

MICROMORFOLOGIA Y MICROSCOPIA ELECTRONICA  
DE ALGUNOS SUELOS DE GRAN CANARIA (I, CANARIAS)

por  
J. BENAYAS y J. ALONSO PASCUAL (1)

INTRODUCCION

La finalidad de este trabajo es profundizar en la aplicacion de la microscopia electronica en el estudio del corte delgado de suelo ademas de investigar la fraccion arcilla de algunos perfiles de suelo seleccionados de Gran Canaria (I, Canarias).

Se han publicado numerosos trabajos sobre la aplicacion de la microscopia electronica al estudio del corte delgado de suelo; entre los trabajos bibliograficos del tema estan los de Bocquier y Nalovic (1972) y Stoops (1974).

Hay que hacer constar que, en general, no presentan gran analogia las muestras en microscopia electronica de transmision y en microscopia de barrido. Esta ultima tecnica citada explora superficies mayores de muestra no perturbada, por esta causa hay que buscar en ella las estructuras espaciales y disposicion de componentes que podremos ligar frecuentemente con la tecnica de replica y M. E. T. por una parte, y con el corte delgado de suelo por otra.

El material estudiado corresponde a seis perfiles seleccionados de los sectores arido y subhumedo de la isla de Gran Canaria cuyo aspecto de genesis y clasificacion es el objeto de otra comunicacion<sup>(2)</sup> de la Vª R. I. M. S.

La geologia de la zona esta bien estudiada (Fuster et al. 1968) y los datos climaticos y fisico-quimicos se pueden ver en la comunicacion indicada.

- (1) Inst. Edafologia Biol. Veg. C. S. I. C. MADRID  
(2) Sanchez Diaz, J.; Benayas, J. y Guerra, A. Estudio morfologico de los horizontes argilicos de las zonas arida y subhumeda de Gran Canaria (I, Canarias)

### TECNICAS APLICADAS

Microscopía electrónica. - Se emplea la dispersión normal y la técnica de replica con las dos variantes: replica directa de carbono (Alonso et al. 1963) y replica compuesta de carbono-triafol (Alonso y Benayas, 1972) Se emplearon dos microscopios electrónicos Philips (modelos 200 y 300).

El Trabajo se complementa con microscopía de barrido utilizando el Super III, de I. S. I.

Corte delgado de suelos. - El material se impregna con resina de poliéster (Cronolita I. 108) siguiendo el método usual.

### RESULTADOS

El estudio micromorfológico se indica en la comunicación de Sanchez Diaz et al., antes citada.

La investigación de la fracción arcilla se presenta en la tabla 1.

Entre los rasgos característicos de la arcilla en los suelos investigados, utilizando M. E., hay que destacar:

En la técnica de replica, se identifican cintas de sepiolita y otras cintas con bordes irregulares que atribuimos a sales (Lam. II, Fig. b).

Aplicando la técnica de barrido (S. E. M.) especialmente en la muestra Btca (PII), se observa un sustrato glomerular como ya describió uno de nosotros (Alonso et al. 1963) con numerosas partículas en forma de esfera en parte sumergidas o formando masa con el fondo, de 0,28  $\mu$  diámetro (Lam. III, fig. a). Las esferas son más esponjosas, algo más irregulares y a veces se destacan superficialmente laminillas poligonales que las diferencian de las de opalo (Wilding & Dress, 1974).

La presencia en los ardisoles de montmorillonita con dos morfologías diferentes, la de aspecto clásico y otra que denominamos "flámigerá". Formas de hierro asigna-

bles a akaganeita ( $\beta$ -FeOOH) descritas por Gard, 1971 (Lam. I, fog. c).

En los alfisoles la haloisita se presenta con una morfología muy variada: tubos cortos y semiabiertos; glomerular (Siefferman, 1973); ramas desgajadas de las glomerulares; esféricas muy pequeñas; haloisita de 7 Å; haloisitas individualizadas, en cristales muy desarrollados y tubos netos; con la forma de dos rectángulos en paralelo, y agregados con varios individuos en paralelo.

Se han observado tres formas de montmorillonita; la clásica (Lam. II, fig. c), láminas muy tenues atribuida a neoformación y con la forma de un aglomerado filamentosos.

En basalto muy alterado se observan feldespatos y micas alterándose (Lam. III, fig. b) que suelen estar recubiertos de geles y otros componentes menores, y haloisita de 10 Å abierta.

Es notable, en el basalto indicado, la presencia de pequeños canales, con una anchura  $< 2 \mu$  y una longitud  $> 20 \mu$  que muestran en su interior arcilla orientada con formas asignables a metahaloisita (Lam. III, fig. c).

En la misma muestra hay secciones transversales de poros que se corresponde con la anchura de los canales indicados. También en este material se encuentran unas formas cilíndricas de terminaciones redondeadas, de unas 0,2 u de grosor y 1,4 u de largo (Lam. III fig. d) que recuerdan a microorganismos.

## DISCUSION

Los resultados de la investigación de la fracción arcilla están de acuerdo con el estudio del corte delgado de suelo, sobre todo en cuanto al grado de alteración y origen del material estudiado, corroborando así la clasificación dada (tabla 1). Por ejemplo, en el sedimento

## SUELOS DE GRAN CANARIAS (I. CANARIAS)

de suelo rojo del P II (hor. Et) se observa caolinita subredondeada, angulosa y heterométrica.

Los aridisoles están caracterizados, de forma cualitativa, por la presencia de sepiolita en todos los horizontes a excepción del suelo fersialítico fósil de los perfiles II y X (horizontes Et) que coincide con su analogía en el corte delgado (Lam. I figs. a y b).

Al estar dotada la colada basáltica que fosiliza el hor. II Et del perfil X en 2 millones de años (Abdel-Nomem et al. 1971) en principio podía asignarse a la sepiolita una edad inferior a la indicada. Sin embargo el encostramiento calizo situado inmediatamente debajo del suelo fersialítico fósil del perfil X, contiene sepiolita. Por lo tanto se formó sepiolita antes y después de la datación citada.

La sepiolita es un mineral característico de las cubetas terciarias de la Península Ibérica, de neoformación (Huentas et al. 1970; Millot, 1964).

En los aridisoles investigados se encuentra asociada a caolinita y mica; en el P II y en el segundo inferior de P X además esta asociada con montmorillonita mientras que en el segundo superior del mismo perfil la montmorillonita se sustituye por illita. Esta asociación difiere de las encontradas en la cubeta del Tajo que son de sepiolita-montmorillonita, y sepiolita-illita-mica-caolinita (alonso et al. 1961).

La haloisita glomerular se encuentra en proporción escasa, por ejemplo en el hor. II Ca del P X.

Las esferas observadas en el hor. Et ca. (P II) hemos indicado que son de ópalo. Un tratamiento ácido muy débil (complexona III), bajo calor prolongado, produce su destrucción.\* Hecho un análisis puntual de energía dispersiva de Rayos X (ISI 60 con KEWEX) da un predominio ab-

\* Técnica utilizada por la Dra. Arevalo del Departamento de suelos. C. S. I. C. Madrid.

soluto de 5:1 de Ca sobre Si, Al, escaso Mg y trazas de Fe. Podemos decir que las esferas son carbonatos (Lam. III fig. a; Lam. IV, fig. f).

El hierro en los asidisoles se observa en forma de turita, microgoethita, formas asignables a akaganeita y adsorbido, por montmorillonita. Esta adsorción no es selectiva ya que también adsorbe otras sustancias, entre ellas sepiolita.

La goethita es dominante en los encostramientos calizos; los escasos ferriargilanes del hor. II Ca. (P X) están constituidos por goethita y akaganeita (Lam. IV, figs. ay b). Sin embargo, la turita (Teodorovich, 1961) tiende a dominar en los horizontes que muestran terrificación; en el hor. Bt (P II) abundan los microaglomerados de turita (Lam. IV, fig. c). El hecho está de acuerdo con nuestro estudio sobre tierra parda (Alonso y Benayas, 1972).

Si comparamos los horizontes Bt y II Bt (P II) hay correlación entre los rasgos hidromórficos y el contenido en montmorillonita (Lam. IV, fig. d).

Los alfisoles están caracterizados, en general, por haloisita. Aunque se presenta con una morfología muy variada, es muy frecuente el tipo glomerular, en capas concéntricas (Lam. I fig. d; Lam. II fig. a.). Coexisten en las mismas muestras varias morfologías. La forma glomerular se encuentra en material originario, por ejemplo, en el basalto muy alterado del P VIII, en las restantes muestras del perfil y en los otros suelos estudiados que están desarrollados sobre fonolita y escoria basáltica, incluso se observa en los horizontes coluviales.

La haloisita glomerular es semejante a la descrita en diversos trabajos (entre ellos, Birrell et al. 1955; Sudo y Takahashi, 1955; Sieffermann et Millot, 1968). Es la forma "parecida a la cebolla" de haloisi-

## SUELOS DE GRAN CANARIA (I. CANARIAS)

ta-alofan de algunos autores japoneses. La microdifracción electrónica indica que es una sustancia cristalizada de la familia caolinita (Sieffermann, 1973); este autor la encuentra en varios tipos de suelos de zonas volcánicas del Camerun y atribuye su origen, en esos suelos, a la silicificación de complejos de alofana.

La haloisita de los alfisoles tiene un diámetro  $0,7 \mu$ . Respecto a su origen confirma la teoría de Sieffermann el hecho de encontrar aglomerados de alofan y gel de sílice en el material originario del P XIII. Este modo de formarse la haloisita glomerular sería compatible en los alfisoles estudiados con un origen a partir de minerales primarios ya que las tres rocas madre contienen plagioclasa.

De la variada morfología con que se presenta la montmorillonita, una es netamente de neoformación, por ej. en la roca madre alterada del P XIII. En este caso se puede formar a partir de alofan (como indica la secuencia contenida en Sieffermann, 1973). Los productos de transformación montmorillonita-haloisita que se encuentran en el hor. B/C del mismo perfil concuerdan con los resultados obtenidos por Delvigne (Gastuche y De Kimpe, 1962) en la alteración de los basaltos con drenaje deficiente.

En los alfisoles predomina el hierro en forma de turita y se encuentra estrechamente asociado a haloisita, un ejemplo lo tenemos en el basalto alterado (Lam. IV, fig. e).

El origen de los pequeños canales observados en el basalto, que hemos indicado, se atribuye a pelos radiculares.

En suelos climax de la zona subhúmeda es frecuente el paso de material amorfo a cristalizado, observándose neoformación de formas vítreas en numerosas ocasiones.

Los opacos proceden, en gran parte, de la alteración de minerales. En el hor. A<sub>1</sub> (PIII) se ha visto su procedencia a partir del olivino.

### CONCLUSIONES

La fracción arcilla de los aridisoles se caracteriza cualitativamente por la presencia de sepiolita que es abundante en los encostramientos calizos de los sedimentos de suelo fersialítico. Carbonato de forma esférica se identifica en los encostramientos indicados.

El hierro, en los aridisoles, se encuentra en forma de turita, micro-goethita, akaganeita y adsorbido, de forma no selectiva, por montmorillonita. Los ferriargilanes de los encostramientos calizos están constituidos por goethita y akaganeita. La turita tiende a dominar en los horizontes que presentan terrificación.

Haloisita de tipo glomerular se destaca en la fracción arcilla de los alfisoles.

En estos suelos predomina el hierro en forma de turita y se encuentra muy asociado a haloisita.

Se observan productos de transformación asignables a montmorillonita-haloisita, en escoria basáltica que presenta rasgos hidromórficos en el corte delgado.

# SUELOS DE GRAN CANARIA (I. CANARIAS)

Tabla 1. Investigación de la fracción arcilla (microscopía electrónica) aplicada a la micromorfología del suelo

Perfil	Hor.	Fracción arcilla	
		Minerales de la arcilla	Componentes accesorios
<b>ARIDISOLES</b>			
II	Bt	microcaolinitas, montmorillonita, micas, cloritas, sepiolita	turita, feldespatos, sales, opacos, goethita
(Cuatro Puertas)	Btca	sepiolita, microcaolinitas, montmorillonita, micas, haloisita, metahaloisita	feldespatos, microgoethita, turita, akaganeita, carbonatos, sales, sílice, opacos
	IIBt	montmorillonita, micas	opacos, productos alteración, turita, goethita, akaganeita
VII	Ap	sepiolita, mica, caolinita, haloisita	productos alteración, opacos, turita
(Las Rosas Viejas)	(B)/Bt	sepiolita, microhaloisita, illita, mica	gel de sílice, gibsita, turita, goethita
	Ca	sepiolita, mica, caolinitas	opacos, goethita, biocarbonatos, feldespatos, vidrio
X	Bt	sepiolita, illita, caolinita, mica, haloisita	opacos, sales, goethita, akaganeita, olivino
(Gando)	Btca	sepiolita, illita, caolinita, mica, montmorillonita	sales (sulfatos), carbonatos, geles, opacos, goethita, turita, vidrio
	R		
	IIBt	illita, montmorillonita, clorita	amorfos, vidrio, biocarbonatos
	IICa	montmorillonita, sepiolita, mica, caolinita, haloisita	opacos, sales (cloruros y sulfatos), biocarbonatos, goethita, akaganeita
	R		

Algunas características micromorfológicas

Naturaleza del material

terrificación, rasgos hidromórficos (c)	sedimento de suelo rojo
fragmentos de plasma calizo	sedimento de suelo rojo más encostramiento calizo
rasgos hidromórficos (a)	suelo rojo fósil
plasma pardo, sin separaciones	suelo climax actual
con separaciones plásmicas	sedimento de suelo rojo
contextura crística	horizonte cálcico
translocación arcilla (r), feldespatos (r) carbonatos (r)	sedimento de suelo rojo
sin separaciones plásmicas	encostramiento calizo pulverulento
olivino, plagioclasa, augita, magnetita	basalto olivínico de 2 millones años
translocación arcilla (F), feldespatos (C) carbonatos	suelo rojo fósil
rasgos hidromórficos, ferriargilanes	encostramiento calizo pulverulento
olivino, plagioclasa, augita, magnetita, vidrio	basalto olivínico

# SUELOS DE GRAN CANARIA (I. CANARIAS)

## continuación de la Tabla 1

### ALFISOLES

III (Los Castillejos)	A <sub>1</sub>	haloisita, metahaloesita, caolin- nita	opacos, turita, goethita, clivino
	Bt <sub>1</sub>	haloesita, caolinita, mica	gel de sílice, turita, goe- thita, feldespatos, opacos
	Bt <sub>2</sub>	haloesita, metahaloesita, caolin- nita	turita, opacos
	B/C	interestratificados haloesita-mont morillonita	productos de alteración, opacos
	C		
VIII (Hoya de Pineda)	A <sub>1</sub>	haloesita, metahaloesita, micro caolinita, mica, vermiculita (rara)	gel de sílice y alúmina, feldespatos, opacos, turita
	Bt <sub>1</sub>	haloesita, caolinita, mica	turita
	Bt <sub>2g</sub>	haloesita, interestr. alofán-ha loesita	opacos
	Bt <sub>3g</sub>	haloesita, microcaolinita, mica	microgránulos de hierro y aluminio, gel de sílice, feldespatos, opacos, vidrio
	Cg	haloesita, metahaloesita, caolinita	microgránulos de hierro y aluminio, amorfos, gel de sílice, opacos, anatasa, akaganeita
XIII (Los Caideros)	A <sub>1</sub>	haloesita, metahaloesita	geles, opacos
	Bt	haloesita, metahaloesita, mont- morillonita	turita, feldespatos, ana- tasa
	B/C	productos transformación montmo- rillonita-haloesita, montmorillo- nita, mica, vermiculita (rara)	opacos
	C	aglomerados de alofán, montmo- rillonita	gel de sílice

material heterogéneo, con y sin separaciones plásmicas

rasgos hidromórficos (c), ferriargilanes (r)

suelo in situ con ligero aporte coluvial

rasgos hidromórficos (a), ferriargilanes (r)

rasgos hidromórficos (c), ferriargilanes (r)

sanidina, otros feldespatos, egiirina

fonolita

material heterogéneo, con y sin separaciones plásmicas

con separaciones plásmicas, rasgos hidromórficos (c), translocación arcilla  
con separaciones plásmicas, rasgos hidromórficos (a), translocación arcilla

suelo in situ con hidromorfismo

similar al horizonte anterior

plagioclasa, olivino (iddingsita), rasgos hidromórficos, translocación arcilla

basalto muy alterado

contextura granular, frag, basalto fresco (a)

rasgos hidromórficos, sin separaciones plásmicas, meteor. química intensa

horizonte coluvial, suelo fósil litocromo

similar al horizonte anterior, con meteor. química muy intensa

plagioclasa, olivino, ceolitas, óxidos hierro, rasgos hidromórficos

escoria basáltica alterada

## SUELOS DE GRAN CANARIA (I, CANARIAS)

### Lamina II.

Microscopía electrónica de transmisión y técnica de replica.

- Fig. a. Haloisita glomerular. Hor. A<sub>1</sub> (P XIII) M. E. T.  
Fig. b. Sales (Sa) y sepiolita. Técnica de replica. Hor. Btca (P II).  
Fig. c. Montmorillonita. Hor. B/C (P XIII). M. E. T.  
Fig. d. Caolinita (c) depositadas o asociadas en algun caso a un tubo de haloisita (H). Hor. Bt3g (P VIII). Técnica de replica.  
Fig. e. Productos de transformación montmorillonita (M)-haloisita (H). Hor. B/C (P III) M. E. T.  
Fig. f. Aspecto frecuente de la muestra con bastante metahaloisita y caolinita. Hor. Cg (P VIII). Técnica de replica.

### Descripción de la Lamina III

Microscopía electrónica de barrido

- Fig. a. Carbonatos de forma esférica, esponjosa, que en parte forman masa con el fondo. Hor. Btca. (P II). Microscopía de barrido.  
Fig. b. Alteración de feldespatos. Hor. Cg (P VIII). Microscopía de barrido.  
Fig. c. Pequeños canales (C) con formas asignables a metahaloisita, orientadas en su interior y secciones transversales de poros (P). Hor. Cg. (P VIII). Microscopía de barrido.  
Fig. d. Formas cilíndricas, de extremos redondeados, que recuerdan a microorganismos (M). Hor. Cg (P VIII). Microscopía de barrido.

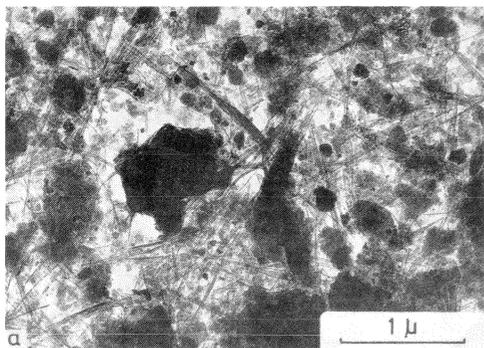


Fig. a. Abundantes haces de sepiolita.

Hor. Btca (P II). M.E.T.



Fig. b. Fibras de sepiolita con mayor aumento.

El mismo material que la figura anterior.

M.E.T.

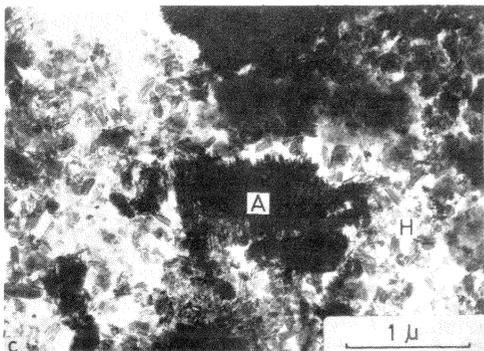


Fig. c. Aglomerado de akaganeita (A) y abundante

haloisita corta (H). Hor. Cg (P VIII).

M.E.T.

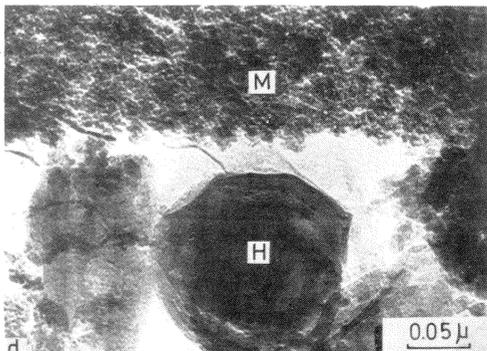


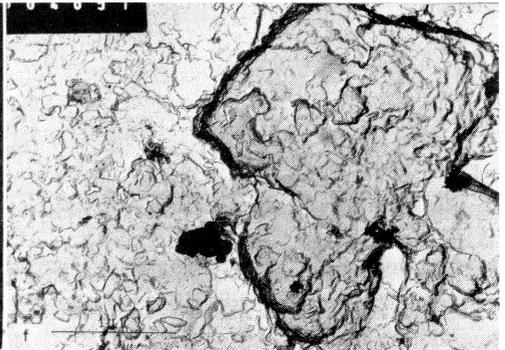
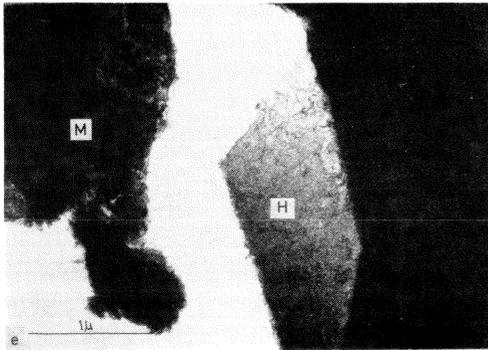
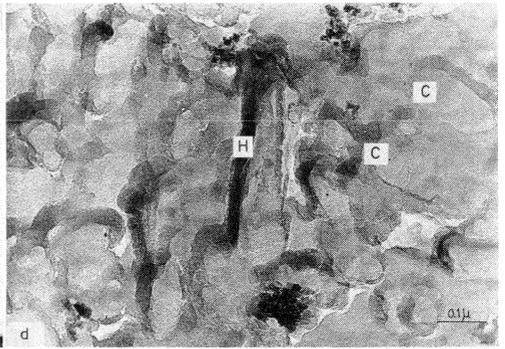
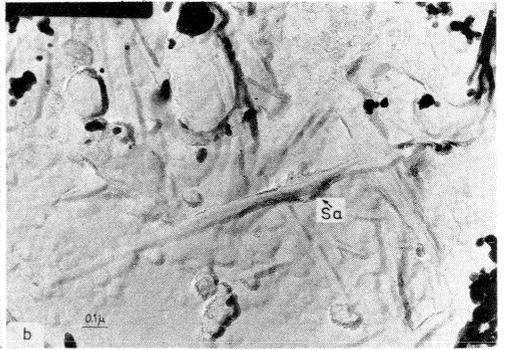
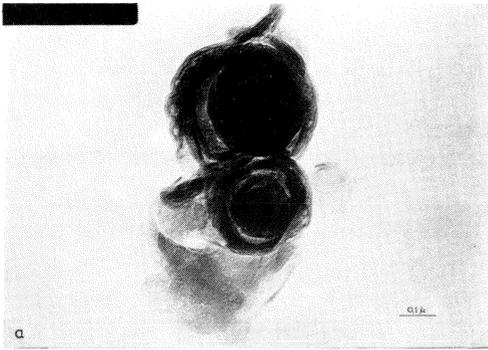
Fig. d. Haloisita glomerular (H) y microgránulos de

hierro y aluminio (M). Hor. Bt (P XIII).

M.E.T.

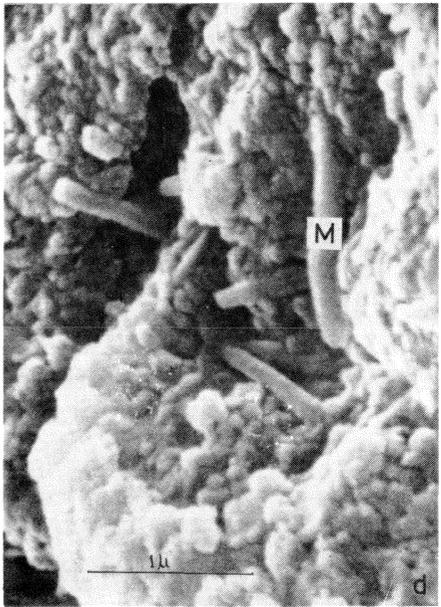
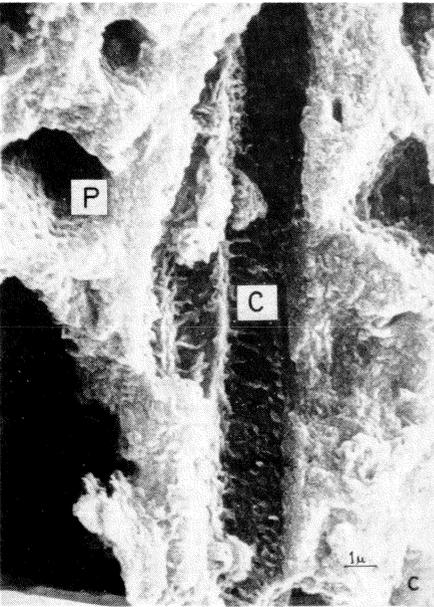
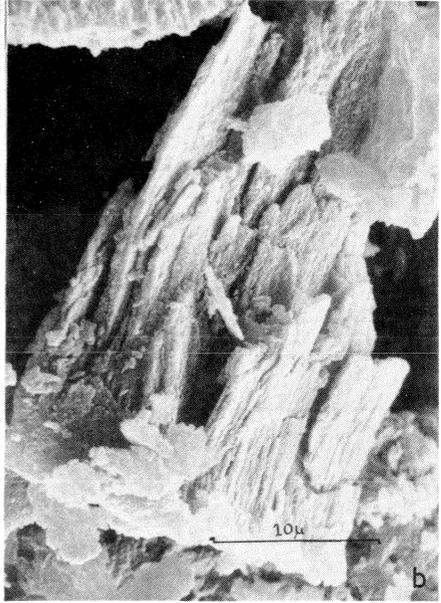
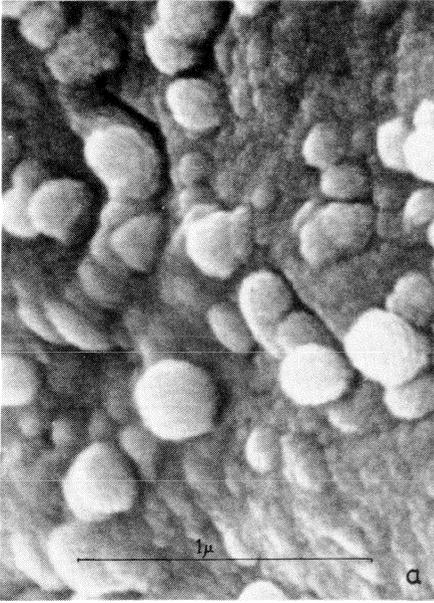
LAMINA I





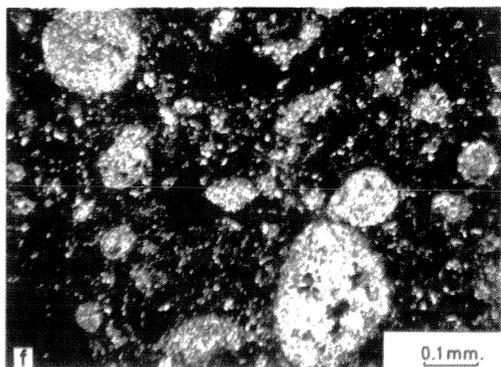
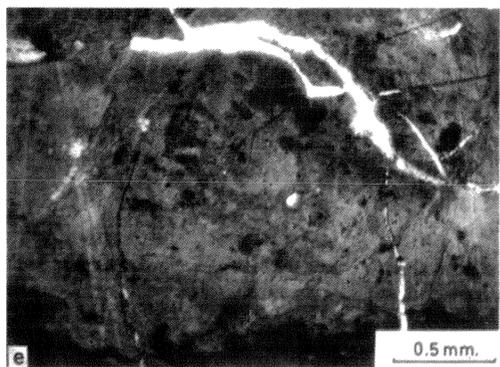
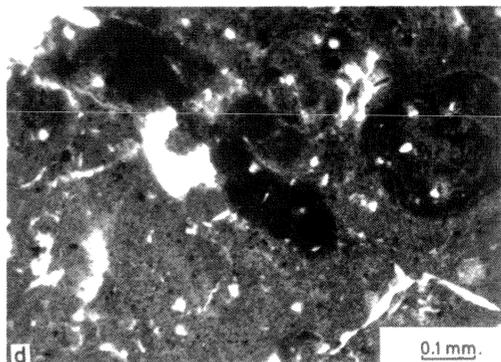
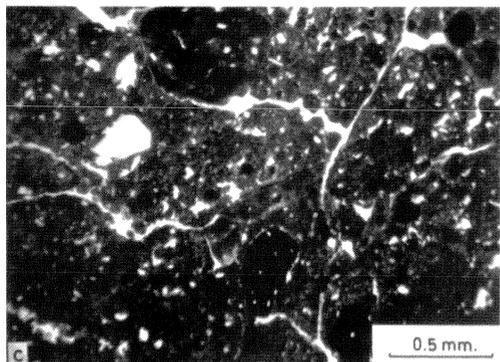
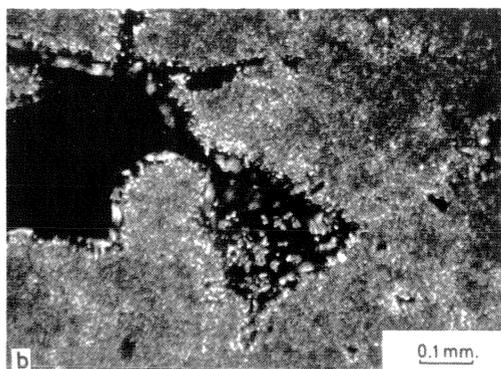
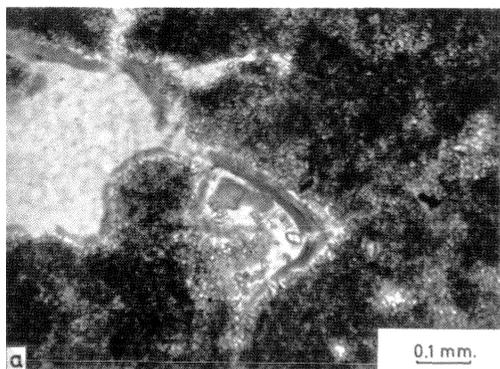
LAMINA II





LAMINA III





LAMINA IV



Descripcion de la Lamina IV

Corte delgado de suelo

Fig. a y b. Ferriargilanes en encostramiento calizo,  
Hor. IICa (P X). Con un nicol y nicoles cr  
za  
dos respectivamente.

Fig. c. Material terrificado. Hor. Bt (PII).

Fig. d. Los rasgos hidromorficos son abundantes en el  
hor. Bt (PII).

Fig. e. Hierro asociado a haloisita. Hor. Cg (P VIII).

Fig. f. Carbonatos. Hor. Btca (PII) nicoles cruzados.

SUMMARY

Six soil profiles from Gran Canaria island are stu  
died, half of them are from the arid zone and the other  
half from the subhumid one.

Soil micromorphological and electron microscopy  
(normal dispersion and replica) techniques are applied.  
The work is complemented with S. E. M.

Very large fibers of sepiolite, grouped in bundles,  
are found in the clay fraction of the rotlehm sediments  
from the arid zone, this kind of form is not very frequent.  
Iron is observed in abundant microagglomerates of turite,  
accompanied by microgoethite.

The fibers form of the above mentioned sepiolite is  
not found in the clay fraction of the fossil rotlehm, ins -  
tead of this we observe abundant material coming from the  
alteration of laminar minerals. Thin soil section shows  
porphyroskelic masepic fabric with weathered lithore -  
licts of diffuse edge belonging to the parent rock.

An intense hydromorphism is frequently observed  
in the subhumid zone. In fossil soils, the clay fraction  
contains fresh mica flakes and opaque minerals which  
present on the edge absorbed or transformation forms

The aim of this research work is to deepen in the  
application of the electron microscopy in the thin soil  
section, and to investigate the clay fraction of these soils.

## SUELOS DE GRAN CANARIA (I, CANARIAS)

### BIBLIOGRAFIA

- ALONSO, J. J.; Garcia Vicente, J. y Riba, O 1961. Sedimentos finos del centro de la cubeta terciaria del Tajo. II Reunion de Sedimentologia. C.S.I.C. Sevilla, 21-55 pp.
- ALONSO, J.; BESOAIN, E. y CATALINA, F. 1963. Observation de microscopie electronique en argiles volcaniques di Chili et allophanes de la Nouvelle Zelande. Int. Clay Conf. Stockholm. 1: 167-177 pp.
- ALONSO, J. y BENAYAS, J. 1972. Electron and petrographic microscopy applied to soil micromorphology. 3rd Int. Work. Meet. Soil Micromorphol. P.W.N. Warsaw, 63-75 pp.
- BIRREL, K. S.; FIELDS, M.; WILLIAMSON, K. I. 1955. Unusual forms of halloysite. Amer. Min. 40, 122-124 pp.
- BOCQUIER, G. y NALOVIC, Lj. 1972. Utilisation de la microscopie electronique en pedologie. Cah. ORSTOM, ser. Pedol. 10 (4): 411-434pp.
- FUSTER, J. M. y col. 1968. Geologia y volcanologia de las Islas Canarias. Gran Canaria. Inst. L. Maillada. C.S.I.C. Madrid.
- GARD, J. A. (Ed.) 1. 1971. The electron-optical investigation of clays. Mineralogical Soc. Monograph 3. London, 383 pp.
- GASTUCHE, M. C. et De KIMPE, C. 1962. La genese des mineraux argileux de la famille du Kaolin. Colleques Inter. C.N.R.S. n° 105. Genese et synthese des argiles. C.N.R.S. Paris. 67-81 pp.
- HUERTAS, F.; LINARES, J.; MARTIN VIVALDI, J. L. 1970. Clay minerals geochemistry in basic sedimentary environments. Reunion Hispano-Belga de minerales de la arcilla. C.S.I.C. Madrid 211-214. pp. —

- MILLOT, G. 1964. Geologie des argiles. Ed. Masson, Paris, 499 pp.
- SIEFFERMANN, G. et MILLOT, G. 1968. L'halloysite des sols jeunes sur basaltes recents du Centre Cameroun. Bull. Groupe franc. Argiles, 20; 25-38 pp.
- SIEFFERMANN, G. 1973. Les sols de quelques regions volcaniques du Cameroun. Memoires ORSTOM n° 66. Paris, 183 pp.
- STOOPS, G. 1973. Optical and electron microscopy. A comparison of their principles and their use in micropedology. 4th Int. Work. Meet. Soil Micromorphol. The Limestone Press, Kingston, Canada, 101-118. pp.
- SUDO, T. & TAKAHASHI, H. 1955. Shapes of halloysite particles in Japanese clays. Clays and Clay Miner., 4th Nat. Conf., 67-79 pp.
- TEODOROVICH, G. I. 1961. Authigenic Minerals in Sedimentary Rocks. Consultants Bureau, N. York, 120 pp.
- WILDING, L. P. and DRESS, L. R. 1974. Contribution of forest opal and associated crystalline phases to fine silt and clay fractions of soils. Clays and Clay Minerals, 22: 295-306 pp.

### AGRACECIMIENTOS

Deseamos agradecer la discusion del Prof. A. Guerra y las observaciones hechas por la Dra. Rodriguez Pascual sobre la fraccion arcilla de los suelos estudiados.