



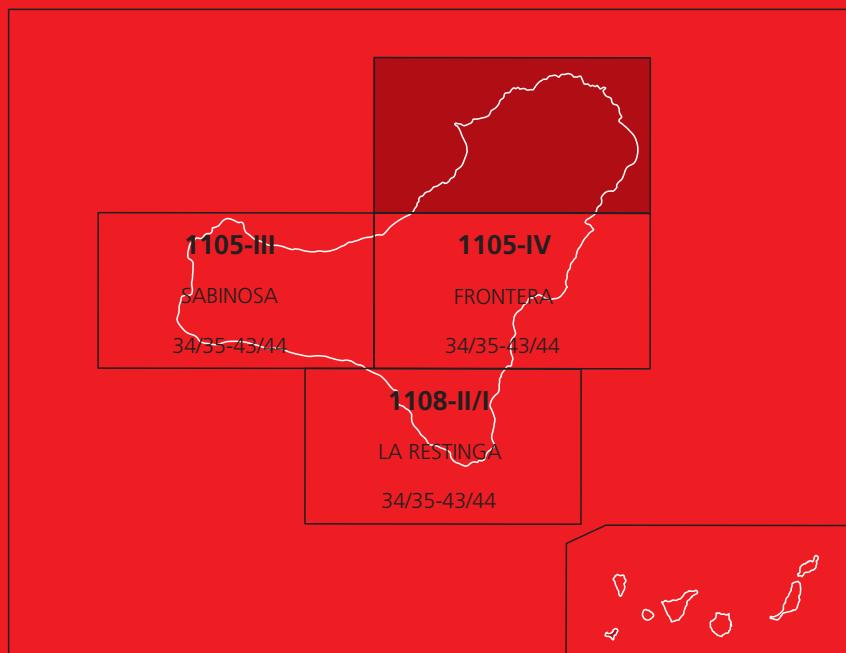
Instituto Geológico
y Minero de España

1105-II
34/35-43/44

MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA

Escala 1 : 25.000

Segunda serie - Primera edición



ISLA DE EL HIERRO

VALVERDE

MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA

Escala 1:25.000

SE INCLUYE MAPA GEOMORFOLÓGICO A LA MISMA ESCALA

VALVERDE

Ninguna parte de este libro y mapa puede ser reproducida o transmitida en cualquier forma o por cualquier medio, electrónico o mecánico, incluido photocopias, 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
www.igme.es
NIPO: 474-10-005-3
ISBN: 978-84-7840-843-6
Depósito legal: M-36202-2010

Impresión: Trébol Propuesta Gráfica

La presente Hoja y Memoria (Valverde-1105-II) ha sido realizada durante 1997 por GEOPRIN, S.A. con normas, dirección y supervisión del IGME, habiendo intervenido en su realización los siguientes técnicos:

Cartografía

Gómez Sáinz de Aja, J.A. (GEOPRIN, S.A.)
Balcells Herrera, R. (GEOPRIN, S.A.)
Pineda Velasco, A. (Cartografía Geomorfológica)

Memoria

Gómez Sáinz de Aja, J. A. (GEOPRIN, S.A.)
Klein, E. (GEOPRIN, S.A.) (Petrología)
Ruiz García, M. T. (GEOPRIN, S.A.) (Petrología)
Balcells Herrera, R. (GEOPRIN, S.A.) (Geoquímica)
Del Pozo, M. (IGME). (Hidrogeología)
Galindo, E. (IGME). (Hidrogeología)
La Moneda, E. (IGME). (Hidrogeología)

Colaboradores

Ancochea, E. (U.C.M.). (Asesoría Cartográfica)
Barrera, J. L. (Tectónica).
Brändle, J. L. (Inst. Geol. Econ., CSIC-Madrid). (Geoquímica)

Dirección y supervisión del IGME

Cueto Pascual, L. A.

Edición

Romero Canencia, G. (IGME)
Miguel Cabrero, L. F. (IGME)
Muñoz Moreno, A. (IGME)

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

Se pone en conocimiento del lector que en el Centro de Documentación del IGME existe para su consulta una documentación complementaria de esta Hoja y Memoria constituida por:

- Muestras y sus correspondientes preparaciones.
- Informes petrológicos
- Análisis químicos
- Álbum de fotografías
- Fichas bibliográficas
- Puntos de interés geológico
- Informes complementarios

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	9
1.1. SITUACIÓN Y ASPECTOS GEOGRÁFICOS.....	9
1.2. ANTECEDENTES GEOLÓGICOS.....	9
2. ESTRATIGRAFÍA	10
2.1. ROCAS FILONIANAS. Diques básicos (1).....	13
2.2. DOMINIO NE (1 ^{er} Edificio Volcánico Tiñor).....	13
2.2.1. Tramo inferior.....	14
2.2.1.1. Coladas, basaníticas y tefríticas "s.l" (2) y edificios de tefra basálticos "s.l" (3).....	14
2.2.2. Tramo tabular.....	14
2.2.2.1. Coladas basálticas, basaníticas y tefríticas (4). Edificios de tefra basálticos "s.l" (5).....	14
2.2.2.2. Intrusivos básicos (6).....	15
2.2.3. Grupo Volcánico Ventejís-Picos-Moles.....	16
2.2.3.1. Coladas basálticas "s.l" y tefríticas (7) y edificios de tetra basálticos con algunas intercalaciones hidromagmáticas (8).....	16
2.2.3.2. Sedimentos (9).....	18
2.2.4. Dominio NE (Volcanismo de Las Dorsales. Volcanes Adventicios).....	18
2.2.4.1. Coladas basálticas "s.l" y tefríticas (10), edificios de tefra basálticos "s.l" (11), piroclastos de dispersión (12) y depósitos hidromagmáticos (12a).....	18
2.2.4.2. Depósitos epiclásticos (13)	21
2.2.5. Emisiones subrecientes (Edificios de La Caleta, Punta de la Caleta, Playa de Varadero y Bco Honduras).....	21
2.2.5.1. Coladas basálticas "s.l" y edificios de cinder (14 y 15).....	21
2.2.6. Emisiones recientes. (Edificios La Canelita y Mñá Aguarijo).....	22
2.2.6.1. Coladas, edificios de tefra y piroclastos de dispersión (16, 17 y 18).....	22
2.3. DOMINIO RESTO DE LA ISLA	23
2.3.1. Edificio El Golfo-Las Playas. Tramo inferior	23
2.3.1.1. Coladas basálticas "s.l", traquibasálticas y tefríticas. Edificios de tefra basálticos e hidromagmáticos (19 y 20).....	24

2.3.1.2. Intrusivos básicos (21).....	24
2.3.2. Edificio El Golfo-Las Playas. Tramo medio-superior.....	24
2.3.2.1. Coladas basálticas y traquibasálticas (22). Edificios de tefra basálticos "s.l" (23)	25
2.3.2.2. Coladas traquíticas y traquitas máficas (24).....	26
2.3.3. Volcanismo de las dorsales indiferenciado.....	26
2.3.3.1. Coladas basálticas "s.l", traquibasálticas, basaníticas, tefríticas (25), edificios de tefra basálticos "s.l" (26) y piroclastos de dispersión (27).....	27
2.3.4. Volcanismo de relleno de El Golfo.....	28
2.3.4.1. Coladas basáticas "s.l", basaníticas y tefríticas (28) y edificios de tefra basálticos "s.l" (29).....	28
2.3.5. Emisiones subcuentes: Alineación Chamuscada-Entremontañas y Alineación Las Tabladas-Las Montañetas.....	29
2.3.5.1. Coladas basáticas "s.l" y basaníticas (30). Edificios de tefra basálticos "s.l" (31).....	29
2.4. FORMACIONES SEDIMENTARIAS RECIENTES.....	30
2.4.1. Depósitos de ladera antiguos (32).....	30
2.4.2. Coluviones y depósitos de ladera (33).....	30
2.4.3. Depósitos de barrancos y fondos de valle indiferenciados (34).....	30
2.4.4. Playas de arenas y de cantos (35).....	30
2.4.5. Depósitos antrópicos (36).....	31
3. TECTÓNICA.....	31
4. GEOMORFOLOGÍA.....	37
4.1. DESCRIPCIÓN FISIOGRÁFICA.....	37
4.2. ANÁLISIS GEOMORFOLÓGICO.....	38
4.2.1. Estudio morfoestructural.....	38
4.2.2. Estudio del modelado.....	39
4.3. EVOLUCIÓN DINÁMICA.....	42
4.3.1. Historia geomorfológica.....	42
4.3.2. Morfodinámica actual y tendencias futuras.....	44
5. PETROLOGÍA Y GEOQUÍMICA.....	44
5.1. ROCAS FILONIANAS. PETROLOGÍA. (Diques básicos, 1).....	45
5.2. EDIFICIO TIÑOR. PETROLOGÍA.....	46
5.2.1. Tramo inferior. (2 y 3).....	46
5.2.2. Tramo tabular.....	47
5.2.2.1. Coladas y edificios de tefra (4 y 5).....	47
5.2.2.2. Intrusivos (6).....	48
5.2.3. Grupo de volcanes de Ventejís-Picos-Moles. (7 y 8).....	48

5.3. EDIFICIO TIÑOR. GEOQUÍMICA.....	49
5.4. EDIFICIO EL GOLFO-LAS PLAYAS. PETROLOGÍA.....	53
5.4.1. Tramo inferior.....	53
5.4.2. Tramo medio-superior.....	53
5.4.3. Coladas traquíticas. (24).....	55
5.5. EDIFICIO EL GOLFO-LAS PLAYAS. GEOQUÍMICA.....	55
5.6. VOLCANISMO DE LAS DORSALES. PETROLOGÍA.....	58
5.7. VOLCANES ADVENTICIOS DE TIÑOR. PETROLOGÍA	60
5.8. VOLCANISMO DE LAS DORSALES Y ADVENTICIOS DE TIÑOR GEOQUÍMICA..	61
5.9. VOLCANISMO SUBRECIENTE (Dom. NE.Edificio Punta de la Caleta, Playa del Varadero y Bco Honduras; nos 14 y15) PETROLOGÍA.....	63
5.10. VOLCANISMO RECIENTE. (Edificios Mñá Aguajiro, La Cancela y Soleimán, 16, 17, 18). PETROLOGÍA.....	65
5.11. VOLCANISMO POST-GOLFO (29,30). PETROLOGÍA.....	65
5.12. VOLCANISMO SUBRECIENTE. ALINEACIONES "CHAMUSCADA- ENTREMONTAÑAS" y "LAS TABLADAS-LAS MONTAÑETAS" (31, 32). PETROLOGÍA.....	65
5.13. VOLCANISMO POST GOLFO, SUBRECIENTE Y RECIENTE. GEOQUÍMICA.....	66
6. HISTORIA GEOLÓGICA.....	70
7. GEOLOGÍA ECONÓMICA.....	71
7.1. HIDROLOGÍA.....	71
7.1.1. Climatología.....	71
7.1.2. Pluviometría.....	71
7.1.2.1. Precipitación por Condensación de Nieblas.....	72
7.1.3. Evapotranspiración.....	74
7.1.4. Escorrentía.....	74
7.1.5. Infiltración.	75
7.1.6. Hidrología Subterránea.....	76
7.2. RECURSOS MINERALES.....	78
7.2.1. Rocas Industriales.....	78
8. GEOTECNIA.....	83
8.1. ZONACIÓN GEOTÉCNICA: CRITERIOS DE DIVISIÓN.....	83
8.2. CARACTERÍSTICAS GENERALES Y GEOTÉCNICAS DE LOS MATERIALES.....	84
8.3. RIESGOS GEOLÓGICOS.....	87
8.4. VALORACIÓN GEOTÉCNICA.....	88
8.4.1. Terrenos con características constructivas desfavorables o muy desfavorables.....	88
8.4.2. Terrenos con características constructivas aceptables.....	88
8.4.3. Terrenos con características constructivas favorables.....	89

9. PUNTOS DE INTERÉS GEOLÓGICO	91
9.1. DESCRIPCIÓN Y TIPO DE INTERÉS DE LOS PIG.....	91
10. BIBLIOGRAFÍA	93

1. INTRODUCCIÓN

1.1. SITUACIÓN Y ASPECTOS GEOGRÁFICOS

La Hoja de Valverde (1105-II) ocupa el extremo norte de la isla de El Hierro. Al sur limita con la Hoja de Frontera, mientras que al N, E y O limita con el océano Atlántico. La línea de costa es bastante abrupta, siendo en muchos casos acantilada. Concretamente en todo el sector NO la costa es acantilada y presenta escarpes muy verticalizados. Localmente en algunos puntos del sector oriental, como en Tamaduste o Timijiraque, la costa ha sido suavizada debido a que las emisiones más recientes han ganado terreno al mar y han fosilizado los acantilados del edificio Tiñor. Las playas, en general, se circunscriben a las desembocaduras de algunos de los barrancos más importantes de la Hoja.

Las mayores alturas de la Hoja se sitúan en el sector S de la misma: Rincón de Izque (1.184 m); Entremontañas (1.139 m.); Ventejis (1.139 m); etc.

En el sector suroccidental existe una plataforma elevada que se ve bruscamente interrumpida por el escarpe de El Golfo hacia el O, y que hacia el norte y NE comienza a perder altura a partir de la zona de Las Montañetas. Como se ha comentado también en las hojas de Sabinosa y Frontera, el escarpe de El Golfo es una gran depresión semicircular abierta hacia el NO, producida por un deslizamiento de gran magnitud. Este deslizamiento ha sido posteriormente fosilizado por emisiones volcánicas que han llenado esta depresión. Los barrancos del sector suroriental son los que se encuentran más encajados debido fundamentalmente a que se han desarrollado sobre los materiales más antiguos del Edificio basáltico de Tiñor. Los más representativos son los de, Honduras y Tiñor. Por contra, los barrancos del sector NO están muy poco encajados, observándose en muchos casos la superficie de coladas y sus lóbulos y flujos característicos.

A pesar del relieve existente en la Hoja, las vías de comunicación permiten efectuar recorridos rápidos con la excepción del sector occidental (El Golfo) que requiere realizar un gran rodeo a través de las hojas de Frontera y Sabinosa. Por este motivo, el Cabildo y la Consejería de Obras públicas del Gobierno de Canarias han acometido la realización de un túnel desde la zona de El Golfo hasta la vertiente de Guarazoca (actualmente existe una galería de avance). Este túnel acortaría considerablemente las comunicaciones entre la capital (Valverde) y el núcleo de Frontera.

1.2. ANTECEDENTES GEOLÓGICOS

La isla de El Hierro es la más occidental del archipiélago canario y también una de las menos conocidas. Se trata de la isla más joven del archipiélago, concretamente, según las últimas dataciones de FUSTER *et al.* (1993) y GUILLOU *et al.* (1996) las primeras emisiones datadas son algo inferiores a 1 M.a. de antigüedad. Esto da idea de lo rápido que se ha generado el relieve insular. Precisamente, debido a esta rapidez con la que se creó el relieve, se debieron producir inestabilidades en el edificio que dieron lugar a varios deslizamientos de gran magnitud. Estos eventos se analizan y explican ampliamente en el apartado de Tectónica: Tiñor, El Julán y El Golfo.

Las primeras citas bibliográficas sobre la geología de la isla de El Hierro corresponden a FERNÁNDEZ NAVARRO (1908 y 1911). Posteriormente son geólogos extranjeros los que realizan estudios de la isla: JEREMINE (1935) y HAUSEN (1964). Este último autor ha trabajado en varias islas del archipiélago y ha realizado un amplio estudio geológico efectuando siete secciones geológicas con referencias a aspectos estructurales y geomorfológicos. Este autor toma los aspectos petrográficos de otros autores anteriores (OTTO WALTER y VON FRITSCH) del siglo XIX, por lo cual la terminología puede dar lugar a algunas confusiones. BRAVO (1968) propone una estratigrafía para la isla y centra sus estudios en temas hidrogeológicos. A partir de esta fecha, investigadores del Departamento de Petrología de la U.C.M. y de la Universidad de la Laguna realizan diferentes estudios que culminan con las publicaciones de COELLO (1971) y del mapa geológico de la isla publicado por PELLICER (1977). Esta autora realiza su tesis doctoral en la volcanología, petrología y geoquímica de la isla de El Hierro. Por tanto se trata del trabajo más amplio efectuado en la misma. Además, adjunta el citado mapa geológico (1:50.000) que había sido realizado por HERNÁNDEZ PACHECO, FUSTER, AFONSO, APARICIO Y MORA.

Los estudios geocronológicos comenzaron con el trabajo de ABDELL MONEM *et al.* (1971). Estos autores son los primeros que dan una idea acerca de la edad de construcción de la isla (< 3 M.a.). Posteriormente FUSTER *et al.* (1993) realizan nuevas dataciones y recalculan las anteriores concluyendo que el período de construcción de la isla es del orden de 1 M.a. GUILLOU *et al.* (1996) combinan medidas de paleomagnetismo con la realización de nuevas dataciones radiométricas. La utilización conjunta de estas dos técnicas les permite precisar aún más la estratigrafía y edad absoluta de la isla (< 1'12 M.a.).

Uno de los rasgos más llamativos de la Isla de El Hierro es la existencia de megaestructuras con formas arqueadas que han sido objeto de estudio por numerosos autores. Concretamente el origen de El Golfo, Las Playas y El Julán ha sido estudiado por HOLCOMB y SEARLE (1991); SOLER y FLORES (1992) y MASSON (1996) que explican estas estructuras por deslizamientos. Asimismo, recientemente el I.G.N. ha realizado un vuelo aeromagnético de todo el archipiélago en el cual se ponen de manifiesto la existencia de anomalías en el mar que se corresponden con estos arcos de deslizamiento.

Con posterioridad a la realización del mapa geológico E. 1:25.000 (MAGNA) y coincidiendo con la fase final de redacción de esta memoria se han publicado nuevos datos acerca de la geología de El Hierro entre los que cabe citar los trabajos de CARRACEDO *et al.* (1997) y DAY *et al.* (1997) que cumplían con la publicación de una guía de campo de la isla, presentada en el Workshop de La Palma (Septiembre, 1997).

2. ESTRATIGRAFÍA

La estratigrafía de la isla de El Hierro se ha establecido tanto mediante criterios de campo (estratigrafía relativa, grado de conservación de los materiales, discordancias, etc...) como gracias a los datos paleomagnéticos y geocronológicos disponibles en la bibliografía (ver apartado anterior). Además, se ha efectuado una campaña geocronológica, durante la realización de este proyecto, cuyos resultados se adjuntan en la memoria y mapa de síntesis escala 1/100.000.

Según las observaciones de campo efectuadas, y de acuerdo con FUSTER *et al.* (1993) y GUILLOU *et al* (1996), se puede distinguir un dominio NE, limitado por fallas, en el que predominan los materiales más antiguos. En este área debió comenzar a construirse la primitiva isla hace algo más de 1 M.a. Este primer edificio ha sido denominado como Edificio Tiñor, por GUILLOU *et al* (*op.cit.*) o Serie antigua A de FUSTER *et al* (1993) y en él se reconocen varios episodios limitados por discordancias. En la tabla 2.1. aparece reflejada la estratigrafía propuesta por los distintos grupos de trabajo: PELLICER (1977); FUSTER *et al* (1993), GUILLOU *et al* (1996) y su correlación con la propuesta en este proyecto (MAGNA).

Después de estas emisiones del Edificio Tiñor debieron producirse grandes deslizamientos o fracturas en su flanco occidental. A continuación, la actividad volcánica se reanuda, algo más al SO, en el sentido de la gran fisura eruptiva que definen las islas de Tenerife-La Gomera-El Hierro.

Estas emisiones han sido datadas por FUSTER *et al* (1993) y GUILLOU *et al*. (1996) en la base del escarpe de El Golfo en torno a 0,5 M.a. Se trata de un potente apilamiento de coladas con intercalaciones de edificios piroclásticos y diques, que dió origen a la isla en sí, llegando a cubrir este segundo edificio al edificio Tiñor. Este gran edificio es conocido como edificio El Golfo o "El Golfo-Las Playas", por ser en estos escarpes donde mejor puede contemplarse su estructura interna.

Cartográficamente se han distinguido dos unidades o tramos separados por una discordancia. En el tramo inferior son más frecuentes y voluminosas las intercalaciones piroclásticas, mientras que el tramo medio-superior es eminentemente lávico y además se observa una cierta diferenciación magmática. Concretamente se han muestreado traquibasaltos, traquitas maficas y traquitas.

Estas últimas coladas han sido datadas por GUILLOU *et al.* (1996) en 176.000 años. En las etapas finales de la construcción de este edificio, se debió producir un gran deslizamiento en el sector SO que aunque actualmente no tiene expresión morfológica. Sí puede intuirse geomorfológicamente por la extraña ausencia de materiales de este edificio y la enorme potencia que alcanzan las lavas del volcanismo de las dorsales, en la zona de El Julán. Además, en estudios realizados en la plataforma continental por HOLCOMB y SEARLE, 1991. Comprueban la existencia de depósitos de debris-avalanche en este sector de la isla.

Se han asignado a esta unidad (volcanismo de las dorsales o ejes estructurales) lo que tradicionalmente era conocido como Serie Intermedia (PELLICER 1977) o Serie Indiferenciada de NAVARRO y SOLER (1995). Las primeras coladas de esta unidad han sido datadas por GUILLOU *et al.* (1996) en 158.000 años, existiendo una actividad casi continua hasta nuestros días. Ahora bien, a efectos cartográficos y geomorfológicos se consideran de esta unidad, aquellos materiales que se emiten en el lapso de tiempo existente entre los deslizamientos de El Julán y El Golfo. Evidentemente, este criterio puede ser algo subjetivo pero parece bastante útil. Una de las objeciones que habría que considerar son las posibles emisiones en el Dominio NE (Tiñor) que pudieran ser coetáneas con estas unidades. Por este motivo, se ha realizado una cartografía por "Dominios" (NE y resto de la isla), y se ha recurrido a la utilización de una unidad cartográfica "Volcanes adventicios" que agrupan en el dominio NE a las alineaciones de edificios post Tiñor y previas a las emisiones subrecientes y recientes.

TABLA 2.1. CORRELACIÓN VOLCANOESTRATIGRÁFICA

PELICER (1977)		FUSTER et al. (1993)		GUILLOU et al (1996); y CARRACEDO et al. 1997		MAGNA (1996-97)	
SERIE RECIENTE		SERIE RECIENTE		VOLCANISMO DE RIFT		EMISIONES RECIENTES	
SERIE INTERMEDIA	B	SERIE RECIENTE	A	VOLCANISMO DE RIFT		EMISIONES SUBRECIENTES	
				VOLCANISMO DE RELLENO DE EL GOLFO		VOLCANISMO DE RELLENO DE EL GOLFO	
				Deslizamiento de El Golfo		VOLCANISMO DE LAS DORSALES (S. S)	
				Deslizamiento de El Julán		Deslizamiento de El Julán	
				EDIFICIO "EL GOLFO- LAS PLAYAS"		EDIFICIO "EL GOLFO- LAS PLAYAS"	
				EDIFICIO EL GOLFO		Tramo Medio-Superior	
						Tramo Inferior	
						Deslizamiento (post. Tiñor)	
SERIE ANTIGUA		SERIE ANTIGUA		Lavas ricas en xenolitos		Grupo de Volcanes VENTEJÍS	
				EDIFICIO VOLCÁNICO "EL TIÑOR"		EDIFICIO TIÑOR	
				"PLATEAU SAN ANDRÉS"		Tramo medio- "Tabular"	
				Tramo de coladas con fuerte buzamiento		Tramo Inferior	

2.1. ROCAS FILONIANAS (Diques básicos, 1)

Las rocas filonianas presentes en la Hoja afloran mayoritariamente en el escarpe de El Golfo y también asociadas al tramo inferior del Edificio Tiñor. Estos últimos afloramientos se circunscriben mayoritariamente al sector sur oriental de la Hoja y aparecen bien expuestos en los fondos de los barrancos de Honduras y Tiñor. En general los diques del Edificio Tiñor adoptan una disposición radial y parecen converger hacia la zona de San Andrés. Mayoritariamente son diques subverticales de composición basáltica y potencias comprendidas entre 0,5-2 m. La composición de estos diques es similar a la de las coladas, existiendo tipos: afaníticos; olivínicos; olivínico-piroxénicos y plagioclásicos. Como se ha comentado anteriormente, la mayoría de estos diques presentan orientaciones comprendidas entre N-70°E y N-110°E. Además, se han observado algunos diques más tardíos, de orientación NE-SO que siguen la pauta de los existentes en el dominio de El Golfo. Relacionados con el tramo inferior del edificio se han observado algunos diques divagantes de basaltos plagioclásicos-olivínico-piroxénicos que presentan una composición semejante a la de las coladas que atraviesan.

En el sector de El Golfo, al SO de la Hoja, los diques siguen una clara tendencia NE-SO con orientaciones comprendidas entre N-25°E y N45°E. Son todos ellos subverticales y aunque la densidad es algo mayor en el tramo inferior del edificio, una gran parte de ellos atraviesa todo el apilamiento. Asimismo, según comunicación personal de Jesús Rubio Amo y José Manuel Navarro La Torre, se ha detectado la existencia de numerosos diques en la galería de avance del túnel de Las Puntas a Guarazoca. Se trata mayoritariamente de diques subverticales con potencias métricas y composición basáltica y/o traquibasáltica. Abundan los tipos afaníticos, aunque también se han observado basaltos olivínicos y olivínico-piroxénicos. Suelen tener contactos netos con bordes de enfriamiento, aumentando el tamaño de grano hacia la zona central del dique.

2.2. DOMINIO NE (1er Edificio volcánico, Edificio Tiñor)

Dentro de la isla de El Hierro se han distinguido dos dominios geológicos principales: el dominio NE, constituido mayoritariamente por el edificio Tiñor y el dominio "resto de la isla" que comienza su construcción más tarde con el edificio El Golfo-Las Playas y culmina con el volcánismo de las dorsales o ejes estructurales.

Dentro del edificio Tiñor se pueden distinguir varios tramos o fases de construcción: El tramo inferior está representado por coladas delgadas de aspecto brechoide atravesadas por diques divagantes de basaltos plagioclásicos. Coladas de este tramo han sido datadas por GUILLOU *et al.* (1996) en 1,12 M.a.

El tramo medio, también denominado como tramo tabular, ocupa una mayor extensión que el anterior y se dispone discordante sobre él. Está constituido por coladas básicas que han sido datadas por GUILLOU *et al.* (1996) en 1,05 M.a.

Por último, la construcción de este primer edificio volcánico culmina con la emisión de un gran volumen de piroclastos que se localizan preferentemente en el área de Ventejís, y que da lugar a un complejo volcán de tipo estratovolcánico. Las coladas de este conjunto volcá-

nico (Ventejís-Picos-Moles) aparecen intercaladas entre el material piroclástico y se caracterizan por la presencia de nódulos piroxeníticos. Tienen una edad del orden de 0,88 M.a. según datos de GUILLOU *et al.* (*op.cit.*).

2.2.1. Tramo inferior

El tramo inferior del Edificio Tiñor aflora fundamentalmente en el fondo de los barrancos de: Tiñor y Honduras, (en esta Hoja), y Balón y Playecillas, (en la Hoja de Frontera). Está constituido por un apilamiento de coladas delgadas con intercalaciones piroclásticas subordinadas y con niveles brechoídes que se describirán pormenorizadamente en el apartado siguiente. Además toda esta sucesión está afectada por diques. Se trata de los materiales más antiguos de la isla, que han sido datados por GUILLOU *et al.* (*op.cit.*) en el fondo de los barrancos citados.

2.2.1.1. *Coladas, basaníticas y tefríticas "s.I" (2) y edificios de tefra basálticos "s.I" (3)*

En los itinerarios realizados a lo largo de los barrancos de Tiñor, y Honduras, se observa que la parte más baja de la serie corresponde con basaltos plagioclásicos-olivínico-piroxénicos, en la cual no se reconocen las estructuras de colada. Se trata de unos materiales de aspecto brechoíde, monomíticos, atravesados por diques divagantes, de idéntica composición, que pueden corresponder a coladas autoclásticas o domos colapsados. Al ascender en la serie se observan coladas "pahoehoe", de similar composición y poca potencia, con espesores individuales de 20-40 cm. En conjunto se disponen buzando unos 15-20° al ESE y pueden llegar a alcanzar un espesor total de unos 200 m.

Los depósitos piroclásticos que aparecen intercalados entre el apilamiento no son muy importantes y muchas veces no pueden ser cartografiados. En la zona de cabecera del Bco de Tiñor, por debajo de la fuente de Tijirote, se han cartografiado unos niveles de lapilli y escorias basálticas, que presentan intercalaciones de materiales retrabajados, de aspecto epiclástico, hacia el techo.

2.2.2. Tramo tabular

Este tramo se sitúa de forma discordante sobre las coladas del tramo inferior y aflora ampliamente, a lo largo del escarpe de El Toril, junto a la carretera Tiñor-San Andrés, y en las laderas de Dar y de los barrancos de Tiñor, y Honduras. Además aparece en el sector costero nor-oriental de la Hoja constituyendo, en algunos casos, un paleoacantilado fósil. El techo de esta unidad se observa en la nueva carretera de Valverde a San Andrés y está constituido por el conjunto de materiales piroclásticos con coladas subordinadas de Ventejís.

2.2.2.1. *Coladas basálticas, basaníticas y tefríticas (4). Edificios de tefra basálticos "s.I" (5)*

Se describen en este apartado tanto las coladas como los depósitos piroclásticos y conos enterrados que aparecen en el tramo tabular del Edificio Tiñor. Los depósitos piroclásticos ocupan una mínima parte en relación al volumen de coladas existente, y además hay algunos niveles de poco espesor que no tienen representación cartográfica.

En general estas coladas dan lugar a un relieve escalonado, ya que es un apilamiento de coladas de tipo "aa" con intercalaciones de niveles escoriáceos que corresponden a las bases y techos. Constituyen la parte fundamental del macizo de Tiñor y adoptan una disposición estructural algo compleja, aunque predominan los buzamientos al E y ESE con valores variables entre 3° y 15°. En los afloramientos del sector nororiental, comprendidos entre la zona de Tamaduste y Puerto de La Estaca, estas coladas adoptan una disposición casi horizontal, con valores inferiores a 3°. En conjunto, tanto estas coladas como las del tramo inferior están afectadas por fallas normales de componente NE-SO que da lugar a un graben.

Donde mejor puede muestrearse esta unidad, es en las laderas de los Bcos de Tiñor, Honduras, y en los escarpes del vértice Toril. Concretamente, en la parte más alta de la serie (en el escarpe de El Toril, y en las proximidades de la localidad de Tiñor) se observan coladas de tipo "aa", con tonos de alteración oscuros. Estas coladas corresponden, tanto a basaltos olivínico-piroxénicos como a basaltos muy ricos en piroxeno. Así, ya sea en la superficie próxima al pluviómetro de Tiñor, como en la superficie culminante de Mñá de Aragando (Hoja de Frontera), es frecuente encontrar augitas de más de 1 cm. Estas coladas ankaramíticas son muy llamativas y presentan distinta potencia. Las observadas en la zona de Tiñor corresponden a coladas no muy potentes, sin embargo las muestreadas en Mñá de Aragando son coladas más potentes con partición en grandes bloques prismáticos. También se han muestreado otras coladas masivas y potentes de tefritas y de basaltos, de tendencia afanítica, con fenocristales aislados de piroxeno, en el corte de la carretera antigua a San Andrés.

En la zona de Tamaduste se observa también un apilamiento de coladas potentes con zonas escoriáceas intercaladas que ofrece en conjunto un aspecto tabular. En este sector se han cartografiado algunos conos piroclásticos enterrados constituidos por lapillis y escorias basálticas de tonos marronáceos, rojizos y anaranjados. El material piroclástico adopta la clásica disposición periclinal, en capas buzantes con inclinaciones de unos 30° al E. Esto es debido a que sólo es visible, en el corte del paleoacantilado, la ladera E del edificio. En el extremo sur de este acantilado, junto a la entrada a Tamaduste, hay otro cono piroclástico, ligeramente mejor conservado, atravesado por diques y por un cuerpo intrusivo de tipo basáltico-traquibasáltico.

En la zona costera, entre el Puerto de la Estaca y el Roque del Palo, es donde existe una mayor densidad de escorias y conos piroclásticos. Presentan colores rojizo-negruzcos de alteración y están constituidos por lapilli, grueso, escorias y emplastes lávicos de composición basáltica. Intercalada entre estos materiales piroclásticos aflora una colada masiva de unos 3-4 m de potencia. Se trata de un basalto olivínico con alteraciones secundarias y nódulos duníticos de hasta 4-6 cm de tamaño.

2.2.2.2. *Intrusivos básicos (6)*

Sólo se han cartografiado dos pequeños cuerpos intrusivos relacionados con el edificio Tiñor, en ambos casos se observan las raíces de los mismos constituidos por diques alimentadores.

En primer lugar se describe un dique ancho que se "abre" a modo de intrusivo y que aflora en la zona de cabecera del Bco de Tiñor, a aproximadamente unos 650 m al este de esta loca-

lidad. En muestra de mano es una roca muy porfídica, algo afieltrada y rica en fenocristales de piroxeno (muchos de ellos de más de 8 mm).

El otro afloramiento citado se sitúa en las inmediaciones de Tamaduste, siendo el encajante material piroclástico. Este cuerpo intrusivo es muy llamativo y probablemente llegó a extruir, ya que parece asociarse a él una brecha monomicta típica de extrusión. Se trata de una roca afanítica de color gris claro con tonos de alteración cobrizos que puede clasificarse como basalto afanítico.

2.2.3. Grupo de volcanes de Ventejís-Picos-Moles.

Después de la emisión del tramo tabular debió producirse un período de calma eruptiva del orden de unos 200.000 años, durante el cual comienza a generarse un paleorrelieve que es fosilizado por los materiales del grupo Ventejís. Estas emisiones dan lugar a un complejo estratovolcán que se localiza preferentemente, al SO de Valverde, en la zona de Ventejís. A todo este conjunto volcánico que se dispone sobre el tramo tabular se le ha denominado (de acuerdo con GUILLOU *et al.* (*op.cit.*) como Grupo de Volcanes de Ventejís, por ser éste el cráter más importante y representativo del conjunto, con casi un kilómetro de diámetro.

2.2.3.1. Coladas basálticas "s.l" y tefríticas (7) y edificios de tetra basálticos con algunas intercalaciones hidromagmáticas (8).

Como se ha comentado en el apartado anterior, esta unidad está constituida mayoritariamente por depósitos piroclásticos, con intercalaciones subordinadas de coladas basálticas. Estos afloramientos piroclásticos se distribuyen principalmente hacia el oeste y suroeste de la ciudad de Valverde (zona de Ventejís). Las coladas aparecen como pequeños ojales o ventanas en el fondo de algunos barrancos de este sector y también han llenado el paleorrelieve existente entre Tiñor y Tamaduste, canalizándose desde las inmediaciones de Valverde hasta el sector costero próximo al aeropuerto.

Además, se ha asignado a esta unidad, un conjunto de edificios que presentan características análogas a los de Ventejís en cuanto a su grado de conservación y aspecto de campo. Se trata de una alineación de edificios de tendencia E-O, situada próxima al Puerto de la Estaca, e integrada por los edificios de: M^ña de la Ladera o vértice Picos- Pico de los Espárragos (vértice Rivera)- y Pico de los Moles. Los cráteres de estos edificios están parcialmente conservados y afectados por una pequeña fractura de dirección N-80°E, y buzamiento 70°S, cuyo labio hundido es el meridional. Esta fractura queda al descubierto en la trinchera de la carretera al Puerto de la Estaca y se prolonga hacia el oeste unos 2 km hasta enlazar con la de la ladera del Gamonal. Los edificios piroclásticos están constituidos mayoritariamente por lapi-lli y escorias, aunque también se observan "spatter", bombas y algunos "colgajos" de coladas intercaladas. Tanto en las coladas como en las bombas se ha comprobado que son basaltos olivínicos con grandes acumulados de dunita; de hasta 3-4 cm. Superficialmente están algo edafizados, con tonos de alteración amarillo-oxidado, en los piroclastos y gris-acaramelado en las coladas. Internamente presentan colores más negruzcos. Localmente se han observado tobas palagoníticas que parecen corresponder a pulsos de actividad hidromagmática. Además, superficialmente existe una costra calcárea que indica la antigüedad de estos depósitos.

Dentro del área de Ventejís, propiamente dicha, se pueden señalar además del cráter de Ventejís (ya citado) los siguientes edificios: "Vértice Pedraje (1.025 m)- Mñá Pedraje-El Gallego"; Morro de La Hoya Reyes; "Ventejís-Loma de los Cardos"; "Caldereta-cráter adventicio-edificio en la cabecera del Bco. de Santiago". Todo este conjunto de edificios se disponen aproximadamente según tres alineaciones de tendencia N-15-20°E, las dos primeras, y N35°E, la tercera. (Los topónimos anteriores entre comillas (" ") indican cada una de las alineaciones citadas). Muchos de los edificios señalados no conservan el cráter y es una característica común a casi todos ellos, el intenso desarrollo de abarrancamientos en sus laderas, y la existencia de procesos de edafización superficiales que impiden observar bien la naturaleza y estructura interna de los edificios. Todas estas características resultan muy útiles a la hora de separar este conjunto, de los edificios del Volcanismo de las Dorsales que aparecen al este y también para el denominado Grupo de Volcanes Adventicios (sector NE). Al encajarse la red de drenaje llegan a quedar al descubierto algunos "ojales o ventanas" de coladas basálticas entre los piroclastos. Los mejores ejemplos aparecen al N y NE del cráter principal de Ventejís. Se trata de coladas basálticas con tonos de alteración azul-negruzco, que se caracterizan por presentar abundantes nódulos de piroxeno de hasta 4-6 cm de tamaño. A techo de estas coladas se observan lapillis, escorias y bombas, de composición basáltica, con tamaños muy variables, desde unos milímetros hasta bombas de más de 25 cm de diámetro.

En la trinchera de la nueva carretera que une Valverde con S.Andrés, hay un corte que permite comprobar la estructura interna de estos edificios. Se observa la superposición de varios edificios piroclásticos con niveles lávicos subordinados intercalados. La parte más superficial presenta tonos anaranjados y blanco-grisáceos de alteración con desarrollo de encalichamientos locales en los lapillis. Internamente el lapilli es negro y se observa una sucesión de más de 10 m de potencia con zonas de mayor granulometría en que predominan las escorias y bombas. Al muro aparecen varias coladas con bases y techos escoriáceos que buzan paraconcordantemente con las capas de lapilli. Por debajo de estas coladas vuelven a aflorar al menos otros tres metros (visibles) de lapillis de granulometría fina, con alguna bomba aislada, de hasta 20-25 cm de diámetro. Continuando el corte de la carretera en dirección a Tiñor se han muestrado unas coladas de basaltos "frescos" (intercalados entre los piroclastos) para realizar una datación radiométrica. Asimismo, en la pista de San Andrés al "Garoé" (Árbol Santo) y en las proximidades del vértice Ventejís, se observan algunos niveles piroclásticos intercalados de tipo hidromagnético, algo alterados y también coladas afaníticas de aspecto escoriáceo. En la parte superior hay unas capas de piroclastos gruesos, con bombas de hasta 80 cm de diámetro.

Las coladas de esta unidad se han canalizado preferentemente desde la zona de Tefirabe, aguas arriba de Valverde, hacia el Bco de Santiago. En algunos puntos resulta complicado la individualización entre estas coladas y las del edificio Ajare (Episodios adventicios). Esta última tiene también disyunción columnar y fractura limpia y aflora en el lomo que queda justo debajo de la Iglesia de Valverde. En toda la zona aledaña a Valverde se han muestrado las coladas de esta unidad. Se trata de coladas masivas y potentes, con disyunción columnar característica y frecuentes nódulos, de tamaños centimétricos. En muchos puntos se apoyan sobre una capa de piroclastos de tipo lapilli, dando resaltos por erosión diferencial. Este hecho ha dado lugar a la formación de cuevas-vivienda en toda la zona aledaña a Valverde.

2.2.3.2. Sedimentos (9)

Estos materiales se sitúan preferentemente al techo de las dos unidades descritas anteriormente y afloran en las inmediaciones de los Altos de Atara, ocupando la superficie culminante próxima al vértice Toril. Se han agrupado, a efectos cartográficos, un conjunto de materiales de diversa procedencia. Entre otros se observan: Limos algo arenosos de color marrón-amarillento, con pequeños cantes; depósitos de tipo epiclástico; lapilli; tobas de lapilli, con pequeños líticos de origen hidromagmático; etc. En general la potencia visible se sitúa entre 4-5 m, observándose que según se profundiza, el material es más puramente piroclástico. En toda la zona comprendida entre los Altos de Atara y el vértice Toril se han explotado estos materiales para la obtención de correctores de suelos con fines agrícolas. Estos depósitos se han transportado hasta la zona de Frontera (Valle de El Golfo) para acondicionar terrenos para plantaciones de plátanos y piña tropical.

2.2.4. Dominio NE (Volcanismo de Las Dorsales. Volcanes Advencios)

Después de la emisión del Edificio Tiñor, que culmina con los episodios del conjunto volcánico de Ventejís, aparecen una serie de edificios adventicios a este estratovolcán que se caracterizan por un mejor grado de conservación. A este grupo de volcanes, que ocupan mayoritariamente, el sector NE de la isla, se le ha denominado genéricamente como Volcanes adventicios y se agrupan siguiendo las directrices tectónicas regionales. (ENE-OSO; NNE-SSO y NNO-SSE). En el siguiente apartado se describen pormenorizadamente las coladas y centros de emisión de esta fase, que aunque se han individualizado cartográficamente, en edad, muchos de ellos, pueden ser contemporáneos con las emisiones del Volcanismo de las Dorsales.

2.2.4.1. *Coladas basálticas "s.l." y tefríticas (10), edificios de tefra basálticos "s.l." (11), piroclastos de dispersión (12) y depósitos hidromagmáticos (12a)*

Se describen en este epígrafe, todos los centros de emisión y sus coladas asociadas que se disponen sobre el Edificio Tiñor, y que a su vez son anteriores a las "fases subreciente y reciente". Por este motivo, se les ha denominado "adventicios", ya que pueden existir edificios con edades algo diversas.

La alineación más meridional aparece entre Valverde y Puerto de La Estaca y está integrada por los edificios de Ajare y San Juan (N-70°E). Podría sugerirse que la actividad volcánica ha ido progresando hacia el O, en el sentido de la alineación. Así, el edificio más antiguo es un pequeño centro de emisión sin cráter que se localiza al ENE del repetidor. A continuación se emplaza el edificio donde se sitúa el repetidor, que queda situado al NE de San Juan y está debajo de este último. Posteriormente, en el extremo occidental de la fisura, aparece el Volcán de Ajare, cuyas coladas llenan parcialmente el cráter de San Juan.

El volcán San Juan tiene un cráter abierto hacia el oeste-suroeste y está constituido mayoritariamente por lapillis y escorias negras y sueltas de tamaños medios entre 0,5-1,5 cm. (para el lapilli) y de más de 6 cm, para las escorias. Superficialmente está algo alterado y recubierto por una capa de suelo de color marronáceo. También se observan bombas masivas y den-

sas de basaltos de matriz negra con pequeños fenocristales de olivino. No obstante, las coladas muestreadas en la boca del cráter son de basaltos olivínico-piroxénicos. Inmediatamente al ENE de este cono hay otro edificio piroclástico, donde se asienta el repetidor. En la falda norte del edificio, junto a la carretera de Valverde al Puerto, hay una antigua cantera en la que puede observarse la estructura interna del mismo. Está constituido por lapillis, escorias, bombas, emplastes y jirones de lava de composición basáltica afanítica. Asimismo, en la trinchera de la carretera, junto a la entrada al polvorín, se observa la superposición de dos edificios piroclásticos. El que queda estratigráficamente debajo, presenta niveles intercalados de tobas de lapilli (anaranjadas) con líticos que sugieren una actividad de tipo hidromagmática.

Este edificio está algo alterado con tonos grises, pardos y ocres-oxidados y se encuentra afectado por varias diaclasas y fisuras abiertas, visibles en la trinchera de la carretera. Intercalado entre los piroclastos aparecen coladas de basaltos olivínicos iddingsitzados con algún nódulo dunítico aislado.

El edificio Ajare es un cono volcánico con cráter en herradura abierto hacia el NE y está constituido mayoritariamente por escorias rojizas con tamaños del orden de 3-8 cm. Estos materiales piroclásticos se estructuran en capas con buzamiento periclinal, intercalándose lapilli de menor granulometría y bombas volcánicas con tamaños de hasta 40-60 cm de diámetro. Las coladas de este edificio se derraman en dos brazos. Uno de ellos rodea Valverde y sigue por el Bco de Santiago, mientras que el otro ramal circunda al edificio San Juan y se canaliza por el Bco de Tejeteica hacia los acantilados de La Caleta. Se trata de coladas "aa", algo afieltradas de composición basáltica olivínico-piroxénica.

Existe una alineación de edificios, conjugada con la anterior, de dirección NNO-SSE definida por los edificios de: Tanajiscaba ó Echedo-Pico Bejiga-Hoya del Juez y Montaña del Hombre Muerto. Algunos de estos edificios participan de otras alineaciones de tendencia OSO-ENE, sensiblemente paralelas a la de Ajare-Caleta.

El edificio de Mña de Tanajiscaba o Echedo se localiza al norte de esta localidad y está constituido por un cráter circular, bien conservado, y un salidero anterior, que presenta un resto de cráter, situado en la falda norte. Este cráter anterior parece el resto de un primer edificio colapsado constituido por capas de escorias rojizas con fuerte buzamiento. Tienen tamaños variables desde 0,5 cm hasta 15 cm, aunque mayoritariamente predominan las escorias de 1,5-3 cm. Hacia el techo se observa una granulometría más fina.

Sus coladas se extienden preferentemente hacia el NE llegando a alcanzar la línea de costa en la zona de Riscos de Los Cardones.

El edificio Pico Bejiga se sitúa en la intersección de dos alineaciones conjugadas y presenta un cráter, bien conservado, abierto hacia el NE. Está constituido por capas alternantes de lapilli y escorias con granulometrías del orden de 0,4-2 cm para el lapilli y de 6-15 cm para las escorias. Raramente se observa alguna bomba o escoria que supere los 20 cm. Las coladas de este edificio cubren un área relativamente extensa hacia el norte y noreste y presentan un buen estado de conservación dando lóbulos y una superficie de tipo seudomalpaís.

Inmediatamente al sur del edificio Pico Bejiga se sitúa el volcán de la Hoya del Juez, está constituido por capas de escorias más rojizas y compactas y presenta un peor grado de conservación que el anterior. No obstante conserva su cráter abierto hacia el NE.

La M^ña del Hombre Muerto se localiza al norte de la localidad de Valverde quedando rodeada por las carreteras a Echedo y Mocanal. En la falda SE hay un antiguo frente de cantera en el que se observan piroclastos rojizos, algo consolidados, con tamaños variables desde 1-3 cm hasta escorias y bombas de más de 20 cm. Hacia el norte hay zonas en que se observan emplastes lávicos de composición basáltica olivínico-piroxénica. Las partes altas del edificio están constituidas por lapillis finos de color negruzco, sugiriendo una posible resurgencia en la actividad magmática. Las coladas de este edificio son basaltos (s.l.) con colores de alteración negro-azulado, algo afieltradas y presentan fenocristales aislados de olivino y piroxeno. Toda esta zona está parcialmente cubierta por los lapillis de dispersión recientes de M^ña "La Cancela". (Volcán del Tesoro).

La alineación de los cráteres de M^ña del Pico y el Pico Begija (antes citado) tienen una orientación N-60°E, y se sitúan sobre una posible falla (supuesta) en el borde norte del macizo de Tiñor. Este edificio tiene una forma en planta algo irregular con un cráter en herradura bien conservado abierto hacia el norte. En el extremo NE de esta alineación aparecen los tres cráteres de M^ña del Pico abiertos hacia el NE, estando el último de ellos seccionado por el paleoacantilado de Tamaduste. Están constituidos por escorias y lapillis de tonos rojizos y presentan laderas poco vegetadas. En las proximidades del Bco del Cura hay dos cerritos constituidos por escorias basálticas rojizas, bombas y emplastes que corresponden a antiguos salideros. Actualmente están parcialmente recubiertos por los lapillis de dispersión de M^ña de La Cancela.

Subparalela con esta alineación y ligeramente convergente se observa la alineación de los cráteres adventicios a M^ña de la Limera- M^ña Tenesedra-M^ña Cueva de La Paja (N-52°E). M^ña de la Limera presenta varios cráteres alineados de SO a NE y se sitúa al sur del Hoyo del Barrio. Sus coladas se extienden hacia el norte y se imbrican con las procedentes de M^ña Jamones. El edificio M^ña Tenesedra se sitúa al N de la crtra. Valverde-Mocanal (próximo a esta última localidad), y está constituido por una alternancia de escorias y lapilli de color rojizo. Además hay emplastes lávicos y algunas bombas de hasta 1 m de diámetro. En la parte culminante del edificio se observan capas de lapillis finos y cineritas de colores gris-amarillentos y anaranjados. El edificio M^ña Cueva de la Paja está constituido por una alternancia de escorias y lapillis de color rojizo distribuidos en capas estratificadas con buzamiento periclinal. Se observan también algunas bombas basálticas y un mayor predominio del lapilli hacia el techo. Las coladas de este edificio cubren una gran extensión hacia el norte y dan lugar a una superficie de tipo malpaís algo degradado. Se trata de coladas "aa" con muchas escorias de base y composición basáltica olivínica. La matriz es algo vesicular y afieltrada de tipo afanítico, destacando en ella pequeños fenocristales de olivino.

El edificio M^ña Tenesedra participa de otra alineación conjugada de orientación (N-150°E) y que la constituyen además los edificios de M^ña Carascán y M^ña de Tisamar. El edificio M^ña Carascán se sitúa aproximadamente a 1 km al NE de Mocanal, y está relativamente mal con-

servado, recubierto por un suelo que impide observar su estructura interna. A unos 600 m al NO se levanta el edificio M^ña Tisamar. Se trata de un cono de escorias y lapilli (mejor conservado) con cráter seudocircular que ha emitido coladas hacia la zona costera del Pozo de Las Calcosas. Son coladas "aa" con seudomalpaís, bien conservado, que presentan lóbulos de flujo y canales lávicos.

Por último, el edificio M^ña de Las Salinas se sitúa al NNE de la M^ña de Echedo y podría definir una alineación de esta orientación (NNE-SSO) conjuntamente, entre ambos y el volcán de la Cueva de la Paja, ya descrito. Este edificio parece posterior a la M^ña de Echedo y presenta pulsos de actividad estromboliana e hidromagmática. Mayoritariamente está constituido por lapillis, escorias y bombas de composición basáltica muy ricas en piroxenos. Los piroclastos tienen tamaños variables desde 0,5 cm hasta bloques de 30 cm. Hacia el sur del edificio hay una zona de dispersión, cubierta por niveles cineríticos alternando con capas de lapilli de caída ("fall") que cubren parcialmente las laderas de M^ña de Echedo. Asimismo, bajando hacia Las Salinas se observan unos niveles brechoides con líticos empastados en una matriz cinerítica palagonizada. Todo ello indica que durante la emisión de este edificio se debió producir aporte de agua a la cámara magmática que dió origen a estos depósitos (hidromagmáticos).

Se ha asignado a esta unidad, aunque con ciertas reservas, un pequeño centro de emisión aislado que aparece junto al Pueblo de Tiñor, ya que es un edificio mal conservado de dudosa asignación. Está constituido por lapillis, escorias y aglutinados basálticos de diversos tamaños. Desde 1-2 cm, en la parte superior, hasta bloques de más de 20 cm. Presenta colores de alteración muy variables: grises, negruzcos, pardo-rojizos, oxidados, etc.

2.2.4.2. Depósitos epiclásticos (13)

Se ha asignado a esta unidad un pequeño afloramiento que aparece al N de la ciudad de Valverde, en la falda occidental de la M^ña del Hombre Muerto. Se trata de un depósito mixto en el que aparece material piroclástico retrabajado mezclado con aportes de barranco y depósitos de tipo aluvial-coluvial. En general tiene granulometría fina y potencia escasa, ocupando una zona deprimida, entre los relieves de Afoba y M^ña del Hombre Muerto.

2.2.5. Emisiones subrecientes (Edificios de La Caleta, Punta de la Caleta, Playa de Varadero y Bco Honduras)

Dentro del Dominio NE (Edificio Tiñor) se han asignado al volcanismo subreciente las coladas de La Caleta, Playa del Varadero y Bco de Honduras. En todos los casos se observa que han ganado terreno al mar pero no muestran una morfología tan preservada como las que se han asignado al volcanismo reciente. En conjunto definen una fisura eruptiva paralela a la costa de orientación NE-SO. Esta directriz coincide con la rama de la dorsal NE típica en todo este sector.

2.2.5.1. Coladas basálticas "s.l." y edificios de cinder (14 y 15)

Como se ha adelantado en el epígrafe anterior, se describen en este apartado las coladas basálticas subrecientes del vértice Caleta, La Caleta, Playa del Varadero y Bco de Honduras.

El edificio La Caleta es un cono de cinder de planta subredondeada con cráter abierto hacia el este. Está constituido por lapillis, escorias y bombas de composición basáltica. Las coladas son masivas y potentes con disyunción columnar muy marcada. Se trata de basaltos olivínicos de matriz afanítica con algunos fenocristales aislados de piroxeno.

En las inmediaciones de La Caleta, junto al paraje La Montañeta, hay un pequeño edificio piroclástico sin cráter de donde parecen surgir lavas "pahoehoe", muy vesiculares, con estructuras cordadas muy llamativas, que originan una morfología de seudomalpaís de bloques lisos. Estas coladas ocupan una superficie seudotriangular cuyos vértices serían: La Ensenada de Juanil, la Punta de la Caleta, y el citado edificio. En muestra de mano se observa que se trata de una roca básica, con olivino fresco, algo vesicular y esponjosa.

En las inmediaciones de la Playa del Varadero, por detrás de los edificios de UNELCO y J.O.P. hay un edificio piroclástico con dos pequeños cráteres seudocirculares y un salidero que ha emitido unas coladas de corto recorrido, que alcanzan la línea de costa entre la Playa del Varadero y la Playa de Tijeretas. Son coladas oscuras de matriz negruzca y composición basáltica olivínica-piroxénica. El edificio está seccionado en su falda norte por el Bco de Tiñor y se extiende hacia el sur hasta un pequeño barranco junto a la Playa de Tijeretas. Está constituido por lapillis, escorias y bombas de composición basáltica con tonos negruzcos y oxidados en superficie. En la sección del Bco de Tiñor se observa que estas coladas son de tipo "aa", con bases y techos escoriáceos y espesores individuales (< 1m). Presentan tonos oscuros de alteración (desde marrón cobrizo a negruzco) y muestran un acusado buzamiento al ESE.

Las coladas del Bco de Honduras parecen ser algo más jóvenes que las anteriores, ya que se han canalizado por este barranco y se abren en la zona de desembocadura llegando a cubrir a los depósitos aluviales de Playa de Tijeretas. Se observan los canales lávicos muy bien conservados, y un malpaís superficial. Composicionalmente son rocas básicas similares a las anteriores.

2.2.6. Emisiones recientes. (Edificios La Cancela y Mñá Aguarijo)

Dentro del Dominio NE se han asignado a esta unidad (Reciente) las coladas del Edificio La Cancela que desbordan el "paleoacantilado" del Edificio Tiñor y cubren la plataforma costera de Tamaduste. Asimismo las coladas del Edificio Mñá de Aguarijo se han canalizado por un estrecho barranco y desembocan en la Bahía de las Calcosas dando lugar también a una bonita plataforma. Además, hay un pequeño centro de emisión en el Bco de las Martas cuyas coladas se canalizan por este barranco y llegan a imbricarse (aunque de forma dudosa) con las de Mñá de Aguarijo. Ambas dan lugar a la plataforma costera citada, del Pozo de las Calcosas.

2.2.6.1. Coladas, edificios de tefra y piroclastos de dispersión (16, 17 y 18)

Como se ha comentado en el apartado anterior, se describen aquí las coladas y piroclastos de los edificios: La Cancela, Aguarijo, Bco de las Martas y Volcán Soleimán.

El edificio La Cancela (Volcán del Tesoro) se encuentra a unos 1,5-2 km al NE de Valverde y se sitúa justo al borde del paleoacantilado de Tamaduste. Se trata de un edificio muy bien conservado, sin vegetar y con cráter abierto hacia el NE. Está constituido por lapillis, escorias y bombas basálticas, y presenta una extensa área cubierta por lapillis de dispersión de color negro, que son explotados actualmente como áridos de construcción. Las coladas son basaltos afaníticos, algo afieltrados, de color negro, que dan lugar a un malpaís de bloques relativamente bien conservado. Las coladas conservan su morfología original y provocan una superficie avanzada sobre la línea de costa, desde la Playa de Adentro hasta el Río de Tamaduste. Concretamente esta población se asienta sobre estas coladas.

El edificio M^ña de Aguarijo está situado en las proximidades de Mocanal y presenta un cráter bien conservado abierto en herradura hacia el NE. Está constituido mayoritariamente por escorias basálticas de tonos ocres, amarillentos y grises con tamaños muy variables, pero en general superiores a 10-15 cm. Las coladas son muy frescas, de tipo "aa" y de composición basáltica. Esta colada se ha canalizado por el barranco y llega a desbordar el acantilado de coladas de la dorsal, dando lugar a una pequeña plataforma costera, en la Bahía de las Calcosas.

Edificio Bco de las Martas. Se trata de un pequeño centro de emisión de escorias y "spatter" que casi no destaca entre los malpaíses lávicos. Tiene dos pequeños cráteres abiertos hacia el norte y ha emitido unas coladas basálticas afieltradas que se han canalizado por el Bco de Las Martas. En muestra de mano se observa que es un basalto olivínico-piroxénico de color negruzco, muy fresco y con fractura limpia.

M^ña Chamuscada es un edificio compuesto, constituido por varios cráteres alineados según una dirección NE-SO. Está constituido por lapillis, escorias y bombas de composición basáltica y color negruzco. Hay un pequeño ramal de coladas que surgen de la base del cráter occidental y cubren una pequeña extensión al NO de San Andrés. Las coladas que proceden del cráter NE rodean los relieves del edificio Tiñor y se descuelgan por la zona de la Hoya del Hornero hasta la Punta de Timijiraque dentro de la Hoja de Frontera. Algunas de estas coladas son muy recientes y conservan el malpaís superficial, dando lugar a una superficie caótica de bloques angulosos. Esta observación de campo es corroborada por los datos radiométricos apartados por FUSTER *et. al* (1993), obteniendo una edad de 4.230 años (C14). Estas emisiones proceden de un salidero o pequeño hornito situado en el sector NE de M^ña Chamuscada, conocido como Volcán Soleimán o Cuevas de Soleimán.

2.3. DOMINIO RESTO DE LA ISLA.

2.3.1. Edificio "El Golfo-Las Playas". Tramo inferior

Los materiales del tramo inferior del Edificio "El Golfo-Las Playas" aparecen en la base de los escarpes occidentales de la Hoja. Aflorando de manera casi continua desde los Riscos de Tibataje hasta la Playa de Cantadal.

Si se exceptúa al Dominio Tiñor, en lo referente al Dominio resto de la isla, estos son los materiales más antiguos que aparecen. Han sido datados por FUSTER, *et al* (1993) y GUILLOU *et al* (1996) en unos 0,43 M.a. y 0,54 M.a. respectivamente.

2.3.1.1. Coladas basálticas "sl", traquibasálticas y tefríticas. Edificios de tefra basálticos e hidromagnmáticos (19 y 20)

La característica fundamental de esta unidad es la existencia de numerosos conos piroclásticos, algunos de gran tamaño, que aparecen intercalados entre el apilamiento de coladas. Relacionados con estos centros de emisión se observan frecuentemente, cuerpos intrusivos y "sills" que resaltan por erosión diferencial. Algo parecido sucede con la red filoniana, de tendencia subvertical, que corta todo el apilamiento y que mayoritariamente presenta orientaciones NE-SO.

Las coladas son, generalmente, poco potentes y presentan intercalaciones de almagres o paleosuelos de colores amarillento-anaranjados. En ocasiones, también existen intercalaciones de niveles de lapillis con coloraciones y aspecto similar. En conjunto se estima que este tramo puede llegar a alcanzar más de 200 m de potencia.

Los conos piroclásticos están constituidos por lapillis, escorias y bombas, de composición basáltica, con colores de alteración pardos, anaranjados y rojizos. Están algo compactados por el propio peso del apilamiento posterior y presentan tamaños variables desde 1-2 cm, para el lapilli, hasta bloques de más de 20 cm, para algunas escorias y bombas.

Las coladas tienen espesores individuales próximos a un metro y suelen ser de tipo "aa" con bases y techos escoriáceos. Estructuralmente dan lugar a potentes apilamientos con suaves buzamientos norteados, y algo periclinales. Se han observado diferentes tipos litológicos: basaltos olivínicos, olivínico-piroxénicos, afaníticos, etc... Las coladas de tendencia afanítica son más masivas y potentes con colores oscuros. En muchas de las coladas de basaltos olivínicos se observa que estos fenocristales están iddingsitzados.

2.3.1.2. Intrusivos básicos (21)

Como se ha comentado anteriormente, intercalado entre el apilamiento de coladas y piroclastos del tramo inferior del edificio aparecen cuerpos intrusivos y "sills" de composición basáltica-traquibasáltica. Suelen ser rocas masivas con disyunción columnar muy característica y con colores de alteración grisáceos. En muestra de mano las rocas se caracterizan por presentar una fractura limpia, y ser bastante afaníticas. Muchos de estos cuerpos se relacionan con diques que se "abren" y pueden llegar a superar los 20 m de potencia. En otros casos adoptan formas paraconcordantes con el apilamiento pudiendo corresponder a diques-capas o "sills", que son fácilmente confundibles con coladas.

2.3.2. Edificio El Golfo-Las Playas. Tramo medio-superior

Este tramo aflora ampliamente a lo largo del escarpe occidental de la Hoja, desde Los Corrales al norte, hasta el límite con la Hoja de Frontera, al sur. Casi siempre ocupa la parte media-alta del escarpe, ya que se apoya de forma discordante sobre los materiales del tramo inferior. Mayoritariamente este tramo está constituido por un apilamiento de coladas basálticas con algunas intercalaciones de conos piroclásticos.

Las coladas presentan una estructuración mucho más patente que en el tramo inferior, dando lugar a un escarpe muy verticalizado, con morfología escalonada y tabular. La potencia máxima alcanzada es de unos 600 m medidos en la zona de Los Riscos de Tibataje. Hacia el norte va perdiendo espesor paulatinamente hasta llegar a acuñarse entre la Punta de Agache y Los Corrales, al este de los Roques de Salmor.

GUILLOU et. al (1996) dataron las coladas del techo del tramo inferior, justo debajo de la discordancia, en 442.103 años, mientras que coladas de este tramo han sido datadas por ellos mismos en 261.103 años. Por último, estos mismos autores, han datado las coladas traquíticas que aparecen al techo de este tramo, en 176.103 años. Esta misma colada fue datada por FUSTER et al. 1993 en 80.103 años.

2.3.2.1. Coladas basálticas y traquibasálticas (22). Edificios de tefra basálticos "s.l" (23)

Como se ha comentado anteriormente, estas unidades afloran ampliamente a lo largo del escarpe occidental de la Hoja, ocupando su parte media-alta. En general se observa que las coladas de esta unidad muestran una mayor variabilidad composicional que las del tramo inferior, existiendo toda una gama desde términos basálticos y traquibasálticos hasta las traquitas que se describen en el siguiente apartado. Además, intercalado entre el apilamiento lávico se observan conos piroclásticos con los clásicos colores de alteración marrón-rojizo oxidado, constituidos por lapillis y escorias basálticas de diversa granulometría, desde 0,5-1 cm para el lapilli fino, y hasta 15-30 cm, para las escorias y bombas de mayor tamaño. Estos depósitos están finamente estratificados con valores de buzamiento variable entre 10° y 30°. Asimismo, existen niveles más delgados de piroclastos finos, tamaño lapilli que se intercalan de forma laminar entre el apilamiento lávico; y que presentan mucha mayor continuidad lateral.

En el itinerario realizado desde la ermita de la Virgen de la Peña a Las Puntas se ha observado una menor proporción de depósitos piroclásticos que los existentes más al sur (Riscos de Tibataje). Sin embargo aparece una intercalación de escorias muy vesiculares, de color marrónaceo, que en conjunto pueden llegar a tener un espesor de unos 40 m.

En general las coladas son de tipo "aa" con bases y techos escoriáceos y una zona interna masiva en la cual puede desarrollarse disyunción columnar característica. Los espesores individuales de estas coladas son muy variables desde 1-2 m hasta más de 30 m. Estas últimas coladas, tan potentes, se observan al techo del apilamiento y suelen corresponder a términos traquibasálticos en tránsito a traquitas-máficas. Son coladas afaníticas con disyunción columnar y tonos de alteración grises y "cobrizos". En la base presentan escorias rojizas. Según se desciende en la serie se observan numerosas coladas escalonadas de diversos tipos basálticos con espesores individuales del orden de 3-6 m por término medio. Intercalados entre estos apilamientos lávicos aparecen niveles de almagre de colores anaranjados. En muestra de mano se observan tanto rocas porfídicas (olivínico-piroxénicas; olivínicas, etc.) como afaníticas. En el aspecto textural se han muestreado rocas masivas (con fractura limpia) y también afieltradas, (algo más escoriáceas).

2.3.2.2. Coladas traquíticas y traquitas máficas (24)

Las últimas emisiones del Edificio “El Golfo-Las Playas” están representadas por coladas traquíticas. Estos materiales ya fueron citados por los autores que han trabajado con anterioridad en la isla, y han sido datados por FUSTER *et al.* (1993) y GUILLOU *et al* (1996) en 80.000 y 176.000 años respectivamente.

En el camino desde la Ermita de la Virgen de la Peña a las Puntas se observa que estas coladas traquíticas están fracturadas y presentan espejos de fricción con un salto del orden de 10-15 m; algo parecido se observa en el acantilado hacia los Roques de Salmor en donde existen al menos dos escalones estructurales que quedan patentizados por el basculamiento de las traquitas. Esto es debido al fuerte contraste de color que existe entre estas coladas y las del entorno. Se trata de coladas potentes de color grisáceo con tonos de alteración blanquecinos. Presentan una textura algo afieltrada con base de cascajo. También se ha muestreado otra colada traquítica, mucho más fluidal, y con texturas a modo de desvitrificación que se sitúa al muro de la anterior. En conjunto tienen una potencia de unos 30 m. Realmente parece que existe concordancia tanto entre estas coladas como entre las de inmediatamente encima y debajo. Ambas son coladas muy potentes que recuerdan a traquibasaltos pero que realmente son traquitas máficas (benmoreitas). Concretamente está colada que aparece justo debajo de las traquitas tiene un color de alteración marrón-verdoso que “recuerda a muchas coladas de la vertiente sur de La Gomera y de la formación fonolítica en Gran Canaria”.

Estos materiales se han observado desde el acantilado de Punta de Agache, al N. hasta las proximidades del Paso de Jinámar, al S. (dentro de la Hoja de Frontera) Aunque no se conocen los centros de emisión de estas coladas, ni tampoco se han observado diques de esta composición, se podría sugerir (según el buzamiento general de las coladas) que estos centros se localizarían hacia el sur de los afloramientos citados.

2.3.3. Volcanismo de las Dorsales indiferenciado.

En aparente continuidad con los materiales del edificio El Golfo-Las Playas, comienza la emisión de lo que se ha denominado como “Volcanismo de las Dorsales”. Estos materiales son los que ocupan una mayor extensión en la isla y coinciden en parte con la serie intermedia de PELLICER (1977) o Serie indiferenciada de NAVARRO (1995), aflorando en toda la mitad occidental de la Hoja, superpuestos al edificio El Golfo-Las Playas. Concretamente las coladas próximas a la base han sido datadas en unos 158.103 años (GUILLOU *et al.* 1996)), mientras que las traquitas del techo del edificio anterior han sido datadas en 176.103 años, lo cual da idea de la aparente concordancia entre ambas unidades. Es en estas dorsales o ejes estructurales donde tiende a concentrarse la actividad volcánica, observándose en el subsuelo una mayor densidad de intrusiones filonianas. En superficie queda representado por una gran cantidad de conos piroclásticos, con edades muy similares entre sí, siendo muy problemático individualizar las coladas que pertenecen a unos u otros edificios.

2.3.3.1. Coladas basálticas "s.l", traquibasálticas, basaníticas, tefríticas (25), edificios de tefra basálticos "s.l" (26) y piroclastos de dispersión (27)

Las coladas de esta unidad cubren una gran parte de la mitad occidental de la Hoja, y constituyen el techo de los apilamientos observados en el escarpe de El Golfo. Además de los recorridos efectuados en los caminos y carreteras de la zona, para realizar el muestreo y la cartografía de detalle, ha sido necesario efectuar itinerarios a pie siguiendo las sendas que descienden desde los miradores de Jinámar y la Virgen de la Peña hacia El Golfo. En ambos casos se comprueba que estas coladas dan lugar a un relieve escalonado debido a la existencia de niveles escoriáceos a techo y muro de cada unidad lávica de tipo "aa". En general son coladas potentes con disyunción columnar y composición basáltica (s.l.). Al muro de la unidad se han muestreado algunas coladas de tipo traquibasáltico que corresponden a coladas muy masivas y potentes, afaníticas, y con tonos de alteración grisáceos. Existe todo un amplio abanico de tipos texturales: desde basaltos porfídicos, de tipo ankaramítico, con grandes fenocristales de piroxeno, como los observados en el Restaurante-Mirador de la Peña, hasta coladas afaníticas. Otros tipos observados son los clásicos basaltos olivínicos, con fenocristales algo alterados e iddingsitizados. También se han muestreado coladas de basaltos con alteración en "grano de millo" y tonos azulados de meteorización. Estas coladas presentan en la base un nivel de almagre de tono anaranjado muy característico. Las coladas que cubren la superficie del tope del apilamiento se caracterizan por sus superficies escoriáceas a modo de seudomalpaís y son mayoritariamente basaltos olivínicos y traquibasaltos, aunque alguna colada tiene tendencia basanítico-tefrítica.

Aparentemente se ha observado que las coladas que afloran al SO del área estudiada, dentro ya de la Hoja de Frontera (Timbarombo, Afosa, M^ña de Las Rosas-San Andrés) están algo más degradadas que las que aparecen hacia el norte de M^ña de la Vaca, Rincón de Izique, etc. En esta zona, al O de San Andrés, hay una pequeña área cuyo topónimo ("La Tierra que Suena") ya da una idea de la existencia de superficies de tipo seudomalpaís y además se han cartografiado en este sector numerosos centros de emisión de pequeño tamaño y acumulaciones de escorias a modo de túmulos, etc.

Los centros de emisión que aparecen en superficie se encuentran alineados siguiendo varias directrices estructurales, siendo la directriz que más se repite la NE-SO con variaciones entre N-30°E y N-55°E. Además se han observado algunas alineaciones conjugadas de tendencia NO-SE (N-110°E y N-150°E), y una alineación N-S definida por los edificios de M^ña de la Fara-San Andrés (este último edificio dentro de la Hoja de Frontera).

En el extremo noroccidental de la Hoja, en las proximidades de la costa, hay un conjunto de edificios alineados según la directriz NE-SO. La mayoría de ellos presenta cráteres bien conservados y aunque algunos no tienen topónimo asignado, se les ha denominado por los edificios más representativos que definen la alineación: "M^ña de la Viña-Quemada (o de los Muertos)-Quebrada-Bermeja (vértice Tancajote)". Algunas de estas alineaciones estructurales se corresponden con pequeños escalones estructurales observados en el escarpe de El Golfo, en su extremo norte.

M^ña Quemada es un edificio piroclástico constituido mayoritariamente por escorias y emplastes lávicos de color rojizo oscuro-grisáceo. Aunque predominan las escorias gruesas, también hay abundantes bombas con formas fusiformes, retorcidas y tamaños de hasta 60 cm de diámetro. Las coladas que están saliendo de este edificio son basaltos olivínicos muy vesiculares, de tipo "pahoehoe". Estas coladas al ser tan fluidales dan lugar a algunos "jameos".

En el extremo SO de la Hoja, en la zona del Rincón de Izique se observa la parte final de una alineación de edificios que aparecen representados dentro de la Hoja de Frontera, en los alrededores del Mirador de Jinámar. Se trata de un conjunto de edificios que definen una serie de alineaciones subparalelas de tendencia NE-SO. La alineación más occidental es la definida por los edificios: "Rincón de Izique-Cercado de Amaro" que se prolonga unos 3 km desde las proximidades del vértice Izique hasta la zona de Cercado de Amaro-Las Tabladitas. El edificio Rincón de Izique es un cono piroclástico, de planta irregular, que presenta varios cráteres anidados, abiertos todos ellos hacia el NE, en el sentido de la alineación. Está constituido por escorias, lapilli y emplastes lávicos.

A unos 600 m al este de la anterior alineación aparece otra alineación subparalela definida fundamentalmente por los edificios de M^ña del Tomillar y M^ña del Cascajo. Estos dos últimos edificios presentan un peor estado de conservación ya que superficialmente están recubiertos por un suelo de color marrón-anaranjado y sus laderas están acarcavadas. No obstante, en la falda N de M^ña del Cascajo hay un antiguo frente de cantera que permite la observación de la estructura interna del edificio comprobándose que está constituido por lapillis, escorias, bombas y bloques lávicos de basaltos negruzcos relativamente frescos. Algunas bombas presentan diámetros de hasta 80-90 cm y tienen composición basáltica olivínica. Este edificio tiene el cráter en herradura abierto hacia el SE, mientras que el de M^ña del Tomillar se abre en el sentido de la alineación (NE). Las coladas de este edificio, muestradas en las proximidades del cráter, son basaltos olivínicos de matriz afanítica, algo afieltrada. Estas coladas son fundamentalmente de tipo "aa" con bases y techos escoriáceos muy desarrollados.

2.3.4. Volcanismo de relleno de El Golfo

Con posterioridad al deslizamiento de El Golfo tienen lugar una serie de emisiones que se localizan dentro del arco y que contribuyen a llenar la depresión y volver a ganar terreno al mar.

2.3.4.1. Coladas basáticas "s.I", basaníticas y tefríticas (28) y edificios de tefra basálticos "s.I" (29)

Como se ha indicado en el punto anterior, estos materiales afloran exclusivamente en el extremo occidental de la Hoja prolongándose dentro de las hojas de Frontera y Sabinosa. Los centros de emisión son de reducido tamaño y están relativamente mal conservados para su edad. El centro de emisión de Los Corchos se sitúa junto a las Casas de las Lapas y está constituido por escorias rojizas y emplastes lávicos de composición basáltica. La fuerte erosión existente ha dejado al descubierto los materiales que afloran debajo de esta unidad y que son los depósitos descritos en el apartado anterior. En las inmediaciones de Las Puntas hay tres

salideros que definen una alineación N-30°E, sensiblemente paralela a los diques que aparecen en la pared de El Golfo. El que se sitúa más al sur es la M^ña de Orchilla, y está constituido por escorias, emplastes y escasos lapillis. Todo el edificio está muy deteriorado por la actividad antrópica y casi no resalta entre las coladas circundantes.

Las coladas muestreadas presentan diversos tipos texturales y estructurales. Así, algunas de las coladas que aparecen en el extremo sur de la Hoja, próximas al escarpe, son muy delgadas (con espesores de 2-20 cm) y presentan un fuerte buzamiento hacia el mar, sin embargo las coladas de la zona de Las Puntas son más potentes, con disyunción columnar y dan lugar a un seudomalpaís escoriáceo. Estas últimas son de tipo "aa" con espesores superiores a un metro, mientras que entre las primeras hay coladas de tipo "pahoehoe" y "aa".

2.3.5. Emisiones subrecientes: Alineación Chamuscada-Entremontañas y Alineación Las Tabladas-Las Montañetas.

Se han asignado al volcanismo subreciente, las coladas de la alineación de edificios Las Tabladas-Las Montañetas que discurren sobre la superficie de coladas de la dorsal y que definen una fisura de dirección aproximada N-65°E, sensiblemente paralela a las directrices tectónicas observadas en el sector norte de la isla. También se incluyen en este episodio, aunque con ciertas reservas, las coladas de Montaña Entremontañas. Estos edificios, junto con los de Las Charquillas y M^ña de la Fara (algo más antiguos) se sitúan justo en el límite del Dominio Tiñor y definen una lineación N-S.

2.3.5.1. Coladas basáticas "s.l" y basaníticas (30). Edificios de tefra basálticos "s.l" (31)

A continuación se describen los edificios que integran estas alineaciones subrecientes señaladas anteriormente, y sus coladas asociadas.

El edificio Las Montañetas se encuentra situado ligeramente al E de esta localidad, entre los Bcos de Erese y Tamiuca. Está constituido por tres pequeños cráteres alineados en la dirección de la fisura (N-60°E) y abiertos hacia el norte. Los constituyentes son mayoritariamente escorias y en menor medida emplastes lávicos. Todo el conjunto está algo degradado por la acción antrópica, sin embargo, el grado de conservación de las coladas es alto. Superficialmente las coladas presentan una morfología típica de malpaís de bloques casi sin vegetar, y han recorrido una distancia de unos 1.500 m, llegando un frente hasta las proximidades de la localidad de Erese. Composicionalmente son basaltos olivínicos de color gris-negruzco con fenocristales frescos de este mineral.

El edificio Las Tabladas se encuentra situado junto a la crtra. que desciende desde el Mirador de Jinámar al Mirador de la Virgen de la Peña. Está constituido por dos pequeños cráteres abiertos al NE que casi no resaltan en el paisaje. La colada discurre en sentido NNO hasta sobrepasar la localidad de Los Jarales.

El Edificio Entremontañas está bien conservado, con cráter circular, y cubierto superficialmente de lapilli negro. Las coladas se dirigen mayoritariamente hacia el norte y bordean los edificios de Las Charquillas y Montaña de la Fara.

2.4. FORMACIONES SEDIMENTARIAS RECIENTES.

2.4.1. Depósitos de ladera antiguos (32)

Se describen en este apartado unos pequeños afloramientos que aparecen como una hombrera sobre el escarpe al pie del Risco de Tibataje. Se trata de un depósito de ladera, algo compactado que está seccionado por los coluviones, y que tiene escasa continuidad lateral.

2.4.2. Coluviones y depósitos de ladera (33)

Estos depósitos se localizan preferentemente al pie del escarpe de El Golfo, en el sector occidental de la Hoja. Además hay otros afloramientos aislados en el Dominio Tiñor y en el sector costero noroccidental.

La edad de estos depósitos es variable, ya que los situados en las laderas del Edificio Tiñor pueden haber comenzado a formarse en épocas relativamente antiguas; sin embargo, los asociados al escarpe del deslizamiento de El Golfo tienen menos de 20.000 años de antigüedad.

En general están constituidos por material detrítico grueso: arenas, cantes y bloques angulosos y subangulosos, muy heterométricos. La naturaleza de los cantes es mayoritariamente basáltica, aunque en los depósitos adosados al escarpe de El Golfo, se encuentran algunos cantes de traquibasaltos y traquitas. Los tamaños son muy variables, desde 1-2 cm hasta bloques de 60-90 cm. Estos cantes están englobados en una matriz arenosa sin que se observe ningún tipo de estructuración interna. En planta se caracterizan por presentar formas seudotriangulares, algo lobuladas, con el vértice agudo apuntando hacia la zona de cabecera. En la zona de Las Puntas constituyen abanicos coalescentes y se imbrican unos en otros. Presentan una potencia mínima en la zona de cabecera y máxima en la base, donde pueden alcanzar varios metros.

2.4.3. Depósitos de barranco y fondos de valle indiferenciados (34)

Los barrancos más importantes se localizan en el sector SE de la Hoja (Tiñor, y Honduras). Estos barrancos están actualmente secos y sólo funcionan muy esporádicamente en forma de avenidas torrentiales de gran intensidad. Concretamente, según comunicación verbal de los vecinos del sector, hace unos 6-7 años se produjeron destrozos en algunas casas y coches en las proximidades de UNELCO, zona de desembocadura del Bco de Honduras. Los depósitos son muy caóticos y heterométricos y están constituidos por grandes bloques basálticos, de hasta más de 1 m de diámetro, y cantes y arenas, con tamaños de 1-40 cm. Estos depósitos se indentan, en muchas ocasiones, con los depósitos de ladera; siendo problemática su individualización.

2.4.4. Playas de arenas y de cantes (35)

Las únicas playas que presentan depósitos en la Hoja se restringen al sector SE, se trata de las playas del Varadero, y Tijeretas. Mayormente estas playas se asocian con las zonas de des-

embocadura de los barrancos que drenan el Edificio Tiñor (Bco de Tiñor, y Bco Honduras). Estos barrancos son los que muestran un mayor encajamiento en la isla; como corresponde a su mayor antigüedad.

La playa del Varadero está constituida mayoritariamente por cantes basálticos, y presenta una longitud de casi 400 m. La playa de Tijeretas tiene una longitud de unos 200 m y está constituida por arenas negras y cantes basálticos.

2.4.5. Depósitos antrópicos (36)

Se describen en este epígrafe unos pequeños afloramientos localizados en las proximidades de la nueva carretera de Valverde-San Andrés, concretamente se sitúan a unos 600 m al NE del vértice Toril. Están constituidos por escombros y material de desecho procedente de las excavaciones efectuadas en la carretera citada.

3. TECTÓNICA

Los elementos volcano-estructurales representados en esta Hoja son bastante completos y definitorios de la evolución estructural de los edificios y todas las fases volcánicas que construyeron la isla de El Hierro. Para una mejor comprensión del fenómeno tectónico, se irá describiendo cronológicamente la historia estructural de esta parte norte de la isla.

Edificio Tiñor.- Del análisis conjunto de todos los afloramientos, de este edificio, no sólo en esta Hoja sino con los colindantes, se deduce que la forma de él mismo fue elongada, según un eje NNE-SSO. Esta directriz es, a nivel regional, la que contiene a las islas de La Gomera y Tenerife, y permanece activa durante al menos los últimos 7 M.a. Aquí, en El Hierro, se manifiesta (a nivel subáreo) con la construcción de los tramos inferiores de este 1er edificio isleño, datados entre 1,4 y 1,12 M.a. Las coladas del tramo inferior presentan un buzamiento primario de 15°-20° al ESE, definitorio del flanco oriental del edificio. Hay algunos conos y depósitos de tefra intercalados entre las lavas, que indican la existencia de fisuras eruptivas relativamente próximas al centro principal de emisión del volcán, pero que impiden conocer sus direcciones, debido al gran volumen de material enterrado.

Uno de los elementos volcano-estructurales más importantes del edificio Tiñor es su malla de diques. Aflora principalmente en el sector norte de la Hoja de Frontera, y en el extremo sur de ésta. En el fondo de los barrancos de Tiñor, Honduras, Balón y Playecillas, atravesando a los materiales del tramo inferior. La mayoría de los diques son subverticales, con potencias entre 0,5-2 m, que rellenan una red de fisuración radial generada sobre el flanco del volcán, y que convergen hacia la zona de San Andrés. Sus direcciones van girando desde N50°E (en la parte norte) hasta N110°E (en la sur).

Hay otra familia de diques igualmente basálticos y subverticales, pero más tardía, cruzada respecto a las directrices anteriores. Tienen orientaciones entre N25°-45°E similares a las pautas extensionales de la fracturación NNE-SSO que se instala en el edificio de El Golfo, y que constituyó el "rift" o dorsal norte de la isla.

Posterior a la emisión del tramo inferior, se produce la primera gran interrupción estructural en el edificio Tiñor. El flanco oeste desliza progresiva o catastróficamente hacia el NO, dejando una depresión volcánica que es rellenada en su totalidad por el magmatismo resurgente que, en sus partes altas, constituye el tramo medio o tabular. Testigos de este colapso pueden ser los depósitos de brechas de avalancha aflorantes debajo del tramo tabular entre los P.K. 14 y 15 de la trinchera de la carretera antigua de Valverde a S. Andrés. Por encima de él, las lavas, una vez alcanzada la cota del escarpe de la "caldera", desbordaron hacia el E y ESE con buzamientos entre 3º y 15º, discordantes sobre el tramo inferior costero. Este deslizamiento tuvo lugar entre 1,12 y 1,04 M.a., que son las dataciones que GUILLOU *et al.* (1996) dan respectivamente para la parte alta del tramo inferior y la base del tramo tabular. Tuvo su cabecera en el eje volcanoestructural NE-SO del "rift" principal de inyección magmática.

El modelo estructural que controló la emisión del tramo superior del Edificio Tiñor (conjunto volcánico Ventejís), siguió siendo ligeramente radial, aunque adaptándose a la elongación NNE-SSO impuesta por la directriz estructural regional. Los elementos volcánicos que marcan el modelo de fracturación de ese momento, son los centros de emisión. Su distribución espacial, dibuja una serie de fisuras eruptivas que se disponen según una geometría radial que converge, nuevamente, hacia la zona de S.Andrés. Así, las alineaciones de M^ña Pedraje-El Gallego, a N10ºE; fisura entre M^ña Jamones y el vértice Afoba, a N 20ºE; gran cráter de Ventejís y su adventicio del norte, elongados a N25ºE; La Caldereta y su adventicio del norte, elongados a N33ºE; Picos-Picos de Los Moles (también denominada Picos-Rivera-Espárragos), a N90ºE y N70ºE, respectivamente, definen esa distribución radial convergente.

Igualmente, el conjunto de volcanes adventicios (ver epígrafe 2.4.1) que se asocian con el Conjunto Ventejís en el sector NE de la isla, sigue ligeramente unas pautas de distribución radial, convergentes hacia S.Andrés. Sin embargo, parece apuntarse la superposición de una nueva directriz NNE-SSO, propia del "rift" norte de la isla, que se instalará de forma general en la construcción del Edificio El Golfo-Las Playas. Entre las fisuras que se dirigen a S.Andrés, se encuentra la alineación del Conjunto Afoba-Bejiga (N30ºE); el volcán de la Hoya del Juez (elongado a N30ºE); la alineación de S.Juan (N50ºE) y el volcán Ajaré (elongado a N35ºE), aunque considerados los dos conjuntamente, definen una fisura a N65ºE que progresó de NNE a SSO. Por último, el edificio M^ña de las Salinas (en la costa norte), podría definir una alineación a N30ºE junto con el conjunto de Tanajiscaba que, pasando por el volcán de M^ña Cueva de la Paja, se dirige indefectiblemente hacia el centro neurológico de S. Andrés.

Por su parte, las fisuras que comienzan a adoptar la nueva orientación superpuesta de fracturación, pueden ser la resurgencia en la ladera NE del volcán de M^ña de la Limera (orientada a N50ºE). Esta fisura, prolongada hacia el NE podría incorporar también la de M^ña Cueva de la Paja, pasando entremedias por el volcán de M^ña Tenesedra. Se estaría, entonces, ante una grieta eruptiva de 2,5 km de longitud. También conviene precisar que M^ña Tenesedra parece que participa de otra alineación conjugada a N150ºE, constituida además por los volcanes M^ña Curascán y M^ña de Tisamar. Otra grieta similar, aunque algo más corta, es la definida por los tres cráteres de M^ña del Pico (N55ºE), subparalela, de alguna forma, con la anterior.

Con estos posibles antecedentes de fisuración NE-SO que se aparta de la convergencia hacia el centro eruptivo del área de S. Andrés, debió comenzar la construcción del Edificio El Golfo-

Las Playas. El nuevo centro de ascensión magmática, se desplazó de S.Andrés, hacia el SO, al sector de Malpaso.

2º deslizamiento del flanco oeste del Edificio Tiñor.- El edificio Tiñor continuó su construcción vertical hasta cotas similares a las que actualmente presenta el conjunto Ventejís. La inestabilidad de sus relieves y, con mucha probabilidad, el empuje vertical de la inyección continua de magma, provocó el segundo desequilibrio importante en la historia del macrovolcán. Un deslizamiento lateral del flanco oeste, dejó sesgada la morfología de la isla existente. Producto del mismo, se abrió una gran depresión (que podría denominarse Golfo I), similar a la de El Golfo II actual. En esa depresión resurgió el volcanismo y comenzó a construirse el edificio El Golfo, hace aproximadamente 0,5 M.a. Todavía es detectable el escarpe (suavizado por la erosión posterior, evidentemente) que limita el dominio de lo que queda del edificio Tiñor, del de El Golfo, en el contraste morfológico que hay entre la Meseta de Nisafe, y los relieves de la zona de Ventejís.

Si se consideran las edades radiométricas existentes hasta el momento, FUSTER *et al.* (1993), GUILLOU *et al.* (1996) y las realizadas en este proyecto, el colapso se produjo entre los 0,8 y 0,5 M.a.

Parte de la secuencia turbidítica volcanoclástica de la llanura abisal de Madeira, y las partes inferiores del "Debris de Canarias", ambos mencionados por MASSON *et al.* (1992) y MASSON (1996), podrían contener depósitos procedentes de los dos colapsos del flanco oeste del edificio Tiñor. Aunque este autor hace una recopilación de los grandes deslizamientos reconocidos hasta ahora en Canarias (Fig. 5 de su trabajo de 1996), no incluyen los dos que afectaron a este edificio durante su construcción. Según los datos geoquímicos e isotópicos de WEAVER *et al.* (1992) que dan en la secuencia de las turbiditas, el nivel O tiene una edad de 0,5 M.a. y, por los datos de PEARCE and JARVIS (1996), proceden del área oeste de El Hierro y La Palma. Por tanto, parece bastante verosímil, que los depósitos del Colapso II de Tiñor hayan entrado a formar parte de dicha secuencia, que predata la construcción del edificio El Golfo y su posterior deslizamiento.

Edificio El Golfo-Las Playas. Dentro de esta Hoja, comprende la mitad oeste de la misma, exhibiendo un corte estratigráfico prácticamente completo, en la pared del Acantilado norte de El Golfo. En esa pared se hacen visibles, los elementos volcano-estructurales más importantes que presenta el edificio: la malla de diques.

También en la base del acantilado dentro del tramo inferior se pueden observar numerosos conos piroclásticos con cuerpos intrusivos y "sills", surgidos a través de las primeras fisuras eruptivas cuya orientación se desconoce, al haber quedado enterrados el resto de centros de emisión que completan el esquema geométrico. El apilamiento lávico presenta un suave buzamiento hacia NNE, y es periclinal respecto al conjunto global del edificio en la isla.

Atravesando este tramo inferior, se encuentra un apretado enjambre de diques basálticos subverticales y subparalelos, con una orientación preferente a N40°-50°E, y otras de menor rango a N25°E. Este conjunto filoniano conforma un complejo de "sheets" intrusivos que contienen gran cantidad de miembros, lo que evidencia una alta intensidad de intrusión.

Todos ellos son bastante estrechos (<1,5 m), subverticales y muestran un alto grado de paralelismo. Estas características del enjambre son propias de los núcleos de los grandes volcanes basálticos de islas oceánicas y el resultado de la adición sucesiva de las intrusiones filonianas que acompañaron a cada uno de los episodios eruptivos mayores constitutivos del gran edificio. La propagación lateral, posición y orientación de estos diques es el resultado del campo de esfuerzos local, consecuencia de la forma y tamaño del edificio. A escala de la isla, este sector constituye el "rift" o dorsal norte, del conjunto de tres ramas o brazos estructurales que marcan aún la morfología triangular de El Hierro.

Colapso del flanco este del Edificio Tiñor. Al final de la emisión del tramo inferior del Edificio El Golfo-Las Playas, y como consecuencia del empuje lateral de componente SE de las bandas de los rifts norte (en esta Hoja) y meridional (hojas de Sabinosa, Frontera y La Restinga), se desestabiliza el flanco este del Edificio Tiñor. El colapso lateral no se produce en su totalidad y, hoy en día, permanecen aún aflorantes todos los elementos estructurales de la tectónica frágil del colapso abortado (DAY *et al.* 1997), como son las fracturas, fallas y diaclasas asociadas.

Los primeros autores que señalaron la existencia de estas fracturas fueron NAVARRO y SOLER (1995), aunque ya COELLO (1971) las indica de manera esquemática en la fig. 1 de su trabajo.

Igualmente, se hace visible la expresión morfológica del arco de cabecera del deslizamiento, que va desde la Punta de Miguel al sur (Hoja de Frontera) hasta la Ensenada del Barranquillo, al norte. El escarpe de cabecera no es visible en toda su longitud, ya que está fosilizado por las emisiones volcánicas posteriores entre S. Andrés y Las Casas, y en su extremo norte. En la ventana de Tiñor se observa en toda su dimensión el sistema de fallas paralelas San Andrés-Tiñor, que definen un hundimiento tipo graben. Se localizan a la altura de las localidades de S. Andrés y Tiñor, con una orientación ENE-OSO, una anchura cercana al kilómetro y una longitud visible de unos 4 km. Esta gran estructura es, sin duda, la expresión más llamativa del colapso lateral del flanco del volcán.

La fracturación afecta a las coladas de los tramos inferior y tabular del Edificio Tiñor todo a lo largo del gran afloramiento que exhibe en este área de la isla.

De las dos fallas que delimitan el graben, la de mayor envergadura es la occidental, que discurre por debajo de la carretera antigua que va de Tiñor a S. Andrés y parece que se prolonga varios kilómetros por ambos lados, debajo de las formaciones volcánicas de la Dorsal. La que delimita el graben por el sureste, tiene un salto aproximado de 50 m con el labio oeste hundido. Probablemente represente una falla antitética dentro del esquema general del deslizamiento.

Recientemente, DAY *et al.* (1997) han estudiado más detalladamente la geometría y edad de este accidente que denominan sistema de fallas San Andrés. Para estos autores representa la cabecera de una estructura cuyo límite "ladera abajo" intersecta el mar en las laderas inferiores sumergidas de la isla a unos 3 km debajo del nivel del mar.

El segmento norte desde Punta Negra al valle oeste del Pico de Los Moles, presenta dos fallas divergentes: Una de ellas, la que corta a los conos de Picos y Rivera, tiene una dirección este-oeste y presenta un salto vertical de 20 m y un hundimiento hacia el sur con estrías orientadas a N 111°E y buzando 56°, según DAY *et al.* (*op.cit.*)

El segmento central exhibe un escarpe de 200 m. correspondiente a la falla principal, del graben, de traza arqueada, con una orientación N 50°- N 60°E y un buzamiento de 65°-70° al SE, lo que significa un hundimiento hacia el mar. Por debajo de este segmento, hacia el este, afloran también otras fallas de dirección NE-SO, más o menos paralelas a la falla principal. Son fallas normales con el bloque caído hacia el mar con saltos de una decena de metros.

En la falla principal, los planos de trituración se aprecian a lo largo de varias decenas de metros, tanto en la trinchera de la carretera de Tiñor como en el corte del Bco del mismo nombre con la ladera del Gamonal. La anchura actual del pasillo de brechas es de ~ 1m, y está formada por cantos heterométricos gruesos de lavas basálticas de distintos tipos (algunos llegan hasta 60 cm) en matriz de grano fino-medio, cementada y algo porosa. Dentro de ella, hay algunos planos de grano más fino con matriz consolidada y clastos menores de 1 cm. Por último, se aprecian también, niveles muy finos de material altamente triturado, con algunos pequeños clastos dentro de una matriz arcillosa muy fina y endurecida. Todos los clastos son oscuros y de composición basáltica. El conjunto, por tanto, puede considerarse como una mezcla de protoclastitas, cataclastitas y ultracataclastitas. Estas últimas, petrográficamente presentan texturas pseudotaquiliticas.

Según los datos de estratigrafía relativa respecto a las formaciones que cortan las fallas, y las edades radiométricas que se poseen, la edad supuesta del colapso estaría entre los 176 y 261 M.a. (DAY *et al.* 1997).

Una ligera discordancia estratigráfica aparece entre el tramo inferior y los tramos superiores. Sin embargo, el buzamiento general de la serie continúa siendo hacia el NNE, construyéndose con mayor amplitud ese flanco del macrovolcán. Conforme se sucedían las emisiones, las laderas iban cediendo, y tenían que adaptarse al asentamiento de los materiales y a la fisuración provocada por el ascenso de la malla de diques. Este enjambre filoniano, continuó inyectándose según la dirección N40°-50°E, alimentando aún más la banda de "rift" principal que se había desarrollado en este sector. Los empujes provocados por esta inyección, provocaron la fracturación del flanco del volcán, según fallas de dirección N50°E, como la que puede verse sobre las coladas traquíticas en el camino desde la Ermita de la Virgen de la Peña a las Puntas. Estas traquitas presentan espejos de fricción con saltos de falla del orden de 10-15 m, con el labio hundido hacia el norte. Una situación similar puede observarse en el acantilado hacia los Roques de Salmor, donde afloran otros dos escalones estructurales que basculan las coladas traquíticas; hundiéndolas hacia el norte.

Volcanismo de las dorsales. En continuidad estructural con la banda de "rift" que alimentó y construyó el Edificio El Golfo-Las Playas, este sector norte de la isla, siguió con las emisiones volcánicas, según el mismo régimen tectónico. Las coladas surgieron a través de varias fisuras eruptivas, cuyos conductos de emisión están representados por los diques subverticales y

subparalelos que llegan hasta lo alto del escarpe de El Golfo. Entre estas fisuras hay que destacar las alineaciones volcánicas de Montaña del Risco-M^ña Quemada-Tanjacote (N40°E); M^ña Quebrada-M^ña Bermeja (N45°E). Algo más al sur, aparece el conjunto volcánico Cercado de Amaro compuesto de pequeños edificios que surgieron según grietas subparalelas orientadas a N40°E. Algo más al sur, afloran los volcanes de Izique con dos grietas eruptivas conjugadas, a N25°E y N40°E, cuyos conductos han quedado cortados por el escarpe de El Golfo. La última directriz puede tener su continuidad hacia el NE, en la fisura que emitió el conjunto de M^ña del Tomillar-M^ña del Cascajo, definiendo entonces una grieta de más de 3 km de longitud. Más o menos subparalela con la anterior, se encuentra la fisura de M^ña Hoya de la Vaca (N35°-40°E), que arranca desde la Hoja de Frontera y puede llegar hasta la M^ña del Tagasaste, 400 m al este de la primera, se encuentra otra pequeña fisura, paralela con ella.

Por último, hay que mencionar también, la fisura de M^ña de la Fara (al oeste de Ventejís) que, junto con el otro edificio que tiene inmediatamente al sur, define una alineación norteada apuntando hacia S. Andrés. Es posible, que dicha fisura participe del esquema de fracturación radial convergente hacia S. Andrés y que se mantuvo decrecientemente activo en este sector de la isla hasta tiempos recientes.

El Deslizamiento de El Golfo. En los momentos finales del volcanismo de las Dorsales, la presión lateral ejercida por la inyección magmática de las bandas de "rift" septentrional y occidental (en la Hoja de Sabinosa) fue desestabilizando el flanco oeste del Edificio El Golfo-Las Playas. El resultado final de los deslizamientos parciales es la actual depresión de El Golfo, de 17 km de largo, cuyos escarpes han seguido retrocediendo por la acción erosiva. Ya desde HAUSEN (1973), pasando por todos los investigadores posteriores, se ha reconocido la causa de deslizamiento para explicar tan colosal accidente morfológico. Según los datos de MAS-SON (1996) y URGELÉS *et al.* (1996), la pared norte de dicho escarpe parece prolongarse en el mar, al menos 8 km; como pone de manifiesto un escarpe submarino de 400 m, en la prolongación de uno de los extremos de la cabecera.

Por criterios de edades relativas entre las coladas superiores cortadas por el escarpe, y los edificios volcánicos resurgentes en la depresión de El Golfo, la edad del deslizamiento se sitúa entre 136 M.a. y 21 M.a. (CARRACEDO *et al.* 1997).

Volcanismo de relleno de El Golfo. La reactivación del volcanismo posterior al deslizamiento de El Golfo, ha producido un conjunto de conos piroclásticos, cuya principal característica estructural, es la de situarse de manera arqueada a lo largo de la pared alta del escarpe. En esta Hoja, sólo afloran unos pequeños conos estrombolianos, que surgen a través del mismo régimen tectónico que venía actuando en la banda norte de "rift" o dorsal. Así, en las inmediaciones de las Puntas hay tres salideros que definen una alineación N30°E (de M^ña Orchilla), paralela al enjambre de diques que afloran en la pared de El Golfo. Al sur de la Hoja, dentro ya de la de Frontera, aflora el cono de Los Corchos, junto a las Casas de las Lapas, que probablemente participa de la fracturación eruptiva del borde del escarpe, que se extiende hacia el sur en las hojas de Sabinosa y Frontera.

Volcanismo subacente. Las últimas emisiones de la isla, continuación, sin duda del volcanismo de las Dorsales siguen emitiéndose según el régimen tectónico anterior. En esta Hoja

se han cartografiado unos pequeños edificios, agrupados en fisuras eruptivas cortas, orientadas NE-SO. Entre ellas se encuentran la fisura de Las Montañetas (N60°E), o la de dimensión menor de Las Tabladas (en la carretera de el Mirador de Jinámar al Mirador de la Virgen de La Peña) a N40°E. De mayores dimensiones es la fisura que dió lugar al conjunto de M^ña Chamuscada, que se alinean en dirección N40°E. Por su parte, el Edificio Entremontañas, vecino del anterior, parece alinearse N-S con la fisura que definen los volcanes de La Fara situados al norte de él, y que converge en San Andrés. Puede que todo el grupo mencionado, sea una única fisura conjugada N-S que se reactivó en varios episodios eruptivos durante los últimos 20 ó 30.000 años, y que pertenezca al régimen de fracturación radial instalado desde épocas aún más antiguas, sobre el conjunto volcánico Ventejís del Edificio Tiñor.

Por último, mencionar también una pequeña fisura costera al sur del puerto de La Estaca, que emitió los Edificios de Playa del Varadero entre las partes bajas el barranco de Honduras y del barranco de Tiñor.

Fracturación frágil reciente. Los únicos accidentes tectónicos de este tipo (visibles en la Hoja) corresponden a las diaclasas abiertas en el escarpe de El Golfo, que provocan su derrumbe. En términos locales, a estas diacladas se las conoce con el nombre de "fugas", siendo la más conocida, la de Gorreta, ver Hoja de Frontera.

4. GEOMORFOLOGÍA

4.1. DESCRIPCIÓN FISIOGRÁFICA

La Hoja de Valverde cubre el sector nororiental de la isla.

Fisiográficamente se distinguen:

- Un área alta (a 1000-1300 m, aproximadamente) pero de escaso relieve y situada en la parte centro-meridional, denominada Meseta de Nisdafe. Las pendientes, en esta unidad, no sobrepasan nunca el 15%.
- Un área de ladera uniforme hacia el norte, que, con pendientes del 16-30%, enlaza la mencionada meseta con la costa septentrional. Ésta es acantilada, carácter que va cobrando más importancia de este a oeste.
- Un área de ladera irregular (ladera de Azofa) hacia la costa oriental, hendida por profundos barrancos (denominados, de norte a sur: de Santiago, Tejeteica, Tiñor, y Honduras,). Esta ladera presenta pendientes de 16-30% en su parte más alta y en los interfluvios más planos entre dichos barrancos, mientras que en éstos se alcanzan pendientes de hasta 46-60%. La costa oriental es, asimismo, irregular, coexistiendo tramos moderada o escaramente acantilados con otros bajos correspondientes a las desembocaduras de barrancos y áreas aledañas. En la parte más nororiental de la isla existen, incluso, plataformas costeras ("islas bajas" de Tamaduste y del Llano de los Cangrejos), situadas al pie de acantilados, y cuyas alturas son, normalmente, inferiores a 40 m sobre el nivel del mar.

- Un muy importante escarpe (escarpe de El Golfo), limita la meseta de Nisdafe por el oeste. El escarpe, vertical o subvertical, presenta 300-900 m de desnivel, siendo más importante hacia el sur (en las hojas de: Frontera y Sabinosa).
- Un área de ladera al oeste que forma la parte más septentrional de la depresión de El Golfo, y que se sitúa al pie del escarpe mencionado. Esta ladera presenta un grado de pendiente, en la Hoja de Valverde, siempre inferior al 15%.

El paisaje vegetal en la Hoja de Valverde al igual que en el conjunto de la isla de El Hierro, varía con la altura. Las asociaciones vegetales presentes son:

- Brezal, fayal-brezal y restos de laurisilva, en el escarpe de El Golfo y en el borde norte de la Meseta de Nisdafe, a barlovento de los vientos dominantes, que originan una notable humedad y mar de nubes, al chocar con el bloque insular.
- Restos de sabinar al pie y en la parte baja del escarpe de El Golfo.
- Matorral xerófilo en las áreas más bajas, costeras.
- Cultivos y pastizales en las áreas de laderas, y en la propia meseta de Nisdafe. Los primeros dominan en las áreas más bajas y orientadas preferentemente al norte, y los segundos en las más altas y en las de orientación sur.

Por las diferencias altitudinales existentes, la pluviometría supera los 600 mm/año en la Meseta de Nisdafe y sus bordes, mientras que en la costa sólo se alcanzan los 200-300 mm/año.

4.2. ANÁLISIS GEOMORFOLÓGICO

4.2.1. Estudio morfoestructural.

Las unidades geomorfológicas distinguibles coinciden bastante bien con las zonas fisiográficas descritas anteriormente, siendo:

- Las laderas abarrancadas orientales
- La Meseta de Nisdafe y la parte sur de las laderas orientales
- La ladera septentrional
- El escarpe y la ladera de la depresión de El Golfo
- Las islas bajas de Tamaduste y del Llano de los Cangrejos

Las laderas abarrancadas orientales están constituidas por apilamientos de materiales volcánicos antiguos (coladas y capas piroclásticas), profundamente hendidos y erosionados por la incisión hidrográfica. Es en este área donde se localiza el mayor grado de erosión existente en toda la isla, y por tanto, donde los barrancos son más importantes y están más jerarquizados. En los interfluvios entre estos barrancos están a veces preservadas las superficies del apilamiento volcánico antiguo, constituidas por lomas inclinadas hacia el este, (hacia el mar),

notablemente edafizadas, y en las que la morfología volcánica original está completamente borrada. Corresponden a la S_1 de las cuatro superficies de apilamiento volcánico definidas geomorfológicamente en la isla, en este proyecto. La Meseta de Nisdafe, la parte sur de la ladera oriental, la totalidad de la ladera septentrional y la depresión de El Golfo, están constituidas por superficies lávicas; con distinto grado de antigüedad y de preservación de la morfología original. Ésta es casi irreconocible en las dos primeras áreas, por lo que se han adscrito a la S_2 , mientras que en las dos segundas, la morfología volcánica es perfectamente reconocible, aunque presenten una edafización y colonización, vegetal (y cultivos) más o menos importante (S_3). Ambos tipos de superficies se presentan salpicadas por conos volcánicos contemporáneos que muestran, lógicamente, diverso grado de erosión. Por último, y tanto al noreste como al sureste, las superficies o coladas S_2 y S_3 , respectivamente, tienden a rellenar los barrancos orientales, tallados en los apilamientos que culminan en S_1 .

El escarpe de la depresión de El Golfo está tallado, por tanto, en el apilamiento de materiales volcánicos que culminan en S_2 ó S_3 , respectivamente, en la Meseta de Nisdafe o en la ladera septentrional.

Las "islas bajas" del Llano de los Cangrejos y de Tamaduste, en el noreste de la isla, están formadas por superficies lávicas S_3 y S_4 (ésta, muy reciente, prácticamente sin edafización y con escasa colonización vegetal) dispuestas al pie de antiguos acantilados tallados respectivamente, en apilamientos culminantes en las superficies S_2 ó S_3 , sobre las que se sitúan sus conos emisores.

Otras coladas S_4 , con conos emisores asociados, se disponen de forma esporádica sobre la Meseta de Nisdafe y sobre la ladera septentrional. Alguna alcanza la costa norte llegando a formar otra, en este caso, minúscula "Isla baja": el Pozo de las Calcosas.

4.2.2. Estudio del modelado.

Como en cualquier isla volcánica, el relieve de la Hoja es fruto de la interacción de dos tipos fundamentales de modelado, el de origen endógeno (constructivo) y el de origen exógeno (fundamentalmente destructivo, aunque pueda ser, temporalmente acumulativo).

De origen endógeno existen, en la Hoja, formas de génesis volcánica y estructural. De origen exógeno, se han distinguido formas de ladera, fluviales, poligénicas, litorales y antrópicas.

Mención especial merece el origen de las depresiones del Golfo y Las Playas. Varios autores los han considerado de origen erosivo, pudiendo incluso, representar antiguos acantilados marinos (ver FERNÁNDEZ y MARTÍN, 1989). Más recientemente se ha considerado que pueden representar la marca de un gigantesco deslizamiento de ladera (MASSON, 1996). Fenómenos de este tipo podrían ser frecuentes en las islas volcánicas, cuyo rápido crecimiento vertical -en términos de tiempo geológico- genera una notable inestabilidad gravitativa. Estos posibles deslizamientos pudieron producirse a lo largo de un lapso de tiempo relativamente dilatado y según cuñas múltiples, más que constituir un único, rápido y catastrófico fenómeno. En cualquier caso que sea su origen, los escarpes deben estar retocados, sin duda, por procesos erosivos posteriores (acción remontante de cabecera de torrentes, desprendimientos, etc.).

Formas volcánicas

Como se ha indicado anteriormente, las superficies lávicas o de coladas en la Hoja se han dividido en cuatro grandes grupos, basados en su grado de juventud: S_4 (la más reciente), S_3 , S_2 y S_1 . Sobre ellas se han marcado los lóbulos de avance y las direcciones de flujo observadas, así como restos de tubos de lavas colapsados, salvo en S_1 donde no se reconoce la morfología original debido a su antigüedad.

En cuanto a los conos volcánicos, piroclásticos, con o sin cráter, se han distinguido tres grandes grupos, basados en su grado de edafización y conservación, y por tanto, correlacionables con las superficies lávicas S_4 , S_3 , S_2 y quizá también S_1 .

Como conos recientes, emisores de coladas S_4 destacan las Montañas Chamuscada y Entremontañas, en el centro-sur de la Hoja, con emisiones que, en el caso de la primera, alcanzan la costa suroriental; también es notable el caso de La Cancela, en el extremo noreste de la isla, cuyas emisiones formaron la "isla baja" de Tamaduste.

Como conos bien o peor conservados, relacionados con S_3 , hay que citar las montañas del Cascajo/Tomillar/Tagasaste, y Las de Bejiga/Cueva de la Paja/Tenesedra, en la parte alta de la ladera septentrional, y Tanajiscaba, Tisamar, Tancajote, Quemada y de la Viña, en la parte media de la misma. Asimismo, es notable el caso de La Caleta, en el noreste, cuyas emisiones formaron la "isla baja" del Llano de Los Cangrejos, sobre la que se localiza el aeropuerto.

En cuanto a conos degradados por la erosión, relacionados con S_2 , destacan las montañas de Afosa y Timbarombo en la meseta de Nisdafe, y Ventejis, Ajare y Hombre Muerto, más al noreste. Las Montañas de San Juan y Rivera/Picos, al sureste de Valverde, son probablemente los conos más irreconocibles y antiguos de la isla, por lo que podrían guardar relación con la superficie S_1 cercana.

En estrecha asociación espacial con los conos piroclásticos, sobre todo con los mejor conservados, existen centros de emisión lávicos ("salideros" de lava).

Es notable también el cráter de explosión de La Caldereta, en la parte centro-este de la Hoja.

Como pitones volcánicos erosionados se ha distinguido un único ejemplo inmediatamente al sur de Tamaduste, en el sector nororiental de la isla.

Mantos piroclásticos se localizan en las inmediaciones de La Montaña de la Cancela (cono S_4) casi en el extremo noreste de la isla. Se disponen sobre la superficie S_2 o sobre conos más antiguos.

En varios lugares, las superficies lávicas S_3 y S_2 presentan rupturas de pendiente, atribuibles a paleoacantilados, o paleoescarpes en general, sepultados posteriormente por las lavas que culminaron en dichas superficies. En el norte de la isla se localizan a 100, 200 y 350 m de cota, bastante paralelamente a la línea de costa actual. En la misma ladera septentrional, pero más hacia el interior insular, se localizan otras, menos constantes, a 600-650 m y a 1050

m. Al este de Valverde se localizan dos, una a 50 m, sobre la S_3 del Llano de Los Cangrejos, y otra a 200 m sobre S_2 .

Formas estructurales.

El modo de construcción insular, debido a apilamientos de materiales volcánicos sucesivos, resulta evidente en el escarpe de El Golfo y en las laderas de los barrancos orientales, donde se han marcado las trazas de coladas y capas de piroclastos.

También en el escarpe de El Golfo se han marcado los resalte de diques, orientados NE-SO o NNE-SSO. Representan las antiguas fisuras a favor de las cuales se produjo la salida de los materiales volcánicos constitutivos del apilamiento, o, al menos, de una parte de él.

En la ladera oriental se presentan trazas de falla (a veces supuestas), o escarpes de falla, con expresión morfológica. Se disponen, con orientación NE-SO, formando una especie de "graben" de 1-1,5 km de anchura. Su impronta morfológica más llamativa viene definida por el pequeño desnivel que producen en los lomos constitutivos de S_1 .

Formas de laderas.

Se han distinguido depósitos de derrubios y coluviones gruesos, principalmente al pie del escarpe de El Golfo, donde forman más de una generación temporal de depósitos. Asimismo, existen materiales similares en las laderas de algunos barrancos orientales, aunque con escaso desarrollo areal.

Muy localmente, se han distinguido depósitos de derrubios finos, procedentes del desmantelamiento de conos piroclásticos.

Formas fluviales

El agua de arroyada termina por formar incisión hidrográfica, que en las superficies lávicas más modernas (S_3) suele comenzar aprovechando las zonas longitudinales mas bajas tales como límites de coladas, tubos de lava colapsados, etc. La incisión hidrográfica actuando a lo largo de un período dilatado de tiempo disecta los apilamientos volcánicos y termina por generar una red de barrancos de funcionamiento torrencial y esporádico, cada vez más importantes y jerarquizados, tales como los que se encuentran en la ladera oriental, que son los más notables de la isla. En el escarpe de El Golfo, la incisión hidrográfica es vigorosa aunque de relativamente escasa profundización, dada la fortísima pendiente sobre la que actúa. Al pie de dicho escarpe y en la desembocadura de los barrancos orientales en el mar, se generan depósitos de abanicos aluvio-torrenciales y conos de deyección, con espesor y granulometría notables. Además, los barrancos orientales presentan, ,depósitos de fondo de barranco, también con distintos grados de espesor y granulometría.

Formas poligénicas

En su génesis intervienen, y en distinto e imponderable grado, factores de ladera, fluviales, etc. Es por ello que se les clasifica aparte.

El escarpe de El Golfo se ha marcado como escarpe erosivo. A pesar de que, en sus orígenes, pudo haber sido la cicatriz de un gran deslizamiento de ladera (ver anteriormente), hoy día se encuentra retocado (y muy probablemente, retrocedido) por la acción remontante de las cabeceras de barrancos, y los fenómenos de ladera.

Asimismo, son formas poligénicas los escarpes erosivos que limitan las áreas abarrancadas orientales de los lomos constitutivos de S_1 . La acción remontante de los barrancos tiende a la reducción superficial, primero, y a la eliminación después, de dichos lomos, generándose finalmente interfluvios agudos, una forma poligénica resultante, por tanto, de la competencia dinámica entre cabeceras de barrancos contrapuestos.

También existen escarpes erosivos encima de acantilados, tales como los que se presentan próximos a la esquina noroccidental de la Hoja. Su desarrollo está inducido por la inestabilidad generada por el retroceso del acantilado marino.

Formas litorales

Se han distinguido acantilados actuales y antiguos. Los primeros se localizan, muy continuamente, a lo largo de la costa septentrional, y más esporádicamente a lo largo de la oriental. Como acantilados antiguos, no funcionales, se han atribuido los escarpes existentes al norte y al sur de la "isla baja" de Tamaduste, en el noreste de la isla. Este acantilado es la prolongación meridional del acantilado actual, y quedó tierra adentro al generarse la superficie lávica S_4 ("isla baja"), emisión que lo recubrió en parte.

Pequeñas playas de cantos y bloques existen en las proximidades de las desembocaduras de los barrancos orientales. El formidable vaciado erosivo ejercido por dichos barrancos, garantiza el suministro permanente de material para dichas playas.

En el extremo norte de la isla, generalmente al pie de acantilados actuales, y a lo largo de unos 2,5 km, se presenta una plataforma de abrasión de muy escasa importancia, que alcanza sólo unos 100-150 m de anchura máxima.

Por último, y aunque no sea una forma morfológica en sentido estricto, se ha marcado la línea de costa, en general.

Formas antrópicas

Son poco importantes en la Hoja, correspondiendo a pequeños escarpes de frente de canteira (formas destructivas) para la obtención de zahorra en algunos conos piroclásticos, y al dique o espigón del Puerto de la Estaca (forma constructiva).

4.3. EVOLUCIÓN DINÁMICA.

4.3.1. Historia geomorfológica.

La Historia geomorfológica de la parte nororiental de la isla de El Hierro, correspondiente a la Hoja de Valverde, se desarrolló conforme a las siguientes etapas:

1. Construcción de un edificio insular, por apilamiento de materiales volcánicos sucesivos que culminan con la S_1 (edificio de Tiñor, observable hoy en día sólo en la parte oriental de esta Hoja). La línea de costa debía situarse varios centenares de metros hacia el este.
2. Disección de dicho apilamiento por el inicio y progresión de barrancos. Retroceso de la línea de costa.
3. Fase eruptiva que culmina en S_2 y rellena o tiende a llenar los barrancos anteriores, al noreste (probablemente antes) y sureste (probablemente después) de la Hoja. Despues, reinicio de la incisión hidrográfica sobre la nueva superficie de apilamiento volcánico.
4. Fase eruptiva que culmina en S_3 localizada fundamentalmente en la mitad noroccidental de la Hoja, y puntualmente en la costa oriental donde forma la "isla baja" del Llano de los Cangrejos. Al final de esta etapa, la costa septentrional debería situarse varios centenares de metros más hacia el norte.
5. Reinicio de la incisión hidrográfica sobre la S_3 y retroceso de la línea de costa, sobre todo al norte.
6. Erupciones puntuales recientes (S_4) cuyas emisiones, al llegar al mar, hacen crecer localmente el perímetro insular ("islas bajas" de Tamaduste y del Pozo de las Calcosas). Prosigue simultáneamente, y desde la etapa 2, la destrucción por abarrancamiento del edificio Tiñor, en las áreas no cubiertas por emisiones posteriores.

Dentro de la sucesión de eventos anteriormente presentada, la formación principal de la depresión de El Golfo (gigantesco deslizamiento de ladera, ocurrido hace 13.000-17.000 años: MASSON, (1996), o entre 130.000-20.000 años, según las edades radiométricas) debe tener lugar posteriormente a la etapa 3, aunque los retoques prosiguen hasta la actualidad.

En toda la mitad noroeste de la Hoja, la presencia generalizada de la superficie de apilamiento S_3 impide saber la disposición, volúmenes y geometría de los posibles relieves S_1 y/o S_2 posteriormente sepultados por S_3 . La comparación de las dataciones absolutas obtenidas en los materiales apilados de la base del escarpe de El Golfo con otras de la parte oriental de la isla sugiere la inexistencia de relieves, en el área ocupada por la actual depresión de El Golfo, previo al apilamiento que culmina en S_3 , lo cual podría deberse a que:

1. La isla no creció en dicha mitad durante S_1 .
2. La isla creció al igual que en la mitad oriental, pero fue rápidamente erosionada, previamente al apilamiento de S_3 . Pudo haberse creado entonces una proto-depresión de El Golfo (deslizamiento del flanco occidental del Edificio Tiñor), posteriormente reactivada. Esta última hipótesis parece más lógica según los datos de campo y radiométricos.

Según se deduce de dataciones absolutas (FUSTER *et al.*, 1993 y GUILLOU *et al.*, 1996), las edades atribuibles a las diversas superficies culminantes de apilamientos volcánicos serían como sigue:

- Entre 1.000.000 y 1.100.000 años para S_1 .
- Del orden de 800.000 años para S_2 en el área de Valverde (noreste de la Hoja). En la Meseta de Nisdafe (sur de la Hoja), S_2 puede ser más moderna: 175.000-200.000 años.
- Para S_3 , unos 50.000 años en la parte alta de la ladera septentrional, y menos de 11.000 años en la depresión de El Golfo.
- Respecto a S_4 , una datación en Montaña Chamuscada-Montaña Entremontañas da unos 2.500 ± 70 años de antigüedad.

4.3.2. Morfodinámica actual y tendencias futuras.

En la actualidad, la morfodinámica actual y principal en la Hoja corresponde a la erosión marina (que tiende a la reducción del perímetro insular por socavamiento de las rocas costeras, y la creación de acantilados), y a la erosión torrencial (cuya acción remontante hace retroceder el escarpe de El Golfo y hace tender a la reducción de la superficie de la Meseta de Nisdafe, así como, en las áreas orientales, a la eliminación de los lomos de S_1).

En el futuro, este proceso seguirá, conformando todo ello el proceso de destrucción erosiva exógena, típico de las islas volcánicas.

No obstante, si se considera que, en conjunto, la isla de El Hierro es notablemente joven, y que en ella el volcanismo se encuentra aún activo, cabe esperar, en un futuro geológico cercano, la aparición de nuevas emisiones volcánicas que interrumpirán el proceso destructivo indicado, obliterando sus formas, y haciendo crecer la isla de forma impredecible, aunque probable y fundamentalmente hacia el sur por el vértice de La Restinga.

5. PETROLOGÍA Y GEOQUÍMICA

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

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

El estudio geoquímico incluye los análisis químicos realizados, a los que se han añadido los de la bibliografía. Como un estudio de este tipo se sale necesariamente fuera de los límites de una sola Hoja, se incluyen en los diagramas todos los análisis disponibles de la totalidad de cada formación volcánica, comentándose así las características generales del conjunto.

En las Tablas 5.1 a 5.4 aparecen listados todos los análisis de elementos mayores, menores y la norma CIPW. Los análisis de elementos menores proceden de PELLICER (1980). La clasifi-

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

Desde el punto de vista petrológico existe una gran uniformidad en las características petrográficas de la mayor parte de los materiales presentes en la Hoja. Se trata en la mayor parte de los casos de basaltos, con variedades olivínicas y olivínico-piroxénicas.

5.1. ROCAS FILONIANAS. PETROLOGÍA. (Diques básicos, 1)

Como ya se indica en el capítulo 2, las rocas filonianas afloran fundamentalmente en el escarpe de El Golfo y asociadas al tramo inferior del Edificio Tiñor. Se han tomado tres muestras en este edificio, dos en el Bco del Balón, en diques que intruyen en coladas "pahoehoe" y una en el Bco de Tiñor, al sur de Puerto de la Estaca. Otra muestra ha sido recogida en los diques del escarpe de El Golfo, en las proximidades del Barrio de las lapas.

Una de las muestras del Bco del Balón es un basalto plagioclásico, que encaja en coladas de idéntica composición. Su textura es glomeroporfídica intergranular con vesículas circulares que ocupan un 25% de la roca. Los fenocristales significan un 30%, aproximadamente, del total de la misma; son casi en su totalidad de plagioclasa, en listones muy alargados, de 2-3 mm como máximo, con maclado karlsbad y de la albita y agrupados en glomérulos; el resto son de opacos, olivino o augita titanada, en cristales de menor tamaño e idiomorfos. La matriz está formada por un fino entramado de listoncillos casi aciculares de plagioclasa, entre cuyos intersticios se disponen el resto de los cristales de augita titanada, opacos y olivino. El olivino se presenta fuertemente alterado a iddingsita.

La otra muestra del Bco del Balón es un basalto olivínico-piroxénico, con una textura porfídica seriada intergranular. Los fenocristales suponen un 30-35% del total de la roca, con tamaños seriados desde 4 mm hasta 0,2 mm; son de olivino, idiomorfos, bien desarrollados, con algún golfo de corrosión; de augita titanada, idiomorfos, maclados y con zonación irregular y de opacos, que aparecen como microfenocristales, en ocasiones con crecimiento poiquilitico. La matriz es fina y está formada por un entramado de listoncillos de plagioclasa, entre cuyos intersticios se encuentran microlitos de augita titanada, opacos y olivino iddingsitado.

La tercera muestra del Edificio Tiñor es un basalto olivínico, con una textura porfídica seriada intergranular microcristalina. Los fenocristales significan el 12-13% del total de la roca, siendo en su totalidad, salvo algún cristal de minerales opacos, de olivino; los tamaños son seriados desde 1,2 mm hasta confundirse con la matriz; en la mayoría de los casos con formas idiomorfas, aunque a menudo corroídas por la matriz y también en ocasiones con hábitos esqueléticos. La matriz está constituida por microlitos de augita titanada, plagioclasa, minerales opacos y olivino algo alterado a iddingsita. Se observa algún nódulo dunítico y algunos cristales de calcita rellenando oquedades.

La muestra tomada en el escarpe de El Golfo ha sido clasificada como traquibasalto o incluso traquita máfica; con una textura traquitoide, intergranular, sin fenocristales, o en todo caso con algunos microfenocristales de plagioclasa y clinopiroxeno. Los abundantes cristales alistonados de plagioclasa, forman un entramado entre cuyos intersticios se disponen pequeños cristales de clinopiroxeno, minerales opacos, olivino y, en menor proporción, biotita. También se observa algo de carbonato disperso.

5.2. EDIFICIO TIÑOR. PETROLOGÍA.

5.2.1. Tramo inferior. (2 y 3)

Se han tomado muestras en las partes bajas de los barrancos de Tiñor, y Honduras, así como en la ladera del Gamonal, tanto de los niveles de aspecto brechoide, como del tramo de coladas "pahoehoe".

Los tipos petrográficos encontrados, dentro de su escasa variabilidad composicional, presentan distintas texturas (proporciones de sus componentes que no parece que estén estrechamente ligadas a un tipo de coladas o una posición en la columna). Dentro del grupo de los basaltos se han encontrado términos olivínicos, olivílico-piroxénicos, olivílico-plagioclásicos, plagioclásicos, plagioclásico-olivínicos y plagioclásico-olivílico-piroxénicos. De una manera muy general se podría indicar que las coladas "pahoehoe" suelen ser más plagioclásicas, con mayor abundancia de fenocristales (25-30%) y mayor porcentaje de vesículas, aunque estas afirmaciones tienen bastantes excepciones.

Los basaltos olivínicos u olivílico-piroxénicos muestran texturas porfídicas seriadas de matriz microcristalina o intergranular. Los fenocristales pueden alcanzar hasta el 25-30% aunque hay muestras en las que el porcentaje es muy bajo. Los de olivino suelen ser idiomorfos, de bordes redondeados y a menudo con golfos de corrosión. Los de augita son idiomorfos o subidiomorfos, a veces maclados o zonados, con bordes de reacción con la matriz. Se observan tamaños de hasta 9 mm, aunque en algunas muestras no alcanzan los 4 mm. La matriz está constituida por listoncitos de plagioclasa maclada que suelen formar un entramado en el que se disponen los microlitos de augita titanada, minerales opacos y olivino.

En los basaltos plagioclásicos o plagioclásico-olivílico-piroxénicos predominan las texturas glomeroporfídicas de matriz intergranular a menudo vesiculares. Los fenocristales de plagioclasa suelen presentarse en listones más o menos alargados con maclas de la albita y/o karlsbad, a veces con zonado concéntrico y se agrupan entre sí formando glomérulos. Su porcentaje alcanza a menudo el 3%. Los fenocristales de plagioclasa pueden ir acompañados de olivino y/o de augita. La matriz es frecuentemente intergranular, constituida por un entramado de listoncitos de plagioclasa entre los cuales se disponen los microlitos de augita titanada, minerales opacos (isométricos y aciculares), olivino y raramente vidrio cas-taño.

En todos los tipos señalados el grado de iddingsitización del olivino puede ir desde nulo, pasando por los estadios intermedios, hasta elevado.

5.2.2. Tramo tabular.

5.2.2.1. Coladas y edificios de tefra (4 y 5).

Esta unidad ha sido muestreada en las laderas de los Bcos de Tiñor, y Honduras, y en los escarpes del Toril. En los niveles inferiores se han encontrado ankaramitas, basaltos piroxénico-olivínicos, olivínico-piroxénicos y olivínicos, así como en los superiores parecen concentrarse más los términos traquibasálticos.

En las ankaramitas los fenocristales significan aproximadamente el 50% del total de la roca, constituidos fundamentalmente por augita titanada, cuyos tamaños van desde los 8 mm hasta confundirse con la matriz, observándose también en menor proporción fenocristales de olivino y plagioclasa. Los de augita son idiomorfos o subidiomorfos, maclados, con zonado concéntrico en ocasiones y con inclusiones de minerales opacos y/o de olivino. La matriz, muy fina, está formada por augita, abundantes minerales opacos, plagioclasa, olivino y algo de vidrio castaño intersticial.

Los basaltos olivínicos, bastante abundantes, muestran texturas más o menos porfídicas intergranulares o microcristalinas, raramente vesiculares. Los fenocristales pueden aparecer desde alguno aislado hasta el 15-20% del total de la roca; sus tamaños son seriados desde 1-2 mm de tamaño máximo hasta confundirse con la matriz; casi en su totalidad son de olivino con formas idiomorfas, a menudo con golbos de corrosión y frecuentemente con hábitos esqueléticos. En algunos casos también se observan pequeños nódulos duníticos o de piroxenita, formados por agregados microcristalinos de olivino o de piroxeno. La matriz está constituida por microlitos de augita titanada, plagioclasa, minerales opacos y olivino; los más abundantes pueden ser los de augita o los de plagioclasa. El olivino en las muestras menos porfídicas aparece a modo de microfenocristales de formas rómbicas.

Únicamente en dos muestras de basalto olivínico tomada una a 90 m de cota, al borde del acantilado próximo al Edificio Roque del Palo y la otra en el acantilado, al sur de La Caleta, a 30 m de cota, se ha detectado la presencia de biotita muy accesoria e intersticial y calcita, más escasa todavía, y llenando oquedades. También muy excepcionalmente se ha encontrado apatito. La iddingsitización del olivino puede ir en todas estas muestras desde nula hasta media-alta.

Los basaltos piroxénico-olivínicos, olivínico-piroxénicos y plagioclásicos presentan texturas porfídicas o glomeroporfídicas microcristalinas o intergranulares, en ocasiones vesiculares. Independientemente de su composición los fenocristales pueden ocupar ó el 3-4% ó el 25-35% del total de la roca. En función de la misma son más abundantes los de augita titanada, olivino, plagioclasa y/o minerales opacos. Lo mismo ocurre con la matriz. La alteración del olivino a iddingsita va también desde nula hasta media-alta.

Los traquibasaltos muestreados presentan todos ellos textura traquitoide con presencia de fenocristales inferior al 1%. Entre éstos los más frecuentes son los de plagioclasa, en cristales idiomorfos de hábito alistonado, con maclado karlsbad y/o de albita. La matriz está formada por abundantes listoncitos de plagioclasa maclada más o menos orientados según la

dirección del flujo magmático, entre los que se disponen con menor tamaño los cristales de augita titanada, en cristales prismáticos más o menos alargados, de minerales opacos idiomorfos o subidiomorfos, isométricos y de olivino, en pequeñas secciones rómbicas y/o alargadas, en ocasiones con hábito esquelético.

En estas rocas traquibasálticas la alteración a iddingsita del olivino va desde baja a alta.

5.2.2.2. *Intrusivos (6)*

Se han cartografiado dos pequeños cuerpos intrusivos relacionados con el Edificio Tiñor. En uno de ellos, el situado en la cabecera del Bco de Tiñor, se ha tomado una muestra. Se trata de un basalto olivínico-piroxénico con una textura porfídica seriada intergranular. Los fenocristales significan un 25%, aproximadamente, del total de la roca. Sus tamaños son seriados desde 6 mm hasta confundirse con la matriz. Los más abundantes, con diferencia, son los de olivino, que se presentan en cristales idiomorfos, en ocasiones con los bordes redondeados. Los de augita titanada son idiomorfos o subidiomorfos, mientras que los de minerales opacos aparecen a menudo englobando poiquilitíicamente cristales de plagioclasa de la matriz. Ésta está constituida por abundantes listones de plagioclasa maclada formando un entramado cuyos huecos aparecen ocupados por cristalitos prismáticos de augita titanada y de minerales opacos y olivino, isométricos. También se ha observado algún cristalito de rutilo.

Asimismo se ha recogido una muestra en el otro afloramiento encajado en un cono piroclástico, junto a Tamaduste. La roca es un basalto olivínico con una textura traquitoide, en la que se encuentra algún fenocristal aislado de augita titanada y de algún mineral desestabilizado a minerales opacos. El tamaño de grano de la roca es fino y está constituido por abundantes listoncillos de plagioclasa, con maclado de la albita o de karlsbad. El olivino, también abundante, aparece en cristales idiomorfos o subidiomorfos, a menudo con formas rómbicas. Los cristales de augita presentan formas alargadas o se adaptan a las formas de los intersticios que rellenan. Los minerales opacos por su parte muestran cristales subidiomorfos o alotriomorfos, isométricos.

5.2.3. Grupo de volcanes de Ventejís-Picos-Moles. (7 y 8)

Este grupo ha sido ampliamente muestreado, especialmente en sus coladas. También se ha recogido una muestra de una toba palagonítica en un cono en las proximidades del Puerto de La Estaca.

Los términos encontrados más abundantes, dentro de las rocas basálticas, son los olivínicos, si bien se han observado basaltos piroxénico-olivínicos y basaltos picríticos o picritas que en algún caso, dada la escasez de feldespato, pueden ser considerados como basanitoides, pues no se ha encontrado la presencia de ningún "foide", salvo en un caso bastante dudoso, en el que podría observarse nefelina intersticial. No obstante estas rocas se encuentran muy próximas a los términos basaníticos como lo demuestran las composiciones de sus normas. Los basaltos olivínicos muestran bastante uniformidad en texturas y composición. Son rocas de textura porfídica seriada intergranular o microcristalina, con frecuencia vesicular.

Los fenocristales se encuentran en proporciones del 8 al 12% aunque los extremos están en el 2 y el 20%. Los tamaños suelen ir desde 1,5-2 mm hasta confundirse con la matriz. Son prácticamente en su totalidad de olivino, salvo alguno aislado de augita titanada y de microfenocristales de minerales opacos que pueden estar presentes. Los cristales de olivino son idiomorfos o subidiomorfos, a menudo con golfos de corrosión y también frecuentemente con hábito esquelético. En alguna muestra puede haber otra generación de cristales de olivino que destacan sobre la matriz, a modo de microfenocristales (0,18 mm), con formas rómicas o alargadas.

La matriz de estas rocas es generalmente fina o muy fina, constituida por pequeños prismas cortos de augita titanada; listoncillos de plagioclasa maclada, que puede ser más abundante en las muestras de textura intergranular, y muy escasa en los basaltos pírricos o pírritas; minerales opacos en microlitos subidiomorfos o alotriomorfos equidimensionales y olivino en finos microlitos, en ocasiones con hábito esquelético o casi acicular.

Las vesículas con frecuencia alcanzan el 20-25%, con formas circulares o elípticas, apareciendo en alguna ocasión llenas por calcita radial o ceolita. La alteración a iddingsita del olivino es incipiente o baja, salvo alguna excepción en la que es medio-alta.

Los basaltos piroxénico-olivínicos se distinguen fundamentalmente de los anteriores en la abundancia de los fenocristales de augita titanada que pasa a ser superior a la de los de olivino. Estos fenocristales son idiomorfos o subidiomorfos, con zonado marginal o en reloj de arena, maclados, que pueden incluir cristalitos de minerales opacos o de olivino.

La toba palagonítica, mencionada previamente, presenta una textura fragmentaria amigdalada. Está constituida por fragmentos abundantes de palagonita, con numerosas vesículas circulares llenas de calcita o de ceolitas, incluyendo algunos fragmentos cristalinos de olivino aislados. La matriz está formada asimismo por vidrio palagonítico, también con abundantes vesículas llenas de calcita o ceolitas.

Para terminar con la descripción de este apartado, se puede citar el estudio de una muestra de caliche situada debajo de los depósitos piroclásticos de la alineación Rivera-Picos-Espárragos. La roca está formada en su totalidad por calcita microcristalina-afanocristalina, de origen químico, en algunos puntos recristalizada a un tamaño de grano muy fino. Se aprecian fragmentos de óxidos de hierro, con un tamaño medio de 0,2 mm y también algunos fragmentos de minerales opacos. Se observa una proporción de poros del 7%, aproximadamente, con formas alargadas y tamaños muy finos.

5.3. EDIFICIO TIÑOR. GEOQUÍMICA.

El edificio Tiñor se caracteriza geoquímica por su composición esencialmente básica, existiendo, de manera subordinada, algunos términos moderadamente diferenciados, Tabla 5.1. Los tipos composicionales más abundantes van desde basaltos a hawaianitas (traquibasaltos), apareciendo en gran cantidad tipos basaníticos y tefríticos, Fig. 5.1. Los basaltos no parecen, (no obstante), muy abundantes, como podría esperarse en las primeras fases del volcanismo subáereo de la isla, y en la mayoría de los casos son basaltos alcalinos, aunque con contenidos en nefelina normativa no muy altos. Una de las muestras de basalto (4100,

Tabla 5.1), se proyecta en el diagrama TAS, Fig. 5.1, cerca de la línea MD-K, evidenciando así su carácter menos alcalino (ausencia de nefelina normativa). Los términos basaníticos y tefríticos no tienen reflejo en la composición modal de estas rocas, como ya se ha indicado en el estudio petrográfico, el cual pone de manifiesto que en su mayoría se trata de rocas de composición basáltica olivínica y olivínico-piroxénica. A pesar de ello, estas rocas que petrográficamente corresponden a basaltos tienen composiciones normativas de basanitas y tefritas. Se detectan también en este primer edificio volcánico algunas emisiones más fuertemente alcalinas y subsaturadas, caracterizadas por foiditas, aunque son también escasas.

Los tipos más evolucionados corresponden a mugearitas y benmoreitas, Fig. 5.1, y ambas muestras están situadas en la Hoja de Frontera. Estas composiciones son poco representativas de este edificio y sólo han sido encontradas en el tramo tabular.

En el diagrama óxidos/SiO₂, Fig. 5.2, se representa el comportamiento de los elementos mayores de estos materiales a lo largo de la diferenciación magmática, poniéndose de manifiesto la relevancia que han tenido los procesos de cristalización fraccionada a medida que progresa la diferenciación.

TABLA 5.1.- ANÁLISIS QUÍMICOS, NORMA CIPW Y PARÁMETROS GEOQUÍMICOS DE LAS MUESTRAS DE LA HOJA

Edificio Tiñor y Ventejís

MUESTRA	41468	47596	41225	41471	40990
SIO2	42.60	42.01	40.41	47.10	44.26
AL2O3	14.40	12.74	12.24	17.00	15.76
FE2O3	4.78	4.38	7.60	4.51	4.45
FE0	9.35	10.70	6.45	6.97	8.73
MGO	6.86	8.98	11.22	4.74	6.18
CAO	10.66	9.13	12.06	8.27	10.65
NA2O	4.00	3.84	2.84	5.45	3.54
K2O	1.40	1.50	1.01	1.49	1.39
MNO	0.19	0.19	0.21	0.22	0.21
TIO2	4.47	4.74	3.48	2.63	3.66
P2O5	1.08	1.04	0.88	1.20	0.83
H2O	0.28	0.50	1.63	0.51	0.44
OR	8.27	8.86	5.97	8.81	8.21
AB	13.65	13.73	6.98	29.41	17.67
AN	17.20	13.10	17.67	17.52	23.01
NE	10.94	10.16	9.24	9.05	6.66
DI	22.99	20.43	28.37	12.64	19.69
OL	8.81	15.20	10.51	7.84	9.10
MT	6.93	6.35	11.02	6.54	6.45
IL	8.49	9.00	6.61	5.00	6.95
AP	2.50	2.41	2.04	2.78	1.92
Cu	43	54		27	
Ga	17	16		17	
Ni	42	224		31	
Sr	600	387		643	
Zr	284	177		298	
Th	20	20		15	
Rb	38	32		41	
Pb	8	7		11	
Zn	85	83		84	
Y	25	19		27	
ID	32.87	32.76	22.19	47.27	32.54
FEMG	0.22	0.23	0.01	0.25	0.25
IP	52.00	51.93	53.59	51.76	51.76

41468.- Tefrita. Colada en Tamaduste. PELLICER (1979).

47596.- Basanita. Colada en el bco. de Santiago. PELLICER (1979)

41225.- Basanita. Colada en el Lomo de Candia. PELLICER (1979).

41471.- Tefrita. Colada en Campana de Tamaduste. PELLICER (1979)

40990.- Tefrita. Colada al oeste de Punta del Bajío. PELLICER (1979).

TABLA 5.1.- ANÁLISIS QUÍMICOS, NORMA CIPW Y PARÁMETROS GEOQUÍMICOS DE LAS MUESTRAS DE LA HOJA (Continuación)

Edificio Tiñor y Ventejís

MUESTRA	AG 562	40162	40158	40159	47599	47603
SiO ₂	46.12	46.10	44.31	41.40	39.81	45.66
Al ₂ O ₃	16.10	15.73	15.56	12.75	13.13	16.96
FeO ₃	11.69	3.84	4.61	5.12	4.91	3.40
FeO		7.74	8.11	9.30	9.38	8.74
MgO	4.92	7.18	6.76	9.53	9.53	5.76
CaO	10.03	9.10	10.19	10.74	11.93	8.56
Na ₂ O	4.35	3.38	3.46	2.81	3.22	4.16
K ₂ O	1.60	1.48	1.38	1.35	1.08	1.52
MnO	0.18	0.20	0.22	0.20	0.19	0.19
TiO ₂	3.83	3.22	3.51	4.14	4.52	3.61
P ₂ O ₅	0.93	0.88	0.89	1.03	1.59	0.83
H ₂ O		1.25	0.83	1.48	0.61	0.67
OR	9.46	8.75	8.16	7.98	6.38	8.98
AB	22.55	25.86	19.68	11.31	6.93	24.54
AN	19.68	23.38	22.85	18.19	18.18	23.12
NE	7.73	1.48	5.20	6.76	11.01	5.78
DI	19.40	12.85	17.55	22.63	24.40	11.30
OL	6.16	12.81	10.15	13.84	13.00	11.97
MT	6.26	5.57	6.68	7.42	7.12	4.93
IL	7.27	6.12	6.67	7.86	8.58	6.86
AP	2.15	2.04	2.06	2.39	3.68	1.92
Cu		49		61	43	
Ga		17		16	17	
Ni		59		242	180	
Sr		516		382	531	
Zr		245		169	213	
Th		18		16	17	
Rb		37		32	35	
Pb		8		10	10	
Zn		82		83	82	
Y		23		20	22	
ID	43.05	36.09	33.04	26.04	24.32	39.30
FEMG	0.00	0.21	0.20	0.17	0.16	0.29
IP	53.64	52.08	52.09	52.34	52.40	51.48

AG 562.- Tefrita. Colada en la ctra. antigua de Tiñor, en la base del escarpe de El Toril. MAGNA.

40162.- Basalto alcalino. Colada en Puerto de la Estaca. PELLICER (1979).

40158.- Basanita. Colada al O de Punta del Bajío. PELLICER (1979).

40159.- Basanita. Colada en el barranco del Balo. PELLICER (1979).

47599.- Foidita. Colada al E del volcán de Pedreras. PELLICER (1979).

47603.- Tefrita. Colada al SO de Valverde, en el camino a la presa de Tefirabe. PELLICER (1979).

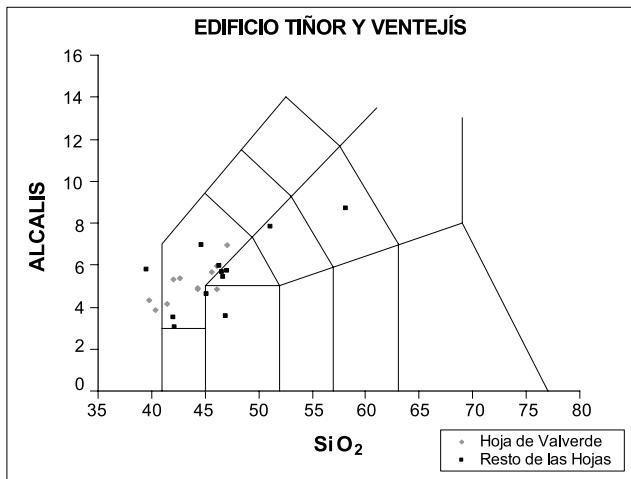


Fig. 5.1.- Diagrama T.A.S.

5.4. EDIFICIO EL GOLFO-LAS PLAYAS. PETROLOGÍA.

5.4.1. Tramo inferior.

En los escarpes próximos a los Riscos de Tibataje, se han observado: basaltos olivínicos y traquibasaltos.

Los basaltos contienen un 5% aproximadamente de fenocristales que son en su mayoría de olivino, salvo algunos de opacos y de augita titanada. Sus tamaños son seriados desde 2,4 mm. hasta confundirse con la matriz. Esta es muy fina, formada por plagioclasa, augita titanada, minerales opacos y olivino y presenta ciertas irregularidades texturales en función de la proporción y tamaño de grano de los minerales opacos. También se observa algún fragmento englobado de roca juvenil. Los cristales de olivino de la matriz aparecen totalmente iddingsitzados.

El traquibasalto muestra una textura afieltrada, muy fina, con algún fenocristal aislado de augita o plagioclasa y escasos microfenocristales de minerales opacos. La matriz está constituida por plagioclasa, abundantes opacos casi pulverulentos, augita titanada y olivino. La distribución de los minerales opacos y su tamaño de grano también confiere a la muestra irregularidades texturales.

5.4.2. Tramo medio-superior.

Correspondientes a este tramo se han estudiado muestras de basaltos olivínicos y olivínico-piroxénicos. Las primeras corresponden a coladas afaníticas situadas por debajo de las coladas olivínico-piroxénicas. Se trata de basaltos olivínicos con tendencia traquibásaltica. Sus texturas son traquitoides o intergranulares con escasos fenocristales o ausencia de ellos. Si existen fenocristales son de olivino, subidiomorfos, de bordes redondeados y hábito en ocasio-

Edificio Tiñor y Ventejís

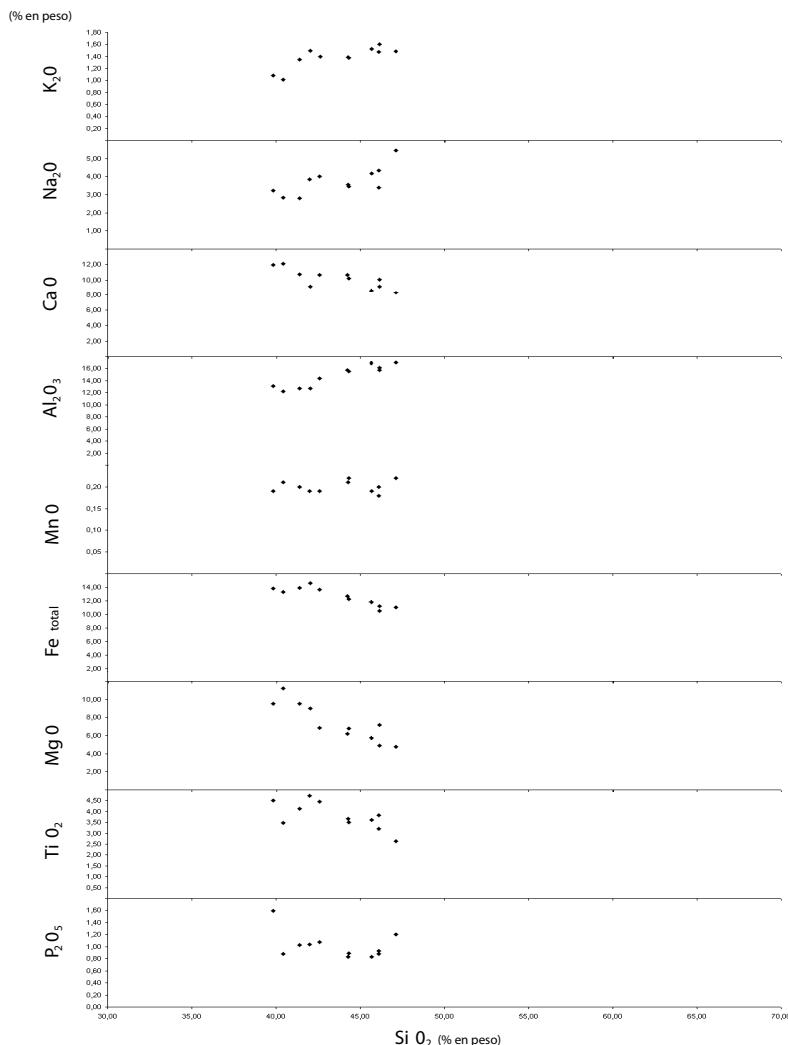


Fig. 5.2.- Diagrama de variazion sílice/óxidos de las muestras del Edificio Tiñor.

nes casi esquelético; sus tamaños son seriados hasta confundirse con la matriz. Cuando no existen fenocristales pueden encontrarse microfenocristales de minerales opacos. En cualquier caso, en la matriz destacan por su tamaño los cristales de olivino, con formas rómbicas, a menudo de hábito esquelético, con el cuerpo central del cristal ocupado por la matriz. La plagioclasa aparece en listoncitos maclados (albita y/o karslbad), más o menos orientados, entre cuyos intersticios se disponen el resto de los minerales. Los cristales de augita titanada presentan un hábito prismático corto y formas idiomorfas y subidiomorfas. Los minerales opacos son alotriomorfos, con crecimiento esquelético en ocasiones.

Las muestras de basaltos olivino-piroxénicos son similares a las anteriores en cuanto a su matriz, pero se diferencian en la presencia de fenocristales, de olivino y augita titanada, que pueden ir del 15% al 30% de la roca y con tamaños seriados desde 2,5 mm hasta confundirse con la matriz. Los de olivino y augita titanada son idiomorfos o subidiomorfos, a menudo con sus bordes redondeados; los de augita pueden agruparse en glomérulos. Los minerales opacos se presentan como pequeños fenocristales o como microfenocristales, son idiomorfos o alotriomorfos y con frecuencia sus bordes muestran una textura poiquilítica.

5.4.3. Coladas traquíticas. (24)

Se han recogido tres muestras en el camino a la Ermita Virgen de la Peña a cotas de 600, 680 y 695 m, respectivamente. Se trata de traquitas maficas plagioclásicas, con una textura microporfídica traquítica o afieltrada. Los microfenocristales son de plagioclasa, clinopiroxeno verde, minerales opacos y en un caso también de anfíbol. Suponen un 10-15% del total de la roca, siendo en su gran mayoría de plagioclasa (excepto el 2-3%). Estos cristales son subidiomorfos o alotriomorfos, con maclado polisintético y zonación. Los fenocristales de clinopiroxeno y de opacos son xenomorfos. Los de anfíbol, cuando los hay, son subidiomorfos, fuertemente pleocrómicos y en parte desestabilizados.

La matriz está constituida por abundante plagioclasa ácida, clinopiroxeno, minerales opacos, apatito y esfena. La plagioclasa es subidiomorfa (alistonada) o xenomorfa, con maclado polisintético y zonación irregular. El clinopiroxeno, de tonos verde claro, es subidiomorfo-xenomorfo, en ocasiones casi acicular. Los minerales opacos son alotriomorfos, equidimensionales, en parte de grano muy fino. Apatito xenomorfo anubarrado y esfena subidiomorfa, ambos muy escasos.

5.5. EDIFICIO EL GOLFO-LAS PLAYAS. GEOQUÍMICA.

En este edificio se aprecia ya un incremento de la alcalinidad de los materiales con respecto al anterior, si bien existe también cierta coincidencia de tipos composicionales, Tabla 5.2. Este volcanismo representa, además, una serie de variación geoquímica más completa que el anterior, Fig. 5.3, con términos básicos subsaturados, que van desde picrocabaltos y basanitas-tefritas, pasando por términos intermedios, traquibasaltos (hawaiitas), hasta tipologías más evolucionadas y diferenciadas, benmoreitas, e incluso, altamente diferenciadas, traquitas. Es de destacar en este edificio, la ausencia de basaltos propiamente dichos, a pesar de que petrográficamente la mayoría de las muestras estudiadas muestran esa composición. La Fig. 5.4 muestra cómo a medida que progresó la diferenciación magmática se produce un empobrecimiento relativo en elementos ferromagnesianos y aumentan, por el contrario, los contenidos en álmina y álcalis, evidenciando, aquí también, la importancia de la cristalización fraccionada.

TABLA 5.2.- ANÁLISIS QUÍMICOS, NORMA CIPW Y PARÁMETROS GEOQUÍMICOS DE LAS MUESTRAS DE LA HOJA

Edificio El Golfo-Las Playas

MUESTRA	41390	41460	41457	47591	41456	AG 561	47573	47588
SiO ₂	47.91	58.85	55.91	56.51	55.91	56.95	54.71	55.66
Al ₂ O ₃	16.40	18.60	19.20	18.60	18.71	18.95	18.17	18.86
FeO	3.74	4.22	3.12	3.70	5.47	5.85	4.70	3.76
FeO	7.26	0.28	2.40	2.15	0.21		2.46	1.96
MgO	5.81	0.92	1.23	1.22	1.23	1.29	2.02	1.22
CaO	7.80	4.51	5.95	5.47	5.95	5.36	6.60	5.34
Na ₂ O	4.32	7.45	7.18	7.13	7.66	7.28	6.20	7.47
K ₂ O	1.36	2.92	2.59	2.90	2.63	2.48	2.44	2.95
MnO	0.20	0.24	0.31	0.28	0.28	0.26	0.28	0.28
TiO ₂	3.09	1.00	1.13	1.16	1.11	1.18	1.70	1.16
P ₂ O ₅	0.92	0.19	0.32	0.31	0.34	0.32	0.45	0.31
H ₂ O	0.73	0.51	0.17	0.39	0.41		0.44	0.55
OR	8.04	17.26	15.31	17.14	15.54	14.66	14.42	17.43
AB	34.58	56.15	46.63	48.32	47.48	50.52	45.30	45.37
AN	21.34	8.69	12.51	10.18	8.90	11.71	14.54	9.22
NE	1.07	3.74	7.65	6.51	9.39	6.00	3.88	9.67
DI	9.12	4.94	7.62	6.55	6.61	8.77	10.85	6.55
WO		1.94	2.21	2.72	3.32	0.77	0.55	2.85
OL	11.24							
HE		4.22			0.61	5.47	2.00	1.09
MT	5.42		4.52	4.48		4.22	3.92	3.87
IL	5.87	1.10	2.15	2.20	1.04	2.24	3.23	2.20
PF		0.71			0.95			
AP	2.13	0.44	0.74	0.72	0.79	0.74	1.04	0.72
Cu		9		10	11		12	
Ga		22		22	22		21	
Ni		26		26	25		25	
Sr		1130		1052	1391		1371	
Zr		914		936	801		824	
Th		35		28	22		25	
Rb		84		77	71		71	
Pb		19		16	19		17	
Zn		89		96	93		91	
Y		34		41	44		40	
ID	43.69	77.14	69.59	71.97	72.42	72.29	63.60	72.47
FEMG	0.22	0.00	0.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
IP	51.94	53.64	52.73	53.64	53.64	53.64	53.64	53.64

41390.- Hawaита. Colada en el Risco del Tibataje. PELLICER (1979).

41460.- Traquita "s.s". Colada en el camino de la Virgen de la Peña. PELLICER (1979).

41457.- Benmoreita. Colada en el camino de la Virgen de la Peña. PELLICER (1979).

47591.- Benmoreita. Segunda colada de los Roques de Salmor. PELLICER (1979).

41456.- Benmoreita. Colada en el camino de la Virgen de la Peña. PELLICER (1979).

AG 561.- Benmoreita. Colada en la senda de la ermita Virgen de la Peña. MAGNA.

47573.- Benmoreita. Colada en el Rodadero del Llano de la Punta. PELLICER (1979).

47588.- Benmoreita. Primera colada del Roque de Salmor. PELLICER (1979).

TABLA 5.2.- ANÁLISIS QUÍMICOS, NORMA CIPW Y PARÁMETROS GEOQUÍMICOS DE LAS MUESTRAS DE LA HOJA (Continuación)

Edificio El Golfo-Las Playas

MUESTRA	40663	47566
SIO2	42.26	58.26
AL2O3	13.84	18.81
FE2O3	3.93	3.43
FEO	9.23	0.81
MGO	7.77	1.01
CAO	10.05	4.49
NA2O	4.43	8.57
K2O	1.54	2.76
MNO	0.34	0.25
TIO2	4.58	0.74
P2O5	1.00	0.19
H2O	0.75	0.61
OR	9.10	16.31
AB	10.84	52.40
AN	13.33	4.71
NE	14.44	10.90
DI	24.07	5.43
WO		3.91
HY		
OL	10.49	
HE		2.55
MT	5.70	1.28
IL	8.70	1.41
AP	2.32	0.44
ID	34.37	79.61
FEMG	0.21	0.00
IP	52.04	53.64

40663.- Tefrita. Dique en la playa del Cantadal. PELLICER (1979).

47566.- Traquita "s.s". Dique en el Lomo de la Punta. PELLICER (1979).

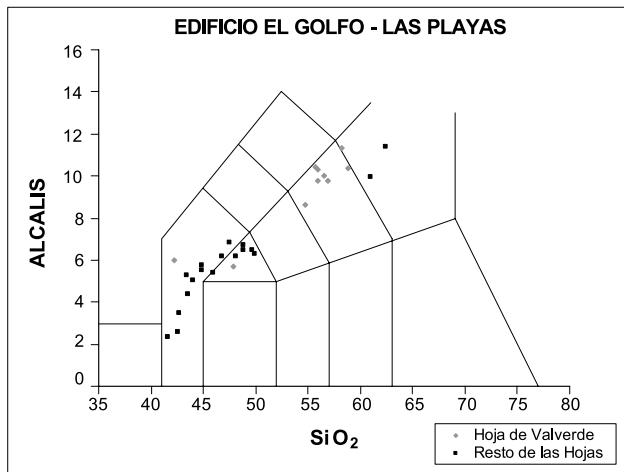


Fig.5.3.- Diagrama T.A.S. de las muestras pertenecientes al Edificio El Golfo-Las Playas.

5.6. VOLCANISMO DE LAS DORSALES. PETROLOGÍA.

Dentro de las coladas de esta unidad se pueden distinguir tres grandes grupos petrográficos: basaltos olivínicos, olivínico-piroxénicos y traquibasaltos.

Entre los basaltos olivínicos existen términos picríticos y basanitoides, debido a la escasez de plagioclasa, que posiblemente equivalen a picritas y basanitas en una clasificación geoquímica. Las texturas de los basaltos olivínicos en su conjunto son más o menos porfídicas microcristalinas vesiculares. Los fenocristales suponen desde el 1-2% hasta el 12% como máximo de la totalidad de la roca. Son todos ellos de olivino, con tamaños seriados que van desde 0,5-2 mm hasta confundirse con la matriz; son idiomorfos, a menudo corroídos en sus bordes por la matriz y con frecuencia con inclusiones de minerales opacos. Es relativamente frecuente la presencia de minerales opacos como microfenocristales, también idiomorfos.

La matriz, muy fina, está formada por abundantes cristales prismáticos más o menos alargados, a veces casi aciculares, de augita titanada; microlitos de opacos alotriomorfos, equidimensionales, en ocasiones casi pulverulentos; plagioclasa maclada, en finos listoncillos o pajuelas, en algunos casos muy escasa y microlitos en secciones rómbicas de olivino. Las vesículas, de formas muy irregulares, pueden en algún caso alcanzar hasta el 30-35% de la totalidad de la roca.

Edificio El Golfo - Las Playas

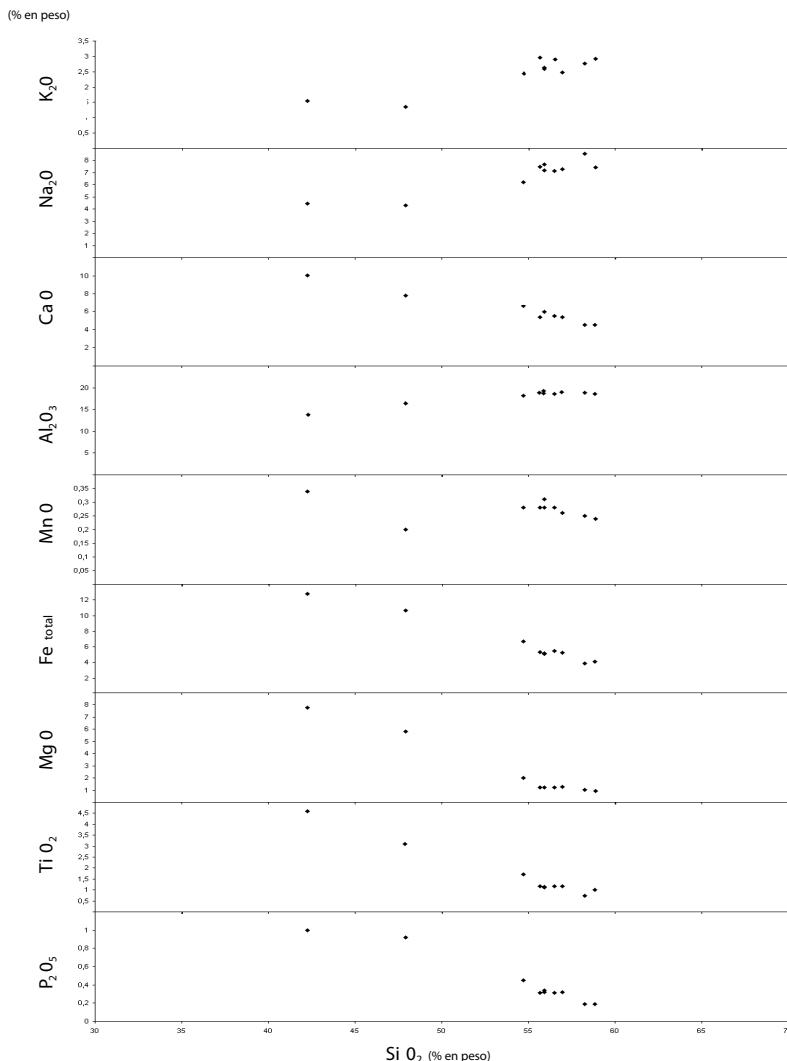


Fig. 5.4.- Diagrama de variación sílice/óxidos de las muestras pertenecientes al Edificio El Golfo-Las Playas.

Los basaltos olivínico-piroxénicos presentan texturas porfídicas seriadas intergranulares o microcristalinas, ligeramente vesiculares. La proporción de fenocristales parece ser muy pequeña (2-4%) o muy grande (40-50%); sus tamaños también van en relación con su abundancia, alcanzando los 2,5 mm cuando la proporción es escasa y los 7 mm, en lámina delgada, cuando la proporción es alta. Casi siempre son más abundantes los de olivino, con cristales idiomorfos, de bordes redondeados, con golbos de corrosión por la matriz y en algunos casos de hábito esquelético. Los fenocristales de augita titanada también pueden ser numerosos, con formas asimismo idiomorfas, con zonación concéntrica, corroídos en ocasiones en sus bordes por la matriz y frecuentemente con finas inclusiones de minerales opacos. Los minerales opacos pueden aparecer como microfenocristales de aspecto criboso. Los traquibasaltos muestran texturas microcristalinas, ligeramente traquitoides, con algún fenocristal. Los fenocristales prácticamente no existen, encontrándose únicamente algunos microfenocristales de opacos, plagioclasa y/u olivino.

La matriz está constituida por abundantes listoncillos de plagioclasa maclada (ley de la albita y/o karlsbad), más o menos orientados según el flujo magmático; cristalitos, a menudo prismáticos alargados de augita titanada maclada; minerales opacos, generalmente en cristalitos equidimensionales, aunque también con hábitos esqueléticos, casi aciculares, en una segunda generación, y microlitos de olivino en secciones rómbicas o prismáticas alargadas o también frecuentemente con hábito esquelético.

5.7. VOLCANES ADVENTICIOS DE TIÑOR. PETROLOGÍA.

En todas las coladas emitidas por los volcanes adventicios, y también en alguna bomba estudiada, se han encontrado tres grandes grupos petrográficos, todos ellos de composición basáltica. Estos son los basaltos olivínicos, olivínico-piroxénicos y piroxeno-olivínicos. Al igual que ocurre con el volcanismo de las dorsales, los basaltos olivínicos muestran tendencias picríticas o basaníticas, habiéndose clasificado alguna muestra como picrita y, aunque no se ha clasificado ninguna como basanita, debido a la inexistencia de foídes, es posible que su composición normativa si entre dentro de ese campo.

Las texturas de estos basaltos olivínicos son todas ellas porfídicas seriadas micro o criptocriptoclinas, afieltradas en ocasiones y a menudo vesiculares. Las proporciones de los fenocristales son variadas, yendo desde el 5% hasta el 30%. Son todos ellos de olivino, con tamaños máximos de 1-2 mm hasta confundirse con la matriz, idiomorfos o subidiomorfos, corroídos por la matriz y, con relativa frecuencia, de hábito esquelético.

La matriz de estos basaltos se caracteriza por ser muy fina, con irregularidades texturales, debido a la distribución irregular de los minerales opacos y a su grado de cristalinidad. La augita titanada, en algunos casos muy abundante, muestra formas prismáticas alargadas, con maclado y zonado en reloj de arena en los cristales más desarrollados. Los minerales opacos también pueden llegar a ser muy abundantes y con frecuencia casi pulverulentos. La plagioclasa, muy escasa en los términos picríticos y basanítoides, presenta listoncillos maclados, a veces tan finos como pajuelas. El olivino aparece en finos cristalitos muy incipientemente irdingsitzados. Las vesículas son de muy pequeño tamaño, generalmente circulares, raramente rellenas por calcita. En una de las muestras se ha encontrado un nódulo de piroxeni-

ta. Los basaltos piroxénico-olivínicos y olivílico-piroxénicos son de similares características, diferenciándose únicamente en las proporciones de fenocristales relativas de augita y de olivino. Las texturas son microcristalinas, intergranulares o intersertales más o menos porfídicas o glomeroporfídicas, con alguna vesícula en raras ocasiones. En cuanto a los fenocristales, éstos muestran proporciones del 1-2% o del 20-25%; sus tamaños son seriados, oscilando sus tamaños máximos entre 0,2 mm y 2,8 mm. Los fenocristales de augita titanada son idiomorfos, maclados en ocasiones, con zonados concéntricos, en reloj de arena o complejos, y a veces agrupados en glomérulos; pueden incluir cristalitos de opacos en sus bordes. Los de olivino son idiomorfos, con bordes redondeados y golfos de corrosión, también con tendencia a agruparse en glomérulos.

La matriz de estas rocas está constituida, generalmente, por un entramado de listoncillos de plagioclasa, a veces casi aciculares, entre los que se disponen pequeños prismas de augita titanada, opacos idiomorfos o subidiomorfos, isométricos, a veces casi pulverulentos, y microilitos idiomorfos de olivino. En alguna muestra se ha observado vidrio castaño intersticial

5.8. VOLCANISMO DE LAS DORSALES Y ADVENTICIOS DE TIÑOR. GEOQUÍMICA.

Como ya ocurría en la formación volcánica anterior, en estos episodios también se produce un incremento de la alcalinidad con respecto a aquellos, Fig. 5.5. Predominan en estas emisiones las tipologías basaníticas y tefríticas, estando ausentes también las composiciones basálticas, si bien, petrográficamente éstas también son las dominantes. Se observa, por tanto, que rocas que petrográficamente corresponden a basaltos presentan composiciones y características normativas de basanitas y tefritas, como se refleja en la Tabla 5.3.

Aunque no son espectaculares, ni volumétricamente importantes, a lo largo de Las Dorsales se han emitido también lavas de composición geoquímica intermedia e incluso altamente diferenciadas, como ocurre en los afloramientos de coladas traquíticas de la zona de Mercadel (Hoja de Sabinosa).

TABLA 5.3.- ANÁLISIS QUÍMICOS, NORMA CIPW Y PARÁMETROS GEOQUÍMICOS DE LAS MUESTRAS DE LA HOJA

Volcanismo de Las Dorsales (indiferenciado) y adventicios de Tiñor

MUESTRA	AG 555	39929	47757	47602	47604	AG 563	40723
SIO2	47.21	43.48	41.50	45.10	41.66	43.62	43.30
AL2O3	16.84	13.40	11.65	15.94	14.15	12.96	12.62
FE2O3	10.81	4.20	3.10	2.79	5.39	13.40	6.30
FEO		8.82	10.86	9.47	8.63		7.32
MGO	4.43	5.35	14.93	7.07	9.28	8.78	11.69
CAO	9.50	10.66	8.84	8.69	9.26	10.74	11.31
NA2O	4.69	4.62	2.34	3.89	4.00	3.83	2.69
K2O	1.70	3.09	0.10	1.50	1.54	1.25	0.80
MNO	0.18	0.21	0.19	0.20	0.22	0.18	0.20
TIO2	3.42	3.96	2.45	3.52	3.50	4.13	3.02
P2O5	1.02	1.41	0.31	0.86	1.13	0.92	0.63
H2O		0.16	0.44	0.88	0.69		0.22
OR	10.05	18.26	0.59	8.86	9.10	7.39	4.73
AB	27.34	5.10	14.22	21.54	11.98	15.27	14.14
AN	19.88	6.70	20.99	21.60	16.11	14.48	20.00
NE	6.69	18.42	3.02	6.16	11.85	9.28	4.67
DI	16.35	29.93	16.74	12.90	17.90	26.02	25.22
OL	3.96	3.92	30.84	15.24	14.75	9.89	14.79
MT	6.02	6.09	4.49	4.05	7.81	6.63	9.13
IL	6.50	7.52	4.65	6.69	6.65	7.84	5.74
AP	2.36	3.27	0.72	1.99	2.62	2.13	1.46
Cu		21					78
Ga		17					16
Ni		22					232
Sr		417					431
Zr		157					153
Th		14					18
Rb		30					33
Pb		7					6
Zn		83					82
Y		21					20
ID	48.22	41.77	17.84	36.57	32.93	37.36	23.54
FEMG	0.00	0.27	0.22	0.29	0.17	0.00	0.09
IP	53.64	51.59	51.98	51.44	52.38	53.64	52.97

AG 555.- Tefrita. Colada en el bco. de Erese, al O de Mña de la Fara. MAGNA.

39929.- Tefrita. Colada en el Roque del Soldado. PELLICER (1979).

47757.- Picrobasalto. Colada en la Fuga de Gorreta. ILM (inédito).

47602.- Basanita. Colada en la senda de Valverde a Ajare, cota 700 m. PELLICER (1979).

47604.- Basanita. Colada en Guardavacas. PELLICER (1979).

AG 563.- Tefrita. Colada en el PK- 3,1 de la ctra. Valverde-Puerto de la Estaca. MAGNA.

40723.- Basanita. Colada en la Grieta del Chijo. PELLICER (1979).

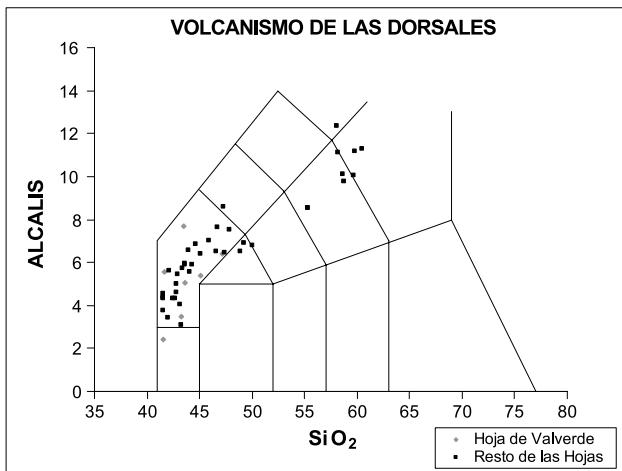


Fig. 5. 5.- Diagrama T.A.S. de las muestras pertenecientes al volcanismo de Las Dorsales y volcanes adventicios de Tiñor.

Ver fig. 5.6. donde se representa la variación geoquímica del volcanismo de Las Dorsales y adventicios de Tiñor.

5.9. VOLCANISMO SUBRECIENTE (Dom. NE Edificio Punta de la Caleta, Playa del Varadero y Bco Honduras; n°s 14 y 15) PETROLOGÍA

En el Edificio de la Caleta se han recogido tres muestras: una de ellas corresponde a unas coladas "pahoehoe" muy vesiculares y se trata de un basalto picroítico, con un 30% de vesículas, un 20% de fenocristales de olivino y una matriz formada por augita titanada, minerales opacos, plagioclasa, olivino y escaso vidrio castaño llenando intersticios; las otras dos son un basalto olivínico y un basalto olivínico-piroxénico con un 10% de fenocristales ambas y tamaños seriados de éstos desde 2,5-3 mm hasta confundirse con la matriz. La matriz la constituyen microlitos de augita titanada, minerales opacos, plagioclasa y olivino.

En la playa del Varadero y en el Bco de Honduras se han tomado sendas muestras, clasificándose la primera como un basalto piroxénico-olivínico y la segunda como olivínico-piroxénico. Ambas presentan un 7% de fenocristales predominando los de augita titanada o los de olivino y algún microfenocristal de minerales opacos. La matriz está constituida por plagioclasa, augita titanada, minerales opacos, olivino y algo de vidrio intersticial.

**Volcanismo de las Dorsales (indiferenciado)
y adventicios de Tiñor**

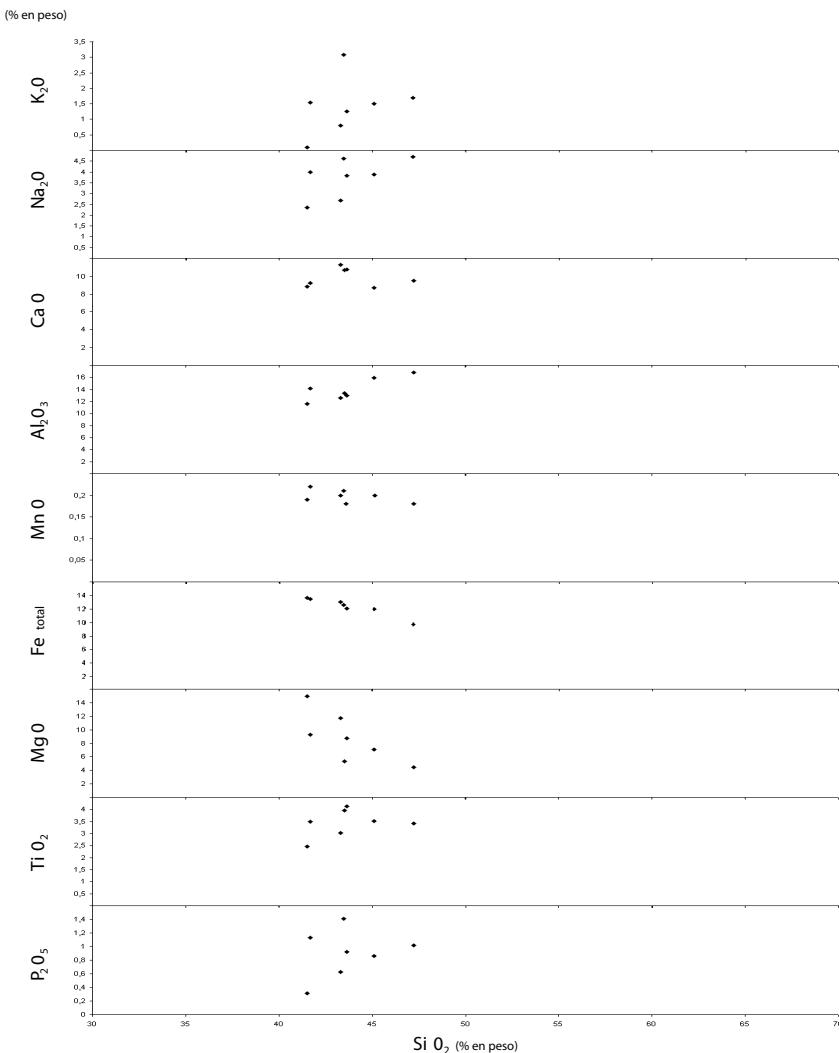


Fig. 5. 6.- Diagrama de variación Sílice/óxidos de elementos mayores del volcanismo de Las Dorsales, y volcanes adventicios de Tiñor

5.10. VOLCANISMO RECIENTE. (Edificios Mñá Aguajiro, La Cancela y Soleimán, 16, 17, 18). PETROLOGÍA.

Se han muestreado todos los edificios resultando ser las muestras recogidas en su gran mayoría basaltos olivínicos y en mucha menor proporción basaltos olivínico-piroxénicos.

Las texturas de ambos tipos son porfídicas seriadas de matriz microcristalina, en ocasiones traquitoide, algo vesicular en algunos casos. Los fenocristales representan entre el 10 y el 20% del total de la roca, con unos tamaños seriados que van desde 2-3,5 mm como tamaños máximos hasta confundirse con la matriz.

En los basaltos olivínicos los únicos fenocristales presentes son los de olivino, salvo algunos microfenocristales de minerales opacos. En los "olivínico-piroxénicos" también están presentes los de augita titanada. Los fenocristales de olivino son idiomorfos o subidiomorfos, con gollos de corrosión, muy frescos, alguna vez agrupados en glomérulos y raramente con hábito esquelético. Los de augita titanada son idiomorfos, frecuentemente con zonación compleja, en ocasiones corroídos por la matriz.

La matriz es muy fina, con abundantes pequeños prismas de augita titanada; opacos abundantes, casi pulverulentos; plagioclasa en finos listoncillos maclados o pajuelas y olivino en pequeños microlitos idiomorfos. En algunos casos la plagioclasa es muy escasa, presentando las rocas una tendencia basanítica.

5.11. VOLCANISMO POST-GOLFO (29,30). PETROLOGÍA.

Se ha tomado una muestra de una escoria en Mñá de Orchilla (junto a Las Puntas) con una composición basáltica olivínica. Su textura es vesicular criptocristalina, con algunos cristalitos más desarrollados. El 30-40% de la roca está ocupado por vesículas, generalmente circulares, con un tamaño de grano medio de 0,4 mm. El 3% está constituido por cristales de olivino, con un tamaño medio de 0,5 mm y a menudo rotos. La matriz está formada por finísimas pajuelas de plagioclasa maclada, algún cristalito de augita, minerales opacos de tamaño criptocristalino y abundante vidrio marrón-negruzco.

Otra muestra ha sido tomada en el embarcadero de Punta Grande. Se trata de un basalto olivínico con microfenocristales de olivino y matriz formada por plagioclasa en listoncitos, augita titanada subidiomorfa, minerales opacos casi pulverulentos, olivino subidiomorfo-alotriomorfo y vidrio marrón.

5.12. VOLCANISMO SUBRECIENTE. (Alineaciones "Chamuscada-Entremontañas" y "Las Tabladillas-Las Montañetas") (31, 32). PETROLOGÍA.

Se han recogido dos muestras de estas alineaciones, una corresponde a un basalto olivínico y la otra a un olivínico-piroxénico. Ambas son microporfídicas con un 15% de microfenocristales; siempre más abundantes los de olivino, que se presentan en cristales idiomorfos o subidiomorfos, con algunos gollos de corrosión y pudiéndose agrupar varios individuos entre sí.

Los de augita titanada son subidiomorfos, preferentemente agrupados en "roseta".

La matriz está formada por abundante augita titanada, en pequeños prismas, a veces zonados; plagioclasa maclada, en listoncitos; opacos isométricos de tamaño de grano muy fino y olivino subidiomorfo o xenomorfo en cristales relativamente grandes.

5.13. EMISIONES POST-GOLFO, SUBRECIENTES Y RECIENTES. GEOQUÍMICA

Como se ha visto, en esta Hoja estas emisiones tienen una representación notable (playa del Varadero, Las Montañetas, Pozo de las Calcosas, etc.). Aunque se hayan separado cartográficamente, desde el punto de vista geoquímico y volcanológico representan, en realidad, una continuación de las emisiones de Las Dorsales y, por tanto, mantienen sus mismas características, Tabla 5.4. Como aspectos más llamativos cabe destacar la mayor abundancia de tipos foidíticos y la ausencia de emisiones diferenciadas.

En las Fig. 5.7 y 5.8 se representa la pauta de variación geoquímica de las erupciones recientes y las del resto de Las Dorsales, apreciándose cómo las primeras se encuadran perfectamente dentro de la secuencia de diferenciación magmática que caracteriza al conjunto del volcanismo de los ejes estructurales.

TABLA 5.4.- ANÁLISIS QUÍMICOS, NORMA CIPW Y PARÁMETROS GEOQUÍMICOS DE LAS MUESTRAS DE LA HOJA

MUESTRA	AG 564	AG 556	40147	47565
SiO ₂	47.38	44.12	43.30	42.71
Al ₂ O ₃	14.01	12.60	12.87	12.23
Fe ₂ O ₃	11.99	13.26	3.54	4.81
FeO			10.63	8.78
MgO	7.67	9.91	11.07	13.01
CaO	8.74	11.56	9.95	9.95
Na ₂ O	4.18	3.56	3.19	3.14
K ₂ O	1.75	0.80	0.93	1.01
MnO	0.17	0.18	0.20	0.19
TiO ₂	3.23	3.23	3.21	3.10
P ₂ O ₅	0.74	0.64	0.61	0.56
H ₂ O			0.16	0.44
OR	10.34	4.73	5.50	5.97
AB	26.18	13.99	13.09	10.50
AN	14.30	16.04	18.05	16.29
NE	4.98	8.74	7.53	8.71
DI	19.21	29.58	22.03	23.39
OL	9.74	11.98	20.66	20.47
MT	6.51	6.29	5.13	6.97
IL	6.13	6.13	6.10	5.89
AP	1.71	1.48	1.41	1.30
Cu			71	39
Ga			17	18
Ni			134	155
Sr			531	579
Zr			241	241
Th			14	15
Rb			33	38
Pb			9	10
Zn			93	83
Y			23	24
ID	45.71	32.27	26.12	25.18
FEMG	0.00	0.00	0.24	0.15
IP	53.64	53.64	51.80	52.51

AG 564.- Hawaiana. Colada junto a la playa del Varadero. MAGNA.

AG 556.- Basanita. Colada junto al centro de emisión de las Montañetas. MAGNA.

40147.- Basanita. Colada del volcán Entre montañas. PELLICER (1979).

47565.- Basanita. Colada en el Pozo de las Calcosas. PELLICER (1979).

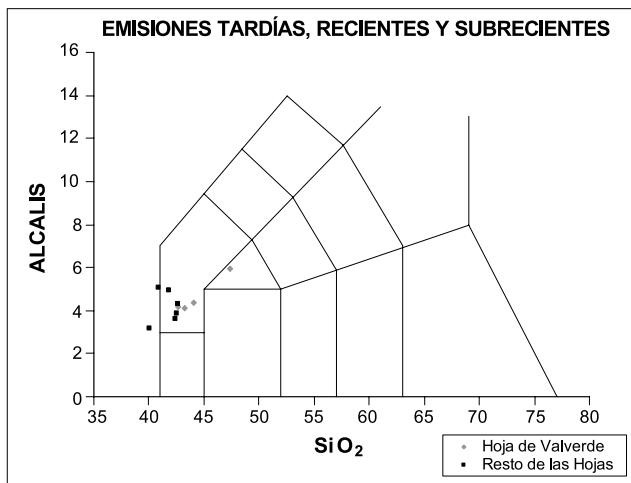


Fig. 5. 7.- Diagrama T.A.S. de clasificación de rocas volcánicas.

Emisiones tardías, recientes y subrecientes

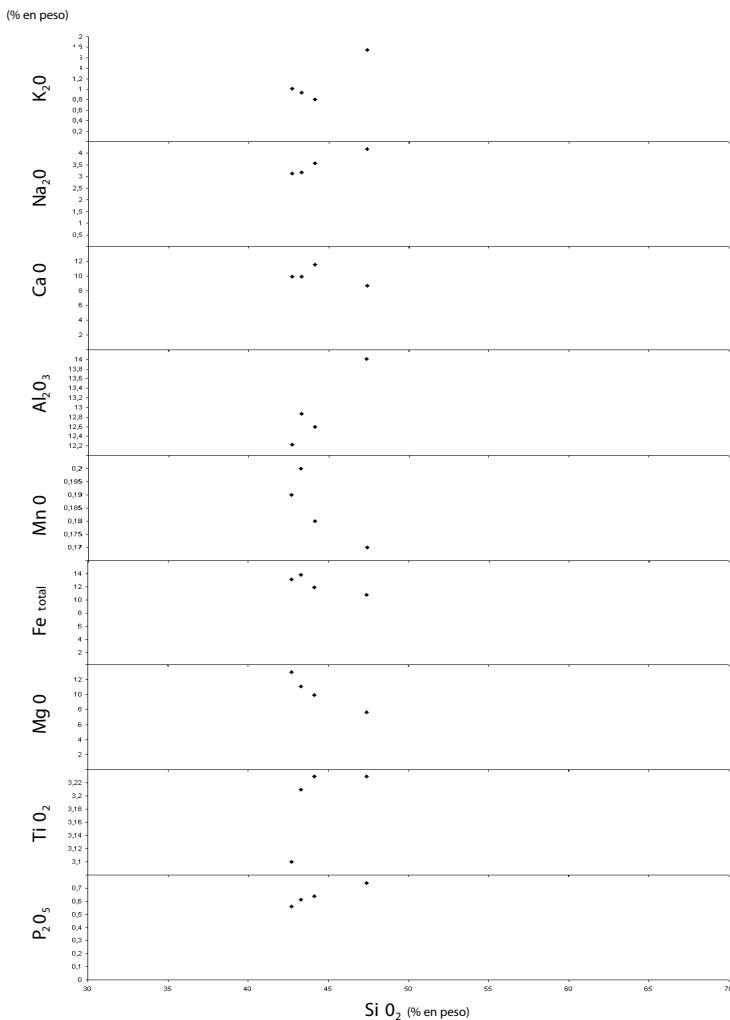


Fig. 5. 8.- Diagrama de variación Sílice/óxidos de los elementos mayores de las Emisiones Subrecientes y Recientes.

6. HISTORIA GEOLÓGICA

El inicio de la actividad magmática en la isla de El Hierro se produjo en el cuaternario. Concretamente las dataciones más antiguas, efectuadas en este sector NE de la isla, se cifran en torno a 1,12 M.a. (GUILLOU *et al.*(1996). Se trata de emisiones basálticas alcalinas que comienzan con coladas submarinas que evolucionan a lavas subaéreas. En general se trata de coladas alteradas con niveles piroclásticos intercalados e intensamente afectadas por la inyección filoniana; esta unidad ha sido denominada como tramo inferior del Edificio Tiñor. Casi sin solución de continuidad, comienza la emisión del tramo tabular, también conocido como "plateau de San Andrés" por GUILLOU *et al* (1996) y datado por estos autores en 1,04-1,05 M.a. El período de construcción de este primer edificio volcánico (Tiñor) culmina con la emisión del Grupo de Volcanes de Ventejís datado en unos 800.000 años; por tanto puede estimarse que en poco más de 300.000 años se construyó una isla volcánica primitiva de más de 1200 m de altitud.

Dada la rapidez del crecimiento insular, se debieron producir inestabilidades en las laderas del edificio que dieron lugar al deslizamiento del flanco occidental del edificio Tiñor, oculto actualmente por las emisiones subsiguientes del Edificio El Golfo-Las Playas y por el volcanismo de Las Dorsales. Además, hay que tener en cuenta la existencia, en este edificio de varias fracturas de componente NE-SO, que compartimentan este dominio. Durante unos 350.000 años no hay certeza de que exista actividad magmática, ni en este dominio, ni en el resto de la isla.

Durante el Pleistoceno Medio (hace aproximadamente unos 0,5 M.a.) se reinicia la actividad magmática en una zona situada al OSO del Edificio Tiñor, en lo que probablemente constituye la prolongación de la alineación volcánica de: Anaga-Teno-La Gomera-El Hierro.

Según se ha podido deducir por la estructura de los diques y coladas de estas emisiones, se estima que el área central de emisión del Edificio El Golfo-Las Playas, debía situarse en una zona ligeramente al sur de la depresión de El Golfo. Coladas de la base de la depresión de El Golfo datadas por GUILLOU *et al.* (1996) han dado edades de unos 0,54 M.a. No hay que descartar que alguno de los edificios adventicios al dominio NE (Casa Tadeo) puedan ser coetáneos con las emisiones del Edificio El Golfo-Las Playas. Este último edificio debía tener unas considerables dimensiones y llegó a superar en altura al primer edificio (Tiñor). Mayoritariamente está constituido por coladas basálticas con intercalaciones piroclásticas que constituyen potentes apilamientos. Hacia el techo aparecen coladas de tendencia traquibásica y traquitas, que han sido datadas en 176.000 años por GUILLOU *et al* (*op.cit.*). Casi sin solución de continuidad comienza la emisión del tercer edificio volcánico que se ha denominado como Volcanismo de las Dorsales o de los ejes estructurales. Esta unidad corresponde mayoritariamente con la Serie intermedia de PELLICER (1977), habiendo sido datada su base por GUILLOU *et al.* (*op.cit.*), en 158.000 años. Este volcanismo cubre una gran parte de la isla y se prolonga casi hasta el Holoceno, aunque a efectos cartográficos se han individualizado las emisiones que rellenan la depresión de El Golfo y las subcuentes y recientes.

Durante el Pleistoceno superior [entre 125.000 y 20.000 años] se debió producir el deslizamiento de El Golfo que alteró profundamente la fisonomía de la isla. De modo subsiguiente

al deslizamiento tuvo lugar el relleno de la depresión por distintas coladas de composición basáltica. La mayoría de los centros de emisión del volcanismo de Relleno de El Golfo se asientan en la zona de cabecera de la "cicatriz", e incluso podría sugerirse que el propio empuje del magma hubiera actuado como coadyuvante para la génesis de la enorme depresión.

Paralelamente, en el Dominio NE (Tiñor) se producen emisiones que desbordan los paleoacantilados del edificio Tiñor y dan lugar a pequeñas plataformas costeras ("islas bajas") en la zona de Tamaduste, Llano de los Cangrejos y La Caleta. Estas emisiones han sido asignadas a épocas subrecientes y recientes sólo por criterios geomorfológicos y de campo, puesto que no se poseen datos radiométricos.

Justo sobre la divisoria entre ambos dominios aparece la alineación Chamuscada-Entre Montañas con clara tendencia norteada y que presenta un último evento cifrado en unos 2.500 años (por datos de (C14)). Estas emisiones, junto con la colada que se canaliza por el barranco al Pozo de las Calcosas han sido asignadas al Volcanismo Reciente.

Por último hay que mencionar que la actividad erosiva permanece muy activa hasta nuestros días, sobre todo en el escarpe de El Golfo, donde se producen habitualmente caídas de piedras conocidas con el nombre local de "fugas". Concretamente el cono de deyección situado al pie de la Fuga de Gorreta ha sido asignado por CARRACEDO *et al.* (1977) a comienzos del siglo XX (año 1911).

7. GEOLOGÍA ECONÓMICA

7.1. HIDROGEOLOGÍA

7.1.1. Climatología

Las características climatológicas de esta isla están regidas, por la dinámica atmosférica asociada al anticiclón de las Azores, que determina una incidencia favorable de los vientos alisios del noreste, la existencia de una corriente oceánica fría que circunda las islas, su proximidad a África y en el caso de esta isla, su accidentado y elevado relieve.

En El Hierro la acción de los alisios es determinante en su climatología, y su efecto, combinado con la considerable altura topográfica de su zona central (1501 m), contribuye a la existencia de variaciones climáticas, principalmente pluviométricas y termométricas, entre los sectores septentrional, a barlovento, y el meridional, a sotavento. De esta manera, el régimen pluviométrico es muy variable en la isla.

7.1.2. Pluviometría

En la isla de El Hierro se han contabilizado un total de 40 estaciones pluviométricas. Sin embargo, estos datos son algo sesgados pues se trata de series cortas o incompletas que dificultan su interpolación. Para ello es necesario hacer una selección de las más representativas de las que se dispone. Así se han consultado diversos informes que utilizan diferentes métodos de cálculo.

En el estudio del SPA-15 se obtiene una precipitación de 390 mm lo que significa unos 105 hm³/año.

El "Programa Integral Concertado de Ordenación y Promoción de la isla de El Hierro", realizado por el Ministerio de Agricultura, analiza los datos de 10 estaciones pluviométricas y calcula las precipitaciones que se producen con una probabilidad del 25, 50 y 75% obteniéndose valores de 109,8, 92 y 65,1 hm³/año respectivamente, lo que implica una precipitación media de 340,7 mm.

En el avance del Plan Hidrológico se analizan los datos de 13 estaciones completándose con el método de las dobles acumulaciones, obteniéndose una serie homogénea de 37 años para el período 1950-51 y 1986-87. Posteriormente se han calculado las lluvias medias anuales de cada estación para este período.

Así, teniendo en cuenta las características de la isla, climatología, vegetación, etc, se confeccionó un plano de isoyetas medias para este período, obteniéndose unos valores de lluvia media anual de 352,7 mm, es decir unos 95,2 hm³/año.

En general, se observa que los valores medios obtenidos en los distintos informes son bastante coherentes, oscilando entre 92 y 105 hm³/año, lo que supone una precipitación media entre 340,7 y 390 mm.

De la observación de este plano de isoyetas, elaborado en el Avance del Plan Hidrológico, se desprende además que la distribución espacial de la precipitación varía con la orientación y la cota. Los totales pluviométricos más elevados se registran en el sector NNE, con valores que oscilan entre los 300 mm de la costa y los 700 mm de la meseta de Nisdafe; esta situación se prolonga por la vertiente oriental entre los 500 y los 1000m. La ladera SW de la isla es mucho más seca y constituye la zona más árida de la isla. En ella, las precipitaciones descenden bruscamente desde los 500 mm de la cumbre, hasta cantidades inferiores a los 200 mm en la costa. Estas precipitaciones determinan distintas zonas climáticas que van desde húmeda a semiárida.

Un aspecto importante a tener en cuenta, al realizar un balance de aguas superficiales es que a las lluvias ordinarias habría que añadir los aportes hídricos procedentes de las condensaciones ligadas al "mar de nubes" o "precipitación horizontal". Estas condiciones de humedad se producen fundamentalmente sobre las vertientes N y NE por encima de los 500-600 m.

7.1.2.1. Precipitación por Condensación de Nieblas.

La causa que origina este fenómeno de condensación se debe a la estructura interna del alisio. Estos vientos están formados por dos capas de aire superpuestas y distintas: una inferior, húmeda y algo fría, de dirección NE, refrescada por la corriente de Canarias, con una potencia de 900 a 1600 m; y encima, otra de aire seco y cálido, de dirección O ó NO. Este viento del NO tienen una frecuencia menor que el alisio del NE de la capa inferior.

Estas dos capas están separadas por una superficie de discontinuidad, considerada como una de las inversiones de temperatura más claras y constantes que podemos encontrar en el globo conocida con el nombre de "inversión del alisio"

Esta inversión térmica se produce al ser cubierto el aire inferior húmedo e inestable, por aire seco y cálido, que desciende e impide el ascenso del húmedo. Este aire, si no asciende, no puede condensarse ni provocar lluvias; produciéndose unos movimientos de turbulencias y convección que provocan la formación de extensos bancos de nubes de tipo estratocúmulos, también denominados "mar de nubes". Esta inversión es más marcada, más baja y más frecuente en el borde occidental de los continentes, por estar además afectados por corrientes marinas frías. El desarrollo de estas nubes en altura está impedido por la presencia de este aire seco de dirección O ó NO.

Esta particular estructura del alisio explica la existencia de una marcada sequedad en la zona afectada por la capa superior.

Para que el alisio produzca lluvias, o al menos condense su vapor de agua, precisa la existencia de un obstáculo orográfico que le obligue a ascender. La presencia de este relieve obliga al viento a elevarse para salvar el volumen de ese obstáculo y es este ascenso el que favorece las condensaciones y en consecuencia la lluvia.

Si el aire que asciende alcanza el punto de rocío al llegar a la cumbre, las nubes se formarán justamente en la cima de la montaña. Si ésta es muy alta, las nubes se formarán antes de alcanzar la cresta.

Por tanto, el relieve tiene una importancia redoblada en el clima de las Islas Canarias, ya que no sólo modifica la temperatura con la altura y diferencia la solana de la umbría, sino que sobre todo determina disimetrías pluviométricas relacionadas con la estructura estable de la atmósfera.

Durante los meses de Junio, Julio y Agosto se produce un soplo constante del alisio sobre las islas, lo que determina que las laderas norte estén cubiertas de nubes y las laderas sur tengan un cielo despejado, produciéndose fundamentalmente los procesos de precipitación horizontal.

La precipitación horizontal, también llamada condensación de nieblas, se da en la zona media o mediana de las vertientes orientadas al alisio o barlovento. Esta precipitación horizontal consiste en gotitas de agua condensadas y mantenidas en suspensión en el aire, que se depositan en la densa vegetación de esta zona húmeda y en los accidentes del terreno. La cantidad de esa precipitación viene definida por la renovación o circulación del aire y por la superficie de exposición.

Los bosques de estas zonas son capaces por tanto de condensar el agua en los extremos de las hojas y hacerla caer al suelo, donde se infiltra. La vegetación, y más concretamente la "laurisilva", desempeña por tanto, un papel transcendental en la conservación del equilibrio ecológico insular.

Durante los meses de Junio a Noviembre de 1989 el IGME llevó a cabo mediciones de forma experimental en una parcela libre de vegetación, para así poder estimar el aporte que suponen las nieblas en terrenos descubiertos, puesto que en aquellos que presentan arbolado bastaría con cuantificar el agua de condensación.

La parcela experimental se situó en el término municipal de Valverde dentro de la zona denominada Hoya de Los Reyes, situada en una de las vertientes meridionales de la isla. Concretamente a unos 200m al SO del Vértice Ventejís, con una altitud de 1.100 m.

En ella se instalaron 4 lisímetros y 3 tensímetros dispuestos a distintas profundidades. Además en la zona de estudio se contaba con un pluviómetro cercano y un dispositivo encargado de recoger el agua de condensación instalado en un pinar próximo.

Aunque los resultados de este proyecto no son lo suficientemente fiables como para integrarlos en el balance, sí se han podido determinar una serie de observaciones al respecto: 1) el proceso de condensación de nieblas depende del tipo de suelo y vegetación; y 2) si se introduce en el balance deben realizarse una serie de correcciones como: establecer como mínimo un tiempo de duración del proceso de condensación de 6 meses, así como delimitar la superficie afectada por los vientos alisios en la isla, que viene a situarse por encima de los 900 m de cota, concentrándose en una superficie de apenas 25 Km², próxima al escarpe de El Golfo.

7.1.3. Evapotranspiración

En el informe del SPA-15 se obtiene una evaporación de 304 mm para una superficie de 270 Km² que supone un total unos 82 Hm³/año. En el avance del Plan Hidrológico se obtiene mediante el método de Tornthwaite un valor de la evapotranspiración media de 254,6 mm equivalentes, que suponen 68,8 Hm³/año. Según este informe, el valor de la evapotranspiración sería del orden del 72% de la precipitación.

7.1.4. Escorrentía

Una vez valoradas la precipitación y la evapotranspiración, de la diferencia de ambas, se obtiene el volumen que discurre por los cauces y/o se infiltra en el subsuelo.

De nuevo, es necesario hacer estimaciones para cuantificar y repartir entre escorrentía superficial e infiltración de los volúmenes excedentes.

Respecto a la escorrentía superficial, no se ha podido medir de forma directa al no existir estaciones de aforo en la isla, sin cursos de aguas permanentes. Esta escorrentía superficial discurría con notable irregularidad y acusada concentración temporal, ya que como se ha indicado las lluvias son escasas, pero cuando caen lo hacen en forma de aguaceros de fuerte intensidad horaria.

Otra consideración a tener en cuenta es que los terrenos volcánicos son fácilmente erosibles, por lo que en aquellas zonas con fuertes pendientes e intensas deforestaciones, al pro-

ducirse este tipo de lluvias tormentosas, dará lugar a la desaparición de una enorme cantidad de materiales de las cuencas vertientes, más propiciada por una red de barrancos que se encajan rápidamente. Esto conlleva a que gran parte del agua caída se perderá por escorrentía directa al mar.

Las peculiares características de la isla de El Hierro facilitan en cierta medida la estimación de la escorrentía, pues la red de barrancos se desarrolla principalmente en las zonas con materiales más antiguos. Se trata de una red joven, radial, poco jerarquizada y con fuertes pendientes.

En el avance del Plan Hidrológico, se intentó cuantificar esta escorrentía superficial o cantidad de agua que alcanza la desembocadura de los barrancos en el mar así como la cantidad de agua que se infiltra a través de los cauces. Esto se ha estimado aplicando un coeficiente de escorrentía.

Para la determinación de este coeficiente se ha tenido en cuenta la diferente permeabilidad de los suelos, la posible infiltración en los cauces como consecuencia de los accidentes localizados, la distribución de las precipitaciones y las características hidrogeológicas de las cuencas. Combinando todos estos factores se determinaron unas bandas con sus correspondientes coeficientes de escorrentía, siendo generalmente más elevados en la cumbre, descendiendo a medida que nos acercamos a la línea de costa. Además, se han tenido en cuenta otros aspectos como la naturaleza de los materiales del cauce, las fracturas que lo interceptan, las pendientes, la geometría del cauce, etc.

Teniendo en cuenta todas estas consideraciones, la estimación de la escorrentía que puede llegar al mar es de un 0,4%, lo que da un volumen medio anual de descarga de $0,3 \text{ hm}^3$.

En el SPA-15 esta escorrentía se estima en unos $3 \text{ hm}^3/\text{año}$, dato que se ha considerado algo sobredimensionado.

7.1.5. Infiltracion.

Al desconocerse el flujo de salida al mar desde el acuífero y la variación de las reservas con el mismo, este último factor del Balance Hídrico, la infiltración, se obtiene habitualmente mediante la diferencia entre el recurso disponible, (precipitación menos evapotranspiración), y la escorrentía. El valor obtenido de esta forma, estará por tanto falseado por las imprecisiones cometidas en el cálculo de los demás parámetros. No obstante, su valoración presenta tantas dificultades que necesariamente hay que realizar esta estimación.

En el Avance del Plan Hidrológico se ha estimado, para la superficie total de la isla, cuantificándose en 97 mm/año , lo que supone un 217% de la pluviometría media.

En el SPA-15 se estimó en 76 mm/año , lo que supone un 19,5% de la pluviometría media.

-BALANCE HÍDRICO DE AGUAS SUPERFICIALES.

El balance hídrico no es más que la aplicación del principio de la conservación de la masa (ecuación de la continuidad) a una cierta región definida por unas determinadas condiciones de contorno.

Se pueden establecer balances generales, que incluyen las aguas superficiales y subterráneas, y balances parciales.

La ecuación del balance de aguas superficiales sería:

$$P-ES-ETR-I=\Delta R$$

En la tabla nº 1 se representa, a modo de resumen, los distintos parámetros que determinan el balance hídrico de la isla de El Hierro según los distintos estudios consultados.

Tabla nº 1.

FUENTE PARAMETRO	SPA-15(*)	Avance Plan Hidrológico 1991	Plan Hidrológico 1998
Precipitación (p)	105	95,2	
Evapotranspiración (ETR)	82	68,8	
Lluvia útil (P-ETR)	23	26,4	
Esorrentía (ES) CE x Llu	2,7	0,3	
Infiltración Llu-ES	20,3	26,1	

(*) Considerando la superficie insular de 270 Km² como el Avance del Plan Hidrológico. Valores expresados en Hm³/año.

Como puede observarse existen pequeñas variaciones en los valores obtenidos en los distintos informes, que sin embargo se traduce en un volumen de agua importante en el conjunto del análisis hidrológico de la isla. Así por ejemplo, la infiltración según los distintos estudios varía del orden de un 20%, unos 4-5 hm³/año y la estimación sobre la evapotranspiración difiere en unos 12-14 hm³/año, cifras considerables para una isla con escaso recurso de aguas de calidad aceptable.

7.1.6. Hidrología Subterránea

.-Inventario.Captaciones

Las captaciones de agua subterránea en el Hierro son básicamente de tres tipos: Pozos Canarios, Pozos galería y Galerías en trancada. Existen además seis antiguas galerías convencionales abandonadas.

Como puede observarse en la Fig. de NAVARRO y SOLER, (1995) muchas de estas captaciones no son operativas actualmente.

Pozos Canarios.: Son pozos con unos 3 m de diámetro y con profundidades del orden de unos 100. Se sitúan en la zona costera, fondos de barrancos, aunque actualmente sólo se explotan cuatro, localizados todos ellos en el valle de El Golfo:

- -P-38- Fátima
- -P-39- La Coruja o Guinea
- -P-40-Agua Nueva
- -P-41-Frontera.

Pozos-Galería.: Se trata de un sistema de captación bastante frecuente en esta isla. Consiste en la realización de un pozo canario y después, ante la escasa producción de agua, o la mala calidad de la misma, se suele recurrir a perforar una galería de fondo. Según datos de NAVARRO y SOLER (1995), existían 9 captaciones activas de este tipo, pero actualmente parece que la actividad se centra en el Pozo de Los Padrones PG-42.

POZOS GALERIA:

- PG-06 Tamaduste
- PG-08 Tancajote
- PG-10 Los Llanillos
- PG-11 Las Casitas o Las Puntas
- PG-13 La Caleta
- PG-37 Tigaday
- PG-42 Los Padrones
- PG-43 La Estaca o Varadero
- PG-49 Tejeguate

Galerías en Trancada.: Consiste en la realización de galerías ligeramente inclinadas que descienden desde la boca hasta alcanzar el nivel del acuífero.

.-CALIDAD

En el caso concreto de la isla de El Hierro se deben mencionar cuatro fenómenos que pueden producir un deterioro de la calidad del agua, estos son:

- efecto climático,
- intrusión marina,
- presencia de dióxido de carbono de origen volcánico, y
- contaminación por nitratos.

Si bien el último de los fenómenos enumerados, la contaminación por nitratos, tiene un carácter anecdótico y se concentra en el acuífero de El Golfo, los otros tres se presentan en la isla de modo notable.

El agua de lluvia incorpora una moderada cantidad de sustancias que varía apreciablemente en el tiempo y el espacio. En el proceso de recarga por infiltración una parte del agua se pierde a la atmósfera, por lo que la concentración de sustancias en el agua de recarga se ve incrementada proporcionalmente. Con la denominación efecto climático se hace referencia a aquellos casos en los que una elevada proporción del agua precipitada retorna a la atmósfera y consecuentemente el agua de infiltración ofrece una concentración original notable. En El Hierro este fenómeno se presenta especialmente en la zona suroeste ya que es en ella en la que se registra una precipitación menor unida a una evapotranspiración alta.

La intrusión marina en un sistema acuífero, consiste en el desplazamiento tierra adentro de la interfaz que separa el agua dulce (que "flota" sobre el agua salada debido a su menor densidad) del agua del mar. Cuando la interfaz, o más exactamente la zona de mezcla, es captada por un punto de extracción la calidad del recurso se ve consecuentemente afectada. Ha de tenerse en cuenta que se trata de un proceso de degradación progresiva de la calidad.

7.2. RECURSOS MINERALES

7.2.1. Rocas Industriales

Dentro del ámbito de la isla de El Hierro no existen yacimientos minerales explotables. Por contra, existen numerosas extracciones de rocas industriales, que se utilizan en el sector de la construcción. Concretamente, en la Hoja de Valverde se han inventariado un total de tres explotaciones activas, existiendo además numerosos sacaderos abandonados y/o de actividad intermitente.

Desde un punto de vista estructural y genético, los materiales explotables pueden clasificarse en: Rocas sedimentarias, Rocas volcánicas masivas y Rocas volcánicas fragmentarias.

Las rocas sedimentarias se han explotado en algunos depósitos coluviales localizados en el escarpe occidental, entre los Riscos de Tibataje y La Fuga de Gorreta. En lo referente a materiales arcillosos, existen varios "escarbaderos" abandonados en las inmediaciones de Timbarombo y una explotación activa en la zona de los Llanos de Tegosma, junto a la carretera nueva de Tiñor a S. Andrés. En estas explotaciones han extraído materiales arcillosos de tonos anaranjados y rojizos procedentes de la alteración de productos piroclásticos. En general los yacimientos cubren una amplia zona de este sector, con una potencia variable (por término medio) entre 3 y 5 m (como máximo). En el trabajo realizado por el IGME en (1985) ("Investigación de arcillas en las islas Canarias"), se tomaron tres muestras en la zona comprendida entre Timbarombo y Las Asomadas (Hoja de Frontera), cuyos resultados analíticos se adjuntan a continuación. Algunas de las explotaciones de la zona de los Llanos de Tegosma son muy recientes; puesto que en la fotografía aérea de Febrero de 1994 se observa el terreno natural aún sin "tocar".

- Análisis químicos (%)

Muestra Nº	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	P.F.
1	42,62	17,52	22,60	1,11	1,40	1,61	0,53	12,70
2	41,54	18,08	20,15	1,14	1,54	1,79	0,61	11,80
3	39,51	16,81	21,73	1,20	1,32	1,60	0,59	13,84

- Análisis mineralógico (%)

Muestra Nº	Cuarzo	Feldespato	Hematites	Caolinita+Iltita
1	<10%	40%-50%	_10%	<10%
2	<10%	50%-60%	_10%	<10%
3	<10%	40%-50%	_10%	<10%

- Fracciones Granulometría T, (%)

Muestra Nº	Arena gruesa	Arena fina	Limo	Arcilla
1	69,5	13,8	8,7	6,80
2	68,7	14,5	8,1	7,10
3	69,3	14,7	9,3	7,20

Según se desprende de estos ensayos, se trata de depósitos arenó-arcillosos, poco aptos para la industria cerámica. Mayoritariamente se utilizan como correctores de suelos en agricultura. Una gran parte de estos materiales se emplean para acondicionar terrenos para invernaderos en la zona de El Golfo.

En cuanto a las Rocas Volcánicas masivas, sólo existe una explotación activa localizada a unos 900 m al NE de S. Andrés. Existen varios frentes de Cantera desarrollados en las coladas "aa" de Mña Chamuscada-Soleimán. Actualmente están explotando una potente colada con disyunción columnar de más de 6 m de espesor. Junto a esta cantera existe una planta de machaqueo, en la cual se producen áridos y hormigones para abastecer el consumo insular.

Rocas Volcánicas fragmentarias. En la isla de El Hierro existen numerosos conos piroclásticos susceptibles de aprovechamiento. En la Tabla 9.1. se adjunta un resumen del inventario realizado por la Consejería de Industria y Energía del Gobierno de Canarias. En la Hoja de Valverde se han inventariado un total de 45 conos piroclásticos cuyas principales características se resumen en la tabla adjunta.

TABLA 9.1.

Número	Paraje	Volumen	Puntuación
Nº1	M ^ñ a Las Salinas	3,2 M de m ³	7
Nº2	M ^ñ a de Tisamar	3,0 M de m ³	9
Nº3	M ^ñ a Tanagiscaba o Echedo	4,5 M de m ³	8
Nº4	M ^ñ a Charneta	0,05 M de m ³	11
Nº5	M ^ñ as Quebrada y Trigo	2,3 M de m ³	11
Nº6	M ^ñ a Bermeja	2,3 M de m ³	6
Nº7	M ^ñ a Aguajiro	1,6 M de m ³	3
Nº8	M ^ñ a Curascan	1,9 M de m ³	11
Nº9	M ^ñ a Cueva de la Paja	5,3 M de m ³	4
Nº10	M ^ñ a Ariñes	0,5 M de m ³	11
Nº11	M ^ñ a Roque del Sondado	8,3 M de m ³	11
Nº12	M ^ñ a del Tesoro	16,5 M de m ³	14
Nº13	M ^ñ a de La Viña	0,8 M de m ³	3
Nº14	M ^ñ a Quemada o de los Muertos	3,3 M de m ³	8
Nº15	M ^ñ a Tenesedra	4,2 M de m ³	10
Nº16	Hoyo del Barrio	3,0 M de m ³	4
Nº17	Montañeta y La Limera	1,2 M de m ³	6
Nº18	M ^ñ a Afoba	18,9 M de m ³	5
Nº19	M ^ñ a del Hombre Muerto	4,9 M de m ³	11
Nº20	M ^ñ a del Risco	0,4 M de m ³	5
Nº21	M ^ñ a Jamones	0,3 M de m ³	6
Nº22	Pico de La Caleta	10,0 M de m ³	12
Nº23	Morro Hoya de Reyes	6,8 M de m ³	10
Nº24	M ^ñ a de Ajare	6,7 M de m ³	9

Nº25	San Juan y Cuesta Cayetano	11,7 M de m ³	13
Nº26	M ^ñ a Cascajo	0,07 M de m ³	10
Nº27	Torre y M ^ñ a del Tomillar	12,0 M de m ³	6
Nº28	M ^ñ a de La Fara	6,7 M de m ³	10
Nº29	Altos de Atara	22,0 M de m ³	9
Nº30	Complejo Ventejís	21,5 M de m ³	13
Nº31	La Montaña	1,2 M de m ³	4
Nº32	M ^ñ a Los Picos	8,3 M de m ³	6
Nº33	Pico Ribera	8,0 M de m ³	9
Nº34	M ^ñ as del Tagasaste	1,8 M de m ³	7
Nº35	Entremontañas	4,2 M de m ³	6
Nº36	M ^ñ a de La Fuentita	0,2 M de m ³	8
Nº37	Montañeta de Izique	0,12 M de m ³	9
Nº38	M ^ñ a Hoya de la Vaca	0,5 M de m ³	9
Nº39	M ^ñ a de San Andrés	1,2 M de m ³	8
Nº40	M ^ñ a de Los Helechos	21,0 M de m ³	12
Nº44	M ^ñ a de Afosa	5,5 M de m ³	6
Nº45	M ^ñ a de Las Rosas	2,0 M de m ³	8
Nº53	M ^ñ a de Jinama	12,6 M de m ³	7
Nº54	El Timbarombo	15,0 M de m ³	7
Nº55	Montañeta de Las Rosas	0,14 M de m ³	9

En el documento antes citado realizaron una valoración que se refleja en la columna derecha (Puntuación) teniendo en cuenta las siguientes variables:

- Distancia a centros de consumo
- Geomorfología
- Ecología
- Turismo

Esta puntuación puede resultar bastante subjetiva, si bien aquellos edificios que presentan valoración superior a 12 puede resultar aconsejable su explotación. Por otra parte hay que tener en cuenta la existencia de varios espacios naturales protegidos, entre los que destaca el H-6 "Paisaje protegido de Ventejís", que impediría la explotación de los edificios nos 16,17,21,23,26,27,28,29,30,31,34 y 36. Por tanto, los edificios cuya explotación resultaría más aconsejable se reducirían a cuatro.

Nº	Paraje	Puntos
12	M̄a del Tesoro	14
22	Pico de La Caleta	12
25	San Juan y Cuesta Cayetano	13
40	M̄a de los Helechos	12

Actualmente se observa que las explotaciones se concentran en dos zonas, una próxima a S. Andrés y otra próxima a Valverde. En la primera zona se explotan los piroclastos de M̄a Chamuscada-Los Helechos, junto a la machacadora. En el sector de Valverde se están explotando las lapillis de dispersión del edificio La Cancela, (Volcán del Tesoro) aflorantes en las proximidades de la carretera de Valverde a Echedo. Estos lapillis son de color negro de granulometría muy fina y se utilizan para la elaboración de bloques en la fábrica situada en las inmediaciones del km-1 de la carretera a Echedo.

8. GEOTECNIA

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

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

8.1. ZONACIÓN GEOTÉCNICA: CRITERIOS DE DIVISIÓN.

Atendiendo a criterios de tipo geológico, en los que se recogen aspectos, principalmente litológicos y de edades de los materiales, criterios hidrogeológicos y geomorfológicos, se ha dividido la superficie 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 tres áreas y cinco zonas, cuya correspondencia con los tramos cartografiados se indica entre paréntesis.

8.2. CARACTERÍSTICAS GENERALES Y GEOTÉCNICAS DE LOS MATERIALES

ÁREA I

Se incluyen en este área todos los materiales volcánicos masivos de los Edificios Tiñor, y El Golfo-Las Playas.

Zona I

Está constituida por las coladas, diques e intrusivos de los dos edificios anteriormente citados.

Características litológicas y estructurales. Estas emisiones han dado lugar a potentes apilamientos de coladas basálticas con estructura tabular y buzamientos variables. En conjunto pueden llegar a alcanzar espesores de más de 1000 m.

En las coladas de los tramos inferiores de ambos edificios se observa un mayor grado de alteración y una mayor densidad en la intrusión filoniana. Las coladas del tramo superior del Edificio El Golfo-Las Playas y las del tramo tabular del Edificio Tiñor se caracterizan por su mayor potencia y desarrollo de bases y techos fragmentarios. Estas zonas son más escoriáceas y menos compactas.

Características geomorfológicas. Los apilamientos de coladas del Edificio Tiñor dieron lugar a un fuerte relieve en el sector NE de la isla. Posteriormente se debieron producir accidentes tectónicos y/o deslizamientos en el flanco NO del edificio. La base de la isla actual comenzó a configurarse con la emisión del Edificio El Golfo-Las Playas, cuyo centro debía situarse al OSO del Edificio Tiñor, continuando la fisura eruptiva de Anaga-Teno (Tf)-La Gomera-El Hierro.

Características hidrogeológicas. Todos estos materiales lávicos son permeables por fisuración, además la presencia de diques de tendencia subvertical, favorece de una parte la infiltración y al mismo tiempo provoca un efecto barrera, hecho comprobado en algunas de las galerías visitadas. En los tramos inferiores del apilamiento, la permeabilidad disminuye debido probablemente a la existencia de rellenos secundarios de ceolitas y a la mayor compactación.

Capacidad portante. En general los materiales de esta zona tienen buena capacidad de carga, siendo los asientos previsibles bajos o despreciables, salvo en las zonas muy alteradas o diaclasadas, en las cuales estos valores pueden verse muy reducidos.

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

Estabilidad de taludes. En los cortes naturales visitados, principalmente en la costa entre Timijiraque y Puerto de la Estaca y en el escarpe de El Golfo, se observa que son acantilados verticales bastante estables. A pesar de ello, en el área de El Golfo, dentro del sector comprendido entre Riscos de Tibataje y Paso de Jinámar, se han observado algunas "fugas". Con este nombre se designa en la isla a las caídas de piedras o desprendimientos de bloques. Muchas de estas caídas se ven favorecidas por la existencia de diques subparalelos a la pared del escarpe que dan lugar a la apertura de grietas y diaclasas.

ÁREA II

Agrupa al resto de materiales volcánicos masivos y depósitos piroclásticos.

Zona II₁

Está constituida por las coladas basálticas del tercer edificio, volcanismo de las dorsales "s.l." incluyendo aquí además las coladas de los volcanes adventicios y las de las emisiones que rellenan El Golfo, y recientes.

Características litológicas y estructurales. Son coladas que dan lugar a superficies escoriáceas y algo caóticas. Exceptuando las primeras emisiones de Las Dorsales, el resto de coladas se adaptan al paleorrelieve previo y se deslizan por las laderas labradas en el edificio Tiñor y también por el escarpe de El Golfo.

Características geomorfológicas. En general, estos campos de lava dan lugar a superficies irregulares, ligeramente inclinadas. La incisión de los cauces fluviales es muy pequeña, aunque en todo el sector NO, se observa una incipiente red de barrancos, favorecidos por la inclinación de la superficie estructural hacia el norte. La acción marina ha llegado a formar pequeños acantilados en todas estas coladas, si bien, son más importantes en el arco norte, comprendido entre Las Puntas de Agache y Amacas.

Características hidrogeológicas. Como se ha comentado en el párrafo anterior, la existencia de zonas escoriáceas hace disminuir la capacidad de carga. No obstante, si se procede al saneo superficial, se pueden llegar a obtener buenos valores de capacidad de carga.

Facilidad de excavación. La ripabilidad es escasa, siendo necesario el empleo de medios mecánicos de gran potencia para las zonas someras. En general, a partir de unos 2 m de profundidad se requiere emplear martillos hidráulicos y/o explosivos.

Estabilidad de taludes. Los taludes naturales observados en los acantilados costeros son subverticales y estables, si bien, la socavación de la base puede dar lugar a inestabilidades y caídas de bloques. En los frentes de explotación de algunas canteras se observan también taludes muy verticalizados.

Zona II₂

Está constituida por todos los depósitos piroclásticos aflorantes en la Hoja.

Características litológicas y estructurales. Los depósitos piroclásticos están constituidos por materiales fragmentarios granulares de composición basáltica. Se caracterizan por su diversidad granulométrica, desde 2 mm, para los lapillis finos, hasta los 60-80 cm que pueden llegar a alcanzar algunas bombas y bloques lávicos. Además hay toda una gama de escorias de diverso tamaño con valores medios del orden de 10-20 cm. Se trata de depósitos sueltos o poco consolidados con la excepción de aquellos conos enterrados que aparecen en la base de los apilamientos de los edificios: El Golfo-Las Playas y Tíñor, que pueden estar más compactados y oxidados.

Características geomorfológicas. Como se ha comentado en el párrafo anterior, salvo los conos enterrados que aparecen intercalados en el apilamiento, el resto de edificios piroclásticos presentan las clásicas morfologías cónicas o tronco-cónicas con pendientes homogéneas del orden de 25°-35°.

Características hidrogeológicas. Se trata de depósitos muy porosos con alta permeabilidad. Sólo en los conos enterrados que presentan mayor grado de alteración puede disminuir este parámetro, debido a la mayor compactación y desarrollo de procesos secundarios de ceolitización y carbonatación.

Capacidad portante. Por regla general su capacidad de carga es media, si bien, su heterogeneidad granulométrica y el grado de consolidación puede hacer variar estos valores.

Facilidad de excavación. Son depósitos fácilmente ripables.

Estabilidad de taludes. El ángulo de reposo en estos depósitos piroclásticos varía entre 25° y 35°, sin embargo en las explotaciones abiertas en estos materiales, se observa que admiten taludes muy verticalizados. Asimismo, en la nueva carretera de Valverde a San Andrés se han realizado varios taludes de gran magnitud en estos materiales y presentan un buen comportamiento geotécnico con inclinaciones muy verticalizadas. Como recomendaciones de interés hay que mencionar la realización de cunetas de pie de talud y el retranqueo de los mismos para evitar la colmatación de las cunetas por el lavado de finos.

ÁREA III

Agrupa a todos los depósitos sedimentarios existentes en la Hoja.

Zona III₁

Depósitos de deslizamientos y depósitos de ladera ("s.l").

Características litológicas y estructurales. Se trata de depósitos detriticos gruesos, heterométricos, poco seleccionados y de composición casi exclusivamente basáltica.

Características geomorfológicas. Estos depósitos se caracterizan por situarse adosados a laderas de fuerte pendiente, constituyendo en muchos casos un recubrimiento superficial poco potente.

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

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

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

Estabilidad de taludes. Los taludes son poco estables, pudiendo producirse caídas de piedras y regueros en épocas de lluvias.

Zona III₂

Depósitos de fondo de barranco; suelos; playas y depósitos antrópicos.

Características litológicas y estructurales. Se trata de depósitos detríticos, de diferente granulometría y de composición basáltica.

Características geomorfológicas. En general todos estos depósitos constituyen recubrimientos de poco espesor y suelen adoptar morfologías planas.

Características hidrogeológicas. Presentan una permeabilidad alta por porosidad intersticial. En el caso concreto de los depósitos arenos-arcillosos (suelos) pueden presentar una pequeña fracción arcillosa (entre las arenas) que disminuye su permeabilidad.

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

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

Estabilidad de taludes. Son taludes poco estables, salvo los observados en los depósitos arenos-arcillosos. Estos últimos materiales han sido explotados en la zona comprendida entre S.Andrés y Tiñor observándose taludes estables de hasta 3-4 m de altura con inclinaciones subverticales.

8.3. RIESGOS GEOLÓGICOS

En la Hoja de Valverde los riesgos geológicos más frecuentes corresponden a caídas de piedras y pequeños deslizamientos en el escarpe de El Golfo. Concretamente, en este sector se observan varias generaciones de abanicos, algunos de los cuales puede haber estado funcionando hasta épocas relativamente recientes, siendo por tanto un riesgo evidente de inestabilidad de laderas. Además, desde el punto de vista de planificación y ordenación del territorio se pueden considerar los siguientes riesgos: riesgo volcánico, riesgo de erosión, riesgo marino y riesgo de inestabilidad de laderas.

Riesgo volcánico. Aunque no está demostrado que existan manifestaciones volcánicas históricas en la isla de El Hierro, se trata de la isla más joven del archipiélago en la cual aparecen bastantes centros de emisión holocenos que pueden considerarse como subhistóricos. Esto indica que no se puede descartar la posibilidad de una nueva erupción. La peligrosidad de la misma no se estima que fuera importante, salvo que la propia actividad sísmica asociada, originara nuevos deslizamientos en masa.

Riesgo de erosión. Las elevadas pendientes existentes en el arco de El Golfo (al O) y en el macizo de Tiñor (al E) provocan una intensa erosión de estas áreas.

Riesgo marino. Debido a la acción del oleaje, se ha producido un retroceso del acantilado costero. Este fenómeno progresiva por socavación de la base, siendo muy activa la acción del oleaje en toda la costa norte de la Hoja.

Riesgo de inestabilidad de laderas. Como se ha comentado anteriormente este riesgo es el que presenta una mayor probabilidad de que acontezca, siendo las áreas de El Golfo y Tiñor las preferentes. Esta última área se encuentra afectada por varias fracturas que incrementan este factor de riesgo.

8.4. VALORACIÓN GEOTÉCNICA.

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

8.4.1. Terrenos con características constructivas desfavorables o muy desfavorables

Se han asignado a este grupo todos los materiales sedimentarios que constituyen el Área III, tanto los de la zona III₁ como los de la zona III₂. Se trata de terrenos con baja capacidad de carga, con asientos absolutos y diferenciales importantes que pueden presentar problemas geotécnicos. En la zona III₁ se presentan también problemas geomorfológicos y de estabilidad en los depósitos de ladera y de deslizamientos. Por tanto, no se aconseja realizar cimentaciones de estructuras en estos depósitos.

8.4.2. Terrenos con características constructivas aceptables

Se pueden considerar como aceptables, en cuanto a características constructivas, los terrenos formados por todos los tipos de depósitos piroclásticos (Zona II₂), y las coladas que integran la Zona II₁. Admiten taludes elevados con ángulos próximos a la vertical, si bien, son algo más suavizados en los depósitos piroclásticos. En cuanto a las previsiones de caídas de bloques lávicos es ocasional y sólo en los casos más desfavorables. En los depósitos piroclásticos la capacidad de carga es algo menor que en las coladas y además el factor geomorfológico es otro condicionante negativo. Sin embargo, la ripabilidad es mucho

mejor en los piroclastos que en las coladas. Éstas además, en algunos casos, conservan aún su morfología superficial escoriácea. El drenaje, es muy bueno, tanto en las coladas como en los piroclastos.

8.4.3. Terrenos con características constructivas favorables

Se incluyen aquí los materiales de la Zona I₁, esto es, las coladas del Edificio Tiñor y las del Edificio El Golfo-Las Playas.

Estos materiales presentan una alta capacidad de carga, son estables y tienen asientos despreciables. El factor geomorfológico puede ser restrictivo en algunos sectores debido a las fuertes pendientes y a los considerables desniveles (Escarpes de El Golfo y Timijiraque). Presentan un buen drenaje y no es de esperar problemas hidrogeológicos, ante obras subterráneas. Únicamente hay que señalar que ante cualquier tipo de excavación hay que recurrir al empleo de explosivos y/o martillo hidráulico, ya que la ripabilidad es nula.

En la Tabla 8.1. se incluye un resumen de las características geotécnicas de los materiales presentes en la Hoja, y de los riesgos geológicos contemplados.

TABLA 8.1. RESUMEN DE LAS CARACTÉRISTICAS GEOTÉCNICAS Y RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA HOJA.

ÁREA	ZONA	UNIDAD CARTOGRÁFICA	LITOLOGÍA ESTRUCTURA	HIDROGEOLOGÍA	CARACTÉRISTICAS GEOTÉCNICAS	CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS	RIESGOS GEOLÓGICOS
I	1	Coladas de los edificios: Triñor y El Golfo-Las Playas	Apilamientos de coladas con buzamientos pendinales	Permeables fisuración	por CP = alta FE = baja ET = alta	Favorables	
	1	Coladas basálticas indif-rendiadas (Volcanismo de las Dorsales, etc.).	Campos de lavas de morfología suave pero abrupta	Permeabilidad alta por fisuración	CP = media-alta FE = baja ET = alta	Aceptables	IL=alta
II	2	Depósitos piroclásticos	Depositos granulares relativamente sueltos con buzamientos 25-35°	Permeabilidad alta	CP = media-baja FE = alta ET = baja	Aceptables	V=bajo-medio
III	1	Depósitos de la ladera y de deslizamientos	Depositos granulares heterométricos; inclinados	Permeabilidad alta	CP = baja FE = alta ET = baja	Desfavorables	
	2	Depósitos detriticos: Playas, barrancos, suelos, etc.	Arenas, gravas y arenas con fracción arcillosa. Horizontales	Permeabilidad alta	CP = baja FE = alta ET = baja	Desfavorables	

CP=capacidad portante; FE= facilidad de excavación; ET=estabilidad de taludes; V=riesgo volcánico; IL=inestabilidad de laderas.

9. PUNTOS DE INTERÉS GEOLÓGICO

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

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

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

En la Hoja de Valverde se han seleccionado dos PIG y una AIG cuya singularidad, es decir, contenido, calidad de afloramiento, etc, les hace merecedores de protección y consideración. Los criterios empleados para su selección son los establecidos en la metodología desarrollada por el ITGE.

9.1. DESCRIPCIÓN Y TIPO DE INTERÉS DE LOS PIG.

A continuación se hace una breve descripción de los PIG y AIG seleccionados, indicando su contenido, posible utilización y su nivel de significación.

1. "Pillow-lavas y brechas submarinas (hialoclastitas) en la base del apilamiento del Edificio Tiñor

A lo largo de la carretera del Puerto de La Estaca a Timijiraque, en las proximidades de la Bahía de Timijiraque, se han observado estructuras almohadilladas en las coladas "pahoehoe" de la base del apilamiento del Edificio Tiñor. Son coladas basálticas olivínico-piroxénicas de color negruzco, en las que aparecen, además de las "pillow-lavas" citadas, zonas brechificadas y palagonitzadas con hialoclastitas. Todo este tipo de estructuras indican que estas coladas se emitieron en un ambiente submarino o intermareal, que representaría el tránsito de la actividad submarina a subárea (dentro del 1er período de construcción insular). Se extiende dentro de la vecina Hoja de Frontera.

Tiene interés desde un punto de vista volcanológico, petrológico y científico en general, ya que ofrece buenos ejemplos de estas estructuras y está muy bien conservado. Además, presenta un acceso directo desde la carretera al estar situado justo en la trinchera de la misma. En cuanto a su influencia tiene interés local y regional.

2. Fracturas en el área de Tiñor

Aunque en el área del Edificio Tiñor se han cartografiado varias fracturas normales que pueden definir un doble graben, se ha seleccionado como PIG, la fractura que discurre desde la ladera del Gamonal hasta Los Llanos de Tegosma.

El acceso a este PIG se realiza desde las proximidades del campo de Fútbol de Valverde a través de una pista de tierra que llega al área de cabecera del Bco. de Tiñor. NAVARRO y SOLER (1995) ya habían señalado estas fracturas en este sector de la isla. Como puede observarse en las fotografías de campo que se adjuntan en la documentación complementaria, esta fractura es muy espectacular, ya que se observa la superficie pulimentada del espejo de falla y todo el bloque hundido trastocado y removido con zonas caóticas y brechificadas en las proximidades del plano de falla. Se trata de una falla normal de dirección N-60°E, que buza unos 65°-70° al SE, cuyo bloque hundido corresponde al SE. Estas fracturas se extienden hacia el SO en la Hoja de Frontera. Tiene interés tectónico y didáctico, y por su influencia se puede considerar como local y regional.

3. Deslizamiento de El Golfo

Se trata de una amplia zona localizada en la vertiente occidental de la isla que ha sufrido probablemente varios deslizamientos y que actualmente ha sido en parte fosilizada por coladas posteriores que rellenan el valle. Las brechas del deslizamiento se han observado en algunos pozos debajo de estas coladas, y también hay depósitos brechoides adosados a las laderas de Jinama, en las proximidades de las Casas de Las Lapas. La envolvente de este arco de deslizamiento se extiende por las vecinas hojas de: Sabinosa y Frontera. Desde la parte culminante del escarpe, hasta el mar, existe un desnivel de más de 1000 m. Este deslizamiento ya fue citado por diversos autores (HOLCOMB y SEARLE, (1991), SOLER y FLORES (1992), NAVARRO y SOLER (1995), MASSON (1996), etc..).

Tiene interés geomorfológico, didáctico, paisajístico y turístico, y en cuanto a su influencia tiene interés local y regional.

10. BIBLIOGRAFÍA

- ABDEL-MONEM, A, WATKINS, N.D. y GAST, P.W. (1972).- "Potassium-Argon ages, volcanic stratigraphy, and geomagnetic polarity history of the Canary Islands: Tenerife, La Palma and El Hierro". Am. Jour. Sc, 272, pp. 805-825.
- ANCOCHEA, E, BRANDLE, J.L, y HERNANDEZ-PACHECO, A. (1983).- "Aplicación de un método matemático al análisis de direcciones volcánicas en La Palma y El Hierro (Islas Canarias)". V Asambl. Nac. Geod. y Geofísica, pp. 2407-2417.
- 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, 77, pp. 1-30.
- BRAVO, T. (1968).- "Hidrogeología de la isla de El Hierro". Inst. Est. Canarios, 11-12, pp. 88-90.
- BRAVO, T. (1982).- "Formaciones geológicas en la isla de El Hierro". Inst. Est. Canarios (Aniversario), Tomo 50, (I Cien-cias), pp. 83-99.
- CABILDO INSULAR DE EL HIERRO y GOBIERNO DE CANARIAS (1995).- "El agua en El Hierro. Resumen del avance del Plan hidrológico insular de El Hierro". Cabildo Insular de El Hierro - Gobierno de Canarias, 57 p.
- CARRACEDO, S. DAY, H. GUILLOU, E. RODRÍGUEZ BADIOLA, J.A. CANAS and F.J. PÉREZ TORRADO. (1997a).- Geochronological, structural and morphological constraints in the genesis and evolution of the Canary Islands. Internat. Workshop on Immature oceanic islands, La Palma, 1977. Vol. Abstr. 45-48.
- CARRACEDO, J.C. DAY, S. and GUILLOU, H. RODRÍGUEZ BADIOLA, E. and PÉREZ TORRADO, F.J. (1997b).- Late (Quaternary) shield-stage volcanism in La Palma and El Hierro. Canary Islands. Internat. Workshop on Immature oceanic islands. La Palma, 1977. Vol. Abstr. 62-66.
- COELLO, J. (1971).- "Contribución a la tectónica de la isla de El Hierro". Est. Geol, 27, pp. 335-340.
- DAY, S.J, CARRACEDO, J.C. and GUILLOU, H. (1997).- "Age and geometry of an aborted rift flank collapse: The San Andrés fault system, El Hierro, Canary Islands". Geol. Mag. 134 (4); pp. 523-537.

DUPUY DE LOME, E. y MARIN DE LA BARCENA, A. (1964).- "Estudio hidrogeológico de la isla de El Hierro (Canarias)". Bol. Geol. Min. España, Tomo 74, pp. 1-62. (Incluye mapa geológico a escala 1:100.000).

FERNÁNDEZ NAVARRO, L. (1908).- "Observaciones geológicas en la isla de El Hierro". Mem. R. Soc. Esp. Hist. Nat, Tomo V, 2, pp. 49-91.

FERNÁNDEZ NAVARRO, L. (1911).- "Erupción volcánica del Chinyero (Tenerife) en noviembre de 1909". Anales de la Junta Ampl. Est. e Invest. Científ. 5, 98 p.

FERNÁNDEZ, L. y MARTÍN, P. (1985).- "Comentario al mapa geomorfológico de la isla de El Hierro". Rev. Geogr. Canaria, Tomo I, pp. 31-42.

FERNÁNDEZ, L. y MARTÍN, P. (1989).- "Los paisajes naturales de El Hierro". Excmo. Cabildo Insular de El Hierro - Centro de la Cultura Popular Canaria, 264 p.

FRANZ, H. (1976).- "Beitrag zur Kenntnis der Bodengeschichte der Insel Hierro". Agrochimica Ital, 20, 4-5, pp. 543-563.

FUSTER, J.M^a, HERNAN, F, CENDRERO, A, COELLO, J, CANTAGREL, J.M, ANCOCHEA, E. y IBARROLA, E. (1993).- "Geocronología de la isla de El Hierro (Islas Canarias)". Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. (Sec. Geol.), 88, 1-4, pp. 86-97.

GARCIA TALAVERA, F, PAREDES, R. y MARTIN, M. (1989).- "Catálogo-Inventario. Yacimientos Paleontológicos. Provincia de Santa Cruz de Tenerife. Inst. Est. Canarios (CECEL), La Laguna-Tenerife, 76 p.

GOBIERNO DE CANARIAS (1987).- "Inventario y catalogación de estructuras de lapilli en las Islas Canarias. El Hierro. Memoria y fichas.

GUILLOU, H. CARRACEDO, F.C, PEREZ TORRADO, F.J. y RODRIGUEZ BADIOLA, E. (1996).- "K-Ar ages and magnetic stratigraphy of a hotspot-induced, fast grown oceanic island: El Hierro, Canary Islands". Jour. Volcanol. Geotherm. Res, 73, pp. 141-155.

HAUSEN H. (1964). "Rasgos geológicos generales de la isla de El Hierro". Ann. Est. Atlánticos, 10, pp. 547-593.

HAUSEN H. (1970). "Desprendimientos en las Islas Canarias". An. Est. Atlánticos, 16, pp. 531-559.

HAUSEN H. (1972).- "Outlines of the geology of El Hierro (Canary Islands)". Soc. Sci. Fennica, Comm. Phys. Math, 43 (1), pp. 65-165. (Incluye mapa geológico).

HERNÁNDEZ-PACHECO, A. (1982).- "Sobre una posible erupción en 1793 en la isla de El Hierro (Islas Canarias)". *Est. Geol.*, 38, pp. 15-25.

HOLCOMB, R. y SEARLE, R. (1991).- "Large landslide from oceanic volcanoes". *Marine Geotechnology*, 10, pp. 19-32.

IGME (1976). "Mapa Geotécnico General, escala 1:200.00. Hoja y Memoria Nº 89-90. Santa Cruz de La Palma y San Sebastián de La Gomera".

IGME (1985). "Investigación de arcillas en las islas Canarias

JÉREMINE, E. (1935). "Contribution a l'étude des îles de Hierro et La Gomera (Archipel Canarien)". *Bull. Soc. Franc. Min.*, 58, pp. 350-363.

KNEBEL, V.W. (1906).- "Studien zur Oberflächengestaltung der Inseln Palma und Ferro". *Globus*, 90: pp. 329-332.

LE BAS, M.J, LE MAITRE, R.W, STRECKEISEN, A. y ZANETTIN, B. (1986).- A Chemical classification of volcanic rocks based on the Total Alkali-Silica diagram". *Jour. Petrol.*, 27, Part 3, pp. 745-750.

MASSON, D.G, KIDD, R.B, GARDNER, J.V, MUGGETT, Q.J. and WEAVER, P.P.E. (1992).- "Saharan continental rise: Facies distributions and sediment slides", in Poag, C.W, and de Graciosa P.G. eds, *Geologic evolution of Atlantic continental rises*: New York, Van Nostrand Reinhold, pp. 327-343.

MASSON, D.G. (1996).- "Catastrophic collapse of the volcanic island of Hierro 15 ka ago and the history of landslides in the Canary Islands". *Geology*, 24, 3, pp. 231-234.

MEZCUA, J, BUFORN, E, UDIAS, A y RUEDA, J. (1992).- "Seismotectonics of the Canary Islands". *Tectonophysics* 208, pp. 447-452.

NAVARRO, J.M. y SOLER, C. (1995).- "El agua en El Hierro". *Cabildo Insular de El Hierro*, 97.

PEARCE, T. J. and JARVIS, I. (1996).- "High-resolution chemostratigraphy of Quaternary distal turbidites: A case study of new methods for the analysis and correlation of barren sequences", in Dunay, R.E. and Hailwood, E.A. eds. *Dating and correlating biostratigraphically barren strata: Geological Society of London Special Publication*.

PELICER, M^ºJ. (1977).- "Estudio volcanológico de la isla de El Hierro, Islas Canarias". *Est. Geol.*, 33, 2, pp. 181-197. (Incluye mapa geológico a escala 1:50.000).

PELICER, M^aJ. (1979).- "Estudio geoquímico del volcanismo de la isla de El Hierro, archipiélago canario". *Est. Geol.*, 35, pp. 15-29.

PELICER, M^aJ. (1980).- "Comportamiento de elementos menores y modelo de fusión parcial para las lavas de El Hierro (Islas Canarias)". *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. (Ser. Geol.)*, 78, pp. 175-189.

RIDLEY, W.I. (1971).- "The origin of some collapse structures in the Canary Islands". *Geológico Magazine*, 108; pp. 477-484.

SOLER, C. Y FLORES, M. (1992).- "Valle de El Golfo. El deslizamiento conocido mayor del mundo". *III Simp. Nac. Taludes y Laderas Inestables*, La Coruña, Tomo I, pp. 161-172.

SPA/69/515. (1975).- "Estudio científico de los Recursos de Agua en las Islas Canarias". Ministerio de Obras Públicas-UNESCO, Madrid, Tomo I: generalidades, resumen y conclusiones; Tomo III: Tenerife, La Gomera, La Palma y El Hierro; + 2 vols. de figuras.

WEAVER, P.D.E, ROTHWELL, R.G, EBBING, J, GUNN, D. and HUNTER, R.N. (1992).- "Correlation, frequency of emplacement and source directions of megaturbidites on the Madeira Abyssal Plain". *Marine Geology*, V. 109, pp.1-20.

URGELÉS, R, CANALS, M, BARZA, J. Y ALONSO, B. (1996).- "The submarine "El Golfo" debris avalanche and the Canary debris flow, West Hierro Island: The last major slides in the Canary archipelago". *IV Congreso Geológico de España, Geogageta*, 20, (2), pp. 390-393.



MINISTERIO
DE CIENCIA
E INNOVACIÓN

ISBN 978-84-7840-843-6



9 788478 408436