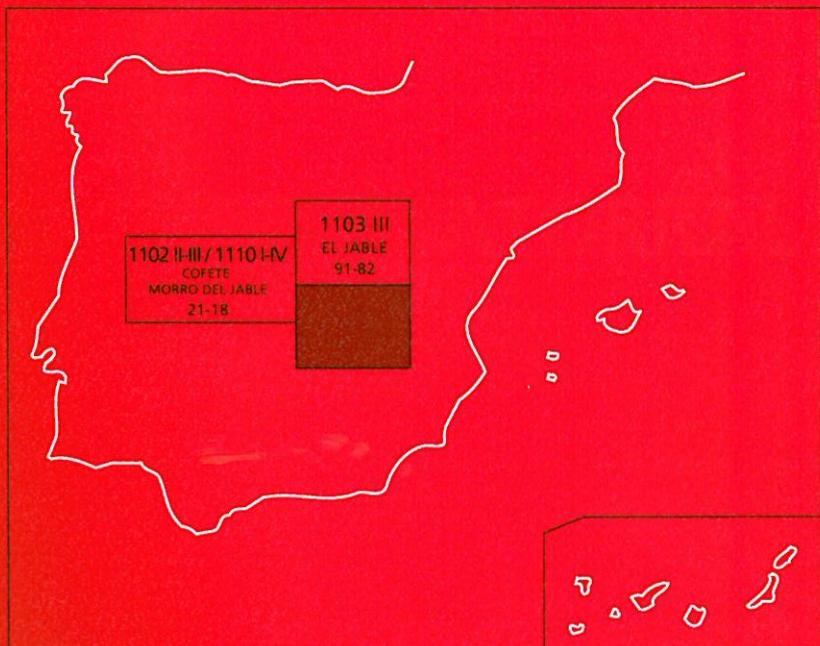
Instituto Geológico y  
Minero de España

1111 IV  
91-83

# MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA

Escala 1:25.000

Segunda serie-Primera edición



ISLA DE FUERTEVENTURA

# PUNTA DEL MATORRAL

**MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA**

Escala 1:25.000

**PUNTA DEL MATORRAL**

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: 84-7840-518-6  
Depósito legal: M-3964-2004

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

### **Dirección y supervisión del IGME**

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

### **Realización de la cartografía**

Equipo base

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

Colaboradores

— Vidal, J. R. (U. 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.  
— Ruiz García M.<sup>a</sup> T. (GEOPRIN, S. A.) Lic. C. Geológicas.

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 volcánicas.
- 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. FORMACIONES POSTCOMPLEJO BASAL . . . . .	13
2.1.1. Fase miocena . . . . .	13
2.1.1.1. Tramo inferior . . . . .	13
2.1.1.1.1. Diques, coladas basálticas olivínicas y olivínico-piroxénicas (1 y 2) . . . . .	13
2.1.1.1.2. Conos piroclásticos hidromagmáticos (3) . . . . .	14
2.1.1.1.3. Coladas basálticas olivínico-piroxénicas de la parte superior (Montaña Aguda) (14) . . . . .	15
2.1.1.2. Tramo medio-superior indiferenciado . . . . .	16
2.1.1.2.1. Coladas basálticas olivínico-piroxénicas, plagioclásicas y conos de tefra enterrados (5 y 6) . . . . .	16
2.1.1.3. Tramo superior . . . . .	16
2.1.1.3.1. Coladas basálticas olivínico-piroxénicas (7) . . . . .	17
2.1.2. Formaciones sedimentarias pliocenas y pleistocenas . . . . .	17
2.1.2.1. Arenas y conglomerados. Rasa marina pliocena (entre + 15 y 30 m) (8) . . . . .	17
2.1.2.2. Sedimentos aluviales. Conglomerados y arenas (9) . . . . .	18
2.1.2.3. Arenas y conglomerados. Rasa marina jandiense (+1 m) (10) . . . . .	18
2.1.2.4. Depósitos de caliche (11) . . . . .	19
2.2. FORMACIONES SEDIMENTARIAS RECIENTES . . . . .	19
2.2.1. Depósitos de terrazas aluviales (12) . . . . .	20
2.2.2. Depósitos arenosos cuaternarios indiferenciados (13) . . . . .	20
2.2.3. Coluviones (14) . . . . .	20
2.2.4. Depósitos de ladera. Conos de deyección (15) . . . . .	20
2.2.5. Depósitos de barranco y fondos de valle (16) . . . . .	20
2.2.6. Arenas eólicas (dunas) (17) . . . . .	21
2.2.7. Depósitos de playas de arenas (18) . . . . .	21

3. TECTÓNICA . . . . .	21
4. GEOMORFOLOGÍA . . . . .	29
4.1. LOS MATERIALES . . . . .	29
4.2. FASES GENERATIVAS DEL RELIEVE . . . . .	30
4.3. PRINCIPALES FORMAS DIFERENCIABLES . . . . .	30
4.3.1. Formas endógenas . . . . .	30
4.3.1.1. Formas volcánicas . . . . .	30
4.3.2. Formas exógenas . . . . .	31
4.3.2.1. Formas continentales . . . . .	31
4.3.2.2. Formas marinas . . . . .	31
4.4. TOPÓNIMOS DE SIGNIFICADO GEOMORFOLÓGICO . . . . .	31
5. PETROLOGÍA Y GEOQUÍMICA . . . . .	32
5.1. FORMACIONES POSTCOMPLEJO BASAL . . . . .	33
5.1.1. Fase miocena. Petrología . . . . .	33
5.1.1.1. Tramo inferior . . . . .	33
5.1.1.1.1. Diques basálticos (1) . . . . .	33
5.1.1.1.2. Coladas basálticas olivínicas y olivínico-piroxénicas (2) . . . . .	34
5.1.1.1.3. Coladas basálticas olivínico-piroxénicas de la parte superior (Montaña Aguda) (4) . . . . .	34
5.1.1.2. Tramo medio-superior . . . . .	34
5.1.1.2.1. Coladas y piroclastos basálticos olivínico-piroxénicos y plagioclásicos (6) . . . . .	34
5.1.2. Fase miocena. Geoquímica . . . . .	35
6. HISTORIA GEOLÓGICA . . . . .	36
7. HIDROGEOLOGÍA . . . . .	39
7.1. HIDROLOGÍA SUPERFICIAL . . . . .	39
7.2. UNIDADES HIDROGEOLÓGICAS: NIVELES ACUÍFEROS . . . . .	39
7.2.1. Formación basáltica miocena . . . . .	39
7.2.2. Nivel acuífero superficial . . . . .	39
7.3. PIEZOMETRÍA . . . . .	43
8. GEOTECNIA . . . . .	45
8.1. ZONACIÓN GEOTÉCNICA: CRITERIOS DE DIVISIÓN . . . . .	46
8.2. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS ZONAS . . . . .	46
8.3. CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS . . . . .	47
8.4. RIESGOS GEOLÓGICOS . . . . .	48
8.5. VALORACIÓN GEOTÉCNICA . . . . .	48
8.5.1. Terrenos con características constructivas desfavorables o muy desfavorables . . . . .	48
8.5.2. Terrenos con características constructivas favorables . . . . .	49

9. GEOLOGIA ECONÓMICA. MINERÍA Y CANTERAS .....	49
10. PUNTOS DE INTERÉS GEOLÓGICO .....	49
10.1. DESCRIPCIÓN Y TIPOS DE INTERÉS DEL PIG .....	50
11. BIBLIOGRAFÍA .....	50



## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1. INTRODUCCIÓN Y ASPECTOS GEOGRÁFICOS

La presente cartografía y memoria del mapa geológico nacional a escala 1:25.000, corresponde a la hoja de PUNTA DEL MATORRAL (n.º 1111-IV, 91-83 del MTN), localizada en un sector de la península de Jandía, al sur de la isla de Fuerteventura, en el archipiélago canario.

La hoja está limitada al norte por la hoja geológica de El Jable y al oeste por la de Morro del Jable, y juntamente con ésta, conforman la citada península. La línea costera constituye sus restantes límites.

El área cartografiada es un pequeño sector de la península de Jandía, constituida enteramente por materiales volcánicos en los que se articula el relieve de la hoja. Mayoritariamente son coladas basálticas que se apilan unas sobre otras adoptando una disposición tabular, suavemente inclinada hacia el mar, entre las que se intercalan algunos centros de emisión piroclásticos. Representan un sector del ya muy erosionado edificio mioceno de Jandía, unido al resto de la isla por un istmo arenoso de cierta extensión (Istmo de la Pared).

Otros materiales representados en la hoja son de naturaleza sedimentaria, de edades pliocenas y cuaternarias, producto, mayoritariamente, de la destrucción de los relieves basálticos.

El edificio Jandía, originalmente de supuesta forma alargada o circular con una zona central elevada, presenta en la actualidad una morfología arqueada, con la concavidad abierta hacia el NNO, definida por un fuerte escarpe verticalizado de 800 m de altura. Esta morfología determina una erosión radial a través de profundos barrancos que individualizan interfluvios alargados y estrechos, formados por aquellos apilamientos de coladas basálticas, localmente denominados "cuchillos". Estos caracteres morfológicos son, sin embargo, escasamente apreciados en la hoja, pues dada su reducida superficie no permite dar una visión amplia del sector de Jandía. Se configura así un relieve abrupto y relativamente elevado en la zona, cuyas alturas decrecen desde la zona central del edificio, radial y progresivamente, hacia la costa sur. Las alturas principales en la hoja se registran en el Tablero de Vinámar (320 m) y en Montaña Aguda (255 m).

La red hidrográfica está definida por la red radial de barrancos y valles de perfil transversal amplio, casi en *U*, con fondo plano y largo recorrido, y estrechas cabeceras en la cordillera central. Los más importantes son el valle de Vinámar, la Cal, Butihondo y Esquinzo, todos ellos con un buen número de tributarios de orden inferior que completan el sistema hidrográfico de la zona.

Dadas las escasas precipitaciones en la región, las cuencas están habitualmente secas y sólo estacionalmente pueden llevar agua, aunque de manera efímera, generalmente después de lluvias importantes. En alguno de estos casos pueden funcionar, incluso, como avenidas torrenciales de gran virulencia.

El litoral representado en la hoja se caracteriza por su gran linearidad y suavidad de formas, en concordancia con el resto de la costa, que en Jandía, en el sector de sotavento, se extiende desde el Istmo de La Pared (al sur de Gran Tarajal) hasta Morro Jable. Justamente en la Punta del Matorral es donde se produce la inflexión de la línea costera, que se prolonga ya hasta el tramo final de la península de Jandía. El desarrollo de playas de arena es continuo a lo largo de toda la franja costera, quedando el acantilado algo retrasado. Apoyados en él, son frecuentes las acumulaciones de arenas eólicas actuales.

El clima de la región es similar al del resto de la isla, cálido-seco, y con temperaturas medias del orden de 18-22°C, algo superiores en épocas estivales, y a menudo con fuerte insolación. Un rasgo característico es la casi constancia de una brisa que contribuye a rebajar la sensación de calor, si bien a veces se torna en vientos de considerable intensidad, a pesar de estar la zona situada a sotavento.

La vegetación de la zona es la propia del piso basal de la isla, caracterizándose por la presencia de tipos herbáceos y arbustivos de bajo porte. Predominan así los términos xerofíticos suculentos, entre los que destacan la aulaga (*Launaea arborescens*), tabaibas y cardones (*Euphorbia* sp.), así como los tarajales (*Tamarix canariensis*) y balos (*Plocama pendula*) en los barrancos. La barrilla y algunas hierbas son asimismo abundantes.

Este sector de la isla, por la suavidad de su clima y la presencia de largas y extensas playas, a veces solitarias, soporta un fuerte desarrollo turístico, concentrándose alrededor del pueblo de Morro del Jable (localizado a escasa distancia al oeste del límite sur de la hoja). Surgen así numerosas urbanizaciones, en muchas ocasiones de baja calidad constructiva, que se asientan a lo largo de la costa, constituyendo sus únicos núcleos habitados.

La principal vía de comunicación del área es la carretera general Puerto del Rosario-Morro del Jable. A partir de ella salen caminos y pistas de tierra, generalmente transitables con vehículos todoterreno, que se adentran en los barrancos o, con trazado sinuoso, ascienden por algunas laderas de los relieves. En general, proporcionan una buena accesibilidad a cualquier lugar de la hoja.

## 1.2. ANTECEDENTES GEOLÓGICOS

Antecedentes bibliográficos sobre aspectos geológicos concretos de esta área son escasos. La mayoría de las referencias se encuentran en trabajos más amplios, bien referidos únicamente a la península de Jandía o al conjunto de la geología insular.

HARTUNG (1857), BOUCART y JEREMINE (1938) y BENITEZ PADILLA (1945) son algunos de los primeros autores que realizan reconocimientos geológicos en la península de Jandía, apuntando ideas sobre su génesis.

Más modernamente, HAUSEN (1958) y después FUSTER *et al.* (1968), en sus respectivas monografías sobre la geología de Fuerteventura, presentan abundantes datos de campo, así como numerosos análisis petrográficos y geoquímicos de muestras, describiendo las características generales de la zona, en parte coincidentes con las señaladas por los autores anteriores. El segundo trabajo parte de una cartografía previa a escala 1:50.000 de toda la isla y, en este caso, de la península de Jandía (hoja 1.122, Jandía) [IGME-CSIC (1967)], que es sintetizado gráficamente en un mapa geológico a escala 1:100.000 de la isla [AGOSTINI *et al.* (1968)].

Dentro del edificio Jandía, CUBAS *et al.* (1992) realizan recientemente un nuevo estudio en el que, considerando los aspectos generales ya establecidos, redefinen distintas unidades volcánicoestratigráficas. Indican igualmente su paralelismo con las establecidas por ellos mismos en el edificio central de la isla [ANCOCHEA *et al.* (1991)].

El establecimiento de los criterios geocronológicos de la península de Jandía es posible considerando las dataciones radiométricas de ABDEL MONEM *et al.* (1971), FERAUD *et al.* (1985), CASQUET *et al.* (1989) y COELLO *et al.* (1992). Otras determinaciones realizadas en toda la zona durante la ejecución de la cartografía MAGNA (véase hojas de Cofete y Morro del Jable), ayudan a perfilar la edad de los eventos volcánicos acaecidos en esta parte de Fuerteventura.

Por otro lado, las dataciones radiométricas de RONA y NALWALK (1970), GRUNAU *et al.* (1975), LE BAS *et al.* (1986b) e IBARROLA *et al.* (1989), realizadas todas en el Complejo Basal, contribuyen también a tener un mejor conocimiento de la historia geológica previa a la construcción de esta zona y en general de la isla entera.

## 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 dominios geológicos claramente individualizados, el Complejo Basal y el volcanismo subaéreo postComplejo 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.* (1986b) 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 Punta del Matorral es muy sencilla, ya que solamente está representado el Dominio subaéreo por medio de una sola de sus fases, la miocena. En la Tabla 2.2 se establece la correlación de esta Fase miocena con las anteriores cronoestratigrafías más recientes de FUSTER *et al.* (1968) e IGME (1984a-d).

Los materiales volcánicos miocenos corresponden al estratovolcán de Jandía, muy bien expuesto en este sector de la isla, aunque poco visibles en esta hoja, debido a la poca superficie que tiene.

Esta fase es equivalente a lo que FUSTER *et al.* (1968) llamaron Serie Basáltica I, y el IGME (1984a-d), Serie Volcánica I.

**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 ultracalcarina. Volcanismo indiferenciado, en parte submarino. Sedimentos de fondo oceánico.

**Tabla 2.2. Correlación estratigráfica**

<b>FUSTER et al. (1968)</b>	<b>PLAN MAGNA, IGME (1984a-d)</b>	<b>PLAN MAGNA (1989-1992)</b>
SERIE BASÁLTICA I Basaltos fisurales	SERIE VOLCÁNICA I	FASE MIOCENA (Estratovolcán de Jandía)

## 2.1. FORMACIONES POSTCOMPLEJO BASAL

El dominio de Jandía está dominado enteramente por emisiones subaéreas ocurridas en el Mioceno, después del emplazamiento del Complejo Basal, el cual en esta área no tiene representación. Los únicos materiales volcánicos aflorantes en esta hoja corresponden al edificio estratovolcánico de Jandía.

### 2.1.1. Fase miocena

La construcción del mencionado edificio Jandía se realiza enteramente en el Mioceno, durante lo que se denomina la Fase volcánica miocena. La actividad de esta fase volcánica tiene lugar en un período de tiempo no muy extenso, situándose aproximadamente entre 17 y 14 m.a. según las últimas dataciones absolutas, [COELLO et al. (1992) y este proyecto (hoja de Cofete)].

En la Fase miocena, y dentro de cada uno de los tres estratovolcanes de la isla, se han distinguido varios tramos o series que representan diferentes períodos de construcción y evolución del edificio, separados por discordancias erosivas de amplitud variable.

#### 2.1.1.1. Tramo inferior

Los materiales que componen este tramo ocupan esencialmente su zona central, quedando cubiertos hacia el norte y suroeste por las emisiones posteriores de esta misma fase volcánica. Afloran, actualmente, de manera aislada y dispersa, en barrancos y zonas deprimidas. Básicamente se trata de lavas y piroclastos basálticos, atravesados por un buen número de diques.

##### 2.1.1.1.1. Diques y coladas basálticas olivínicas y olivínico-piroxénicas (1 y 2)

Las emisiones de lavas y piroclastos del tramo inferior fueron construyendo el sustrato emergido sobre el cual se apoyaron posteriormente las emisiones siguientes, conformando ya el edificio mioceno como tal. Hacia el noreste se extienden hasta enlazar con las estribaciones del edificio, si bien las relaciones estratigráficas entre ambos no están suficientemente claras, al quedar sus límites bajo el istmo arenoso que une la península con el resto de la isla. Según las dataciones absolutas, parece que el edificio de Gran Tarajal es más antiguo que el de Jandía.

Constituyen apilamientos de unidades lávicas suavemente inclinadas hacia el exterior del edificio, con buzamientos del orden de 10-15° hacia el S-SE en esta área. En gran medida, las co-

ladas son de carácter "pahoehoe", muy vesiculares, oxidadas y delgadas, con un grado de alteración notable, en comparación con tramos más altos de la serie. En ocasiones, la alteración es tan acusada que se desmorona fácilmente la roca, dando aspecto granular. Las vacuolas presentan habitualmente, llenos de ceolitas y carbonatos. Sus espesores individuales no suelen ser superiores al metro, y en conjunto suponen unos 100-120 m del espesor total visible del edificio.

Intercalados en las lavas "pahoehoe" aparecen coladas más potentes de tipo "aa", con espesores de 1 a 2 m.

Composicionalmente son coladas basálticas olivínicas y olivínico-piroxénicas, de matriz afanítica y de carácter porfídico.

Un aspecto característico del tramo inferior de este edificio, al igual que ocurre en el tramo inferior del edificio de Gran Tarajal, es la gran cantidad de diques que atraviesan las coladas. Nunca se presentan aislados, sino en grupos o familias, con una orientación paralela o subparalela, definiendo, en muchos casos, una estructura radial, con una zona central teórica común, propia de campos de esfuerzos locales que rigen la construcción de un edificio estratovolcánico.

En la zona cartografiada, la red filoniana tiene una orientación media N130°-145°E con buzamientos subverticales, pudiendo encontrarse diques con direcciones N110°-120°-E. Son diques basálticos, débilmente porfídicos, con recorridos pequeños (pocas decenas de metros), salvo excepciones, como el que aflora en la parte sur del cerro Talahijas. Sus direcciones son a veces divagantes. Alguno de estos diques, en el escarpe de la playa (Los Yeseros), presentan nódulos duníticos (2-3 cm), bastante alterados. Las potencias más comunes son de orden métrico. Uno de estos diques fue datado en 20,7 m.a. por FERAUD *et al.* (1989). Considerando el resto de dataciones disponibles en el edificio Jandía, esta edad parece demasiado antigua, por lo que de momento se la considerará con precaución.

#### 2.1.1.1.2. Conos piroclásticos hidromagmáticos (3)

Los depósitos piroclásticos intercalados en las coladas del edificio Jandía son bastante frecuentes, en contraste con lo que ocurre en el resto de edificios miocenos de la isla, donde su presencia es más esporádica. En gran medida corresponden a edificios estrombolianos, de dimensiones reducidas, ya muy desmantelados y erosionados, o cubiertos por emisiones posteriores, que actualmente son expuestos en las laderas de barrancos o en la costa.

Algunos de estos depósitos son de carácter hidromagmático, reflejando su presencia las primeras etapas de construcción subaérea del edificio, a partir de una plataforma somera, aún recién emergida. En el área cartografiada, este tipo de depósitos se encuentran en Montaña Aguda y alrededores, enterrados por coladas posteriores. Otros afloramientos importantes y próximos aparecen en el barranco de los Canarios y en la Degollada de Pecenescal, en la hoja de El Jable.

En las laderas de Montaña Aguda afloran, en pequeños ojales, depósitos piroclásticos hidromagmáticos, cuyos buzamientos periclinales parecen definir, en cierta medida, un edificio volcánico de esta naturaleza. El supuesto edificio fue cubierto por emisiones basálticas, que de manera dis-

cordante caen sobre él, adaptándose a su morfología. La discordancia entre ambos materiales es manifestamente notable en la ladera E, siendo menos evidente en el resto de la montaña.

Otro afloramiento piroclástico de características similares aflora a 1,5 km al NNE, en un pequeño barranco (junto a una nueva estación depuradora), en el cuchillo de la ladera norte del Valle de Butihondo. Con respecto al de Montaña Aguda, presenta mejores condiciones de observación, al estar expuesto en un frente de la vía de acceso a la depuradora. En este caso están cubiertos por coladas basálticas del tramo medio-superior del edificio mioceno de Jandía.

En general, se observa que son depósitos estratificados, con buzamientos fuertes, del orden de 40°-45° y dirección N30°E, en el caso del segundo afloramiento. Están constituidos mayoritariamente por material arenoso de granulometría fina, con abundantes líticos de tamaños milimétricos y escasamente centimétricos, de litologías basálticas. La fracción magmática juvenil es escasa, estando definida por algunos fragmentos lávicos vesiculares y fragmentos de tefra ("spatter"), englobados en un depósito de carácter "arenoso". Hacia la parte superior del depósito son más importantes los componentes magmáticos, aumentando la proporción de escorias, hasta que finalmente es cubierto por emisiones basálticas de carácter "pahoehoe" que caen por sus laderas hacia el mar, prolongando la línea de costa hacia el sur.

Atravesando los depósitos hidromagmáticos, existen numerosos diques de orientación N110°-120°E y N140°.

No se observa continuidad entre los afloramientos de Montaña Aguda y el de la depuradora, desconociéndose si originalmente la hubo y, por tanto, formaron edificios litorales independientes, pero de entidad presumiblemente pequeña. La alineación de ambos según una orientación N40°E, a su vez paralela a la densa red de diques de la costa norte, viene a reflejar el condicionamiento estructural impuesto por el campo de esfuerzos corticales de orientación NNE-SSO, definido en superficie por la red filoniana del Complejo Basal, que condicionaron las primeras etapas constructivas de este y los otros edificios miocenas de la isla.

#### 2.1.1.1.3. Coladas basálticas olivínico-piroxénicas de la parte superior (Montaña Aguda) (4)

Dentro del tramo inferior, se han considerado de manera independiente las coladas de la parte alta de Montaña Aguda, por la marcada discordancia que definen con la parte inferior. Por otro lado, la intensa penetración filoniana que afecta a dichas coladas sigue las pautas propias de la inyección de diques del tramo inferior, permitiendo, asimismo, considerarlas dentro de él y no de otro posterior.

Consiste esta unidad en coladas basálticas olivínico-piroxénicas, de carácter principalmente "pahoehoe", que, cayendo discordantemente por las laderas del edificio hidromagmático, se dirigen hacia la costa.

Son coladas delgadas (<1 m) vesiculares, con zonas lobuladas oxidadas y a veces espectaculares en cuanto a la morfología "pahoehoe" que presentan. En el escarpe de la playa, encima de las coladas "pahoehoe", se observan también coladas más masivas y potentes, con bases escoriáceas y composición basáltica olivínico-piroxénica. También están atravesadas por diques

basálticos de orientación N130°-140°E. El paso entre ambos tipos de coladas parece continuo, sin que se observe interrupción temporal alguna.

#### *2.1.1.2. Tramo medio-superior indiferenciado*

Con frecuencia, las discordancias erosivas existentes entre los diferentes tramos del edificio mioceno son muy locales o tienen escasa continuidad lateral, no existiendo tampoco otros criterios claros que permitan trazar un contacto definido entre ellos. Esto suele ser frecuente entre el tramo medio y el superior, por lo que se les considera conjuntamente, de manera indiferenciada, en algunas zonas o partes de un "cuchillo".

##### *2.1.1.2.1. Coladas basálticas olivínico-piroxénicas, plagioclásicas y conos de tefra enterrados (5 y 6)*

Las emisiones de este tramo y del superior configuran el volumen principal del edificio Jandía, ocupando mayoritariamente las partes centrales de la península. Se apoyan discordantemente sobre las coladas del tramo inferior, cubriendolas prácticamente en su totalidad y fosilizando su paleorrelieve. Está formado por coladas que, al apilarse una sobre otras, adoptan una disposición tabular con buzamientos suaves y periclinales hacia la costa, sobrepasando las coladas inferiores, de tal manera que prolongaron la línea costera. El espesor conjunto que suponen en esta zona alcanza cerca de los 200 m.

Las coladas son de composición basáltica, con tipos olivínico-piroxénicos y en menor medida plagioclásicos. Morfológicamente son coladas "pahoehoe" y "aa" que se suceden ininterrumpidamente, formando paquetes poco individualizables. Las coladas "aa" son más potentes que las "pahoehoe" (2-3 m), con bases escoriáceas y frecuente disyunción columnar en sus partes internas. Los tipos "pahoehoe" son también muy frecuentes (El Acebuche-Piedras Caidas, en los escarpes a ambos lados del Valle de Vinámar, etc.), están más oxidados y son más vesiculares, siendo en ellos mayor el grado de alteración.

Enterrados por las coladas de este tramo, es relativamente frecuente que aparezcan edificios piroclásticos. Uno de ellos se encuentra en el extremo norte del barranco de Butihondo, en el límite con la hoja de El Jable. Se trata de un edificio formado por piroclastos muy oxidados (de color rojizo) y apelmazados, de granulometría media, entre 3 y 6 cm. Engloban abundantes bombas basálticas (8-30 cm), con formas esféricas y alargadas. Este edificio forma parte de los centros de emisión que surgen en la periferia del edificio principal, frecuentemente alineados con otros, a través de fisuras eruptivas de orientación determinada.

#### *2.1.1.3. Tramo superior*

El tramo superior en el edificio Jandía tiene una distribución bastante amplia y regular, siguiendo, en general, la misma pauta que el tramo anterior. En la hoja, sin embargo, su presencia es considerablemente inferior a la de aquél.

#### 2.1.1.3.1. Coladas basálticas olivínico-piroxénicas (7)

Aparecen en las partes superiores de los relieves, donde se disponen discordantemente sobre las otras coladas, si bien con frecuencia el contacto entre ellas es aparentemente concordante.

Las coladas también se apilan unas sobre otras, definiendo un relieve tabular de potencia global próxima a los 350 m, aunque en esta área con buzamientos concordantes con la tendencia general del apilamiento. Las coladas son de tipo "aa", potentes y con disyunción columnar.

Litológicamente son basaltos olivínico-piroxénicos y ocasionalmente plagioclásicos.

#### 2.1.2. Formaciones sedimentarias pliocenas y pleistocenas

La construcción del edificio mioceno de Jandía termina hace unos 14 m.a. [COELLO *et al.* (1992)], cesando ya desde entonces toda actividad volcánica en este sector de Fuerteventura. Los procesos erosivos son pues los únicos que actúan desde entonces, configurando y modelando el relieve hasta la actualidad. Fundamentalmente durante el Plioceno, es cuando se define la red hidrográfica principal de Jandía y se producen las modificaciones más importantes en el relieve. Como consecuencia de esta actividad erosiva, quedan en el ámbito de la hoja diversos tipos de depósitos sedimentarios, que registran los diferentes procesos que han tenido lugar.

##### 2.1.2.1. Arenas y conglomerados. Rasa marina pliocena (entre +15 y 30 m) (8)

El rasgo más significativo de la actividad erosiva finimiocena y pliocena es la generación de una extensa rasa marina o plataforma de abrasión a escala insular. Ésta se manifiesta preferentemente, y de manera casi continua, a lo largo de toda la costa occidental de Fuerteventura, desde Tostón, en el norte, hasta la Punta de Jandía, quedando únicamente interrumpida en la base del escarpe septentrional de la península. En la costa meridional de Jandía está asimismo representada, quedando ya muy desdibujada a partir de la urbanización Aldiana, hacia el norte.

La altura es variable desde un extremo a otro de la isla, oscilando entre 50 m en algunas zonas de la costa noroccidental y los 15 m de esta zona meridional.

En esta hoja quedan como testigos de su presencia parte de la superficie morfológica del arrasamiento sufrido y algunos depósitos pliocenos de carácter fosilífero dispersos sobre ella.

La superficie de arrasamiento queda actualmente levantada sobre el nivel del mar entre 10 y 30 m. Constituye una superficie más o menos plana, suavemente inclinada hacia el mar, a, estando como por ejemplo en la zona de Piedras Caídas, estando a partir de ahí ya bastante enmascarada por depósitos detriticos y el grado de antropización que sufre el área.

Los depósitos marinos del Plioceno, asociados a esta superficie, aparecen también expuestos en la zona de Piedras Caídas, a una altura cercana a los 25-30 m sobre el nivel del mar. Están constituidos por conglomerados de cantos basálticos redondeados, de tamaños entre 20-30 cm, y matriz arenosa calcárea, con un contenido paleontológico característico de estos depósitos.

sitos en el resto de la isla. La fauna está definida por la presencia de *Strombus coronatus* De-france, *Nerita emiliana* Mayer y *Gryphaea virleti* (Deshayes), etc., atribuida al Plioceno inferior [MECO (1977) y MECO y STEARNS (1981)]. La potencia del depósito oscila entre 1 y 1,5 m.

#### 2.1.2.2. *Sedimentos aluviales. Conglomerados y arenas* (9)

En el interior de la isla, la red hidrográfica debía estar ya prácticamente definida tal y como se observa en la actualidad, sirviendo de vía de desagüe de los materiales detriticos procedentes de la erosión en el interior de la península. Éstos quedan actualmente colgados en las laderas y márgenes de los barrancos, seccionados por el encajamiento posterior, extendiéndose con continuidad desde Morro Jable hasta Matas Blancas (hoja de Istmo de la Pared), con una considerable representación a lo largo de esta hoja.

Aparecen a ambos lados de la desembocadura de los barrancos principales, donde se depositaron abriéndose en amplios abanicos después de venir canalizados por ellos, y manteniendo, a menudo, el ápice apuntando aguas arriba. En algunos barrancos quedan aún retazos de depósitos colgados en sus tramos finales. La superficie de depósito fue la plataforma subhorizontal de la rasa marina pliocena, excavada en las coladas basálticas miocenas, llegando a cubrir los depósitos marinos fosilíferos. Actualmente estos depósitos sedimentarios quedan a alturas entre 1 y 30 m sobre el nivel del mar, seccionados por el escarpe costero y el encajamiento de la red de drenaje.

Gran parte del trazado de la carretera general Puerto del Rosario-Morro del Jable atraviesa estos depósitos sedimentarios, dejando excelentes cortes que permiten apreciar su naturaleza y constitución interna. Presentan también buena exposición en los escarpes de la playa, a la altura de las urbanizaciones Aldiana y Marabú.

Se trata de depósitos sedimentarios conglomeráticos muy groseros, constituidos por una matriz arenosa de grano medio-fino que engloba cantos y bolos redondeados y subredondeados, altamente heterométricos. Sus litologías son basálticas, con tipos basálticos olivínico-piroxénicos, piroxénicos y afaníticos, y sus tamaños medios oscilan entre 15 y 50 cm, pudiendo encontrarse, aunque más escasamente, tamaños de hasta un metro de diámetro. A pesar de que en general no muestran ordenación ni selección buena, en algún afloramiento se observa una mayor abundancia de tamaños pequeños hacia la base. En Aldiana, hacia el techo, se observa una mayor proporción de arena, así como tamaños más pequeños y más angulosos que en la base.

Otra característica de los depósitos es la presencia de fragmentos de yeso englobados en ellos; por otro lado, no es raro encontrar tampoco nódulos de dunita de 2-3 cm de tamaño en los cantos.

#### 2.1.2.3. *Arenas y conglomerados. Rasa marina jandiense (+1 m)* (10)

Los movimientos en la vertical a lo largo de la costa se manifiestan no sólo en el Plioceno, sino también durante el Cuaternario. Así, a lo largo de la costa de Fuerteventura, a alturas com-

prendidas entre 1 y 2 m sobre el nivel actual del mar, quedan, de manera discontinua, depósitos marinos fosilíferos que registran dichas variaciones.

En esta hoja se reconocen depósitos marinos cuaternarios en forma de "beach-rocks" al pie del escarpe de la urbanización Aldiana, que corresponden al inicio del Pleistoceno superior (aproximadamente 100.000 años).

Se trata de depósitos conglomeráticos de cantos basálticos y arenas bioclásticas consolidadas de color claro, que engloban abundantes restos de fauna. Su espesor generalmente no alcanza el metro. Constituye el nivel marino denominado jandiense por MECO (1975 y 1977) y MECO *et al.* (1987), quienes lo describieron en otras zonas de la isla, siendo las Playitas (hoja de Las Playas) su localidad tipo.

Su contenido paleontológico se caracteriza por la presencia de *Strombus bubonis* Lamarck, *Conus testudinarius* Brugiere, *Harpa rosea* Lamarck, *Murex saxatilis* Linné y el coral *Siderastrea radians* (Pallas). Asimismo abundan las lapas del grupo *Pattela ferruginea* Gmelin, de tamaño y morfología variada. Otras especies importantes son *Thais haemastoma* (Linné) y, en menor medida, *Cymatium parthenopaeum* (von Salis), *Charonia nodifera*, *Cantharus viverratus* (Kiener), *Conus papilionaceus* Brugiere y *Spondylus gaederopus* Linné.

#### 2.1.2.4. Depósitos de caliche (11)

Las condiciones climáticas, semiáridas y secas con alternancias de períodos lluviosos, determinan durante el Plioceno y Pleistoceno el desarrollo de encostramientos calcáreos, por concentración de sales carbonatadas en los niveles superficiales, afectando, en mayor o, medida, a todos los materiales anteriores.

Mientras que en otros sectores de la isla los encostramientos de caliche están bastante extendidos y tienen desarrollos importantes, en esta zona su presencia es más limitada en cuanto a espesores. Se observa, no obstante, una débil costra centimétrica o milimétrica que afecta a las coladas miocenas, tanto superficialmente como en grietas y fisuras. Han sido cartografiados en los lugares donde se ha observado que tienen una presencia más significativa.

Son materiales de color claro-crema, muy duros o consistentes, en los que internamente puede desarrollarse una estructura laminar o concrecional, aunque pueden ser también completamente masivos. Están compuestos mayoritariamente por carbonato, tienen una matriz afanítica y pueden englobar restos de gasterópodos y líticos basálticos.

## 2.2. FORMACIONES SEDIMENTARIAS RECIENTES

Engloban aquellas formaciones sedimentarias cuaternarias sin una precisión determinada de su edad.

## **2.2.1. Depósitos de terrazas aluviales (12)**

Los depósitos aluviales aterrazados con cierta importancia cartográfica en la hoja no son frecuentes, siendo los más destacables los del barranco de Butihondo.

Están constituidos por arenas finas y gravas de grano medio y tienen una selección media. Lateralmente están incididos a ambos lados por el propio barranco, permitiendo apreciar una potencia media de 1-2 m.

## **2.2.2. Depósitos arenosos cuaternarios indiferenciados (13)**

Estos depósitos comprenden aquellos materiales que se extienden en una ancha franja detrás de la playa hasta los escarpes rocosos, en la zona de Punta del Matorral. Son depósitos litorales formados principalmente por arenas, con menor fracción de materiales más gruesos transportados por los barrancos que en su día formaron parte de un sistema de lagoon, hoy ya colmatado.

## **2.2.3. Coluviones (14)**

Este tipo de depósitos de ladera tapiza prácticamente todas las laderas inferiores de los barrancos. Tienen una morfología triangular, son a veces fácilmente individualizables y a menudo entran en coalescencia entre ellos. En su extremo inferior están seccionados por el cauce del barranco.

Están integrados por materiales detríticos gruesos de matriz arenosa, con cantos heterométricos de tendencia angulosa dispuestos sin ordenación. Superficialmente suelen tener una costra de caliche que les proporciona una mayor cohesión interna.

## **2.2.4. Depósitos de ladera. Conos de deyección (15)**

Estos depósitos de ladera son similares a los anteriores, si bien suelen tener un mayor desarrollo longitudinal, con partes distales casi horizontales, que a menudo se entremezclan con los propios depósitos del cauce del barranco. No obstante, pueden estar también incididos verticalmente en su extremo final.

Son igualmente depósitos detríticos gruesos, de matriz arenosa, con cantos basálticos subangulosos y mal seleccionados. En superficie pueden tener encostramientos calcáreos.

## **2.2.5. Depósitos de barranco y fondos de valle (16)**

Ocupan los fondos de los cauces de barrancos y valles, estando compuestos por arenas y gravas de grano medio-grueso, y cierta proporción de limos. La heterometría de los cantos redondeados es alta, desde tamaños centimétricos hasta bloques y bolos próximos al metro. Pueden formar barras entrelazadas unas con otras.

## **2.2.6. Arenas eólicas (dunas) (17)**

Adosadas a los escarpes de la playa, principalmente a ambos lados de la desembocadura del barranco de Esquinzo, existen acumulaciones de arenas eólicas, con cierta morfología dunar. Son arenas de color blanco, muy finas, compuestas por fragmentos de caparazones marinos calcáreos.

## **2.2.7. Depósitos de playas de arenas (18)**

El litoral en la hoja presenta un amplio desarrollo de playas de arenas, que forman una estrecha franja, pero de longitudes kilométricas, ya que se extiende de manera continua desde Matas Blancas hasta Morro Jable. Estos depósitos playeros están formados por arenas blancas muy finas, de carácter bioclástico, idénticas a las arenas adosadas a las coladas miocenas y sedimentos de los escarpes traseros de la playa.

## **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 a menor escala.

En Fuerteventura se ha puesto de manifiesto la existencia de dos campos de esfuerzos, 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, hace 140 m.a., la apertura del océano Atlántico.

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 com-

presivos 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.

Durante los episodios subaéreos pliocuaternarios de Fuerteventura se generan nuevas direcciones de dilatación lineal, aunque en muchísima menor intensidad que las iniciales, si bien algunas de ellas siguen pautas similares a aquéllas.

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

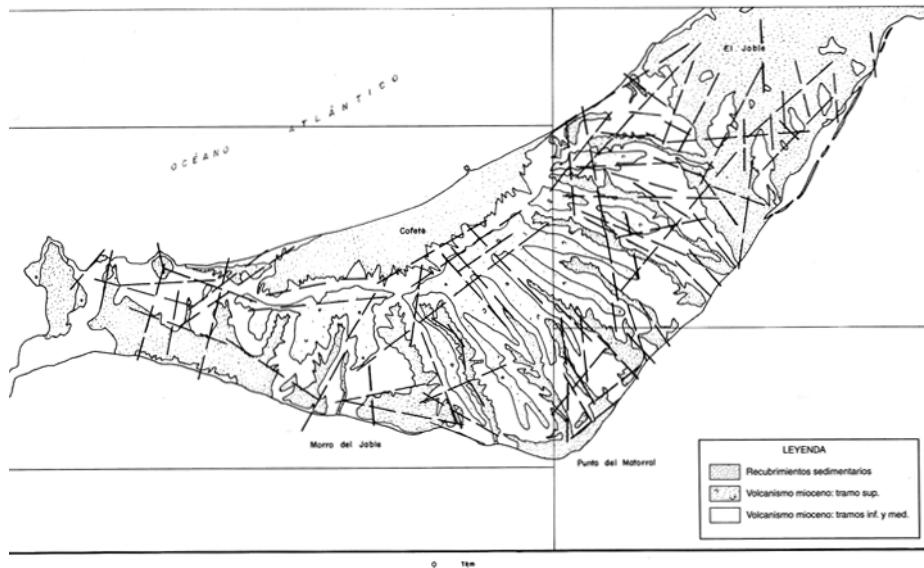
En un esquema simplificado de lineamientos (Fig. 3.1), realizado solamente con los datos de la base altimétrica, se pueden observar varios grupos. El más frecuente es el formado por los lineamientos de dirección N150°E, coincidentes con las directrices principales del enjambre filoniano tan intenso de la zona de Montaña Aguda. Otro segundo grupo es el de dirección N165°-170°E que marca la inflexión producida en la parte final del alargamiento de los "cu-chillos" basálticos.

Por último, la orientación N40°-50°E, presente mayoritariamente en la costa, parece ser continuación de la que limita el litoral SE del istmo, en la hoja de El Jable.

Para una mejor comprensión de los rasgos tectónicos del edificio mioceno de Jandía, se ha realizado un análisis conjunto de todos los elementos volcano-estructurales del estratovolcán, sin dividirlo según las cuatro hojas en que aflora (El Jable, Punta del Matorral, Cofete y Morro Jable). Para ello se han confeccionado dos esquemas (Fig. 3.2 y 3.3), en los que se han reflejado todos los elementos principales, tales como enjambres de diques, fallas, centros de emisión, deslizamientos, etc.

Como unidades estratigráficas dentro de las Figuras 3.1, 3.2 y 3.3, sólo se han distinguido las siguientes: tramos basálticos inferior y medio conjuntamente, por estar atravesados ambos por la mayoría de los diques existentes; tramo superior y recubrimientos sedimentarios.

Considerando los datos batimétricos, en donde la plataforma continental (curva de 40 m) dibuja un semicírculo abierto hacia el norte, la forma arqueada de la península, también abierta en el mismo sentido, y la disposición radial de muchos de los diques del edificio Jandía, que igualmente tienden a converger hacia el norte, es muy probable que la actual península de Jandía sea sólo un retazo de un macroedificio poligénico cuya zona central ha desaparecido y está ocupada actualmente por el mar. Tanto la erosión marina como continental, actuando durante los últimos 14 m.a, han dejado reducido el edificio al afloamiento que es hoy, en el que son bien visibles sus elementos estructurales internos.



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

Sin duda alguna, el elemento estructural más característico del estratovolcán es la red filo-niana que atraviesa las coladas. En un análisis pormenorizado de la morfología y distribución espacial de los mismos, se puede observar que hay varias familias de diques, algunas de ellas definiendo pautas radiales. Sin embargo, como marco general volcánológico, es conveniente hacer una breve introducción al origen estructural y primeros estadios evolutivos del estratovolcán de Jandía, previo a la descripción detallada de cada una de estas familias.

Según las dataciones absolutas K/Ar disponibles hasta hoy, el edificio de Jandía es ligeramente más moderno que el estratovolcán contiguo de Gran Tarajal. La superposición del primero sobre este último se hace aproximadamente en la zona del istmo, pero al estar cubierto por potentes depósitos de arenas eólicas pliocenas, no es factible ver con claridad las relaciones geométricas entre uno y otro.

Teniendo en cuenta los tres edificios miocenos de la isla, se puede apreciar que sus tres centros hipotéticos de emisión podrían estar alineados según una directriz N45°E. Según esto, el magma ascendente del edificio de Jandía se abre paso a través de esta gran fisura ya activa, que atendiendo a la orientación que presenta, parece ser una dirección remanente del campo de esfuerzos extensional regional propia de la banda de dilatación lineal del enjambre de diques del Complejo Basal. Esta idea está apoyada igualmente en la presencia de esta misma dirección en una familia de diques paralelos y lineales, con una densidad entre el 10-20%, que sólo atra-

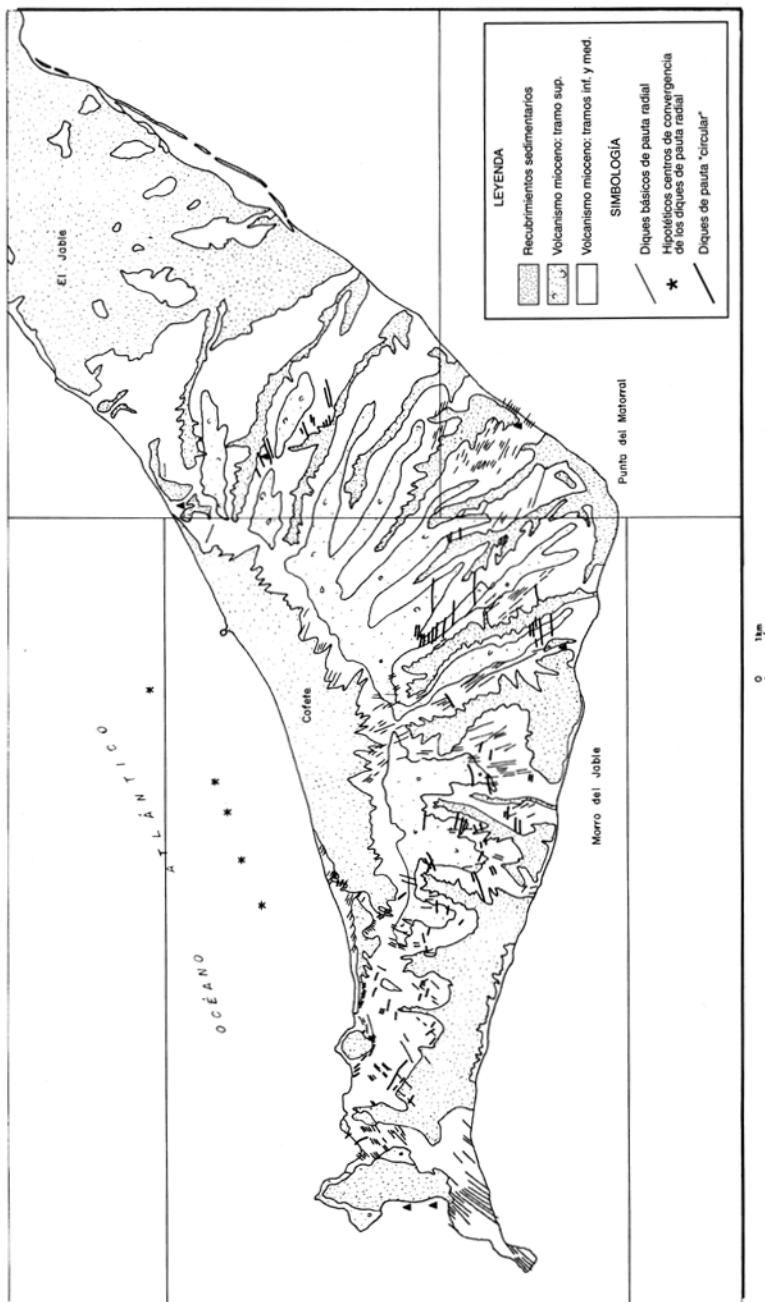


Fig. 3.2. Esquema volcano-estructural.

viesa el tramo inferior del edificio y que únicamente se sitúa en el sector NE del mismo (zona costera norte de la hoja de El Jable y fondo de los barrancos de Los Canarios y Pecenescal, en la misma hoja). Este enjambre lineal es claramente la continuación del que proviene desde las hojas de Huertas de Chilegua e Istmo de la Pared, atravesando los tramos más bajos de estratovolcán de Gran Tarajal. Por tanto, y según lo expuesto, este régimen tectónico es aún el regional, sobre el que se va a superponer la compresión puntual vertical del ascenso de las cámaras magnéticas del edificio. Esta superposición de campos de esfuerzos refleja un cambio en las propias condiciones de esfuerzo, que da paso a las familias de diques radiales y circulares que cortan los tramos inferiores y medios de la superestructura, ya emergida.

Durante los primeros estadios de la erupción se abren diversos puntos de emisión, formando un campo extenso de conos subaéreos dispersos, muchos de ellos hidromagnéticos, que quedan cubiertos por las lavas subsiguientes. Algunos centros de emisión de estas características son los dos conos hidromagnéticos de Playa de Ojos y Punta del Corralito, en la costa oeste de las hojas de Morro Jable y Cofete, respectivamente. Estos dos conos llevan sus propios enjambres de diques radiales (Fig. 3.3), que se superponen entre ambos y que convergen en unos centros hipotéticos a unos 200 m al oeste, dentro del mar. Al norte de ellos, y también ligeramente superpuesto, parece encontrarse los restos de un tercer edificio hidromagnético más desmantelado. Otros edificios atribuidos a estos primeros estadios son el del barranco de los Canarios (hoja de El Jable), área costera norte de la misma hoja y zona de Montaña Aguda (hoja de Punta del Matorral) (Fig. 3.2). Al haber tan pocos puntos eruptivos de este tipo expuestos, no se puede apreciar la existencia clara de alineaciones preferentes de emisión, por lo que se desconocen las directrices principales, las fracturas eruptivas iniciales.

Después de estos primeros acontecimientos subaéreos, el estratovolcán comienza su gran desarrollo como un único edificio, vertebrándose según tres ejes o pasillos de diques, dos de los cuales son bastante claros: la península del faro de Jandía y el barranco del Ciervo. Esto hace que la planta del edificio tenga una forma triangular con un vértice hacia el sur muy marcado, representado por la de Punta del Matorral, coincidente, en cierta medida, con el eje del barranco del Ciervo. Puede que este eje esté ligeramente desplazado hacia el oeste y representado por el pasillo de diques de la zona del Morro de Siete Fuentes. El tercer eje está peor definido, pero pudiera ser la zona costera de Butihondo-Boca de Esquinzo, en donde aflora una profusión de diques paralelos según la orientación del eje potencial. El centro de intersección de los tres ejes queda en el mar, pues no solamente su prolongación geométrica así lo indica, sino que los apilamientos lávicos presentan un buzamiento periclinal hacia el sur, que al estar cortados bruscamente por el escarpe vertical del arco de Cofete, supone uno (o varios) centros de emisión en esta zona.

La familia principal y más llamativa de diques es la de pauta radial. En la Figura 3.2, pueden verse individualizados este tipo de diques, que van girando progresivamente su dirección de este a oeste. La mayoría de ellos no cortan a los tramos superiores de la serie basáltica, por lo que se supone que son sus salideros. Este modelo radial no se extiende completamente todo a lo largo de la península de Jandía, pues es casi inexistente en el tercio oriental del edificio.

Observada en detalle la distribución geométrica de los mismos, se aprecia que puede haber varias subfamilias dentro del grupo, cada una de ellas apuntando a centros hipotéticos, que, aunque cercanos, pueden ser diferentes. Así, se han podido definir hasta "cinco puntos" teó-



Fig. 3.3. Esquema volcánico-estructural.

ricos de convergencia, alineados según una dirección N50°E. Repartiéndose entre estos centros, converge una gran mayoría de los diques considerados como de pauta radial. Parece lógico pensar que esta alineación supone una fractura eruptiva (tal vez propagante) por la que se emitió gran parte del magma basáltico. En esta fisura, que se encuentra entre los 2 y 3,5 km mar adentro, no parece que sea casual su paralelismo con la línea de costa de Cofete ni con la dirección estructural preferente que definen los diques lineales del sector del istmo y del Complejo Basal, ya que supone la misma orientación que la generada en la banda de dilatación lineal del Complejo Basal y la de la alineación de los tres estratovolcanes miocenos de la isla. No se descarta que esta fractura se sitúe algo más cercana a la costa, según las intersecciones de los haces de diques que hay más próximos a ella.

Considerando la posición geográfica de esta fisura eruptiva en relación con los datos batimétricos, se observa que la misma se encuentra, casi en su totalidad, en zonas donde la profundidad es mayor de 50 m. Según esto, y teniendo en cuenta que por debajo de esta cota parece que no hay ningún sustrato original de isla oceánica, hay que buscar una explicación a los datos estructurales, que en este caso indican que sí lo hubo. La respuesta puede estar en admitir, a tenor de la forma circular que dibujan las líneas batimétricas en ese sector de la fisura, que ha existido un colapso tectónico de la parte central del estratovolván. La coincidencia entre el más extremo de los centros de convergencia de la alineación con el centro del sector circular batimétrico así parecen indicarlo. Este colapso de la parte alta del edificio debió producirse al terminar la emisión del tramo superior, es decir, hacia los 14 m.a. Causas tectónicas o sísmicas debieron ser los detonantes del colapso, que bien pudo producir un gran deslizamiento.

Simultánea y posteriormente al colapso, han debido de producirse nuevos e importantes deslizamientos en las paredes del cráter-caldera, agrandando el diámetro del mismo. Igualmente, una vez que el mar entró en el cráter, la acción erosiva produjo nuevos desprendimientos en las paredes del edificio (ya acantilado), hasta llegar a la situación geomorfológica actual.

En resumen, la forma que presenta actualmente el arco de Jandía parece ser el resultado combinado de un fenómeno tectónico con otro erosivo.

El sentido de propagación de la grieta eruptiva parece haber sido de SO a NE, ya que bastantes de los diques que atraviesan el tramo superior tienden a converger hacia el sector más NE de la fisura.

El resto de diques de pauta radial que parecen "no converger" en puntos de esta fractura han quedado distribuidos en tres pasillos, según los tres hipotéticos ejes estructurales del edificio. Estos pasillos están definidos por afloramientos en donde el enjambre de diques básicos es paralelo y mucho más denso que en los otros sectores. Un pasillo tiene la dirección N50°E y está representado por el enjambre de diques de la Punta de Jandía y zona de Talahijas. Un segundo pasillo, también muy denso de diques, puede estar representado por parte de los diques aflorantes en el tramo inferior de Montaña Aguda (hoja de Punta del Matorral) y de la playa del Roque del Moro (hoja de Cofete). Por último, un tercer pasillo, igualmente con muchos diques, corresponde con la zona del Morro de Siete Fuentes-Barranco del Ciervo.

En la Figura 3.2 también están señalados los diques con cierta tendencia circular respecto al gran esquema radial, con orientación próxima a N100°E. Muchos de ellos cortan a las coladas del tramo superior, por lo que cabe pensar que representan la última fase intrusiva de inyección

filoniana. La geometría de este tipo de diques, al igual que ocurría en el edificio de Gran Tarajal con su disposición cruzada, a veces claramente perpendicular respecto al enjambre radial anterior, parece indicar la existencia de una fracturación anular propia del episodio de "hinchamiento" en el edificio (consecuencia del progresivo ascenso de la cámara magmática). Por esa fracturación abierta se inyecta nuevo magma durante los últimos momentos de la erupción.

Otro grupo particular de diques, aunque minoritario y puntual, es el formado por los de traza curva y corto recorrido, que tienden a concentrarse en la zona de la Sierra Valluelos (hoja de Cofete) (Fig. 3.3). Son diques que configuran un conjunto circular buzante hacia el interior, de modo que asemeja a un "cone-sheet" incipiente. El hecho de no existir continuidad espacial clara entre algunos diques del conjunto, y la poca densidad de ellos, es lo que impide hablar claramente de este tipo de estructura. Pero de cualquier forma, sí se puede decir que hay un fenómeno de compresión puntual vertical que ha fracturado concéntricamente el apilamiento lávico en los momentos finales de la emisión del tramo medio.

Por último, hay un grupo minoritario de diques con direcciones distintas a los esquemas anteriores que podrían representar fisuraciones, tal vez conjugadas, respecto a otras pertenecientes a dichos esquemas (Fig. 3.3). Es lógico pensar que, en un intento por esquematizar todas las estructuras volcano-tectónicas, algunos elementos aislados no encajen dentro del modelo propuesto.

Los intrusivos sálicos de Montaña Azufrá, El Roque del Moro y el Islote de Cofete se alinean según una fisura N60°E (Fig. 3.3) coincidente con la traza de la costa y, de alguna manera, seudoparalela a la familia de diques lineal del NE de Jandía. A tenor de esto, podría afirmarse que el régimen tectónico que produce dicha fisura corresponde al campo de esfuerzos extensional que actúa con dirección ONO-ESE y que, según se deduce de los otros elementos estructurales, debió de funcionar aún durante los estadios de emisión del tramo inferior del edificio Jandía. Sin embargo, el otro intrusivo sálico (Cuchillo del Palo), que es más tardío, pues atraviesa el tramo superior, ha surgido según una fractura de dirección N5°E, tal como indica el dique que lleva acompañante. Esta dirección corresponde ya con el régimen de compresión puntual propia del estratovolcán y se asocia con las geometrías de diques de pauta radial ya comentados anteriormente.

En la zona de Montaña Azufrá (hoja de Cofete) hay varios apuntamientos de intrusivos básicos dispersos por el entorno que definen un pulso local de ascenso magmático. El posible juego de fisuras por donde se emitieron puede ser un sistema cruzado, que sigue las pautas radiales de fisuración cortical ya vistas a escala del edificio completo.

La estructura dibujada por los buzamientos de los apilamientos lávicos es la de una superficie plana, ligeramente convada en arco, inclinada suavemente hacia el sur. Esta inclinación suele estar entre 2 y 10°, de forma periclinal según la curvatura del arco de Cofete. Sin duda, este plano inclinado representa un retazo de la ladera del estratovolcán de Jandía, hoy en día bastante erosionado e incidido intensamente por la red hidrográfica.

La tectónica frágil de la península de Jandía está representada por varias fracturas, algunas de gran recorrido. En general, parece existir una dirección preferente de fracturación paralela, a N130°-140°E, en el tercio occidental de la península. Son fracturas que van limitando los "cuchillos" miocenos en sus laderas sur y que probablemente han funcionado como fallas normales, con el labio hundido en la parte SO. Fallas de este tipo pueden ser la que va desde Montaña Azufrá al Morrito de los Descarbaderos, la del Tablero de Las Pilas, la de la ladera SO del Cuchillo del

Palo y una de las de Morro de Siete Fuentes. El movimiento de estas fracturas ha podido ocasionalmente la aparición de los depósitos brechoides y conglomeráticos que configuran los tableros de soportavento. El origen de esta fracturación, que en cierta medida suele ser perpendicular al buzamiento generalizado de los "cuchillos", puede estar en los reajustes gravitacionales que se producen en las laderas de un edificio poligénico como consecuencia de los desequilibrios de masas que se generan después de la erupción. Fallas similares existen también en las laderas oeste y sur del estratovolcán mioceno de Gran Canaria, producto de los mismos fenómenos.

Dentro de la actividad tectónica más reciente, hay que destacar el deslizamiento/s que ha dado origen al actual arco de Cofete. Su edad es posterior a la rasa pliocena, ya que ésta ha sido también deslizada. Varios de los materiales brechoides caóticos que hay en la base del escarpe son producto de ese deslizamiento. Lo más probable es que no haya sido uno sólo y en el mismo tiempo, sino una sucesión progresiva de varias cuñas, cuyo resultado geométrico es el arco actual. Su origen parece bastante claro, pues al ser mucha la altura del edificio, éste se hizo inestable en una gran parte de su cima, colapsando algunas laderas. Este fenómeno ha debido ir funcionando desde finales del mioceno ayudado por la erosión marina y, probablemente, favorecido por el sistema de diques lineal orientados a N45°E en la zona oriental y N90°-100°E, en la occidental. Es posible que también la actividad sísmica que normalmente va asociada al volcanismo (no conviene olvidar que en la isla hay bastantes fisuras eruptivas cuaternarias), y la infiltración del agua según las directrices estructurales indicadas hayan influido en abrir planos de debilidad por los que han deslizado los materiales. Todo esto ha tenido como consecuencia que más de la mitad norte del estratovolcán haya desaparecido.

Por último, los movimientos en la vertical completan el complejo esquema volcanotectónico del edificio Jandía. Desde el Plioceno hasta la actualidad hay detectados varios movimientos en la vertical (isostasia, transgresiones, regresiones, etc.) que han quedado reflejados en las rasas marinas aflorantes. La rasa pliocena se encuentra a una altura variable, según el sector; así, en la gran mayoría de la costa norte y mitad oriental de la sur, está entre 35 y 45 m de altura. Por el contrario, en el resto occidental está a 10 m. Independientemente del valor diferencial entre ambos sectores, cuyas causas parecen ser tectónicas, hay que admitir ciertos movimientos en la vertical que han situado esta rasa a las alturas indicadas. De forma similar ocurre con las rasas jandiereñas y erbanense, que se encuentran ligeramente por encima del actual nivel del mar (entre 0,5 y 2 m).

También los cambios bruscos en el nivel de base local han producido el encajamiento de la red hidrográfica. Este hecho se aprecia claramente por la presencia de terrazas colgadas en muchos de los barrancos principales de la península. En varios de los de la hoja de Morro Jable se han cartografiado terrazas a 2-3 m. En el barranco de Pecenescal (hoja de El Jable), igualmente, aparecen niveles de terrazas a 2-3 m, indicando un encajamiento similar para los barrancos de la costa sur.

## 4. GEOMORFOLOGÍA

### 4.1. LOS MATERIALES

El relieve de la hoja se desarrolla exclusivamente sobre los materiales de la Fase miocena, esencialmente coladas basálticas olivino-piroxénicas, olivínicas y plagioclásicas.

Se trata de apilamientos tabulares de lavas con buzamientos suaves hacia el SE, en los que se ha producido una incisión fluvio-torrencial posterior. Asimismo, el mar también ha producido una erosión paralela a la línea de costa, con retroceso del escarpe costero subsiguiente. Las coladas de materiales miocenos se corresponden con un material compacto y cohesivo que da lugar, en consecuencia, a relieves enérgicos. Los demás materiales presentes en la hoja, con una representación subsidiaria respecto a los anteriores, están representados por aluviones, depósitos eólicos, de vertiente y marinos, no alcanzando espesores apreciables en ningún punto de la hoja.

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

#### 4.2. FASES GENERATIVAS DEL RELIEVE

Los restos de superficies más antiguas que se conservan en esta hoja corresponden a los residuales de la superficie miocena inicial. Se sitúan en los interfluvios de la red de drenaje actual. Su inclinación, unida al hecho de que se desarrollan sobre materiales basálticos miocenos de la etapa fisural, hacen interpretarlos así. Sobre este plano inclinado buzando hacia el SE han actuado dos tipos de procesos exógenos con una elevada energía y desigual resultado. Los más importantes, sin duda, son los fluvio-torrenciales, que dan lugar a una destacada incisión y al subsiguiente aluvionamiento. Los afloramientos de aluviales de edad pliocena indican la existencia de la red de drenaje desde el Plioceno, en una situación similar a la actual. Igualmente, los niveles marinos pliocenos indican un estacionamiento del nivel del mar, si bien a cotas superiores a las actuales (entre +20 y 30 m), muy próximo a su situación presente. Con posterioridad al Plioceno no se van a producir modificaciones sustanciales en el relieve, a excepción de un leve encajamiento de la red que deja colgados los aluviales pliocenos, y produce también un coluvionamiento de las vertientes que no alcanza, en el ámbito de la hoja, desarrollos dignos de mención.

Durante la última etapa evolutiva del relieve de la hoja se produce la construcción de los niveles marinos de playa y playa-lagoon (colmatado ahora), que protegen la línea de acantilados previa de la erosión marina y que pueden reconocerse a lo largo de toda la línea de costa.

#### 4.3. PRINCIPALES FORMAS DIFERENCIABLES

##### 4.3.1. Formas endógenas

###### 4.3.1.1. Formas volcánicas

Las coladas basálticas y los edificios piroclásticos existentes en la hoja han sufrido una erosión tan acusada que su morfología original ha sido profundamente modificada, por lo que estas formas no se consideran dignas de mención.

#### 4.3.2. Formas exógenas

##### 4.3.2.1. Formas continentales

*Formas de origen fluvio-torrencial (barrancos).* Aun cuando en este caso sólo coinciden en los límites de la hoja las partes finales del trazado de toda la red de drenaje, son perceptibles las desembocaduras de estos barrancos y valles con sus características habituales: fondos planos colmatados de sedimentos, vertientes abruptas recubiertas en su base por pequeñas acumulaciones de depósitos de gravedad y cursos actuales encajados en los propios sedimentos.

Es de destacar el encajamiento de la red, que en estos tramos finales de los cursos alcanza los 200 m para los barrancos principales (Butihondo, Esquinzo y Vinámar) y un poco menos en los secundarios (Vallecillo de la Cal), que se sitúa en los 155 m.

El encajamiento del valle actual disecta no sólo niveles de terraza pliocenos, sino también la rasa marina de edad pliocena siglo I.

*Glacis.* Se han identificado como glacis todas las superficies en las que se terminan los interfluvios, cuando su buzamiento hacia la línea de costa es suave. En algunos casos, estas superficies se hallan recubiertas por sedimentos de diversa índole (aluviales, eólicos, de vertiente). Su origen puede ser muy variado, si bien no en discernible. Siempre se hallan disectados por la acción erosiva marina o fluvio-torrencial actual.

*Depósitos de vertiente.* Aunque no alcanzan desarrollos apreciables, están presentes en las partes bajas de todos los barrancos, coalesciendo, en algún caso, con los denominados fondos de valle y/o los aluviales fósiles. La red actual los disecta claramente.

##### 4.3.2.2. Formas marinas

*Playas.* Se extienden a la totalidad de la costa en esta hoja. Sólo en el borde sur aparecen construcciones litorales (tipo lagoon), aunque actualmente parecen haber dejado de ser funcionales por colmatación.

*Acantilados.* Aunque bien delimitados y extendidos a todo el borde costero, se trata de un tipo de forma no activa en la actualidad, al hallarse todos ellos fosilizados por las construcciones litorales de tipo playa. En algún caso se asocian estas formas marinas erosivas a niveles marinos fósiles (Plioceno) y Pleistoceno superior (Jandíense), en este último caso dando lugar a "beach rocks".

*Formas residuales.* Las más características de la hoja son las lomas o "cuchillos". Se trata de formas con desarrollo longitudinal, resultado de la disección del sustrato mioceno por la red de drenaje fluvio-torrencial.

#### 4.4. TOPÓNIMOS DE SIGNIFICADO GEOMORFOLÓGICO

*Formas residuales planas.* La Tabla de Vinámar.

## 5. PETROLOGÍA Y GEOQUÍMICA

En este apartado se describen las características petrológicas y geoquímicas generales de las distintas formaciones volcánicas de 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 las islas, ya que de esta manera es posible observar mejor el comportamiento geoquímico global que presentan. En el caso de la Fase miocena, se han tenido en cuenta 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 las representaciones gráficas siempre se resalta 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, principalmente a las técnicas analíticas empleadas.

En el Tabla 5.1 aparecen listados todos los análisis de elementos mayores, menores y la norma Cl-PW. 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 obtenida aparece el pie de la tabla, junto con la localización geográfica de las muestras. En algunos casos, por sus elevados contenidos en agua y CO<sub>2</sub>, algunas muestras no tienen representación en el diagrama TAS, por lo que puede darse el caso de ausencia de puntos en la proyección.

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

Muestra	BM-3200	BM-3186	Muestra	BM-3200	BM-3186	Muestra	BM-3200	BM-3186
SiO <sub>2</sub>	46.25	49.49	Ba	418	329	Or	9.46	7.74
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	11.63	15.44	Ce	173	137	Ab	18.86	36.17
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	12.53	11.26	Cr	246	21	An	8.96	13.21
FeO			La	86	58	Ne	8.21	5.99
MgO	6.42	3.48	Nb	91	82	Di	32.54	16.84
CaO	10.88	7.54	Ni	103	24	Ol	6.68	7.39
Na <sub>2</sub> O	4.02	5.58	Rb	35	31	Mt	2.77	2.49
K <sub>2</sub> O	1.60	1.31	Sr	962	732	Il	8.36	5.68
MnO	.17	.16	V	386	269	Ap	1.76	1.39
TiO <sub>2</sub>	4.40	2.99	Y	35	41	ID	36.53	49.90
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	.76	.60	Zr	442	393	FEMG	.30	.46
H <sub>2</sub> O	1.33	2.14	Th	<20	<20	IP	.72	.69

AG-3200 Hawaiiita. Dique en un bco. al N de Calderita (junto a planta depuradora). (MAGNA).

AG-3186 Mugearita. Colada en la ladera NE del Valle de Vinámar, cota 60 m. (MAGNA).

## 5.1. FORMACIONES POSTCOMPLEJO BASAL

### 5.1.1. Fase miocena. Petrología

Han sido muestreados todos los tramos representados en la hoja, tanto materiales lávicos como piroclásticos y también algunos diques que los atraviesan.

#### 5.1.1.1. *Tramo inferior*

##### 5.1.1.1.1. Diques basálticos (1)

En el dominio de Jandía, el conjunto de diques básicos que están relacionados con las coladas del edificio subaéreo mioceno son de composición basáltica. Solamente, de manera muy esporádica aparecen diques basanítico-nefeliníticos que parecen estar relacionados con los episodios póstumos de la región. Una situación similar se produce en el edificio basáltico de Gran Tarajal.

Los tipos basálticos mejor representados dentro de todo el edificio son:

- Basaltos olivínicos.
- Basaltos olivínico-piroxénicos.
- Basaltos olivínico piroxénico-plagioclásicos.
- Basaltos piroxénicos.
- Basaltos plagioclásicos.
- Basaltos anfibólicos.

De todos ellos, los que se presentan con más frecuencia son los tres primeros.

En esta hoja, debido a la poca superficie territorial que tiene y después de un muestreo selectivo, sólo se han observado los siguientes tipos petrográficos: basaltos olivínico-piroxénicos y basaltos olivínico-piroxénico-plagioclásicos.

**Basaltos olivínico-piroxénicos.** Son de textura porfídica y características similares a las del resto de las hojas de Jandía donde afloran. Los fenocristales son de olivino idiomorfo-subidiomorfo, parcialmente iddingsitizado, y de augita idiomorfa microzonada con bordes moderadamente titanados. Suelen ser cristales mayores que los de olivino, aunque aparecen en menor cantidad. A veces forman glomérulos.

La matriz la integran microlitos de plagioclasa, augita, opacos granulares dispersos y cantidades menores de olivino.

**Basaltos olivínico-piroxénico-plagioclásicos.** Presentan características muy similares al grupo basáltico anterior, con la diferencia de que en éstos aparecen prismas alargados de plagioclasa como fenocristales. Los otros fenocristales son de olivino idiomorfo-subidiomorfo (fuertemente alterado a iddingsita) y de augita microzonada de mayor tamaño que el olivino.

La matriz tiene microlitos de plagioclasa, piroxeno de tipo augítico, opacos granulares dispersos (algunos de tamaño grande) y olivinos escasos, totalmente iddingsitizados. Hay microacumulados máficos-ultramáficos (ol-px) dispersos.

#### 5.1.1.1.2. Coladas basálticas olivínicas y olivínico-piroxénicas (2)

Como sucede no sólo en el edificio de Jandía, sino en el conjunto de la isla de Fuerteventura, el tramo inferior de la Fase miocena suele presentar una composición muy homogénea, estando representado por coladas de tipo basáltico, fundamentalmente olivínico-piroxénico, si bien de manera excepcional se encuentran en esta hoja esporádicos basaltos olivínicos. Dichas rocas se caracterizan por la presencia de fenocristales de augita, entre idiomorfos y subidiomorfos, generalmente microzonados y con bordes titanados de color rosáceo o núcleos verdosos acmíticos. Presentan, en ocasiones, evidencias de reabsorción en los bordes de los cristales, así como maclado. También suelen exhibir zonado simple, así como en "reloj de arena". El olivino también suele presentarse en forma de microfenocristales subidiomorfos, con gollos de corrosión y en ocasiones aspecto esquelético. El grado de alteración del olivino es variable, apareciendo tanto fenómenos de iddingsitización como de serpentización.

La matriz, por lo general de grano fino, está compuesta por plagioclasa microlítica maclada polisintéticamente, augita y opacos granulares dispersos. Esporádicamente se encuentran agregados de vidrio de color parduzco, así como carbonato de origen tardío llenando intersticios y microvesículas.

Las variantes de basaltos olivínicos son exclusivamente rocas en todo similares a las descritas anteriormente, distigiéndose de ellas únicamente por la ausencia o escasez de clinopiroxeno en forma de fenocristales.

#### 5.1.1.1.3. Coladas basálticas olivínico-piroxénicas de la parte superior (Montaña Aguda) (4)

Las coladas de Montaña Aguda se caracterizan por la presencia de basaltos olivínico-piroxénicos, en donde predominan los fenocristales de piroxeno sobre los de olivino. El piroxeno (augita) es idiomorfo-subidiomorfo, presenta microzonación y a veces tamaños seriados. A menudo forman glomérulos. El olivino está siempre iddingsitizado y tiene también hábitos idiomorfos-subidiomorfos.

La matriz está constituida por microlitos de plagioclasa, incipientes augitas y opacos granulares dispersos. Rellenando las vacuolas existen carbonatos.

#### 5.1.1.2. Tramo medio-superior

##### 5.1.1.2.1. Coladas y piroclastos basálticos olivínico-piroxénicos y plagioclásicos (6)

En conjunto, y como primera diferenciación respecto del tramo inferior, destaca la mayor variedad petrográfica en este tramo.

Se trata de coladas basálticas de tipo olivínico-piroxénico, con características en todo análogas al tramo inferior, así como de coladas basálticas olivínicas, si bien en este tramo aparecen en proporciones mayores. También hay basaltos plagioclásicos, caracterizados por la presencia de abundantes microfenocristales tabulares de plagioclasa maclada polisintéticamente. Tienen ten-

dencia a agruparse en glomérulos de aspecto radial, con alteraciones apenas incipientes, a productos sericitico-arcillosos. Acompañando a la plagioclasa aparecen tanto clinopiroxenos de tipo augita, en forma de grandes microfenocristales idiomorfos y en ocasiones mayores de 4 mm, como olivino idiomorfo y subidiomorfo, generalmente alterado en su totalidad a iddingsita. La matriz contiene por lo general plagioclasa microlítica muy abundante, augita y opacos granulares dispersos.

Los depósitos piroclásticos están representados por bombas de un pequeño edificio enterrado, localizado en el barranco de Butihondo. Tienen texturas porfídicas y muy vesiculares y son de composición basáltica olivínica. Los fenocristales de olivino, de tamaños variables y los de augita muy escasos, se encuentran en una matriz de color muy oscuro, formada por vidrio y criptocristales, entre los que destacan esporádicas plagioclasas microlíticas y raras augitas.

### 5.1.2. Fase miocena. Geoquímica

Los análisis de las muestras de la Fase miocena en esta hoja corresponden a una hawaiita y a una basanita, según su proyección en el diagrama TAS (Fig. 5.1). Tanto en su clasificación tipológica como en sus contenidos elementales, estas muestras son plenamente concordantes con otras equivalentes del edificio Jandía en áreas próximas.

Analizando conjuntamente todas las muestras del edificio Jandía, se observa el predominio de rocas básicas (basaltos, basanitas, traquibasaltos) sobre los términos diferenciados. Muestran, en general, contenidos bajos en  $\text{SiO}_2$ , que oscila entre 41 y 49%, así como en  $\text{Al}_2\text{O}_3$  y en álcalis. Los componentes de minerales ferromagnesianos son, por el contrario, más abundantes

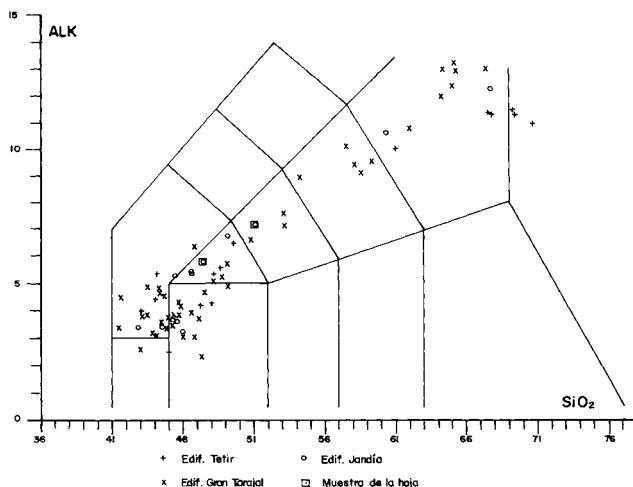


Fig. 5.1. Diagrama TAS de la Fase miocena.

(CaO, MgO, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>). El índice de diferenciación es bajo, y en cuanto al grado de alcalinidad, es moderado-bajo.

Los términos sálicos corresponden a intrusiones traquíticas que atraviesan las coladas basálticas, pero en esta área no afloran (véase hojas de Morro del Jable y Cofete). Tienen contenidos importantes en SiO<sub>2</sub> y Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, mostrando ya un índice de diferenciación alto. En algunos casos muestran un carácter saturado, definido por la presencia de cuarzo normativo. El grado de alcalinidad es también alto, si bien no alcanzan la peralcalinidad. Este carácter alcalino se manifiesta, asimismo en la norma, por la presencia de acmita en algunas muestras.

En el diagrama de variación de elementos mayores/SiO<sub>2</sub> (Fig. 5.2), se observa una evolución propia de diferenciación fraccionada: disminución rápida de Fe total, MgO, CaO, y menos marcada de TiO<sub>2</sub> y P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; por el contrario, aumentan Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> y álcalis desde los términos más básicos a los más diferenciados.

La evolución magmática seguida por los materiales del edificio Jandía muestra un comportamiento característico de serie alcalina (Fig. 5.3).

Comparando las coladas del edificio Jandía con las de los otros edificios miocenos de Fuerteventura, se observa, a grandes rasgos, que geoquímicamente han seguido una evolución similar. En detalle, en Jandía se aprecia una tendencia más alcalina que en los edificios septentrionales.

## 6. HISTORIA GEOLÓGICA

La historia geológica de este sector de Fuerteventura es básicamente la de la península de Jandía, que es donde está enclavada la hoja.

Las manifestaciones volcánicas subaéreas más antiguas en el ámbito de Jandía han sido datadas en 17 m.a. (hoja de Cofete), es decir, en el Mioceno inferior, si no se considera la edad de 20,7 m [FERAUD *et al.* (1985)], en un dique del área de Montaña Aguda. Estas primeras emisiones, de carácter fisural, parecen seguir, todavía, pautas estructurales establecidas por el régimen de esfuerzos corticales, de orientación NNO-SSE, que ya regía los procesos magmáticos en el ámbito de Fuerteventura desde tiempos anteriores, en la formación del Complejo Basal. Así, en la costa norte y considerados como pertenecientes a la parte baja del edificio Jandía o a su sustrato, existe un buen número de diques con esa orientación, coincidente con la de la malla filoniana del Complejo Basal.

Tras producirse la emersión de este sector de la isla, comienza la formación propiamente dicha del edificio Jandía. Gradualmente, el régimen de esfuerzos corticales pasa a ser de tipo local, construyéndose un gran edificio estatovolcánico, de composición basáltica y dimensiones kilométricas.

En los estudios iniciales son frecuentes los episodios volcánicos con fases estrombolianas e hidrovolcánicas, como se observa en este último caso en Montaña Aguda. Se formaron numerosos edificios piroclásticos, más o menos puntuales, pero alineados según fisuras que todavía

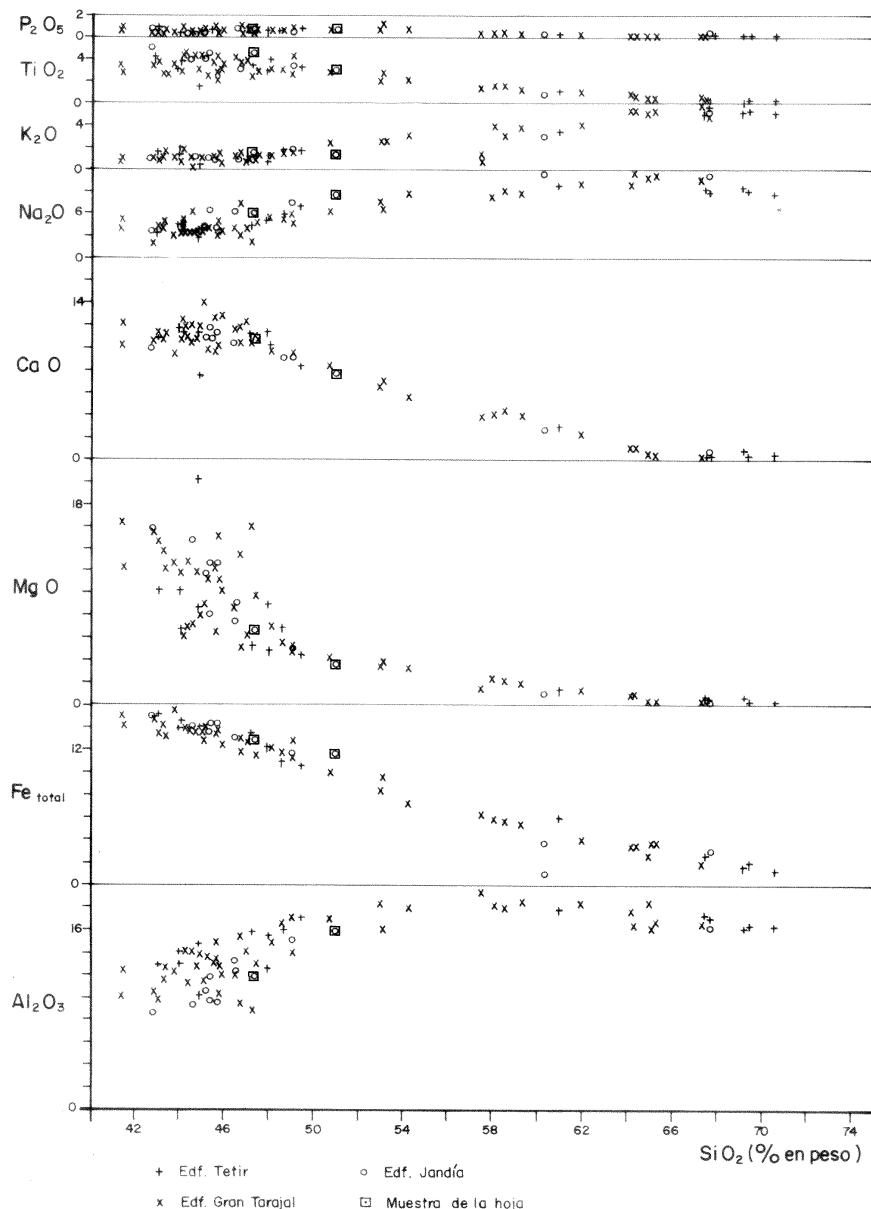
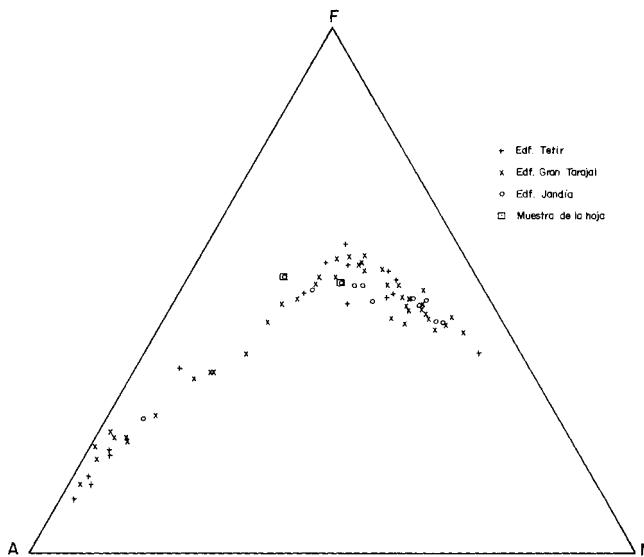


Fig. 5.2. Diagrama binario de variación de elementos mayores de la Fase miocena.



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

seguían la orientación basamental dominante, apoyados sobre una plataforma aún someramente emergida.

En etapas siguientes, las emisiones fueron más volumétricas, con salida de grandes cantidades de coladas de lava que se apilaron unas sobre otras. Quedaron intercalados en ellas algunos edificios piroclásticos que gradualmente iban siendo sobrepasados por las sucesivas emisiones de material lávico. Asimismo, intruyeron algunos cuerpos de composición basáltica y traquítica.

A lo largo de la evolución y desarrollo del edificio de Jandía, se sucedieron, además de los episodios constructivos, otros de carácter erosivo, que lo iban desmantelando parcialmente. Estos últimos quedan reflejados por discordancias erosivas, aunque en ocasiones de ámbito local, que permiten diferenciar tramos o series dentro del mismo.

Los últimos eventos volcánicos de la Fase miocena en el dominio del edificio Jandía tienen lugar hacia los 14 m.a. en su extremo occidental, pero no afectan a esta área. Desde entonces (Mioceno medio) y hasta el presente no se han repetido los procesos magmáticos en Jandía, quedando la zona dominada por procesos de erosión y destrucción del relieve, modificándolo profundamente.

En el Plioceno, la red hidrográfica termina de configurarse en sus rasgos principales. A través de amplios valles, como Butihondo, Esquinzo, la Cal, etc., son arrastrados grandes volúmenes

de materiales detríticos, producto de la erosión en zonas internas, formando en su desembocadura extensos abanicos aluviales costeros.

A lo largo de toda la costa occidental de Fuerteventura se labra una extensa plataforma de abrasión, que se extiende de manera más o menos continua desde Tostón hasta Jandía. Es en la vertiente occidental donde mejor se manifiesta, pues en la costa este ha desaparecido completamente. Actualmente esta rasa marina pliocena se encuentra levantada en este sector unos 15 m por encima del nivel del mar, quedando datada por su contenido faunístico. Los aluviones de materiales detríticos procedentes del interior fosilizan incluso los depósitos marinos costeros.

Los movimientos en la vertical continúan en el Cuaternario, se aprecian en la costa restos de depósitos marinos sueltos, pertenecientes a la denominada rasa jandicense, a +1 m de altura.

## 7. HIDROGEOLOGÍA

Se consideran los aspectos hidrológicos e hidrogeológicos más significativos del área cartografiada, teniendo en cuenta para ello un reciente estudio hidrogeológico de la isla de Fuerteventura realizado por el Instituto Tecnológico Geominero de España [ITGE (1990)]. Se han consultado asimismo otras fuentes bibliográficas actualizadas, añadiéndose las propias observaciones realizadas durante la ejecución de la cartografía.

### 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 °C 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 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.*).

Esta área está también afectada durante la mayor parte del año por la acción casi constante e intensa a menudo del viento de componente N-NE. Su acción, cuando es baja o moderada, contribuye notablemente a rebajar la sensación de calor y hacer más agradable el ambiente.

#### *Pluviometría*

El total de lluvias anual para el conjunto de Fuerteventura es del orden de 189,63 Hm<sup>3</sup>/año, ITGE (1990), que, distribuido sobre la superficie total de la isla, viene a representar

una pluviometría anual de  $111 \text{ l/m}^2$ . Del total de lluvia caída, 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  $12,74 \text{ hm}^3/\text{año}$ , que pueden llegar a un máximo de  $19,11 \text{ hm}^3/\text{año}$ , 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  $4,89 \text{ hm}^3/\text{año}$ , 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  $14,34 \text{ hm}^3/\text{año}$ , lo que supone un 75% de las aportaciones netas o el 7,80% de la pluviometría total.

El área considerada aparece, según el esquema de la Figura 7.1, claramente por debajo del valor medio anual, registrándose una media próxima a los 50 mm/año. La estrecha correlación entre nivel de pluviosidad y la altitud se observa claramente en la península de Jandía, donde se alcanzan mayores valores en las zonas más elevadas, disminuyendo éstos hacia las zonas costeras, como ocurre en el caso de esta hoja.

Dadas las características pluviométricas de la zona, la totalidad de valles y barrancos se hallan secos durante la mayor parte del año, incluso durante años enteros. En época de lluvias fuertes pueden desarrollarse avenidas torrenciales de gran virulencia, lo cual es característico de climas semidesérticos, con precipitaciones escasas y mal repartidas en el espacio y en el tiempo.

### *Cuencas y cauces principales*

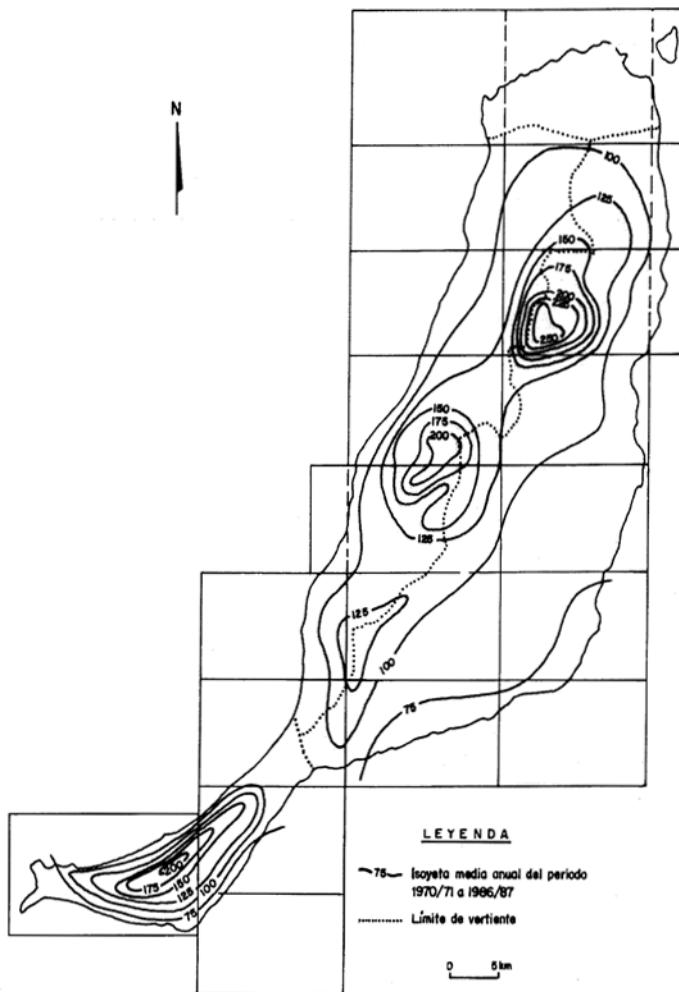
Los barrancos y valles de esta área corresponden al sistema hidrográfico de la vertiente meridional de la península de Jandía, teniendo todos ellos su cabecera en la zona central de la misma. Los principales son el Valle de Esquinzo, de Butihondo, la Cal y Vinámar. Todos ellos tienen numerosas barranqueras y barrancos tributarios, definiendo, conjuntamente, una red bastante densa (Fig. 7.2).

Estos barrancos principales son de recorrido largo y rectilíneo, con fondo plano y escasa pendiente; tienen orientación NO-SE, son subparalelos entre sí y perpendiculares a la costa.

No existen obras de regulación del agua superficial reseñables en el área, encontrándose sólo balsas o presas de tierra construidas en los cauces de los barrancos, aprovechando desniveles del terreno. El agua embalsada se utiliza para diverso tipo de servicios y agricultura, facilitando además cierta recarga de los acuíferos subterráneos debido a las pérdidas por filtración.

## 7.2. UNIDADES HIDROGEOLÓGICAS: NIVELES ACUÍFEROS

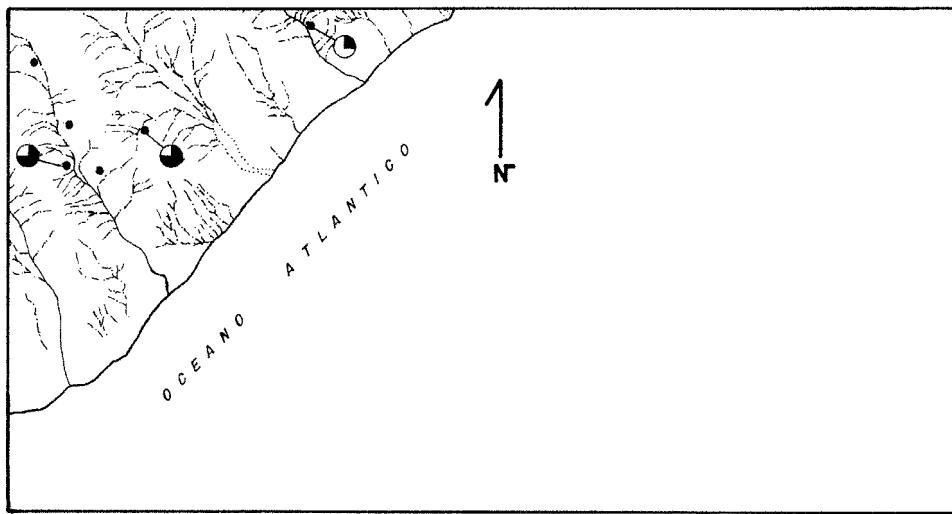
Cada unidad estratigráfica de la hoja viene definida en función de criterios litológicos, cronológicos, grados de alteración, etc., determinando, a su vez, unidades hidrogeológicas. Dentro de ellas, no obstante, aparecen zonas con comportamientos diferentes, variando sus capacidades de almacenamiento y circulación de agua a través de ellas, debido a una serie de factores, como son la fracturación, porosidad, régimen de precipitaciones, topografía, etc. Dichas



**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**

unidades hidrogeológicas se ajustan al esquema estratigráfico establecido en la presente cartografía.

En general, la presencia de tramos escoriáceos, la mayor o menor conexión entre vesículas o el diaclasado columnar propio de las partes más internas de las formaciones lávicas, condicionan la mayor o menor permeabilidad por fracturación y/o por porosidad intersticial de los materiales volcánicos. Los tramos impermeables o poco permeables suelen corresponder a almagres,



Conductividad  $\mu\text{mhos/cm}$ .

○ < 2000   ○ 2000-5000   ○ 5000-10.000   ○ 10.000-20.000   ● > 20.000  
 • Pozos inventariados

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

rocas compactas, con o sin conexión de vesículas, etc., condicionando la infiltración vertical. Los diques actuarán como barreras al movimiento horizontal de las aguas subterráneas, pero si están fisurados pueden actuar como drenes.

Los procesos de alteración y compactación posteriores que sufren los materiales con el paso del tiempo pueden modificar el comportamiento hidrogeológico original de éstos.

Dentro del sistema acuífero número 82, correspondiente a la isla de Fuerteventura, el ITGE (1990) define los siguientes acuíferos, que por lo general presentan malas características hidrogeológicas (poca potencia saturada de agua y baja permeabilidad de los materiales).

- Uno basal o inferior 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 miocénas. 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 pliocénas y cuaternarias.

El acuífero basal o inferior de la península de Jandía actúa de manera independiente al del resto de la isla.

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

### 7.2.1. Formación basáltica miocena

*Nivel acuífero basal o inferior.* Constituye el principal acuífero de la península de Jandía. En conjunto tiene una permeabilidad entre media y baja, debida fundamentalmente a la fracturación 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.

Todos los pozos existentes en esta área extraen agua de esta formación acuífera, si bien algunos de ellos no están actualmente en funcionamiento, dado el escaso caudal que obtienen.

Las características hidrodinámicas del acuífero inferior se conocen exactamente, a través de un cierto número de observaciones realizadas en ensayos de bombeo en distintas zonas de la isla. A nivel insular, los valores medios obtenidos dan una transmisividad de  $6 \text{ m}^2/\text{día}$  y un coeficiente de almacenamiento de  $10^{-5}$ , reflejando las pocas posibilidades de explotación del acuífero y su carácter cautivo.

La calidad del agua en la región es variable, si bien bastante baja por lo general, con contenido en sales bastante elevados, según se desprende de las fichas del Inventario de Puntos Acuíferos de Canarias [ITGE (1989)] (altas conductividades entre  $2.000$  y  $2.000 \mu \text{mhos/cm}$  (Fig. 7.2). El mayor contenido salino de las aguas se debe a los cloruros ( $\text{Cl}^-$ ) y en menor medida a los sulfatos ( $\text{SO}_4^{2-}$ ), siendo el sodio ( $\text{Na}^+$ ) el catión predominante, de ahí su clasificación, según el diagrama de Stiff, como facies clorurado-sódicas.

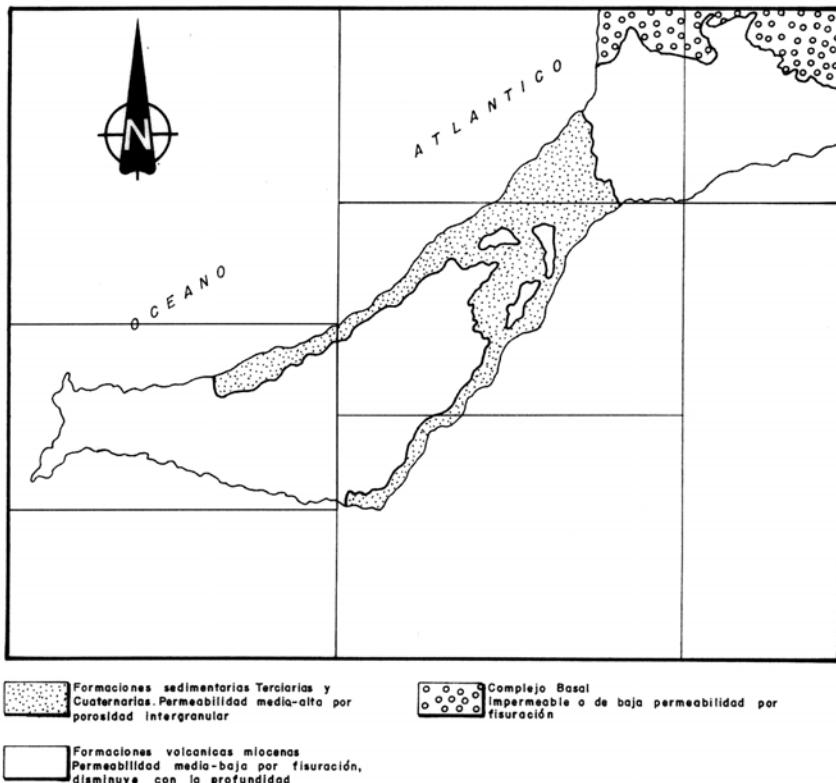
A nivel regional y tomando como parámetro de calidad de agua su conductividad, se observa un progresivo empeoramiento a medida que se pasa de las zonas interiores, más elevadas, a las zonas costeras.

### 7.2.2. Nivel acuífero superficial

*Formaciones sedimentarias* (tramo superior). Comprenden los depósitos de arenas eólicas, depósitos arenoso-arcillosos, depósitos aluviales y coluviales, junto con depósitos detríticos de edad pliocena. Por lo general poseen condiciones hidrogeológicas adecuadas para constituir acuíferos, dada su buena permeabilidad por porosidad intersticial y disposición topográfica. No obstante, tienen escasas posibilidades de constituir buenos niveles acuíferos, dada la escasa importancia que tienen en la hoja.

## 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, parte del cual, el sector

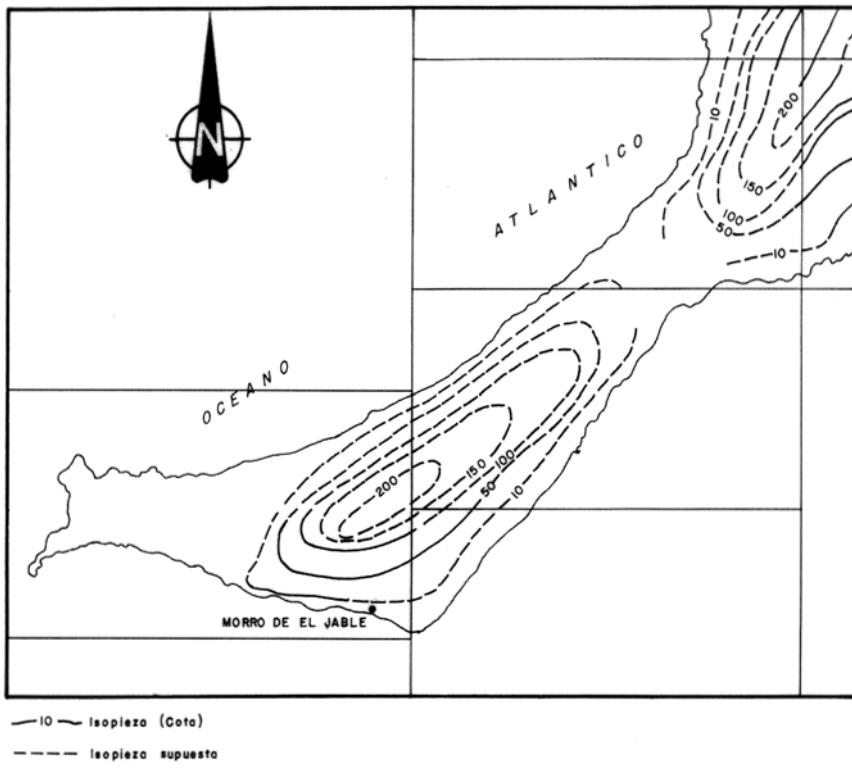


**Fig. 7.3. Esquema hidrogeológico simplificado del sector sur de la península de Jandía en la isla de Fuerteventura.**

meridional, se representa en la Figura 7.4. Sobre él se ha sobreimpuesto la cuadrícula de división de hojas topográficas.

A nivel general, en la isla se observa una clara disposición concéntrica de las isopiezas, reproduciéndose dicho fenómeno de manera independiente y a menor escala en el cuerpo principal de la península de Jandía, que actúa, por consiguiente, como un acuífero independiente.

En su vertiente suroriental, la península de Jandía presenta un gradiente medio del 5%, con un flujo subterráneo del agua fundamentalmente hacia ese sector. En la vertiente noroccidental, al no disponer de ningún punto de agua se ha supuesto la disposición de las isopiezas, apreciándose, no obstante, un mayor gradiente piezométrico en esta zona. La débil asimetría generada en la disposición de las isopiezas entre ambos sectores se debe a la mayor recarga que se produce hacia el lado meridional, al tener una mayor superficie de captación.



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

No se dispone de captaciones en el área del istmo de Jandía, si bien, dadas las características hidrogeológicas de la zona, se considera que el nivel del agua en estos materiales debe coincidir más o menos con el nivel del mar (cota 0).

## 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, el mapa geotécnico general de la isla [IGME (1976)], ha servido para la redacción del capítulo.

## 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 cartográfica 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 dos 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 rocosos de edad miocena.

#### Zona $I_1$ . (2, 4, 6 y 7)

Comprende las coladas basálticas de la Fase miocena, independientemente del tramo al que pertenezcan.

**Características litológicas y estructurales.** Son coladas basálticas que se disponen apiladas unas sobre otras definiendo una estructura tabular alargada, con buzamientos del orden de 10-20° hacia el S-SE. En los tramos inferiores de la serie, la estructuración puede ser menos evidente y la alteración mayor. Son rocas masivas y coherentes, con disyunción columnar o diaclasado vertical, y escasa vesicularidad en las coladas de tipo "aa"; en los tipos "pahoehoe", la vesicularidad es mayor y el diaclasado importante. En la base, las coladas son más escoriáceas y menos coherentes. Individualmente alcanzan espesores entre 1 y 3 m, siendo escasamente de un metro en los "pahoehoe". En conjunto, suelen estar atrevesadas por diques basálticos de orientación N110°-140°E, siendo la densidad de intrusión mayor en los tramos estratigráficamente más bajos.

**Características geomorfológicas.** Los relieves que definen estos apilamientos de lavas son elevados, alargados y estrechos. Entre ellos se encajan profundos y amplios valles de fondo plano y perfil casi en "U". Las laderas son verticales, pero en sus tramos intermedios e inferiores están suavizadas por depósitos detríticos de ladera.

**Características hidrogeológicas.** En conjunto son materiales impermeables, con un drenaje superficial aceptable. El diaclasado, lajeado y la intrusión filoniana les proporcionan una permeabilidad secundaria que favorece la infiltración de las aguas. Los tramos escoriáceos de las coladas son más permeables. En ocasiones, la presencia de almagres o depósitos piroclásticos intercalados en ellas puede favorecer la retención del agua de infiltración y constituir niveles saturados colgados.

## ÁREA II

Esta área comprende los distintos depósitos detríticos que existen en la hoja, así como los depósitos piroclásticos, ya que en general tienen características geotécnicas similares.

*Zona II<sub>1</sub>. (3, 9, 12, 13, 14, 15 y 16)*

Comprende los depósitos detríticos aluviales pliocenos y cuaternarios, así como los depósitos coluviales y piroclásticos.

**Características litológicas y estructurales.** Los depósitos sedimentarios aluviales pliocenos están constituidos por arenas y conglomerados heterométricos mal seleccionados y poco consolidados. El resto de materiales detríticos son arena y gravas de granulometría media-gruesa, escasamente consolidados.

Los depósitos piroclásticos son de tipo granular, tamaño medio-fino y con un grado de consolidación bajo.

**Características geomorfológicas.** Los depósitos aluviales se disponen generalmente más o menos horizontales, definiendo superficies llanas. Mayor pendiente adaptan los depósitos de ladera y los depósitos piroclásticos miocenos, a menudo incididos por barranqueras y por barrancos en sus partes distales.

**Características hidrogeológicas.** Al ser materiales granulares, tienen una permeabilidad alta o media, en condiciones normales. En los depósitos piroclásticos, la alteración a productos arcillosos puede rebajar esta propiedad. En algunos casos, según su espesor, posición topográfica, etc. pueden constituir pequeños niveles acuíferos.

## 8.3. CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS

### ÁREA I

*Zona I<sub>1</sub>. Coladas basálticas miocenas (2, 4, 6 y 7)*

**Capacidad portante.** La capacidad portante de estos materiales es alta, con asientos bajos o de pequeña entidad. En las partes superficiales, que es donde la alteración puede ser más intensa, los valores de resistencia pueden verse algo reducidos.

**Facilidad de excavación.** La absoluta falta de ripabilidad hace que su excavación requiera medios mecánicos.

**Estabilidad de taludes.** La estabilidad en cortes naturales y artificiales es excelente, con ángulos próximos a la vertical. Pueden producirse, no obstante, inestabilidades por desprendimiento de bloques que queden individualizados por el diaclasado columnar.

## ÁREA II

*Zona II<sub>1</sub>.* Depósitos detríticos aluviales y coluviales, depósitos piroclásticos. (3, 9, 12, 13, 14, 15 y 16)

**Capacidad portante.** La capacidad de carga de estos materiales es baja en general, con asientos altos o inadmisibles en la mayoría de los casos.

**Facilidad de excavación.** Como no tienen un elevado grado de consolidación, son, en general, fácilmente removilizables.

**Estabilidad de taludes.** Los depósitos aluviales pliocenos cortados por la carretera general tienen taludes casi verticales y una estabilidad alta. Ésta, sin embargo, puede verse afectada en casos de lluvias fuertes que provocan el desprendimiento de bloques. El resto de depósitos no tienen espesores importantes como para dar taludes de consideración.

## 8.4. RIESGOS GEOLÓGICOS

En el área de la hoja no se detectan, *a priori*, riesgos geológicos que puedan suponer una amenaza inminente a la población asentada en ella o, las infraestructuras viarias existentes. Unicamente se considera como riesgo el de inestabilidad de ladera, pero en cualquier caso se le valora como bajo.

**Riesgo de inestabilidad de laderas.** Puede tener cierta incidencia después de fuertes lluvias que favorezcan algunos deslizamientos o desprendimientos en zonas de fuerte pendiente. En caso de ocurrencia, su afección se produciría mayormente en los barrancos, que en general suelen estar deshabitados.

## 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: favorables, aceptables y desfavorables. En esta hoja sólo se han descrito materiales cuyas características se ajustan a los calificativos primero y tercero, respectivamente.

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

Se agrupan bajo este calificativo los depósitos detríticos coluviales y aluviales, así como los depósitos piroclásticos (Zona II<sub>1</sub>).

Los problemas constructivos que presentan son de tipo geotécnico, debido a su baja capacidad de carga, con asientos absolutos elevados y diferenciales importantes. Desde el punto de vista geomorfológico, en algunos casos soportan pendientes poco favorables y los cortes excavados en ellos son de estabilidad precaria. Pueden contener niveles saturados, que afecten a excavaciones o cimentaciones.

#### **8.5.2. Terrenos con características constructivas favorables**

Tienen este calificativo los materiales correspondientes a la Zona I<sub>1</sub>.

Las características mecánicas siempre se conjugan de manera positiva ante todo tipo de obras. Admiten taludes pronunciados, con escasos problemas de desprendimiento de bloques. El factor morfológico es, sin embargo, determinante y limitador en algunas zonas.

### **9. GEOLOGÍA ECONÓMICA. MINERÍA Y CANTERAS**

En el ámbito geográfico de esta hoja no existen yacimientos minerales explotables. En el campo de las rocas industriales, se explotan ocasionalmente algunos materiales que tienen aplicación en el sector de la construcción, principalmente los áridos.

En la actualidad, dada la creciente demanda de este tipo de materiales para las industrias de la construcción y otras afines en el archipiélago, el ITGE ha llevado a cabo un estudio sobre el aprovechamiento industrial de rocas y minerales industriales en esta isla [ITGE (1992)].

Como se señala en dicho estudio, los únicos materiales objeto de explotación en la hoja son las coladas basálticas correspondientes al tramo inferior de la Fase miocena, en la ladera NE del barranco Valluelo de la Cal. Son pequeñas explotaciones ya abandonadas que empleaban el material como árido de machaqueo. Estas explotaciones se encuentran en el límite del Parque Natural de Jandía.

### **10. PUNTOS DE INTERÉS GEOLÓGICO**

Entre los recursos naturales, el patrimonio geológico debe considerarse de gran importancia, puesto que proporciona una información fundamental para el conocimiento de la Tierra y de la vida que en ella se ha desarrollado. Permite interpretar y evaluar los procesos geológicos que han tenido lugar en una determinada zona y asimismo conocer en cierta medida su ocurrencia en el futuro, y por tanto prever las consecuencias y tomar las medidas adecuadas en un momento dado.

En la hoja, dada su pequeña extensión territorial, existen escasos afloramientos que puedan considerarse de gran interés geológico. Únicamente se ha considerado un Punto de Interés Geológico (PIG) cuya singularidad le hace merecedor de su protección y aprovechamiento.

## 10.1. DESCRIPCIÓN Y TIPO DE INTERÉS DEL PIG

*Depósitos piroclásticos hidromagmáticos.* Tienen escasa extensión superficial, apareciendo en pequeños afloramientos semicubiertos por emisiones posteriores. Afloran en la ladera oriental de Montaña Aguda y, principalmente, a lo largo del corte de la carretera de acceso a la estación depuradora, en el cuchillo de la ladera norte del Valle de Butihondo.

Se trata de depósitos piroclásticos de carácter hidromagmático, asociados a las primeras emisiones subaéreas del edificio Jandía. Están constituidos por material fino estratificado, con abundante fracción lítica, principalmente hacia la base del depósito, con componentes magmáticos juveniles cada vez más importantes hacia la parte superior, consistentes en tefra y lavas basálticas vesiculares.

Por su contenido, este PIG destaca por sus connotaciones volcanológicas. En cuanto a su utilización, tiene interés científico y didáctico. Dada la poca frecuencia de aparición de este tipo de depósitos en la isla, por su influencia se le puede considerar como de carácter local.

## 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.; CASTAÑON, 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.

BENITEZ PADILLA, S. (1945): "Síntesis geológica del archipiélago canario". *Est. Geol.*, 3, pp. 3-19.

BLUMENTHAL, M. (1961): "Rasgos principales de la geología de las Islas Canarias, con datos de Madeira". *Bol. Inst. Geol. Min. España*, pp. 1-30.

BOUCART, 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.

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.; FERNÁNDEZ S.; HERNÁN, F, HERNÁNDEZ-PACHECO A. y DE LA NUEZ, J. (1989): "Los domos sálicos de Fuerteventura". *Rev. Mat. Proc. Geol*, 6, pp. 71-97.
- 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. Gessellsch*, 60, pp. 76-80.
- FUSTER, J. M.<sup>a</sup>; CENDRERO, A.; GASTESI, P.; IBARROLA, E. y LÓPEZ RUIZ, J. (1968): "Geología y volcanología 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 *Borradaille, 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 pp.
- IBARROLA, E.; FUSTER, J. M.<sup>a</sup> y CANTAGREL, J. M. (1989): "Edades K-Ar de las rocas volcánicas submarinas en el sector norte del Complejo Basal de Fuerteventura". (Abstract). En *ESF, Meeting on Canarian Volcanism, Lanzarote Nov-Dec, 1989*, pp. 124-129.
- IGME-CSIC (1967). "Mapa Geológico de España, escala 1:50.000. 1.<sup>a</sup> edición. Hoja y Memoria 1.122. *Jandía*".
- IGME (1976). "Mapa Geotécnico General, escala 1:200.000. Hoja y Memoria n.<sup>o</sup> 88-92. *Arrecife-Puerto del Rosario*".
- IGME (1984a). "Mapa Geológico de España, escala 1:25.000. Hoja 1.106-I, 1.107-IV, *Puerto del Rosario*".
- IGME (1984b). "Mapa Geológico de España, escala 1:25.000. Hoja 1.106-II, 1.107-III, *Antigua*".
- IGME (1984c). "Mapa Geológico de España, escala 1:25.000. Hoja 1.106-III, *Pájara*".
- IGME (1984d). "Mapa Geológico de España, escala 1:25.000. Hoja 1.106-IV, *Betancuria*".
- ITGE (1990). *Estudio hidrogeológico de la isla de Fuerteventura*.
- ITGE (1992). *Estudio para el aprovechamiento industrial de las rocas y minerales industriales de las islas 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 Clasification of Volcanic Rocks Based on the Total Alkali-Silica Diagram". *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 niveles con 'Strombus' de Jandía. Fuerteventura, Islas Canarias". *An. Est. Atlánticos, Las Palmas*, 21, pp. 643-660.

MECO, J. (1977): "Los 'Strombus' neógenos y cuaternarios del Atlántico euro-africano". *Ed. Excmo. Cabildo Insular de Gran Canaria*.

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. (1987): "The Recent Marine Quaternary of the Canary Islands". *Trabajos sobre Neógeno-Cuaternario (CSIC)*, 10, pp. 283-305.

RONA, P. y NALWALK, A. (1970): "Post Early Pliocene Unconformity on Fuerteventura, Canary Islands". *Geol. Soc. Am. Bull*, 81, pp. 2117-2122.

ROTHE, P. (1966): "Zum Alter des Vulkanismus auf dem Östlichen Kanaren". *Soc. Sci. Fennica Comm. Phys. Math*, 31, 13, pp. 1-80. Total Alkali-Silica Diagram". *Jour. Petrol*, 27, Part 3, pp. 745-750.



MINISTERIO  
DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

ISBN 84-7840-518-6

9 788478 405183