

COMPOSICION MINERALOGICA DE LOS SUELOS DEL AREA DE MERA (LAS MARIÑAS). RELACION CON LOS FACTORES EDAFOGENETICOS.

M.C. Villar Celorio(1)B.Silva Hermo(2); F. Macías Vazquez(3)

(1) CSIC. Santiago de Compostela.

(2) Dpto.Edafologia.F. Farmacia

(3) Dpto. Edafologia. F. Biología.



Resumen

Se estudia la composición mineralógica de la fracción arena y arcilla de los distintos tipos de suelos existentes en el área de Mera (Las Mariñas). Durante el Terciario Y Cuaternario el marco geológico, constituido por esquistos de la Formación de Ordenes-Bergondo, ha experimentado varios procesos de edafogénesis y morfogénesis que han originado una serie de depósitos, saprolitas y suelos de diferente composición mineralógica, si bien se observa una clara tendencia a la formación de una facies constituida por caolinita, cuarzo y oxi-hidróxidos de Fe.

El estudio mineralógico permite establecer las secuencias de evolución de los materiales originales en las condiciones existentes.

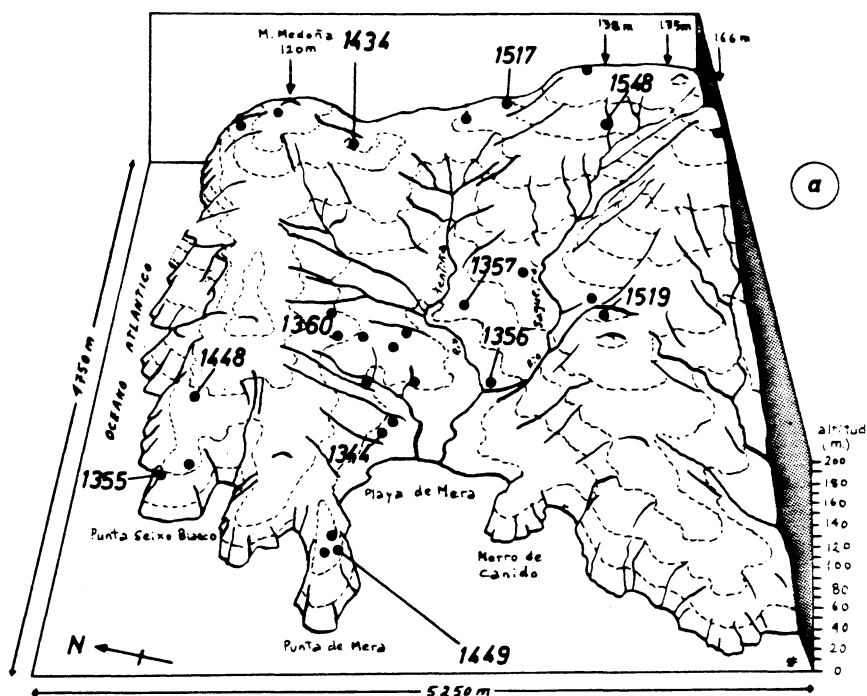
Abstract

A study of the mineralogical composition of the sand and clay fractions of soils in the little area shows that during the tertiary and quaternary periods the Ordenes-Bergondo Schists of the surrounding basin have undergone processes producing a series of sediments, saprolites and soils of varied composition in which a facies of caolinite, quartz and oxy-hydroxides of iron predominates. The evolutionary sequence of the parent material under the various existing conditions has been determined.

1.- INTRODUCCION

El estudio de las transformaciones mineralógicas que se producen durante los procesos de alteración y edafogénesis permiten establecer, al menos de modo relativo, las secuencias y tipos de evolución de los materiales geológicos (Birkeland, 1974) siendo, por tanto, criterios útiles para comprender los procesos que, influenciados por el clima, se han sucedido en el tiempo y fundamentalmente en los períodos recientes (Terciario y Cuaternario).

Con este objetivo se ha seleccionado una pequeña área en las proximidades de Mera (Las Mariñas, La Coruña) (Fig.1) en la que previamente se había realizado la caracterización de los diversos materiales geológicos y procesos de alteración, así como la secuencia estratigráfica y la distribución espacial de los diferentes materiales originales. En este trabajo se pretende realizar el estudio de los cambios mineralógicos que se producen en los suelos, en sentido estricto, tomando como referencia la composición del material original real (sustrato geológico modificado por la alteración química con o sin remoción espacial).



2.- MATERIAL Y METODOS

Se han estudiado 18 perfiles, cuya localización se indica en la fig. 1, utilizando los métodos de caracterización morfológica, química y mineralógica descritos por la F.A.O. (1968) y por Guitián y Carballas (1976) (3).

Para la descripción de la mineralogía de las arenas se utiliza la siguiente nomenclatura.

Minerales existentes en los suelos estudiados.

Q = Cuarzo ; F = Feldespatos ; B = Biotita ; C = Clorita
M = Moscovita ; A = Alteritas etc.; Fa = Feldespato alterado
I = Ilmenita ; L = Leucoxeno ; Ox = oxihidroxido Fe. ; G = Granate
E = Epidota ; Af = Anfiboles ; Mt = metamórficos ; Bro = Broquita
T = Turmalina ; Z = Zircón ; An = Anatasa ;
Zona rayada : minerales inferiores al 4 %

En las arcillas se realiza una estimación semicuantitativa expresando los resultados según la siguiente notación :

Muy abundante	MA	> 50 %
Abundante	A	30-50 %
Frecuente	F	10-30
Ocasional	O	3-10
Trazas	T	< 3 %

3.- MATERIAL Y METODOS.

3.1.- Sustrato geológico

La cuenca de Mera se encuentra dentro de la unidad geológica de los esquistos de Ordenes-Bergondo (Parga,1966)(4), caracterizada por la presencia de metasedimentos cuarzo-feldespáticos (de edad Precámbrico-Paleozoica) que han experimentado inicialmente un metamorfismo de bajo grado y, posteriormente, al menos dos fases de plegamiento durante el Hercínico (Engels et al .1974), (5).

La roca más frecuente es un esquisto de grano fino y colores grisáceos, constituido por una masa de cristales de biotita y cuarzo, acompañados de cantidades variables de clorita, feldespatos, hornblenda,

moscovita y minerales opacos (principalmente ilmenita) pudiendo reconocerse como accesorios , granate, circón y zoisita.

Los esquistos se encuentran atravesados por pequeños diques de rocas metabásicas (facies de anfibolita) que no siempre son identificables, dado su avanzado estado de alteración. En el área de estudio los encontramos en las proximidades de la ensenada de Canide, Seixo Branco y Punta Torrella, formando pequeñas alineaciones discontinuas de dirección aproximada N-S. Se trata de rocas de origen gabroico, o anfibolítico, cuyos componentes principales son anfíboles, biotita, clorita y plagioclasa, en proporciones muy variables , siendo el cuarzo muy escaso y siempre en filoncillos (Macías y García Paz, 1978) (6) .

3.2.- Procesos de alteración.

Las Mariñas se caracterizan por presentar un paisaje suave en el que abundan las superficies estables que descienden gradualmente hasta el mar. Para Nonn, 1966(7), estas penillanuras son residuos de la antigua superficie de aplanamiento miocénica que apenas ha sido modificada por los procesos de morfogénesis posteriores. Esta gran estabilidad geomorfológica, unida a la propia labilidad de las rocas, permite explicar el elevado grado de meteorización alcanzado por el sustrato geológico, ya que tanto los esquistos como las rocas metabásicas que los acompañan se encuentran profunda e intensamente alterados y convertidos en una saprolita de colores intensos y textura fina. El proceso de alteración ha debido afectar a estos materiales quizás desde finales del Terciario y a lo largo del Pleistoceno ,pues en algunos lugares se encuentran perfiles de alteración fosilizados por unas formaciones de tipo torrencial (abanicos aluviales) a los que se ha atribuido una edad del Pleistoceno Superior al Medio (Nonn, 1966; Vidal et al. 1979) (8) .

La roca fresca o ligeramente alterada unicamente se encuentra en las zonas de fuerte erosión, como son el litoral costero y algunos escasos lugares en donde la pendiente se hace acusada.

Para el estudio del proceso de alteración se han diferenciado tres casos en función del drenaje : Medios bien drenados, con hidromorfía alternante y con hidromorfía permanente.

En los medios bien drenados, según el "grado de alteración" alcanzado , se diferencian las alteraciones incipientes y profundas :

- Alteración incipiente .- En la alteración actual o subactual predominan los efectos físicos de aflojamiento y desagregación que han dado lugar a un material de color pardo o pardo amarillento y textura franca o mas gruesa. Su composición química y mineralógica es muy similar a la de la roca fresca (tabla nº 1 ; fig. nº 2) , si bien se aprecia una disminución de los feldespatos y la aparición de un filosilicato 1:1 mal cristalizado y de una fase amorfa rica en aluminio, extraíble por el método de Segalén (1968); Macías et al 1981(9) En algunas ocasiones se observan trazas de gibbsita .

Tabla nº 1 .- Composición mineralógica de dos secuencias de alteración (Macías et al . 1981 ...) .

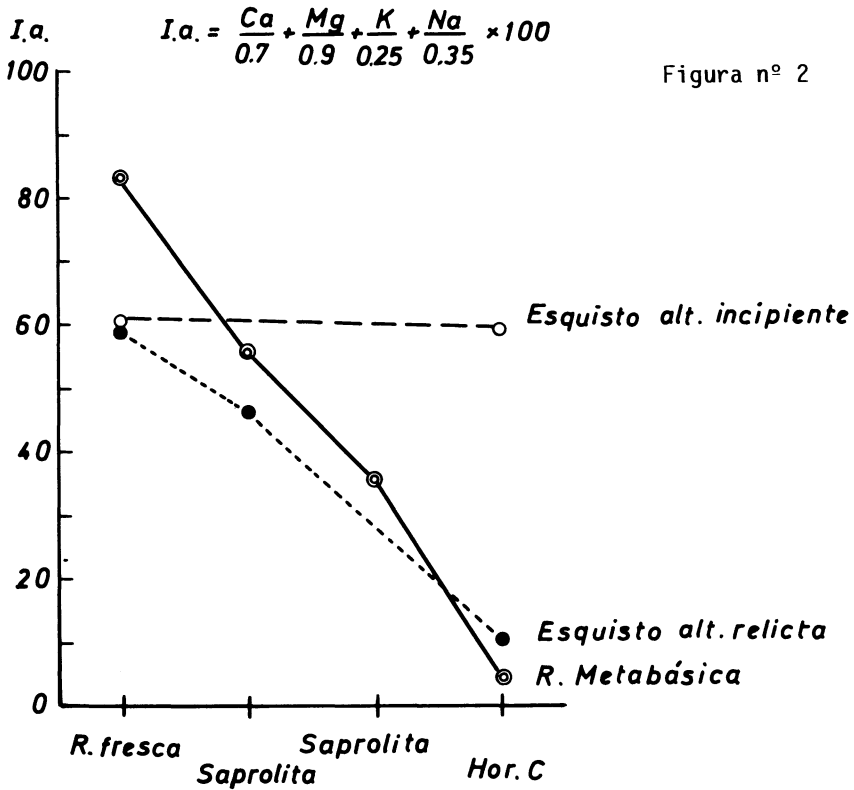
	<u>Alteración incipiente</u>			<u>Alteración relicta</u>		
	R.fresca	1449-C < 2mm	1449-c < 2 μ	R.fresca	R.algo alt.	R.muy alt.
Clorita	x	x	x	x	x	T
Micas	xx	xx	xxx	xxx	xx	T
Feldespatos	xx	x	-	x	T	-
Cuarzo	xx	xx	-	x	x	x
Caolinita	-	x	xx	-	x	xx
Goethita	-	-	-	-	-	x

=====

x = presente ; xx = abundante ; xxx = muy abundante ; T = trazas

- La alteración profunda (relicta) es una alteración muy acusada tanto en lo que se refiere al espesor afectado como al grado de evolución geoquímico y mineralógico alcanzado. Las saprolitas presentan coloraciones rojo-amarillentas y texturas limosas o más finas y en los casos de máxima alteración, están constituidas casi exclusivamente por un filosilicato 1:1 desordenado (metahaloisita) asociado a oxi-hidróxidos de Fe y por minerales resistentes, cuarzo e ilmenita principalmente. Los minerales 2:1 se encuentran únicamente a nivel de trazas y la gibbsita aparece en una cantidad mínima, constatándose igualmente la desaparición de la fase aluminica amorfa que se identificaba en las alteraciones incipientes .

REPRESENTACION INDICES DE PARKER



Los datos químicos concuerdan con los mineralógicos. Las saprolitas presentan una fuerte pérdida de bases (Fig. 2) en porcentajes que oscilan entre el 80 y 90 % del contenido inicial de la roca y en menor medida de sílice (54 %), experimentando un enriquecimiento relativo en los elementos menos móviles Al y Fe, especialmente en el último.

- Medios con hidromorfia alternante.- Las modificaciones geoquímicas y mineralógicas son similares a las producidas en los medios bien drenados, si bien el proceso de alteración adquiere una mayor intensidad que se traduce en un contenido elevado de arcillas caoliníticas (hasta un 86 % del total). No se identifican formas no cristalinas, ni gibbsita y el Fe muestra una mayor movilidad (Macías et al 1981).

- Medios con hidromorfía permanente .- La evolución geoquímica es mucho menor que en los anteriores, puesto que aquí los materiales son ricos en Ca, Na, Mg y sobre todo en K . Desde el punto de vista mineralógico predominan los minerales de tipo mica y existen pequeñas cantidades de esmectitas, siendo los filosilicatos 1:1 poco abundantes, No se detectan formas amorfas ni criptocristalinas al contrario de lo que ocurre en medios bien drenados (Macías et al 1981) (10) .

Alteración de las rocas metabásicas.

Por su naturaleza fácilmente alterable resulta muy difícil encontrar afloramientos de estas rocas en estado fresco. En estado alterado su diferenciación de los esquistos puede resultar conflictiva, sobre todo cuando estos se encuentran fuertemente meteorizados . Como criterio diferenciador puede considerarse que las saprolitas procedentes de rocas metabásicas presentan colores mas rojos y contenidos mas altos en oxidos de Fe y arcilla ; el contenido en cuarzo es otro índice válido.

La tendencia de la alteración es del mismo tipo que en el caso de los esquistos, es decir hacia la formación de filosilicatos 1:1 asociados a oxidos de Fe hidratados . El grado alcanzado es todavía mayor, pues han desaparecido totalmente los minerales primarios alterables, y la perdida de bases es prácticamente total. (Fig. 2) y tambien es considerable el lavado de Si (73%) con el consiguiente enriquecimiento relativo en los elementos residuales.

3.3.- Remodelaciones.

Debido a la estabilidad de las superficies la mayor parte de los suelos se han desarrollado directamente sobre las saprolitas, sin embargo en los bordes de las penillanuras y en los valles y depresiones los procesos de erosión y aporte han intervenido redistribuyendo los materiales . En la zona de Mera estos procesos han sido especialmente activos y actualmente se encuentra allí como huellas de los diferentes episodios los siguientes tipos de depósitos , ordenados en una cronosecuencia relativa :

- Abanicos aluviales de tipo torrencial
- Depósitos de ladera
- Depósitos fluviales

Depósitos eólicos Bancales

Abanicos aluviales . .

En las Mariñas aparecen una serie de depósitos a los que se atribuye unas condiciones de formación bajo un clima árido o semiárido en el que los cursos de agua tendrían un carácter torrencial. Son las formaciones que Nonn ha denominado conos torrenciales y datado como Cuaternario antiguo o Villafranquiense. Para otros autores (Vidal et al 1979) se trata de abanicos aluviales claramente posteriores a la terraza +60 del río Mero, lo cual indicaría una edad del Pleistoceno Medio.

Constituyen potentes acumulaciones de cantos y gravas de cuarzo escasamente redondeados entre las que aparecen intercaladas capas de arcilla o arcilla y arena. En superficie pueden aflorar los diferentes niveles, y así , en la zona de Mera, podemos diferenciar como material de partida de suelos la fase gruesa constituida por gravas y arenas y la fase fina por materiales limo-arenosos (perfil 1346).

Las arenas son fundamentalmente de cuarzo asociado con minerales de tipo mica fuertemente meteorizados. En la fracción densa se encuentran magnetita e ilmenita así como alteritas fuertemente enriquecidas en óxidos de Fe .La arcilla es un mineral de tipo caolinítico con un elevado índice de asimetría .

Depósitos de ladera.

Se diferencian dos tipos en función de la pendiente y por tanto de la energía de erosión y arrastre. En las laderas suaves (clase 2 y 3 de la F.A.O.) que constituyen el marco de la cuenca de los arroyos Xentiña y Salgueiral, se encuentran depósitos de textura fina en los que apenas se observa una redistribución y mezclado de los materiales resultantes de la alteración del esquisto junto algunos fragmentos de roca fresca .

En las laderas pronunciadas (clase 5) que se encuentran al S del arroyo Salgueiral, aparecen depósitos caóticos con gruesos fragmentos de cuarzo y esquisto escasamente alterado, entremezclados con arenas y arcillas .

La mineralogía de los depósitos de ladera varía fuertemente se-

gún el grado de rejuvenecimiento que haya afectado a las vertientes y el grado de alteración de los materiales en las posiciones de cima , pudiendo predominar sedimentos de suelos (perfil 1360) o depósitos constituidos fundamentalmente por fragmentos de roca (P. 1547).

Depositos fluviales

Se localizan fundamentalmente en la confluencia de los arroyos Xentiña y Salgueiral presentando su máxima extensión en una zona de tipo "Lagoon" . Dada la escasa energía de estos cursos de agua los depósitos son de textura fina (de franco-arcillo-limosa a arcillosa) , siendo escasos y poco rodados los granos de arena. Esta fracción está representada sobre todo por cuarzo , apareciendo como accesorios en la fracción densa ($\leq 2\%$) anfíboles y metamórficos. Las arcillas son de tipo caolinítico .

Depósitos eólicos











Están constituidos por un aporte arenoso que partiendo de la playa de Mera afecta con mayor o menor intensidad a gran parte de la cuenca Su distribución se relaciona con la dirección de los vientos dominantes, y su espesor va decreciendo a medida que nos alejamos de la costa , de tal modo , que solo lo podemos considerar material de partida de suelos en una zona muy pequeña contigua a la playa (P. 1344) ; (Fig. 3 y 4) El componente casi exclusivo de estos depósitos es el cuarzo que supone + 80 % de la fracción ligera en la cual aparecen como accesorios feldespato y mica . En la fracción densa (5-15 % del total) predominan los minerales transparentes , granate , andalucita y epidota, sobre los opacos ilmenita y oxi-hidroxidos de Fe .

Bancales

Estas formaciones antropógenas son muy frecuentes en las Mariñas existiendo diversos tipos en cuanto a forma , dimensiones, distribución etc. a lo largo de los escarpes costeros y en las cabeceras de los valles. Su mineralogía es similar a la de los esquistos muy alterados, con mayores o menores adiciones de piedras y gravas que, procedentes de la playa, han sido aportadas junto con fertilizantes orgánicos e inorgánicos (algas, crustáceos, conchas, etc.) .

ANÁLISIS MINERALÓGICO DE ARENAS

PERFIL 1344

- CLAVE DE LIGEROS Y DENSOS**
-  Cuarzo: 86,0%
 -  Feldespatos (potás.: 8,0% plág.: 35%)
 -  Micáceos (clorita: 2,5%)
 -  Otros minerales inferiores al 1,0%:
(mat. clorítica, rutilo, anatasa, brookita, distena, fibrolita, biotita, moscovita y oxi-hidróxidos de hierro)
 -  Resistentes (granate: 26,7% turmalina: 4,5% circón: 1,5%)
 -  Epidota: 8,5%
 -  Anfíboles (hornblenda: 5,5%)
 -  Metamórficos (andalucita: 11,5% estauroilita: 4,0%)
 -  Opacos naturales (ilmenita y magnetita: 27,5%)
 -  Opacos de alteración (alteritas: 3,6%)

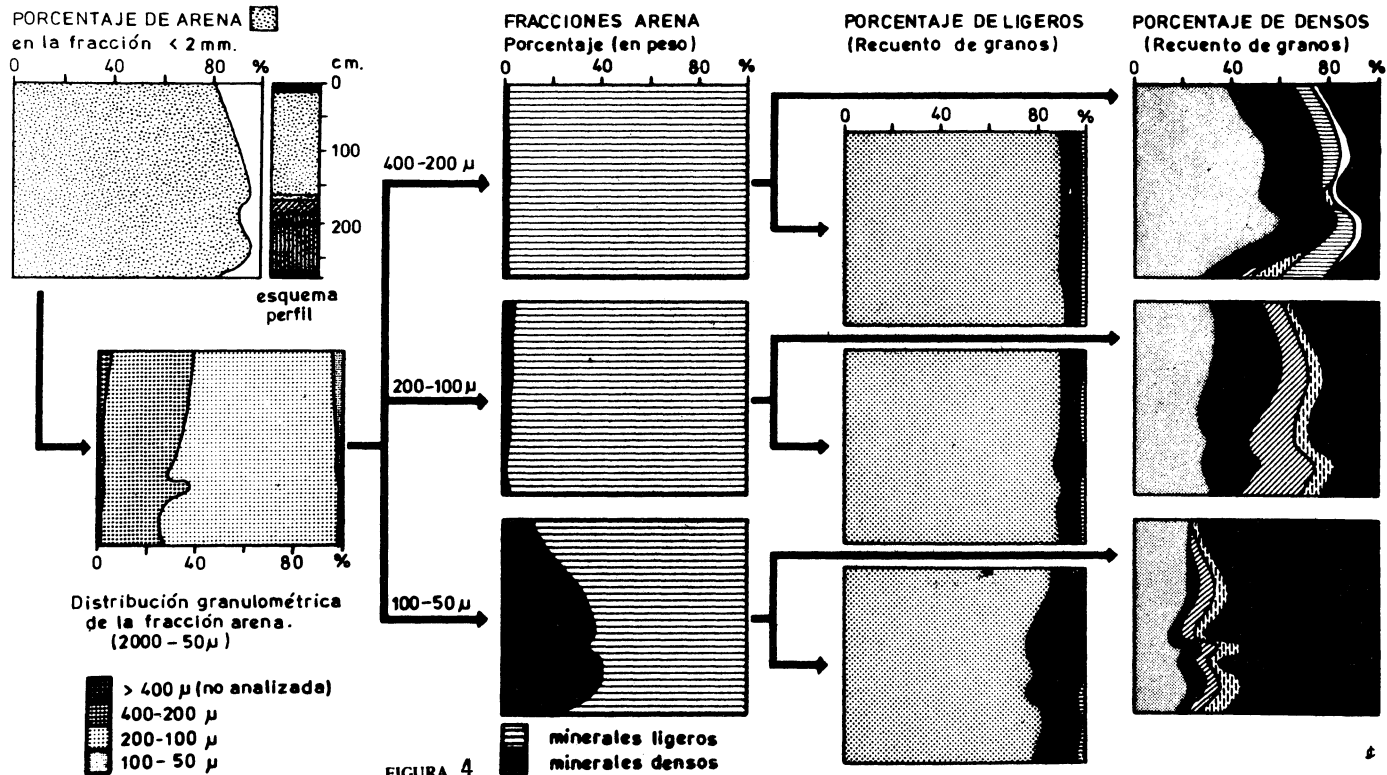


FIGURA 4

4

4.- CARACTERISTICAS DE LOS SUELOS.

Sobre roca consolidada predominan los suelos ABC con un epipedón úmbrico u ocrico y un horizonte cámbico. El pH ácido (alrededor de 5), la desaturación del complejo de cambio (carácter álico de moderado a fuerte) y, sobre todo, la baja capacidad efectiva de cambio son las características fundamentales que permiten definirlos como "suelos LAC" y, en ocasiones, como suelos con propiedades ferrálicas (Silva, 1983). Cuando la evolución es escasa, el suelo (Ranker o Cambisol húmico) presenta un horizonte úmbrico, con pH ácido (<5,5) y el complejo de cambio dominado por los componentes orgánicos. En medios con drenaje ralentizado se identifican Cambisoles gleicos y Gleisoles con pH ligeramente ácido (alrededor de 6) y bajo carácter álico.

El proceso edáfico dominante es una alteración más o menos intensa en sistemas abiertos, no identificándose procesos de translocación de arcillas ni de complejos organo-metálicos.

Los materiales no consolidados originan suelos clasificados como Arenosoles, Fluvisoles, Regosoles y Cambisoles con propiedades fuertemente dependientes de la naturaleza de los constituyentes inorgánicos.

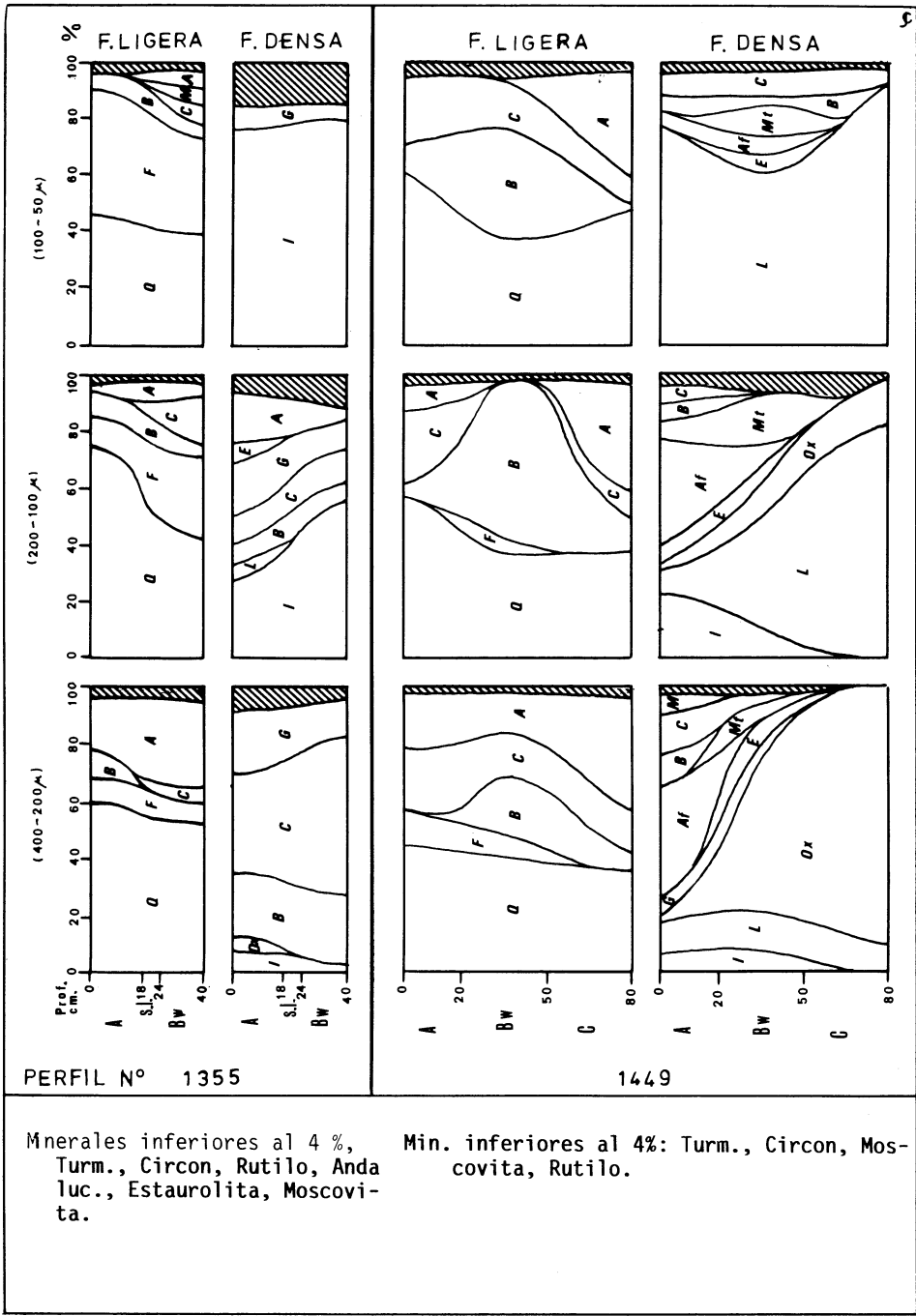
4.1.- Suelos sobre esquistos escasamente alterados.-

En este caso la meteorización de la roca consiste fundamentalmente en una desagregación que da lugar al horizonte C. En el aspecto mineralógico estos horizontes están constituidos por cuarzo y biotita acompañados de clorita, hornblenda, plagioclasa, ... (fig.5 y 6) es decir poseen minerales primarios alterables con mayores o menores evidencias de degradación. El paso a los horizontes B y A viene marcado por la pérdida total de la estructura de la roca; sin embargo mineralógicamente apenas se aprecian cambios y, al contrario, es frecuente observar un incremento de minerales lábiles en los horizontes superficiales que se interpreta como un rejuvenecimiento por aportes de posiciones topográficas más elevadas.

La variación del contenido de arcilla a lo largo del perfil también muestra una distorsión de la pauta normal de las alteraciones ya que aunque aumenta en el tránsito del C al B (cuando éste existe) vuelve a disminuir en el horiz. A (Tabla 2), lo que se atribuye a la dinámica lateral existente en estas áreas de fuerte erosión.

En cuanto a la naturaleza de la arcilla son dominantes los minerales de tipo caolinítico (tabla 2). Se trata de un filosilicato 1:1 asimétrico

Fig. 5



PERFIL N° 1355

1449

Minerales inferiores al 4 %, Turm., Circon, Rutilo, Andaluc., Estauroлита, Moscovita.

Min. inferiores al 4%: Turm., Circon, Moscovita, Rutilo.

Fig. 6

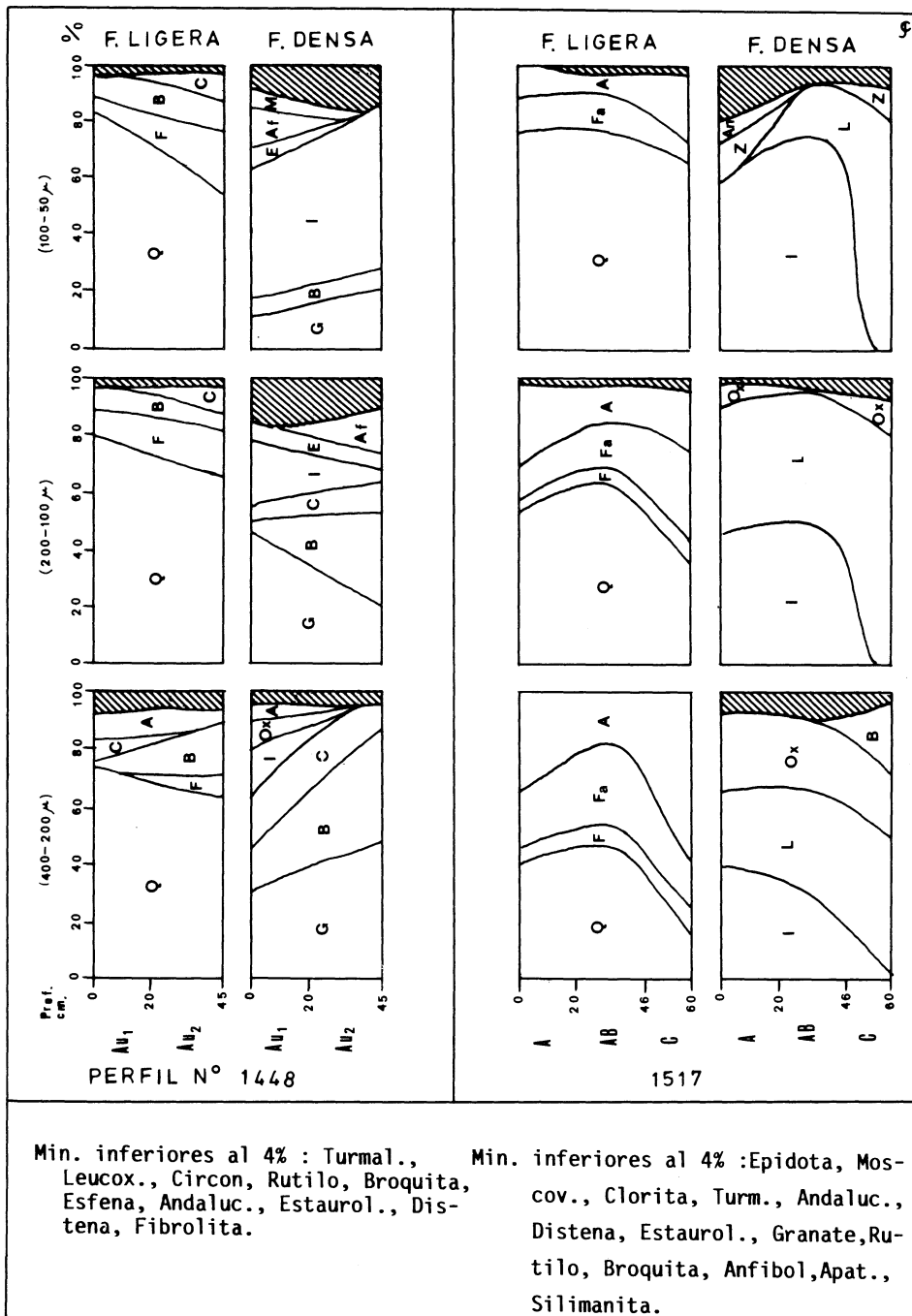


Tabla nº 2.- Características de los perfiles sobre esquistos con alteración incipiente (medios bien confinados).

Perf. Horz.	1355			1449			1448		1517		
	A	Bw/c	A	Bw	C	Au1	Au2	A	AB	C	
A.mecánico	Ag	12,0	10,8	15,1	3,8	3,9	7,7	9,1	7,0	11,2	13,7
	Af	53,7	51,1	45,0	36,6	44,8	28,5	29,8	16,4	17,7	11,7
	L	16,5	19,1	33,5	47,1	44,7	47,2	45,5	46,8	39,7	45,0
	Ar	17,8	19,0	6,4	12,5	6,6	16,7	15,7	29,8	31,4	29,6
Geles	Fe ₂ O ₃	1,8	1,8	2,3	3,0	3,4	n.d.	n.d.	3,0	3,0	4,0
	Al ₂ O ₃	1,8	2,3	1,2	1,1	1,0	n.d.	n.d.	1,0	1,0	1,0
D.R.X. 2 u	1:1	A	A	A	MA	MA	O	O	MA	MA	MA
	M	A	F	O	O	O	A	A	T	T	T
	Cl.	-	F	T	-	-	0	0	-	-	-
	V	-	-	-	T	T	-	-	0	0	T
	Int.	A	F	O	T	T	0	T	T	T	T
	Sm.	-	-	-	-	-	-	-	-	T	-
	G	-	-	0	T	-	-	-	F	F	F
	Go.	-	-	-	T	T	-	-	-	-	-
ATD	% 1:1	10,5	n.d.	27	46	69	4	2	n.d.	n.d.	45
	asm.	2,7	n.d.	3,1	2,5	3,1	3,7	4,2	n.d.	n.d.	2,4

M = micas ; Cl = clorita ; Int. = Interestratificados ; 1:1 = filosilicatos tipo caolinita
G = Gibbsite; Go = Goethita .; V = Vermiculita ; sm = smectita

Tabla nº 3.-Características de los perf. sobre esquistos con alteración profunda (medios bien drenados).

Perf. Horz.	1548					1519				1357			
	A	Bw1	Bw2	Bw3	A	AB	Bw	BC	A	Bw1	Bw2	C	
A.mecánico	Ag	2,1	2,3	0,6	0,6	8,1	7,9	5,5	3,6	6,1	3,2	4,5	4,1
	Af	11,2	8,4	9,3	10,7	20,5	17,9	22,7	15,5	27,0	34,4	39,0	46,9
	L	58,5	58,6	58,1	69,4	46,7	51,3	40,3	60,1	39,8	27,9	30,7	33,5
	A	28,2	30,8	32,1	19,4	24,7	22,9	31,5	21,8	27,1	31,5	25,8	15,5
Geles	Fe ₂ O ₃	2,3	2,4	2,5	2,3	2,7	3,0	3,6	3,6	2,4	7,2	8,0	8,7
	Al ₂ O ₃	1,8	1,2	0,6	0,6	0,8	1,0	0,9	0,9	2,3	1,7	1,0	0,8
D.R.X. 2 u	1:1	MA	MA	MA	MA	MA	MA	MA	MA	MA	MA	MA	MA
	M	-	-	-	-	T	T	T	T	T	-	-	-
	Cl	0	0	T	T	T	T	-	-	T	T	-	-
	V	-	-	-	-	T	T	T	T	-	-	-	-
	Int.	T	T	T	-	T	T	T	T	T	T	-	-
	G	-	-	-	-	-	-	-	-	T	T	T	-
	Go.	-	-	-	-	-	-	-	-	T	T	T	0
	ATD	% 1.	n.d.	n.d.	n.d.	50	37	41	35	35	n.d.	41,0	43,0
asm.		n.d.	n.d.	n.d.	2,6	2,0	2,5	2,7	3,9	n.d.	3,0	2,8	2,3

co (metahalosita o caolinita muy desordenada). Su presencia en el suelo puede considerarse como heredada ya que su formación tiene lugar desde las primeras fases de la alteración cuando los únicos minerales atacados son las plagioclasas, lo que no excluye que continúe formándose en los horizontes superficiales. La mayor agresividad de la materia orgánica explica el incremento de micas degradadas en los horiz. A.

4.2.- Suelos sobre esquistos fuertemente meteorizados.-

Son los más extensivos de la zona donde ocupan las posiciones de penillanura y las laderas suaves asociadas a ella.

El grado de evolución geoquímico y mineralógico de los horizontes edáficos respecto al material de partida es muy escaso (Silva,1983),lo que resulta lógico dado que las saprolitas se encuentran prácticamente en equilibrio con las condiciones ambientales.

En la fracción arcilla el componente mayoritario es un filosilicato 1:1 asimétrico (>2); los minerales 2:1 se encuentran en muy bajas proporciones, incrementándose ligeramente hacia la superficie y la gibbsita cuando se identifica no sobrepasa el nivel de las trazas (tabla 4).

Los oxi-hidróxidos de Fe son relativamente abundantes (los porcentajes extraídos por el reactivo combinado oscilan entre el 1 y el 13%). En general no presentan efectos claros a DRX, manifestándose únicamente por un elevado fondo de radiación. No obstante cuando se realiza el estudio de la cinética de extracción (fig. 8) se observa que no se sigue el comportamiento de los compuestos no cristalinos. Por ello y dado que en algunos suelos se ha identificado goethita, parece lógico pensar que se trata de partículas de este mineral de muy pequeño tamaño.

La fracción arena está formada sobre todo por cuarzo y granos no identificables al microscopio óptico que denominamos "alteritas" (fig. 9, 10 y 11). También existen escasos granos de clorita, biotita y feldspatos que, aunque son identificables, se encuentran muy alterados. La fracción densa no sobrepasa el 3% en peso. Está constituida por óxidos de Fe primarios (magnetita) o asociados a arcillas formando nódulos y concreciones de diferentes aspectos. La ilmenita es también abundante y como accesorios se identifican granates, zircón, zoisita, etc.

Para dilucidar la naturaleza de las alteritas se han sometido a diversos tratamientos físico-químicos (ultrasonidos, ClH, NaOH, ditionito, DRX, ...) llegándose a la conclusión de que hay dos tipos. Unas, que predomina

Tabla nº 4.- Características de perfiles sobre esquistos con alteración en medio hidromorfo (1434) y sobre depósitos de abanicos aluviales de facies fina (1346).

Perf. Horz.	Ap	Bw	BCg	Cg					
					Ap 0-10	C1 10-30	C2 30-60	C3 60-90	
A. mecanico	Ag	6,0	4,2	2,9	6,3	6,8	7,0	1,1	1,3
	Af	15,5	10,9	10,6	9,9	39,2	39,0	27,0	22,8
	L	51,0	58,9	65,3	44,2	36,9	34,1	43,9	47,1
	A	27,5	26,0	21,2	29,6	17,1	19,9	28,0	28,8
Geles	Fe _{2,3} O ₃	11,6	8,8	5,2	4,1	0,4	0,3	0,3	0,2
	Al _{2,3} O ₃	6,1	6,1	2,6	1,9	0,6	0,5	0,5	0,5
D.R.X.	1:1	MA	MA	MA	MA	MA	MA	MA	MA
	M	0	0	0	T	0	0	0	0
	Cl	-	-	-	-	0	T	-	-
	V	T	T	-	T	-	-	-	-
	Int.	-	-	-	-	0	0	0	0
	Sm	-	-	-	-	-	0	0	0
	G	T	0	T	-	-	-	-	-
	Go	T	T	-	-	-	-	-	-
ATD	% 1:1	30	45	63	81	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	Asim	2,4	2,0	3,7	3,8	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Tabla nº 5.- Características de suelos sobre materiales no consolidados .Depósitos fluviales (1356) .Depósito de ladera (fase fina) (P. 1360).

Perf. Horz.	1356				1360				
	Ag1	Ag2	2Btg1	2Btg2	A	Bw	BC	C	
A. mecanico	Ag	21,9	15,6	4,4	4,1	18,2	17,8	19,2	14,1
	Af	49,5	43,6	31,4	39,0	30,8	17,2	29,8	27,9
	L	8,5	19,6	28,8	24,5	31,0	45,0	30,6	35,7
	A	20,1	21,2	35,4	32,4	20,0	20,0	20,4	22,3
Geles	Fe _{2,3} O ₃	2,0	2,3	3,0	3,5	2,5	2,5	2,6	2,6
	Al _{2,3} O ₃	0,8	1,1	2,1	1,4	0,8	0,7	1,1	1,1
D.R.X.	1:1	MA	MA	MA	MA	MA	MA	MA	MA
	M	0	0	0	0	0	0	0	0
	Cl	0	0	0	0	0	0	T	T
	V	0	0	T	0	-	-	-	-
	Int.	-	-	-	-	T	T	0	0
	Sm	-	-	-	-	-	-	-	-
	G	T	T	-	-	-	-	T	-
	Go	0	0	0	0	0	0	0	0
Lep	-	T	-	-	-	-	-	-	

Fig. 7

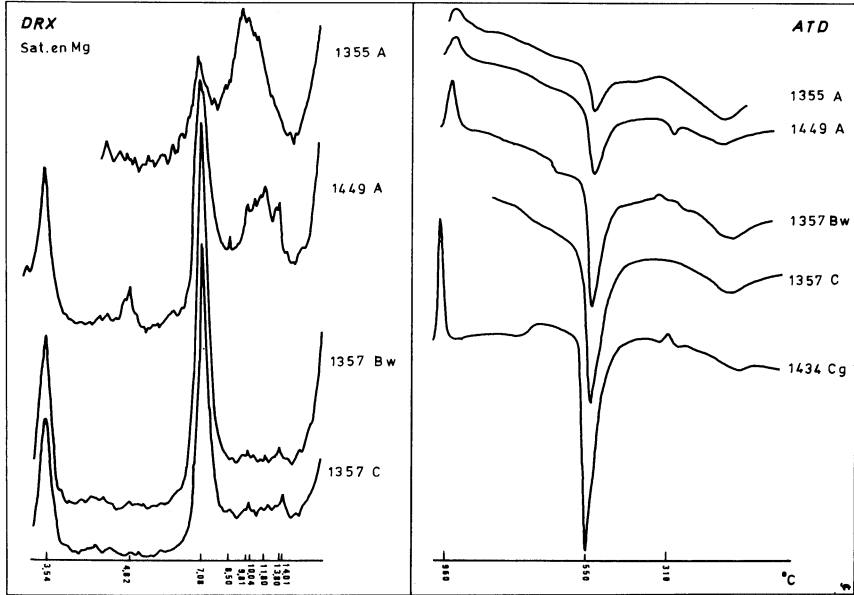
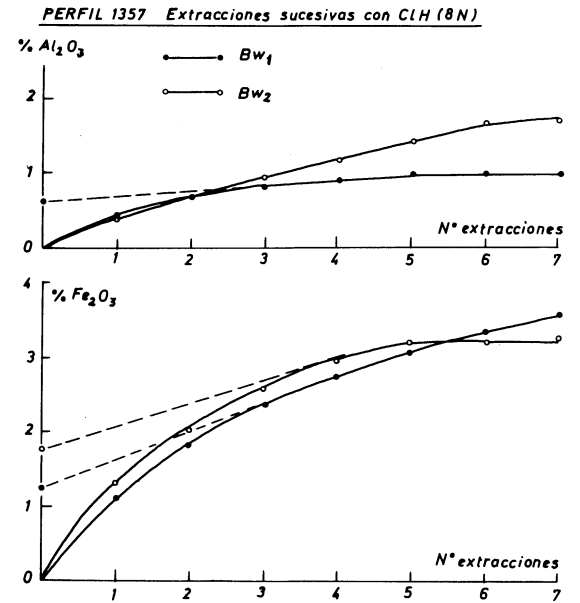


Fig. 8



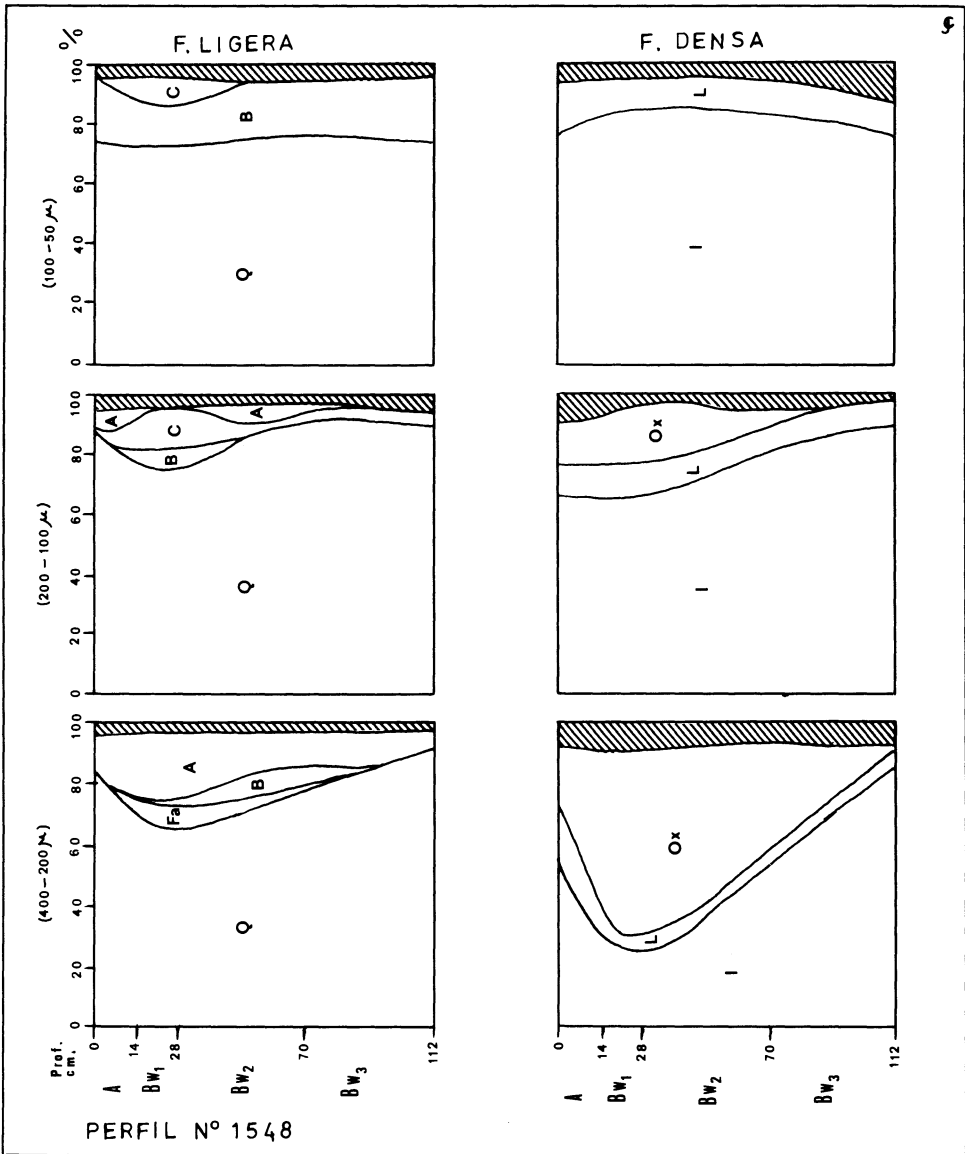


Fig. 9.- Minerales inferiores al 4%.- Moscov., Turmal., Circón, Epidota, anfíbol, andalucita, estauroлита, fibrolita.

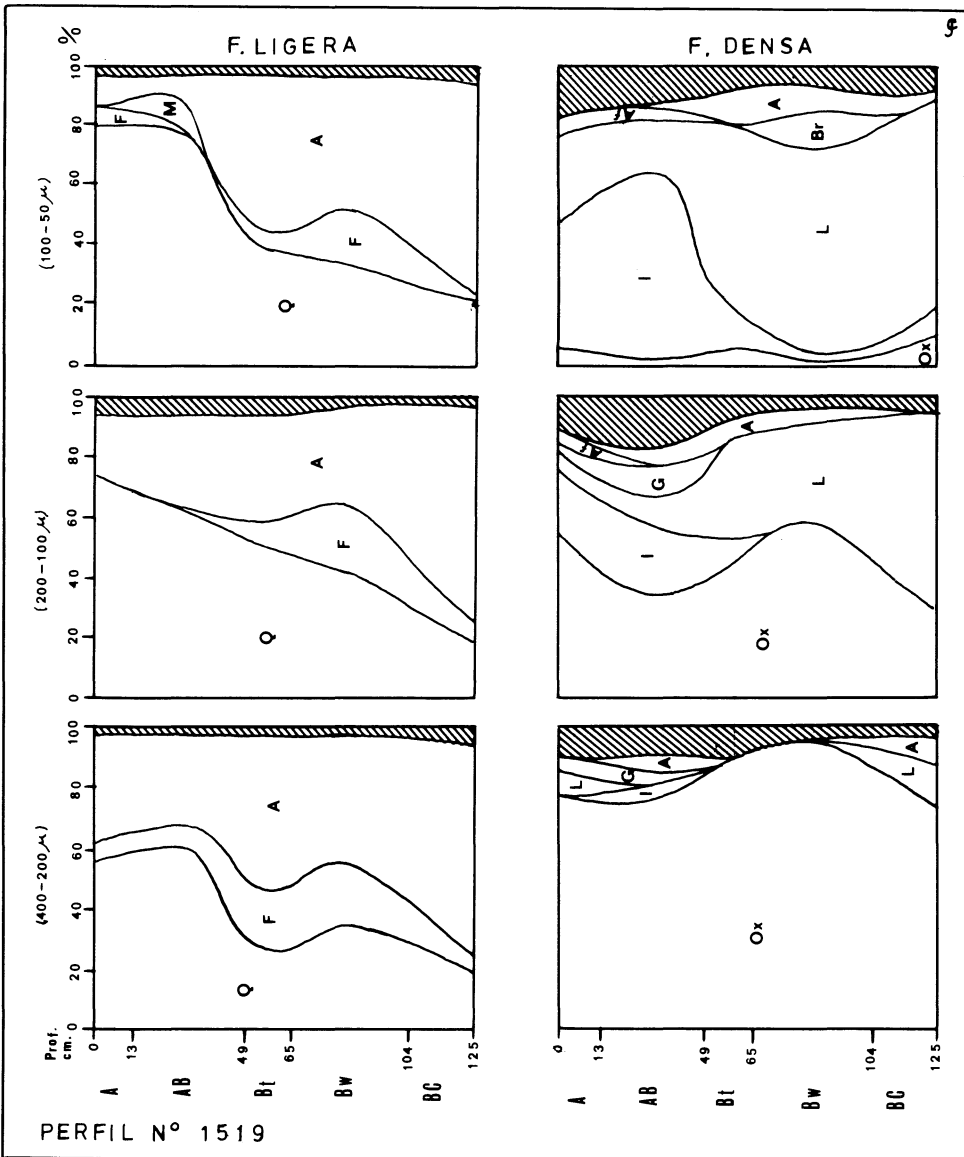


Fig. 10.- Minerales inferiores al 4%: Turmal., Circon, epidota, Andalucita, clorita, Rutilo, Anatasa, Piroxeno, Apatito, Distena, Estauroilita, Biotita.

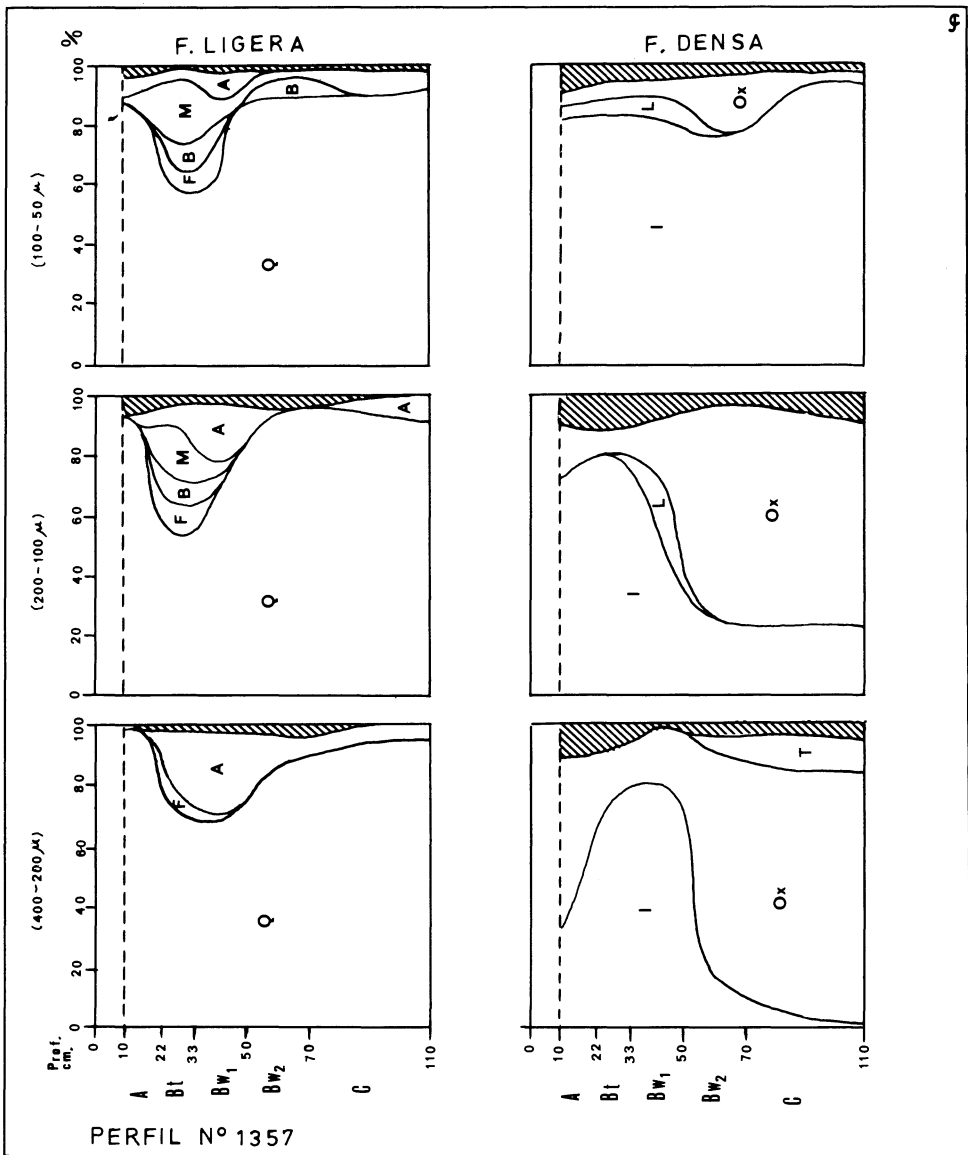


Fig. 11.- Minerales inferiores al 4%: Circón, Epidota, Clorita, Granate, Rutilo, Anatasa, Broquita, Anfíbol, Estauroлита, Andalucita, Distena.

minan en las fracciones gruesas(400-200 μ) y en los horizontes profundos (C o CB) son fragmentos de esquisto muy alterado, las otras parecen ser agregados de arcilla cementados por Fe y quizás Al. Corresponderían a nuestro juicio a los nódulos o seudopartículas que son citados por numerosos autores en suelos con avanzado estadio de alteración.

4.3.- Suelos en sistemas con drenaje ralentizado o impedido.-

Tienen esencialmente la misma mineralogía que los suelos muy evolucionados de las áreas bien drenadas. En las arenas (P.1434,fig.12) la fracción ligera que representa más del 98% del total, está constituida sobre todo por cuarzo y alteritas en los horizontes profundos. Las micas se encuentran en proporciones muy bajas, aumentando ,al igual que los feldespatos, hacia la superficie. Claros indicios de aportes externos. La fracción densa también señala una discontinuidad en el perfil ,pasa de 0,19% y 0,35% en los horizontes 2BCg y 2Cg a 2,02 y 4,13% en Bw y Ap respectivamente. Está formada por magnetita, ilmenita, agregados arcillosos y fragmentos de esquisto cementados por compuestos ricos en Fe.

La fracción arcilla está constituida casi exclusivamente por una caolinita desordenada (o metahalosita) a la que acompañan pequeñas cantidades de micas, goethita y gibbsita en los horizontes superiores. La formación de goethita debe relacionarse con las alternancias de oxidación y reducción. La fase reductora provoca la solubilización y reducción del Fe en forma ferrosa, su eliminación de los horizontes reducidos y su acumulación en los aireados. La fase de desecación, deshidrata los precipitados y favorece la formación de lepidocrocita y goethita.

4.4.- Suelos sobre materiales no consolidados.-

En estos casos se observan las siguientes variantes mineralógicas: Acumulación de minerales resistentes (depósitos eólicos), en equilibrio con el ambiente tras una intensa alteración (abanicos aluviales) o una mezcla de minerales con distinta alterabilidad y grado de evolución hacia el equilibrio (depósitos de pendiente recientes y fluviales).

En los suelos "sensu estricto" apenas se producen modificaciones mineralógicas excepto una ligera degradación de las micas y cloritas en los horizontes superficiales y una acumulación de goethita y/o lepidocrocita en los suelos aluviales por encima del nivel freático. Estas escasas modificaciones se explican por la estabilidad de los materiales

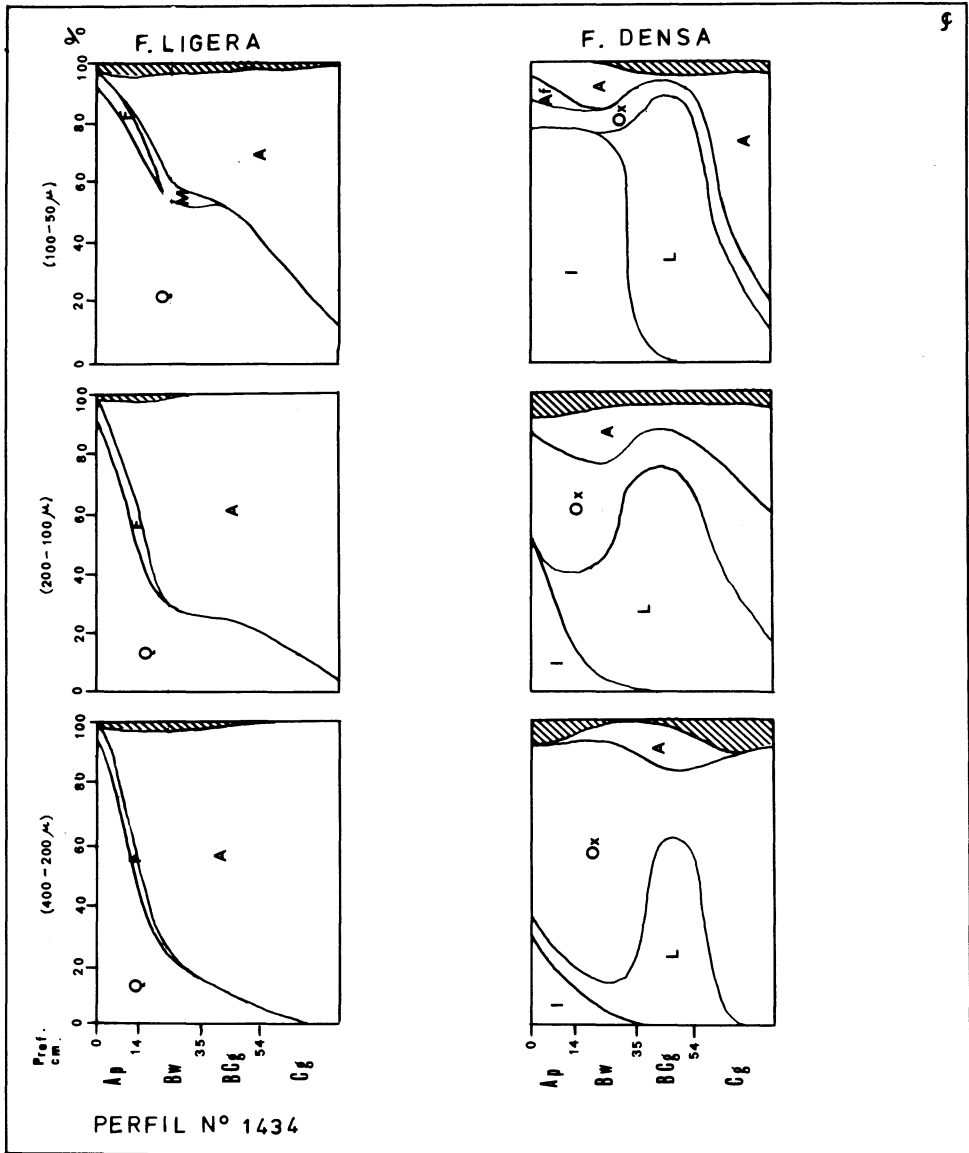
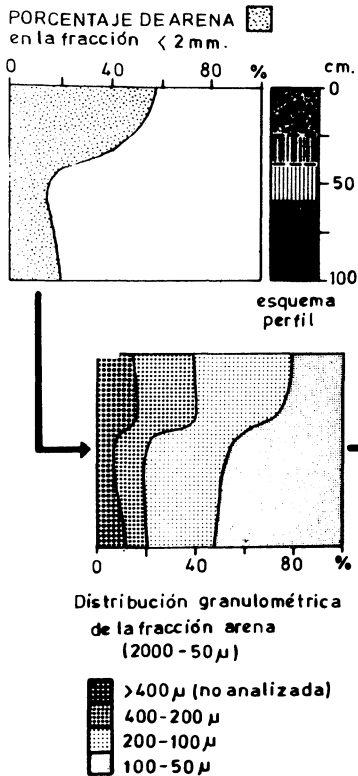


Fig. 12.- Minerales inferiores al 4%: Estauroлита, Biotita, Turmalina, Circón, Granate, Epidota, Clorita.

ANÁLISIS MINERALÓGICO DE ARENAS

PERFIL 1356



- CLAVE DE LIGEROS Y DENSOS**
- Cuarzo: 88,3 %
 - Feldespatos (potas.: 1,4 % plagioclasas: 4,4%)
 - Micáceos (clorita: 2,6 % mat. clorítica: 2,4%)
 - Otros minerales inferiores al 1,0 %: biotita, moscovita, turmalina, circón, rutilo, anatasa, brookita, titanita, distena y proxenos)
 - Resistentes (granate: 3,8%)
 - Metamórficos (andalucita: 1,6 % estauroлита: 1,4%)
 - Epidotas: 1,6%
 - Anfíboles (hornblenda: 22,7%)
 - Opacos nat. (ilmenita y magnet: 48,1% oxi-hidróx. hierro: 9,5%)
 - Opacos de alteración (alteritas: 5,9%)

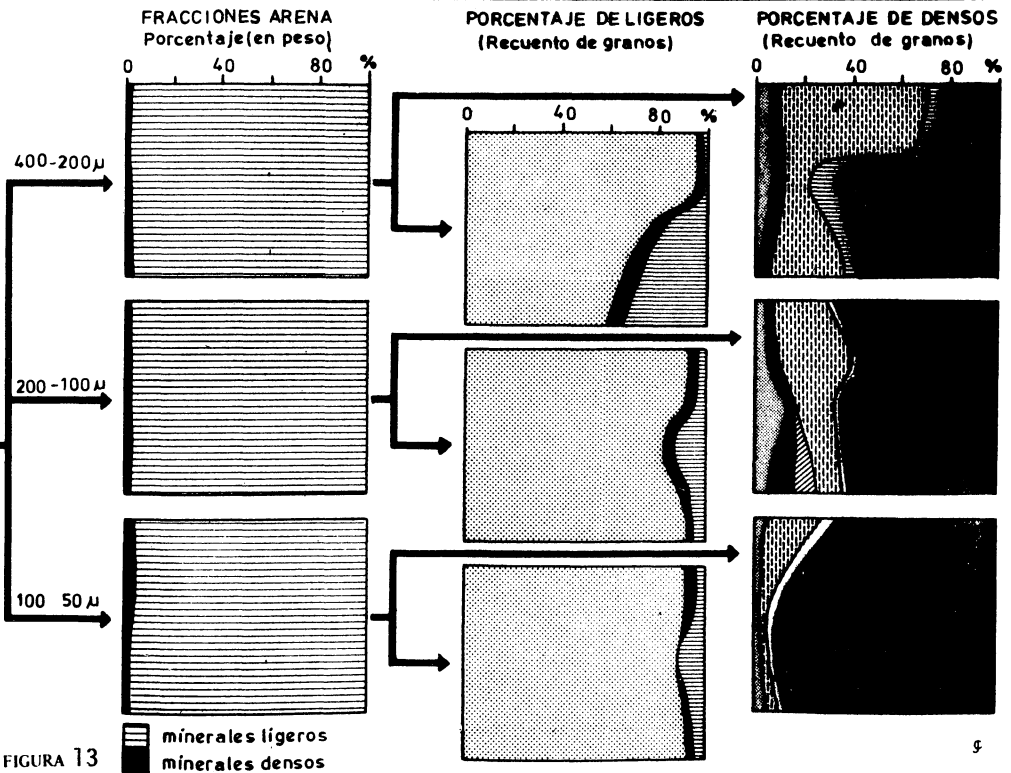












FIGURA 13

ANÁLISIS MINERALÓGICO DE ARENAS

PERFIL 1360

CLAVE DE LIGEROS Y DENSOS

-  Cuarzo: 88,7 %
-  Feldespatos (potásicos): 3,1 %
-  Micáceos (mat. clorítica: 5,2 % clorita: 1,6 %)
-  Otros minerales inferiores al 1,0 %: (biotita, moscovita, plagioclasas, circón, rutilo, anatasa, brookita, casiterita, apatito, distena, fibrolita y piroxenos)

-  Resistentes (granate: 7,2 % turmalina: 2,0 %)
-  Metamórficos (andalucita: 2,0 % estauroilita: 1,1 %)
-  Epidotas: 3,1 %
-  Anfíboles (hornblenda: 3,6 %)
-  Opacos naturales (ilmen. y magnet.: 48,5 % ox. i-hidro. Fe: 24,3 %)
-  Opacos de alteración (alteritas: 3,2 %)

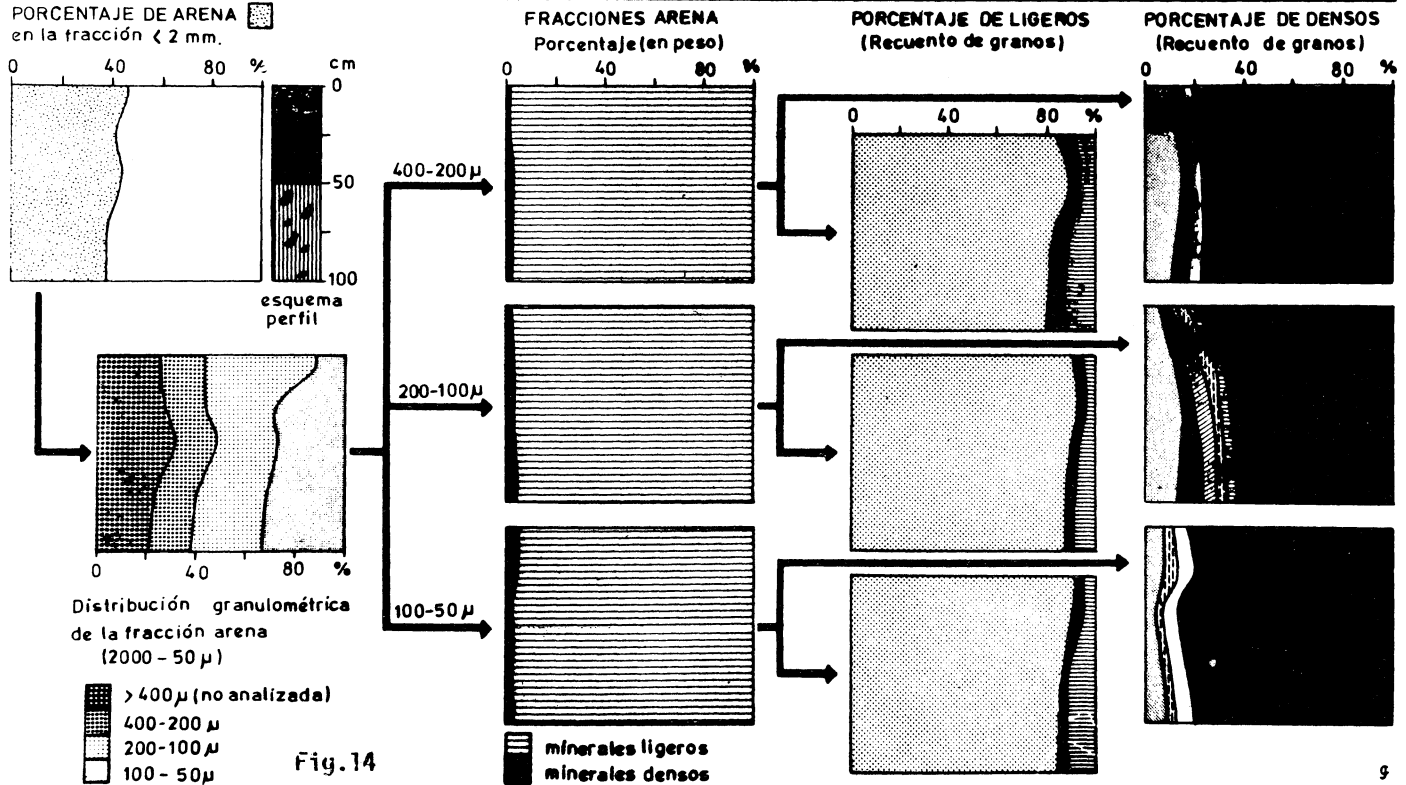


Fig. 14

y ,en ocasiones,el escaso tiempo de intemperización.

Datos correspondientes a los distintos perfiles se encuentran en las figs 3,4,13 y 14, y en las tablas 4 y 5.

CONCLUSIONES.-

El análisis mineralógico de los suelos de la cuenca de Mera permite conocer las asociaciones existentes y delimitar los cambios que se producen en los procesos de alteración y edafogénesis. Se observa que las transformaciones importantes se producen en la etapa de alteración cuando todavía se conserva la organización de la roca (saproilita), mientras que en la edafogénesis sólo se producen modificaciones menores, en unos casos por acción de los ácidos orgánicos o derivados de la actividad biótica sobre los minerales micáceos (degradación) y en otros por la movilización y posterior depósito del Fe (suelos hidromorfos). Esto no excluye que los minerales lábiles (ferromagnesianos y feldspatos) continúen alterandose,pero al ser procesos con igual dirección y resultado final que los que se producen en la "saproilitización" no puede diferenciarse con claridad su origen y momento de formación.

Otro aspecto importante se refiere a que tanto los procesos antiguos como los recientes tienen la misma tendencia: Originar una facies mineralógica en equilibrio termodinámico constituida por minerales de tipo caolinítico,cuarzo y goethita. Como el filosilicato 1:1 se identifica ya en la alteración incipiente se comprende que la presencia de este mineral,por sí sola, no puede utilizarse como indicador climático ni temporal,sino que debe utilizarse todo el conjunto de minerales existentes en las diversas fracciones y además compararlos no con el sustrato geológico sino con su propio material original . Esto confirma las ideas expuestas por Chesworth(12) y su crítica a los minerales índices proponiendo como alternativa el análisis global (facies de alteración). Con este concepto las alteraciones y suelos con componentes poco evolucionados,en desequilibrio termodinámico(facies mineralógica: minerales 1:1, feldspatos,micas,cuarzo,compuestos no cristalinos,etc) se diferencian claramente de las de mayor desarrollo (facies en equilibrio: 1:1, cuarzo,goethita).

Finalmente,debe destacarse que en procesos que cubren un amplio

período (Terciario-Holoceno) no se observan en la naturaleza de los minerales los efectos de los posibles cambios climáticos, lo que señala que la alteración y neoformación están sobre todo relacionadas con el carácter "abierto" o "cerrado" de los propios sistemas, es decir con el "drenaje". Esto obliga a plantear serias dudas sobre la utilización abusiva de determinados minerales de la arcilla como indicadores climáticos.

BIBLIOGRAFIA.

- 1.- BIRKELAND,P.W.(1974)- Pedology , weathering and geomorphological research.Oxford University Press. London. New York. 1974.
- 2.- F.A.O. (1968) - Guías para la descripción de perfiles de suelos. Roma , 60 pag.
- 3.- GUITIAN OJEA,F ; CARBALLAS, T (1975) - Técnicas de análisis de suelos . Ed. Pico Sacro. Santiago.
- 4.- PARGA PONDAL , I (1966) - Datos geológicos y petrográficos de la Provincia de La Coruña. En "Estudio agrobiológico de la provincia de La Coruña". Publ. Excmá. Diputación Provincial. La Coruña.
- 5.- ENGELS,J.P.; HUBREGTS,J.J. ; FLOOR,P.; DEN TEX, E. (1974) -Precambrien complexes in the Hercynian orogen of the Northwestern Iberian Peninsula. PIGG Precambrien de zone mobiles de l'Europe conference liblice. Phaha 1972.
- 6.- MACIAS VAZQUEZ,F; GARCIA PAZ,C (1978) - Formaciones sedimentarias de las Mariñas. estudio Mineralógico . Bol.Soc.Galega Hist. Nat. Ano 1 , vol. 1 Santiago.
- 7.- NONN , H (1966) - Les regions cotières de la Galice. Tesis Univ. Strasbourg.
- 8.- VIDAL , J.R.; PEREZ,A.; GRAJAL.M. (1979) - Testimonios de climas semiáridos en el Cuaternario de Galicia. Actas de la III Reunión de Grupo Español del Cuaternario. C.S.I.C. Madrid, 211-218.
- 9.- MACIAS,VAZQUEZ,F; GARCIA PAZ,C.; GIMENEZ DE AZCARATE ,M.; VILLAR CELORIO , M.C. (1981) - El factor material de partida de los suelos de las Mariñas . 2. Alteración de los esquistos en medios bien drenados . Acta Científica Compostelana , 17 ,265-291.
- 10.- MACIAS VAZQUEZ,F.; GARCIA PAZ,C.; GIMENEZ DE AZCARATE,M.; VILLAR, M.C. (1981) - ALteración de los esquistos de Las Mariñas en medios confinados y con humedad alternante . Acta Científica Compostelana 17, 247-263.
- 11.- SILVA HERMO ,B (1983) - Estudio de las transformaciones químicas mineralógicas y estructurales en la formación de los horizontes B en suelos de Galicia . Tesis Unive. Santiago .
- 12.- CHESWORTH , W (1977) - Weathering stages of the common igneous rock index minerals and mineral assemblages at the surface of the aerth .J. Soil.Sci. 28, 490-497.