

# ESTUDIO DE MINERALES DETRITICOS EN SUELOS DE LAS ISLAS COLUMBRETES

POR

J. PEREZ MATEOS y J. BENAYAS

## INTRODUCCION

Como resultado de la excursión que se celebró en el año 1964 a las Islas Columbretes, en la que intervinieron especialistas en diversas ramas de las Ciencias, se nos encomendó el estudio de los minerales detríticos de los suelos. La génesis y clasificación de los mismos se hará en el trabajo correspondiente.

Las Columbretes están formadas por islotes volcánicos situados a unos 60 km. de nuestra costa oriental, a la altura de Castellón de la Plana.

Hay referencias sobre la petrografía de las Columbretes (P. A. VICENT, 1885; ARCHIDUQUE L. SALVADOR, 1895; CALDERON, 1899; M. SAN MIGUEL DE LA CAMARA, 1936) y en la actualidad el Prof. FUSTER y colaboradores del Instituto "Lucas Mallada", llevan a cabo una investigación detallada.

Nosotros hemos investigado la mineralogía de los suelos, primero el material originario y a continuación los diferentes horizontes

de una serie de perfiles distribuidos en las Islas. Paralelamente se ha llevado a cabo una revisión del material estudiado en la costa levantina, principalmente en la provincia de Valencia para hacer un estudio comparativo.

Aunque en principio 60 km. de separación es una distancia considerable, hay que tener en cuenta que la colada lávica submarina de las Columbretes se extiende 40 Km. (PACHECO, E. 1932). En trabajos anteriores sobre playas actuales de la provincia de Valencia (PEREZ MATEOS, J. y ALONSO, J. PASCUAL (5) se sugiere la existencia de un aporte extraprovincial de piroxenos y en la investigación que hemos seguido en este sentido (J. BENAYAS y J. PEREZ MATEOS, en imprenta) (1); todos los datos corroboran esa sugerencia, llegando a la conclusión de que efectivamente las Columbretes o su colada lávica pueden ser un punto de origen de la ferroaugita encontrada en las playas valencianas.

Para terminar el trabajo, hemos querido estudiar las posibilidades de transporte que tienen los minerales que acompañan a la ferroaugita y comparar las especies minerales y variedades que se encuentran en uno y otro sitio.

## MATERIAL ESTUDIADO Y METODOS EXPERIMENTALES

El material estudiado procede de las islas Ferrera, Columbrete Grande o Mayor y peñón Mancolibre (fig. 1). La descripción figura al final del trabajo.

Se han aplicado las técnicas usuales: análisis mecánico, estudio de las fracciones arena y limo, lámina delgada del material originario y análisis mineralógico en el corte delgado de los suelos.

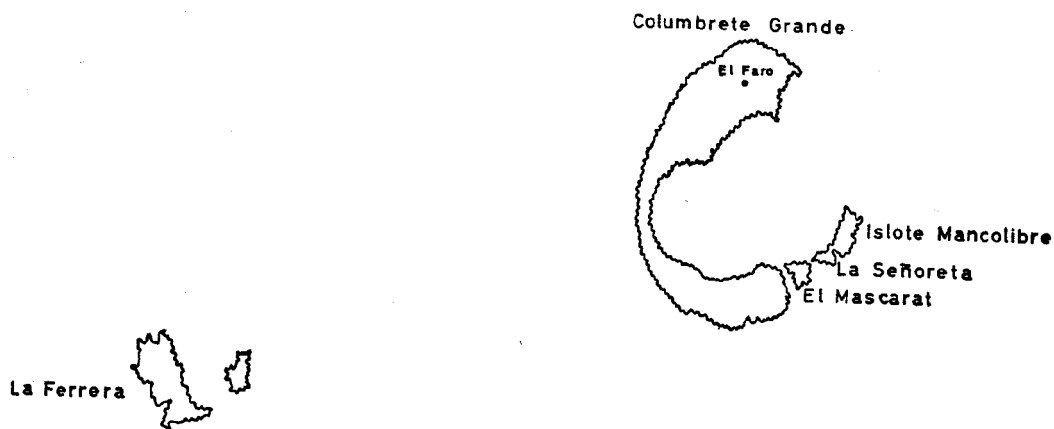
## RESULTADOS OBTENIDOS

Los datos obtenidos se agrupan en dos partes: muestras procedentes del islote Ferrera y muestras que proceden de Columbrete y el peñón Mancolibre.

### I. Ferrera

Los suelos estudiados están formados a partir de un solo tipo de roca: una traquiandesita anfibólica (microf. 1).

Están constituidos principalmente por fragmentos de la roca madre (microf. 2 y 3), en general de redondeados a subredondeados y



### ISLAS COLUMBRETES

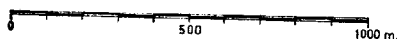


Fig. 1

de tamaño muy variable que sobrepasa los 0,6 mm. entre los mayores, sin ninguna alteración química aparente, a excepción del borde donde se ha iniciado la edafización.

Los fragmentos van acompañados de cristales arrancados de los mismos. La pseudobroquita (PEREZ MATEOS, J. y BENAYAS CASARES, J.) (6), (en imprenta), mineral poco frecuente, en asociación con la hornblenda basáltica y pseudomorfos de los anfíboles por un lado, y feldespatos plagioclásicos, sanidino y vidrio volcánico por otro, representan la fracción arena de los suelos Ferrera (microf. 4).

En el trabajo a que aludimos se hace la descripción tanto de la roca madre como de las formas de pseudobroquita encontradas en asociación con una variedad de hornblenda basáltica, con aureola de resorción, rica en  $TiO_2$  de coloración rojo-rutilo y con anatasa azul en formas cuadráticas y rectangulares derivadas por exfoliación.

Las fracciones ligera y densa de la roca núm. II se sometieron a un estudio de Rayos X para confirmar el estudio petrográfico. En la ligera se confirmó la existencia de feldespatos (grupo de plagioclasas y sanidino) y en la fracción densa se encuentran hornblenda y pseudobroquita.

Para la determinación del último mineral, creimos conveniente hacer un diagrama de rayos X, obteniendo los valores que se muestran a continuación, comparados con los encontrados para este mineral en el A. S. T. M. (Análisis realizados por el Dr. J. GALVAN).

Seudobroquita (I. Ferrera)		Seudobroquita (A. S. T. M.)	
<u>d</u>	<u>A</u>	<u>d</u>	<u>A</u>
4.897	I	4.902	I
3.517	f	3.483	45
2.744	mf	2.748	100
1.971	mf	1.971	80
1.861	d	1.862	25
1.744	f	1.744	30
1.633	md	1.632	15
1.540	d	1.632	20
	mf	1.540	35

(mf: muy fuerte. f: fuerte. d: débil. md: muy débil)

## II. *Columbrete grande y peñón Mancolibre*

Entre las rocas estudiadas tenemos basaltos vitrofídicos, traquiandesitas anfibólicas, tobas líticas poligénicas y tobas basálticas.

Fragmentos de una toba basáltica (núm. VIII) y un basalto vitrofídico (núm. VI) son los que predominan en los suelos, junto a cristales arrancados del material de origen, presencia de cuarzo, abundantes fragmentos de espiras de conchas de helícidos y escasos de ferrusácias. Un cemento calizo más o menos amplio se observa con frecuencia.

La toba basáltica ofrece en su mejor parte una textura vesicular, el vidrio es pardo-amarillento y con fenocristales de olivino, piroxenos y feldespatos (microf. 5). Es la roca que se encuentra en mayor proporción, aparece en fragmentos de tamaño muy variable hasta unos 2,5 mm., subredondeados o con un borde muy irregular como consecuencia de la rotura de la pared de las vesículas (microf. 6).

Abundan fragmentos frescos y junto a ellos se encuentran los meteorizados, mostrando un proceso más o menos avanzado de palagonitización (CAROZZI, A. V. 1960, págs. 116-118). En los primeros pasos sólo hay un cambio de color, el basalto vítreo pasa de pardo-amarillento a pardo-oscuro y rojizo castaño, afectando la alteración sólo al vidrio ya que permanecen intactos los microlitos y fenocristales. Un paso más se manifiesta en una serie de unidades dentro del fragmento primitivo que corresponden a separaciones hechas por las vesículas de mayor tamaño. Un estado más avanzado es la separación de esas partículas de los fragmentos originales (microf. 7).

Con frecuencia se observan cristales pequeños de calcita en los horizontes menos profundos. La calcita es el último mineral que se forma y parece ser que no tiene conexión con el proceso de palagonitización.

El basalto vitrofídico está subordinado en importancia al primero; la matriz contiene vidrio con microlitos feldespáticos y nu-

merosos y diminutos cristales de magnetita y otros óxidos e hidróxidos de hierro que le dan una apariencia casi opaca. Existe predominio de sanidino y piroxenos entre los fenocristales. Los fragmentos aparecen en los suelos también de forma y tamaño muy variable. A veces ofrece una apariencia semejante a los de la toba basáltica descrita primero (comparar microf. 6 y 8), mas la forma de los huecos, la compacidad de la estructura y el color de la pasta son características para su diferenciación. Es interesante señalar que, aún los fragmentos más pequeños, conservan la apariencia descrita; es decir, no acusan meteorización química.

La composición mineralógica de la fracción arena de estos suelos es bastante homogénea (Tabla I). De una manera general podemos observar que, en la composición mineralógica de la fracción gruesa o arena de la isla Columbrete Grande, el mineral predominante es la augita común o ferroaugita, que se encuentra en porcentajes elevados que oscilan del 66 al 86% entre los minerales más densos (de p. e. > 2, 9); en asociación con este piroxeno se halla el olivino como frecuente y relativamente abundante y constancia en la presencia de hornblenda basáltica; menos constante se acusa la mica basáltica (rubelana) en láminas corroídas y alteradas. Pocos minerales opacos naturales (magnetita-ilmenita) y bastantes alteritas (óxidos e hidróxidos de hierro y de titanio).

El olivino se presenta unas veces sin signos aparentes de alte-

T A B L A 1

PORCENTAJE MINERALES DENSOS TRANSPARENTES																															
Mancolibre					I. Columbrete Grande																										
MUESTRAS	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31					
Rutilo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-			
Anfiboles	-	-	-	8	7	10	2	4	5	1	5	2	7	5	5	3	4	8	12	9	10	10	2	7	9	2					
Pirosenos	59	64	69	65	70	70	74	67	73	78	76	76	80	80	69	66	86	84	48	77	71	85	78	75	69	82					
Micas	2	5	8	5	3	2	5	2		3		4	-	-	-	-	-	-	-	3	7	-	2	2	-	2					
Cloritas	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	-	-	-	-	-	-	4	-				
Olivina	39	31	20	22	20	18	19	27	22	18	19	18	13	15	26	31	10	8	32	11	12	5	18	16	16	14					
Opacos natura	4	6	3	3	2	6	-	4	6	-	2	1	2	-	-	-	7	2	4	3	-	2	3	4	3	-					
Alteritas	12	11	18	15	12	17	85	21	10	7	22	13	13	5	6	9	9	6	13	12	87	8	6	8	19	10					

ración (microf. núm. 10) y otras con huellas claras de una alteración más o menos intensa (microf. núm. 11).

La fracción ligera, de la que damos a continuación un coeficiente aproximado de frecuencia para los minerales más comunes, vemos está constituida por feldespatos plagioclásicos, sanidino, abundante vidrio y muy escaso cuarzo; también pasan a esta fracción algunas láminas micáceas *degradadas* por alteración (Tabla II).

T A B L A 2

Frecuencia de minerales ligeros en suelos de Columbrete Grande y Mancolibre					
Nº muestra	CUARZO	Plagioclasas	SANIDINO	MICAS	Vidrio Volcánico
6	+	+ +	+	-	+ +
7	+	+ +	+	-	+
8	+ +	+	+ +	-	+ +
9	+	+	-	++	+ + +
10	+ +	+	+	-	+
11	+ +	+	+	-	+ +
12	+ + +	+	-	-	+
13	+ + +	+ +	+	-	+ +
14	-	+	+	+	+ + +
15	+	+	+	-	+ + +
16	+	+ +	+	+	+ + +
17	+	+ +	+	+	+ +
18	+ +	+	+	+	+ +
19	+ +	+	+	-	+ +
20	+ + +	+	-	-	+
21	+ + +	+ +	+	-	+
22	+ + +	+ +	+	+	+ +
23	+ +	+ +	+	+	+ +
24	+ + +	+	-	-	+
25	+ +	+	+	+	+ +
26	+	+ +	-	-	+ +
27	+ +	+ +	+	+	+ +
28	+ + +	+	-	-	+ +
29	+ +	+ +	+	+	+
30	+ +	+	-	+ +	+ +
31	+	+	+ +	-	+ + +

La composición mineralógica de los suelos del peñón Mancolibre es muy semejante a los de la Columbrete Grande, con el predominio de ferroaugita en asociación con olivino, pero de la hornblenda basáltica sólo se delata su presencia en una de las muestras; en cambio la mica basáltica es más constante. Las fracciones ligeras están formadas por los mismos minerales.

Opalo se encuentra en la fracción limo de todos los suelos estudiados; inorgánico en su mayor parte, de origen secundario. El ópalo orgánico se presenta en forma de diatomeas y fitolitos.

En el campo se observó el aspecto de loess que presentaban algunos depósitos (por ejemplo muestras núms. 24-30, ambos inclusive). Sabemos que el Prof. PACHECO y el Dr. ASENSIO han dedicado su atención a éste punto. Por lo tanto, sólo indicamos que la observación morfológica no lo clasifica como un loess típico, remitiéndonos a los citados autores.

### III. *Estudio comparativo de los minerales aquí identificados y los que se encuentran en los arenales de la provincia de Valencia.*

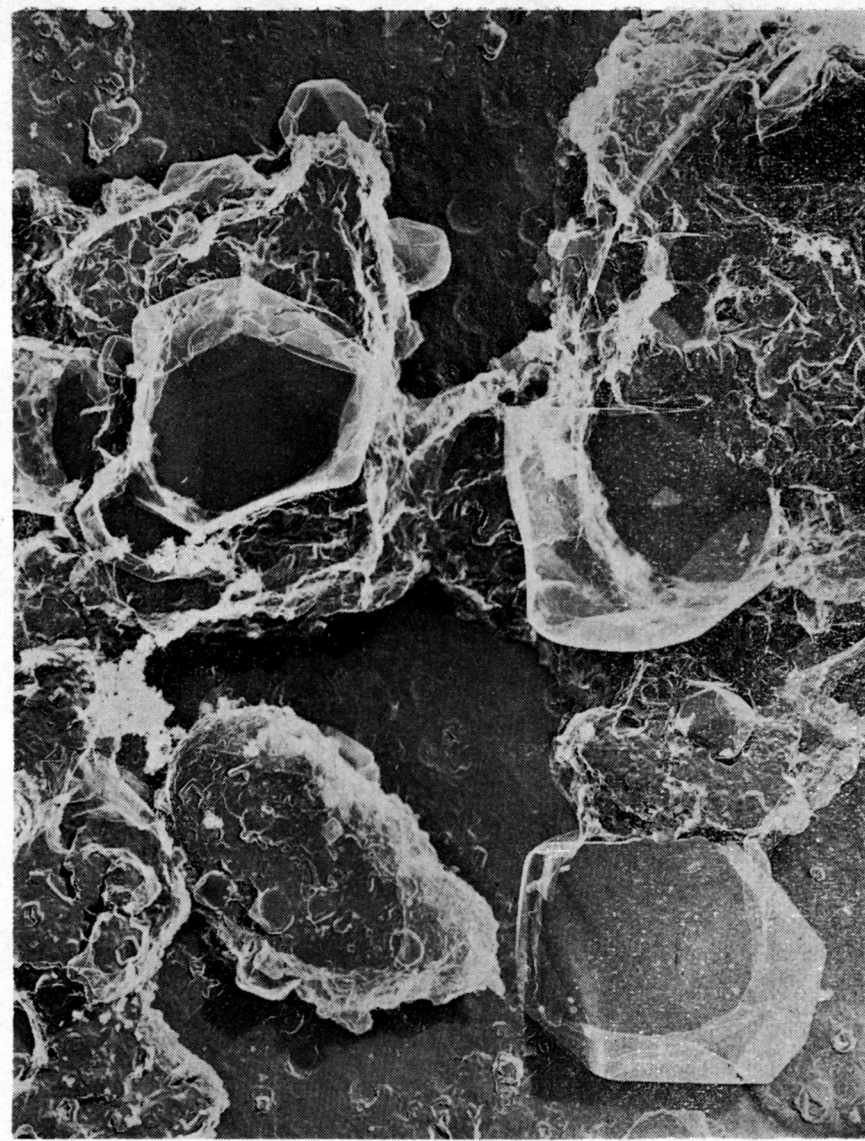
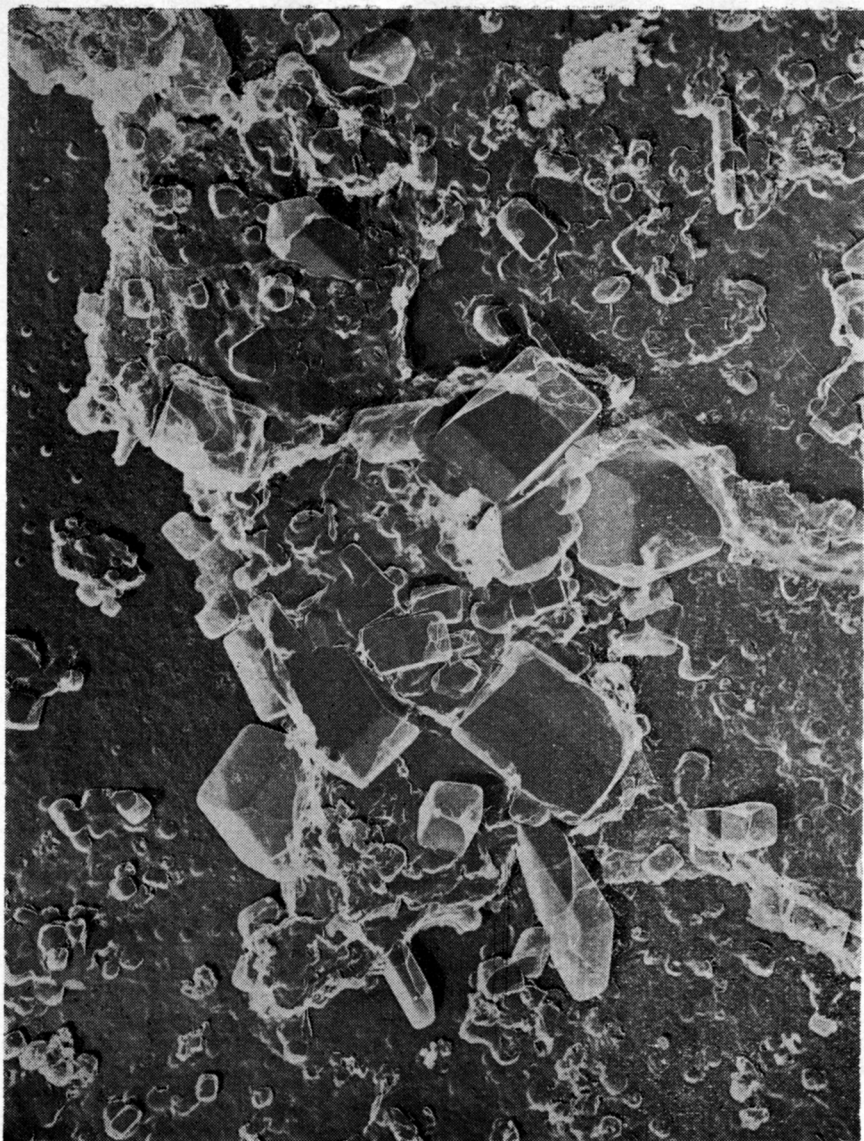
Hemos visto que la asociación dominante de minerales densos en la fracción arena es de ferroaugita, olivino y hornblenda basáltica.

En el trabajo a que aludimos en la introducción, afirmamos que las Columbretes o su extensa colada lávica submarina es punto de origen de la ferroaugita encontrada en las playas actuales de la provincia de Valencia.

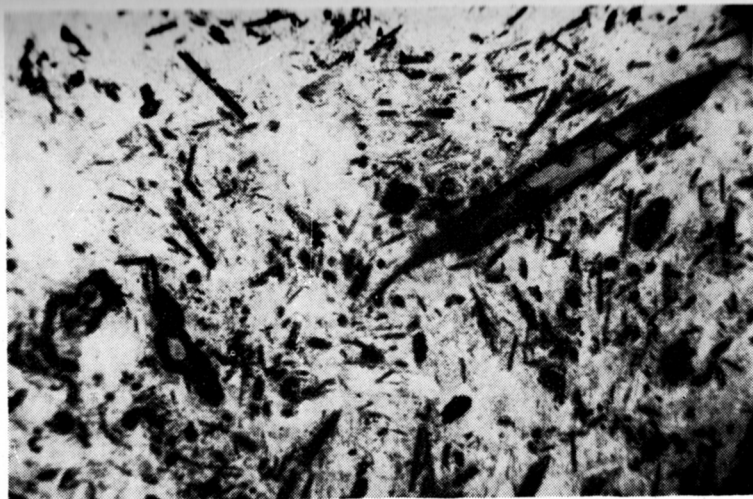
El olivino, mineral que ocupa el último lugar en la escala de resistencia de Pettijohn (PETTIJOHN, F. J. 1941) no se encuentra en los arenales costeros de Levante. El anfíbol tampoco procede de las islas, en las Columbretes se encuentra hornblenda basáltica y en las playas de la costa oriental española, hornblenda común.

La seudobroquita, mineral común en los suelos de la isla Ferrera, tampoco se encuentra en las playas de la provincia de Valencia.

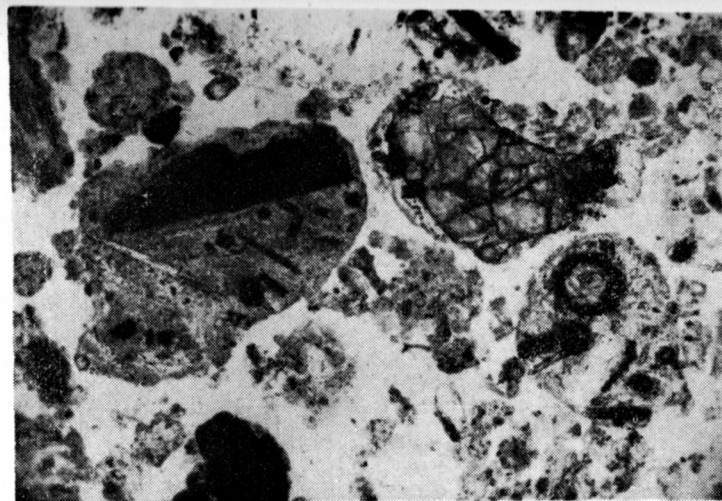




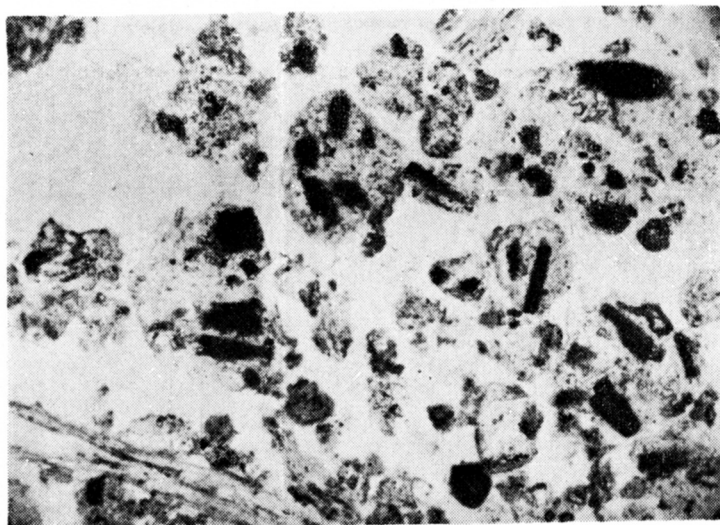
Fotomicrografías de sales en suelos de las Columbretes, obtenidos por el método de réplica de carbono con autosombreadados.



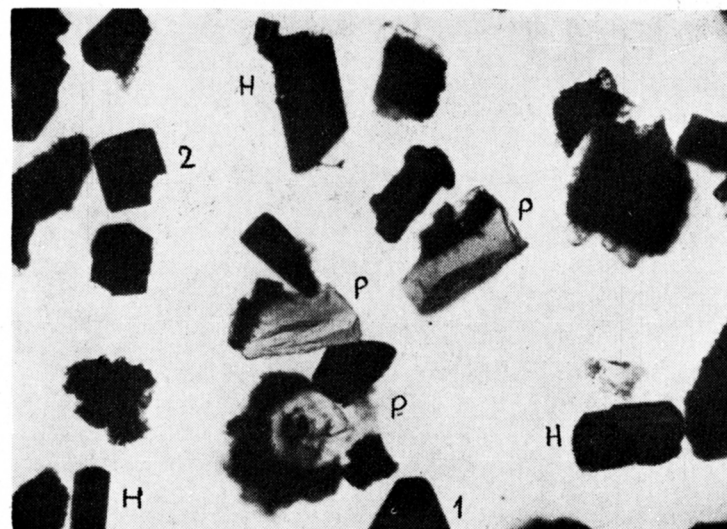
1



2



3



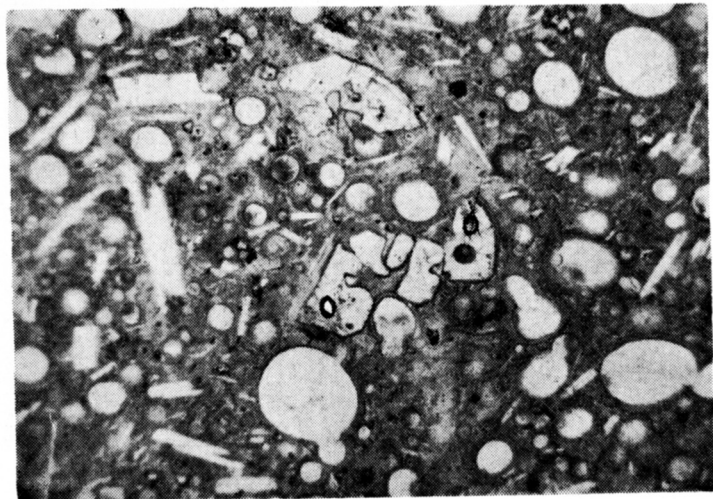
4

Microfot. 1.—Traquita anfibólica (lámina delgada) en la que destaca un cristal alargado de hornblenda basáltica con aureola de resorción.

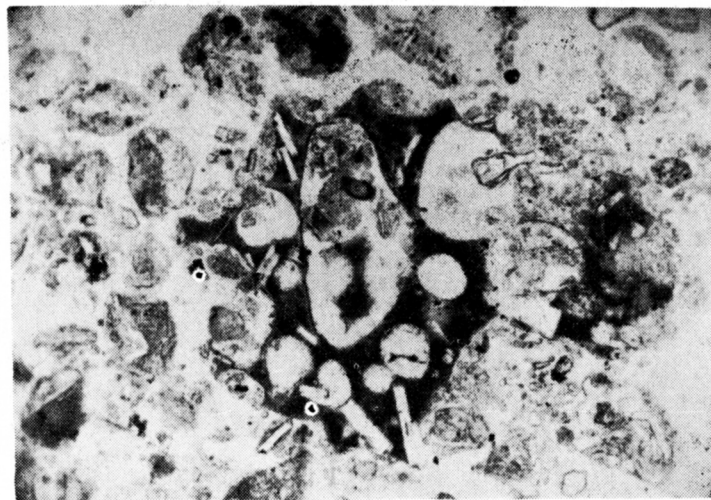
Microfot. 2.—Corte delgado de suelo con fragmentos de roca en los que se observan fenocristales incluidos.

Microfot. 3.—Igual que la anterior pero con menor aumento. (Abajo a la izquierda, restos de plantas).

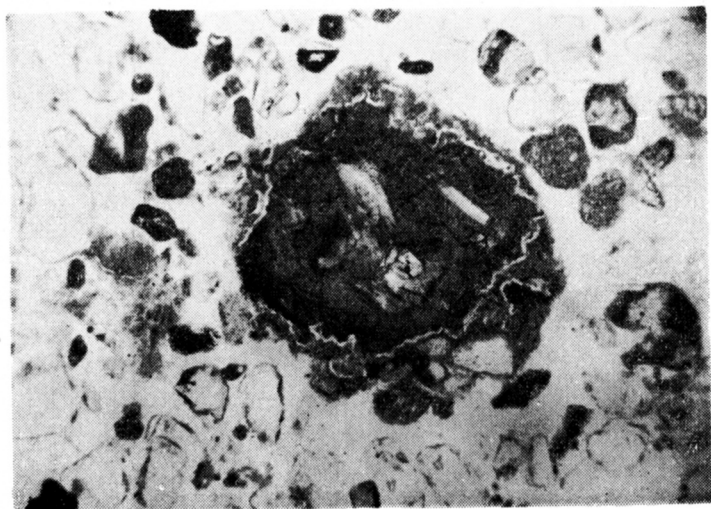
Microfot. 4.—Fracción gruesa de los suelos de Isla Ferrera, minerales densos. (1 y 2 formas típicas de pseudobroquita, P piroxenos, H hornblenda basáltica).



5



6



7



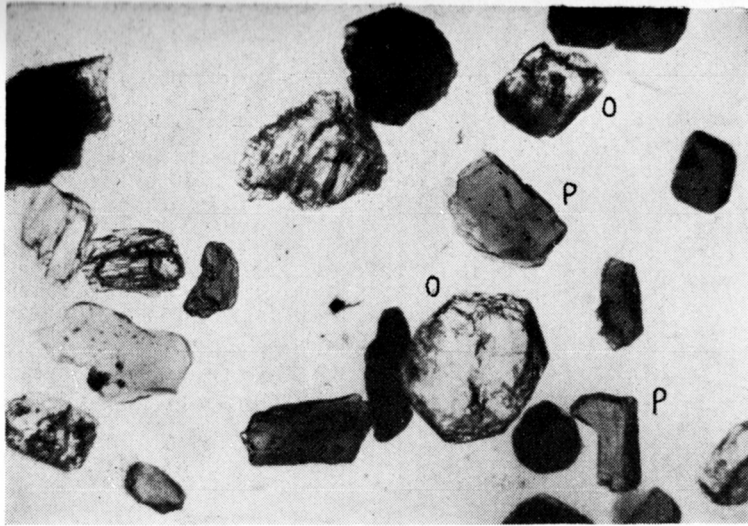
8

Microfot. 5.—Fragmento de toba basáltica con textura vesicular y un fenocristal de olivino fragmentado (0).

Microfot. 6.—Corte delgado de suelo; fragmento de basalto vitrofídico.

Microfot. 7.—Corte delgado de suelo con resto de basalto vitrofídico rodeado de minerales de sílice de origen secundario.

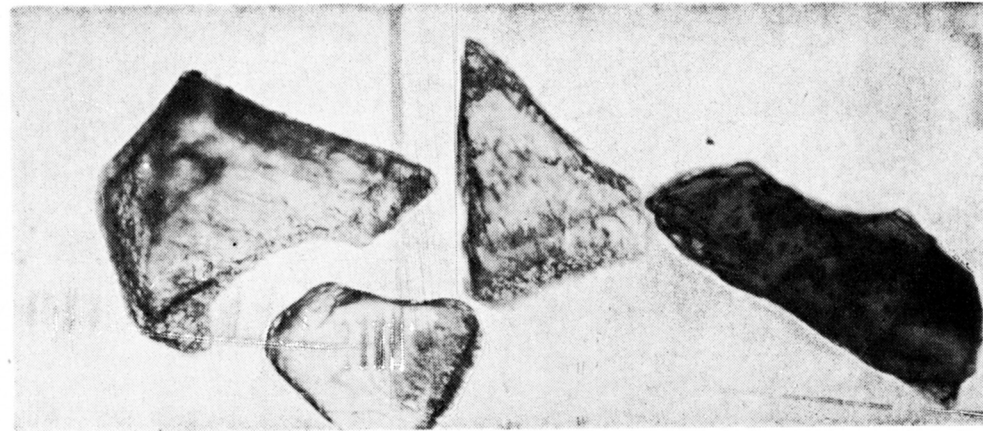
Microfot. 8.—Corte delgado de suelo con fragmento de otro basalto vitrofídico.



9



10



11

Microfot. 9.—Fracción gruesa de un suelo de Columbrete Grande, con predominio del piroxenos (P) y olivino (O) entre los minerales pesados.

Microfot. 10.—Corte delgado de suelo en el que se observan dos cristales de olivino sin alterar (O) y otro de ferroaugita (F).

Microfot. 11.—Granos de olivino en distintos estados de alteración, en asociación con un piroxeno.

## CONCLUSIONES

Entre las conclusiones figuran:

Una traquiandesita anfibólica es el material originario de los suelos de la isla Ferrera. La fracción densa de la arena de estos suelos está constituida por la asociación de pseudobroquita y hornblenda basáltica, y en la fracción ligera dominan feldespatos plagioclásicos, sanidino y vidrio volcánico.

Un basalto vitrofídico y una toba basáltica es el material de partida predominante en la formación de los suelos de Columbrete Grande y el Peñón Mancolibre. Los fragmentos de toba basáltica en los suelos, presentan diferentes grados de un proceso de palagonitización (CAROZZI, A. V.). La fracción densa de la arena de los suelos está constituida por la asociación de ferroaugita, olivino y hornblenda basáltica entre los densos y feldespatos y vidrio volcánico entre los ligeros.

Las rocas núm. III, VI y VIII, traquiandesita anfibólica, basalto vitrofídico y toba basáltica respectivamente, figuran entre el material más resistente de las islas, ya que el resto de las rocas o no se encuentra en los suelos o lo hace en proporción muy pequeña.

Opalo, en su mayor parte de origen inorgánico, se encuentra en la fracción limo de todos los suelos estudiados.

Un porcentaje bajo de arcilla + limo (7,22 — 46,05) caracteriza a los suelos de las Columbretes (fig. 2). Es una consecuencia del carácter semivítreo del material originario que le confiere resistencia y la meteorización química casi nula de estos suelos.

De la asociación mineral encontrada en las playas actuales de la provincia de Valencia, solo la ferroaugita procede de las Columbretes. Las especies hornblenda basáltica y olivino, de un tamaño comprendido entre 0,5-0,02 mm., no resisten el transporte a la costa del levante español.

En el Departamento de Microscopia Electrónica y por el Dr. ALONSO PASCUAL, se han estudiado las muestras más representativas al microscopio electrónico y ante los resultados obtenidos se consi-

dera de gran interés el proseguir este estudio ampliando el número de muestras lo que constituirá la siguiente publicación sobre los materiales de las islas Columbretes.

Presentamos, como avance, unas fotomicrograffias de sales en

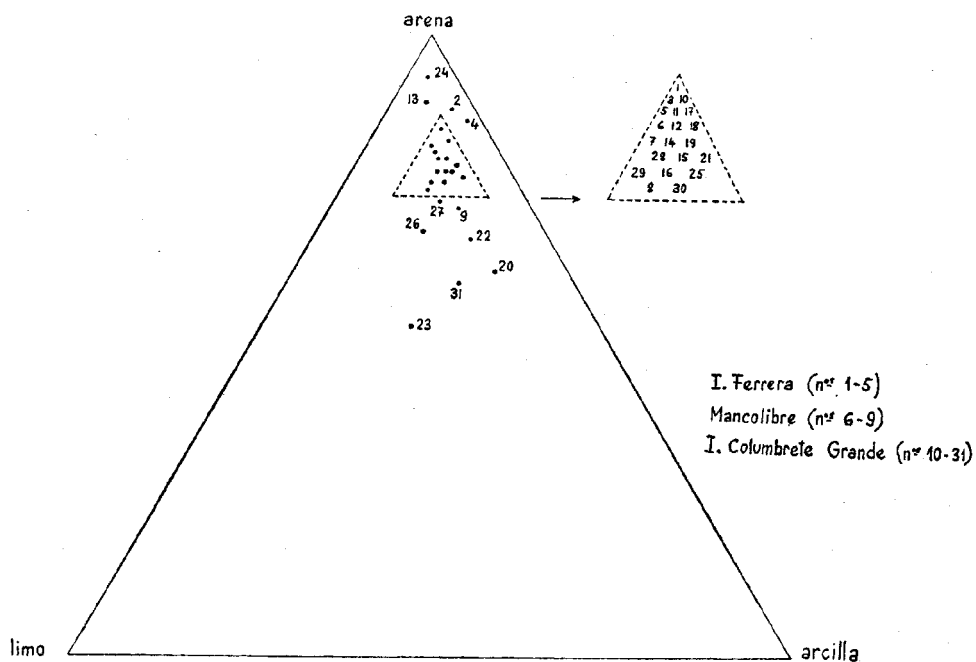


Fig. 2

suelos de las Columbretes, que han sido obtenidas por el método de réplica de carbono con auto sombreados (20.000 aumentos aproximadamente).

APENDICE.—Descripción del material estudiado (Islas Columbretes).

\*64052101. N.º 1.—Isla Ferrera. La Cumbre. Altitud 34 m. Orientación S. Inclinación 30.º Roca núm. I, traquiandesita anfibólica.

64052102. Núms. 2 y 3.—Isla Ferrera. Altitud 32 m. Orientación S. E. Inclinación 30.º Vegetación Suaeda fruticosa, lavatera arbórea. Hor. A de 0 — 4 cm. (n.º 2). Hor. B. de 4 — 14 cm. (n.º 3). Roca n.º II, traquiandesita anfibólica.

64052103. N.º 4.—Isla Ferrera. Altitud 20 m. Orientación N. Inclinación nula. Hor. B. Roca n.º III, traquiandesita anfibólica.

64052104. N.º 5.—Isla Ferrera. Altitud 30 m. Orientación W. Inclinación superior a 30.º Hor. B. Roca n.º IV, traquiandesita anfibólica vitrofídica.

64052201. Núms. 6 y 7.—Mancolibre. Altitud 21 m. Orientación, ladera Sur. En la parte superior de las dos vertientes. Hor. B<sub>1</sub> de 0 — 50 cm. (n.º 6). Hor. B<sub>2</sub> de 50 — 100 cms. (n.º 7). Roca V, toba lítica.

64052202. Núms. 8 y 9.—Mancolibre. Altitud 21 m. Orientación vertiente Norte. Inclinación 30.º Hor. B<sub>1</sub> de 4 — 24 cms. (n.º 8). Hor. B<sub>2</sub> de 24 — 60 cms. (n.º 9). Roca n.º VI, basalto vitrofídico.

64052203. Núms. 10 y 11.—Columbrete Grande, extremo del monumento a la Virgen. Altitud 40 m. Orientación N. Inclinación 25 — 35º, Hor. B<sub>1</sub> de 30 — 35 cm. (n.º 10). Hor. B<sub>2</sub> de 120 — 125 cm. (n.º 11).

64052204. Núms. 12, 13 y 14.—Columbrete Grande, a 2 m. por debajo del anterior, en la vertiente. Calizo. Hor. A B de 4 — 11 cm. (n.º 12). Hor. B de 10 — 15 cm. (n.º 13). Hor. B C (n.º 14).

64052301. Núms. 15, 16, 17 y 18.—Columbrete Grande, al pié del monumento a la Virgen. Altitud 30 m. Orientación N. E. Inclinación muy leve. Vegetación Suaeda fruticosa, gramíneas y lavatera. Muestra 0 — 4 cm., horizonte de humus (n.º 15). Muestra 10 — 20 cm. (n.º 16). Muestra 50 — 60 cm. (n.º 17). Muestra 100 — 110 cm. (n.º 18). Roca VII, toba lítica.

\* Números de la toma de muestras, seguidos de la numeración empleada en este trabajo. Damos números latinos a los suelos y romanos a las rocas.

64052302. N.º 19.—Columbrete Grande. Junto al cementerio, en la vertiente Sur. Roca VIII, toba basáltica.

64052303. N.º 20. Columbrete Grande, desde el cementerio hacia el faro. Altitud 15 — 20 m. Orientación S. Calizo. Suelo con *Helix*. Roca IX, toba lítica.

64052305. Núms. 21, 22 y 23.—Columbrete Grande. Altitud 10 m. Inclinación nula. Vegetación *Suaeda fruticosa*. Muestra de 5 — 15 cm. (n.º 21). Muestra de 35 — 45 cm. (n.º 22). Muestra de 60 — 70 cm. (n.º 23).

64052306. N.º 24.—Columbrete Grande, junto al camino del faro. Altitud 20 m. Orientación S. Inclinación nula. Roca X, toba lítica.

64052307. Núms. 25, 26 y 27.—Columbrete Grande. Altitud 30 m. Orientación S. Inclinación 6 — 8.º Vegetación *Suaeda fruticosa*. Hor. B<sub>1</sub> de 0 — 18 cm., muestra de 0 — 4 cm. (n.º 25). Hor. B<sub>2</sub> 18 — 60 cm., muestra 35 — 40 cm. (n.º 26). Hor. B<sub>3</sub> de 60 — 80 cm., muestra de 70 — 80 cms. (n.º 27). Roca XI, toba lítica.

64052308. Núms. 28, 29 y 30.—Columbrete Grande. Altitud 32 m. Orientación S. Inclinación 6 — 8.º Hor. A de 0 — 4 cm. (n.º 28). Hor. B/C de 30 — 40 cm. (n.º 29). Hor. C, a partir de los 40 cm. (n.º 30).

64052309. N.º 31.—Columbrete Grande. Altitud 60 m. Orientación E. Inclinación 45.º Vegetación *suaeda fruticosa*, gramíneas. Hor. B de 10 — 30 cm., muestra de 20 — 25 cm. (n.º 31).



## BIBLIOGRAFIA

1. BENAYAS CASARES, J. y PEREZ MATEOS, J.—1966. Las Columbretes como probable origen de la ferroaugita existente en los arenales costeros de una zona de Levante (España). *Bol. R. Sdad. Esp. H.<sup>a</sup> Nat.* (en imprenta).
2. CALDERON, S. 1899. "Columbretes" y "Alborán" por el Archiduque L. Salvador. *Act. Soc. Esp. H.<sup>a</sup> Nat.* pág. 94-96.
3. CAROZZI, A. V. 1960. *Microscopic Sedimentary Petrography*. John Wiley & Sons, Inc.
4. HERNANDEZ PACHECO, E. 1932. Síntesis Fisiográfica y Geológica de España. *Trabajos del Museo Nnal. de Ciencias Naturales. Sección Geológica n.º 38.*
5. PEREZ MATEOS, J. y ALONSO PASCUAL, J. 1957. Los arenales costeros del Levante Español I) Las playas de Valencia. *Anal. Edaf. y Fisiol. Veg.* T. XVI. núm. 4. pág. 467-489.
6. PEREZ MATEOS, J. y BENAYAS CASARES, J. 1966. Presencia de pseudobroquita en unos suelos y roca madre de Isla Ferrera (Columbretes). *Acta Geológica* núm. 5 (?).
7. PETTIJOHN, F. J. 1941. Persistence of heavy minerals and Geologic age. *Journal Geol.* 49. pág. 610-625.
8. SAN MIGUEL DE LA CAMARA. Estudio de las rocas eruptivas de España. *Mem. Acad. Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.* T. VI.
9. VICENTE, P. A. 1885. Noticia litológica de las Islas Columbretes. *Anal. Soc. Esp. Hist. Nat.* T. XIV. pág. 173-183.