



Depósitos detríticos de origen periglacial bajo suelo orgánico coluvial en una ladera de Serra da Loba (Galicia. España). Caracterización y génesis

Detritic deposits of periglacial origin under coluvial organic soil on a slope in Serra da Loba. (Galicia. Spain). Characterization and genesis

PÉREZ MOREIRA, R.; BARRAL SILVA, M. T.; DÍAZ-FIERROS VIQUEIRA, F.

En ciertas posiciones de las partes media e inferior de la ladera aparece bajo el suelo orgánico un material detrítico muy fragmentado y ordenado en lechos estratificados. Se estudian dos perfiles con estas características, se cartografía su extensión en la ladera, y se interpreta su génesis.

Estos derrubios tienen poca fracción fina entre ellos, son bastante frescos, y aparecen ordenados según la pendiente y dispuestos en lechos en los que se alternan fragmentos de pequeño tamaño con otros más gruesos con más escaso contenido en fracción fina. Los estudios morfológicos y granulométricos revelan claras discontinuidades en los perfiles, así como una baja clasificación de este material detrítico. La composición mineralógica es menos reveladora por su escasa evolución, prácticamente la heredada del material de partida, con predominio de minerales poco alterables. Se hace una correspondencia estratigráfica de episodios de deposición en ambos perfiles y se interpreta el origen de este material detrítico como ligado al accionamiento periglacial.

La localización en la ladera de estos depósitos y su potencia están relacionados con el menor espesor de las líneas de piedras, indicativas de procesos de erosión posterior. Sin embargo estos depósitos están ausentes en las partes más bajas de la ladera que, en cambio, muestran ser las más propicias a la deposición, ya que presentan un mayor engrosamiento de los horizontes orgánicos de acumulación y en ellas no aparecen indicios erosivos. Esta ausencia se interpreta por ser también estas zonas, bajas y abrigadas, las que podrían ser más favorables a una mayor cobertura vegetal en las condiciones periglaciares, que impediría la deposición de los derrubios.

Palabras clave: procesos de ladera, alteración, periglacialismo, Galicia.

Stratified beds of highly fragmented detritic material under organic soil occur on medium and low parts of the slope. Two profiles with these features are studied, their extent on the slope is mapped and their genesis interpreted.

Debris are quite fresh, with little fine fraction between them; they are arranged according to the slope and consist of alternating beds of little size fragments and others coarser and poor in fine fraction. Morphological and granulometric studies reveal clear discontinuities in the profiles and a poor sorting of the detritic materials. Mineralogical composition is less meaningful because of its little evolution, almost inherited from parent material, with a predominance of hardly weatherable minerals. A stratigraphic correspondence is established of deposition episodes between both profiles, and the origin of the detritic material is related to periglacial dynamics.

The position of these deposits on the slope and their thickness are inversely related to the thickness of stonelines which are indicative of subsequent erosive processes. Detritic deposits are absent in the lowest part of the slope, which on the other hand appear to be the most favourable to deposition as showed by the greatest thickness of organic horizons of accumulation, and the no occurrence of erosive signs. This absence is interpreted as being caused by the presence of a more extensive vegetal cover, under periglacial conditions, in the lowest and more protected slope, so preventing debris deposition.

Key words: slope processes, alteration, periglacial, Galicia.

PEREZ MOREIRA, R.; BARRAL SILVA, M. T.; DIAZ-FIERROS VIQUEIRA, F.

(Departamento de Edafología y Química Agrícola. Facultad de Farmacia. Universidad de Santiago)

INTRODUCCION

En la ladera objeto de nuestro estudio diversos indicios son reveladores de que los procesos de erosión y acumulación fueron generales en la misma, estando favorecida su inestabilidad en los períodos erosivos por su acentuada inclinación. Así, se observan grandes coluvios sobre el terreno, muchas veces de tamaños superiores a los 50 cm y relativamente próximos, y una presencia importante de piedras que aparecen dentro y sobre el perfil, principalmente en los suelos someros; además, bajo el manto coluvial se encuentran líneas de piedras que son resultado de la remoción del material fino y del truncamiento de los perfiles en los momentos de inestabilidad, con la subsiguiente deposición de las partículas finas en zonas de más abajo de la ladera; esto da lugar a que sean frecuentes las discontinuidades en los

perfiles y a que en ocasiones aparezcan depósitos de ladera enterrados por aportes más recientes.

En ciertas posiciones de la parte inferior de la ladera aparecen bajo el suelo coluvial unos depósitos peculiares, de considerable espesor, constituidos por lechos estratificados de material detrítico aparentemente bastante fresco, con poca fracción fina, y que aparece ordenado en el sentido de la pendiente.

Son escasos los estudios sobre estos perfiles con materiales de ladera transportados a pesar de que, desde un punto de vista edafológico, tienen un gran interés para el conocimiento de la génesis de muchos suelos de ladera. En Galicia, aún siendo muy extensiva la acumulación de depósitos de ladera, a menudo mostrando una evolución poligenética, se han hecho pocos estudios que profundizaran en la interpretación de

los mismos (MÚCHER *et al.*, 1972; PUGA *et al.*, 1978; VAN MOURIK, 1986). El objeto de este trabajo es contribuir al conocimiento de estos depósitos en una ladera de Serra da Loba, estudiando dos perfiles seleccionados, y se postula su génesis, señalando y discutiendo su localización en la ladera.

MATERIAL

La ladera en la que se estudian los perfiles es la vertiente SW del monte Marco da Curra (Monfero-A Coruña), perteneciente a la Serra da Loba, que forma parte de un relieve residual comunmente conocido como «Dorsal Gallega». Su altitud está comprendida entre los 500 y los 707 metros, aunque no en todas sus partes la ladera se extiende con esta amplitud. Las temperaturas medias anuales oscilan alrededor de los 10 °C, y la media anual de precipitaciones es de 1650 mm, consiguientemente situada dentro del área más húmeda de Galicia.

El material geológico son filitas y esquistos de Arenig, con impregnaciones ferrosas, constituidos mayoritariamente por clorita y moscovita, y muy ricos en cuarzo, cuyos filoncillos son muy abundantes entre los planos de fisibilidad.

Existen abundantes surgencias de agua en la ladera relacionadas con la intensa fracturación, aunque el drenaje es bueno, facilitado por las acentuadas pendientes, generalmente superiores al 25 % (clase 5 de la FAO); no obstante, localmente existen condiciones hidromorfas las cuales propician fenómenos de soliflucción, patentes en la superficie del terreno por la presencia de rugosidades, lóbulos, terracetos y curvamientos en la vegetación.

Los perfiles seleccionados (perfiles 1 y 2) se describen en las fichas según la normativa de la FAO. En ambos, un manto coluvial está sobreimpuesto a material detrítico estratificado; se localizan en pendientes escarpadas en posiciones próximas al fondo de la

vertiente, a 500 metros de altitud el perfil 1 y a 580 metros el perfil 2 (Fig. 1).

MÉTODOS

a) Estudios granulométricos: fueron excluidas de la muestra las piedras mayores de 7,5 cm; se separaron las gravas y fragmentos gruesos por medio de un tamiz de 2 mm de malla, y se subdividieron según su tamaño, estimándose su porcentaje en peso. Para el fraccionamiento de la tierra fina se siguió el método propuesto por GUITIAN y CARBALLAS (1975) y las divisiones establecidas por la SOIL TAXONOMY (1975).

Con los porcentajes de las fracciones de la textura se construyeron curvas de frecuencias acumuladas en escala semilogarítmica decimal, y se determinaron diversos parámetros de rango (mediana, cuartiles) y de relación (grado de clasificación, asimetría y angulosidad).

b) Mineralogía de las arenas: se eliminaron los recubrimientos de óxidos con hidrosulfito y clorhídrico diluido. La identificación microscópica y recuento de minerales se efectuó sobre la fracción 100-200 μ , que estimamos representativa por su tamaño de rango intermedio. Se utilizó el bromoformo (p. e. 2,8) como medio de separación de las fracciones ligera y densa.

c) Mineralogía de las arcillas: se obtuvieron los diagramas de DRX de muestras naturales y saturadas con Mg o K, de polvo cristalino y de agregados orientados. Para el estudio de las redes expandibles se solvataron con etilenglicol y, en los casos necesarios, se calentaron a 110 °C y se calcinaron a 550 °C. Se determinó la cristalinidad de la illita según el método de CHAMLEY (1971), considerando a media altura de la banda de difracción correspondiente al espaciado 9,8 Å.

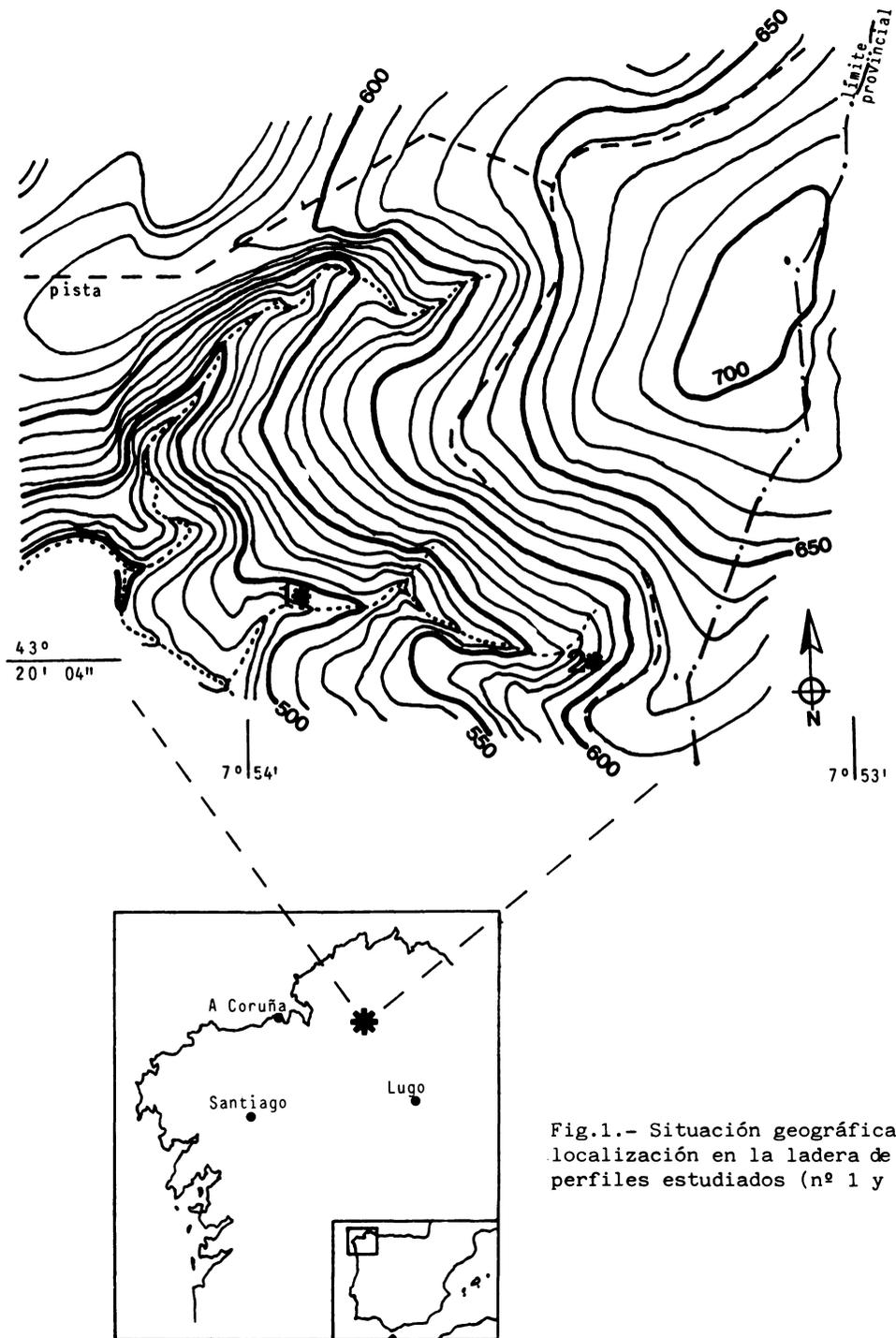


Fig.1.- Situación geográfica y localización en la ladera de los perfiles estudiados (nº 1 y 2)

PERFIL 1

- 0- 30 A/AB Pardo oscuro 10YR3/3 en húmedo y pardo 10YR4/3 en seco. Sin piedras y poco abundantes gravas de cuarzo. Textura franco limosa; estruct. débil, migajosa, fina, con algunos agregados granulares medianos y bastantes bloques subangulares medianos; adherente, plástico, entre friable y firme; frecuentes poros; muy abundantes raíces de todos los tamaños. Transición difusa al horizonte subyacente.
- 30- 75 AB Pardo oscuro 10YR3/3 en húmedo, y pardo 10YR4/3 en seco. Sin piedras y sin gravas, o alguna de cuarzo; dentro de los agregados se aprecian restos de gravillas de filita alteradas. Textura franca; débil estructura, con algunos bloques subangulares muy finos y algunos planos laminares gruesos; adherente, plástico, entre friable y firme; pocos poros; frecuentes raíces. Límite neto, con algunas piedras de cuarzo de 5-20 cm acostadas en el contacto.
- 75-103 BC
(S1) Pardo grisáceo oscuro 10YR4/2 en húmedo, y pardo 10YR5/3 en seco. Muy pocas piedras y de pequeño tamaño; abundantes gravillas muy diminutas dispuestas paralelamente, más abundantes y más grandes al aproximarse al horizonte subyacente. Las gravas son de filita algo alterada y de cuarzo, predominantemente menores de 1 cm; restos de algunas gravillas alteradas in situ. Textura franca en límite con franco-arenosa; muy débil estructura en planos laminares finos y gruesos; adherente, ligeramente plástico, entre suelto y muy friable. Límite gradual con abundantes gravas.
- 103-121 C₁
(S2) Gris oscuro 5Y4/1 en húmedo y gris 5Y5/1 en seco, algo empardecido en la parte superior. Abundantes piedras y gravas de filita algo alteradas y de cuarzo; las gravillas son desde muy diminutas hasta de 2 cm, y las piedras predominan entre 15-25 cm, y son de cuarzo. Poca fracción fina, franco-arenosa, sin estructura o con muy débiles planos laminares; adherente, ligeramente plástico, suelto. Límite gradual.
- 121-168 C₂
(S3) Gris oscuro 5Y4/1 en húmedo y gris 5Y5/1 en seco. Piedras muy escasas entremezcladas con abundantísimas gravillas de filita algo más frescas que en el horizonte precedente; las gravas o piedras de cuarzo son muy escasas y de mayor tamaño. Todo el material aparece imbricado y acomodado a la pendiente o a obstáculos de mayor tamaño. Muy poca fracción fina, de textura franco-arenosa, acercándose a areno francosa; sin estructura o con débiles planos laminares; adherente, ligeramente plástico, entre suelto y muy friable. Límite gradual.
- 168-207 C₃
(S4) Gris oscuro 5Y4/1 en húmedo y gris 5Y6/1 en seco. Abundantes piedras y gravas predominantemente de filita, algo alteradas, y algunas de cuarzo; en la parte superior del horizonte aparecen piedras de cuarzo de mayor tamaño (mayores de 7,5 cm) fracturadas en lascas y dispuestas en el sentido de la pendiente. La fracción fina es de textura franco arenosa; sin estructura o con muy débil estructura laminar; adherente, ligeramente plástico; entre suelto y muy friable. Está en contacto brusco con la roca original de filita, algo reblandecida, y que aparece con una orientación discordante.

PERFIL 2

- 0- 14 A Pardo grisáceo muy oscuro 10YR3/2 en húmedo, y entre pardo y pardo oscuro, 10YR4/3 en seco. Textura franco limosa; estructura débil granular mediana, con algunos bloques subangulares; muy adherente, plástico, de muy friable a friable; porosidad abundante; muy abundantes raíces de todos los tamaños, más enraizado en los 7 primeros cm. Transición gradual al horizonte subyacente; ocasionalmente aparece alguna grava de cuarzo en la zona de transición.

- 14- 34 AB Pardo oscuro 10YR3/3 en húmedo, y pardo amarillento oscuro, 10YR4/4 en seco. Algunas gravas dispersas. Textura franco limosa; estructura moderada granular mediana, con algunos bloques subangulares finos; muy adherente, plástico, friable; bastantes raíces; pocos poros. Límite brusco y ondulado con el horizonte subyacente, con algunas piedras en el contacto mayores de 5 cm y en algún caso mayores de 10 cm.
- 34- 43 C₁
(S1) Gris oliva 5Y4/2 en húmedo, y gris oliva claro 5Y6/2 en seco. Aparece de forma discontinua. Algunas piedras de cuarzo y bastantes gravillas muy diminutas, en su mayoría menores de 5 mm, predominantemente de filita, poco alteradas, inmersas en una abundante matriz fina. Textura franca; estructura muy débil, de apariencia masiva, que rompe en planos laminares o en bloques subangulares. Muy adherente, plástico, muy friable. Contacto entre gradual y neto.
- 43- 63 C₂
(S2) Gris oscuro 5Y4/1 en húmedo, y gris 5Y5/1 en seco. Muy abundantes piedras y gravas de filita y de cuarzo, imbricadas en el sentido de la pendiente o acomodadas a obstáculos de mayor tamaño; las piedras son de variado tamaño predominando las mayores de 10 cm, siendo algunas de unos 25 cm; las gravas son abundantísimas, predominantemente de filita y de muy pequeño tamaño, en su mayoría menores de 5 mm; las gravas de cuarzo son poco abundantes y de mayor tamaño. La fracción fina, poco abundante, es de textura franco arenosa; sin estructura o con una muy débil agregación en planos laminares, generalmente muy finos; muy adherente, plástico, suelto. Contacto neto.
- 63- 75 C₃
(S3) Gris oliva 5Y4/2 en húmedo, y gris 5Y5/1 en seco. Horizonte muy gravilloso, con los fragmentos ordenados paralelamente a la pendiente, prácticamente sin coherencia; muy poca fracción fina. A su vez está constituido por tres pequeños lechos: en el superior, de 5 cm, tiene menos patentes las características señaladas; el central, de 7 cm, es donde se manifiestan claramente, y el inferior es una capa de transición al horizonte subyacente. Los fragmentos son en general de mayor tamaño que en los demás horizontes, pero con pocas piedras. Arenoso franco, suelto. Límite neto, con algunas piedras de variable tamaño en el mismo, predominando las de 6 cm y algunas alcanzando los 25 cm.
- 75-105 C₄
(S4) Gris oscuro 5Y4/1 en húmedo, y gris 5Y5/1 en seco. Muy abundantes gravillas de filita de muy pequeño tamaño imbricadas paralelamente y entremezcladas con la fracción fina, más abundante que en los horizontes precedentes. Esta fracción fina abunda más en los primeros cm, en donde existen también algunas piedras, y varía según lechos alternantes. Franco arenoso; sin estructura o con débiles planos laminares; muy adherente, plástico, suelto. Contacto gradual.
- 105-119 C₅
(S5) Gris oscuro 5Y4/1 en húmedo, y gris 5Y5/1 en seco. Abundantes gravas de filita y de cuarzo, desde muy pequeñas hasta de 2 o 3 cm, siendo las más grandes de cuarzo. Más abundante fracción fina, franco arenosa; estructura muy débil, que rompe en bloques subangulares o en planos laminares; muy adherente, plástico, muy friable. Se torna más verdoso hacia la parte inferior; contacto entre gradual y neto.
- 119-148 C₆
(S6) Gris oliva 5Y4/2 en húmedo, y 5Y5/2 en seco. Pocas gravas y piedras y abundante matriz fina. Las gravas son de filita y menores de 2 cm. Textura franco limosa; estructura muy débil rompiendo en bloques subangulares. Hacia la parte inferior aparecen piedras de cuarzo mayores de 4 cm englobadas en la matriz fina y en contacto neto con la filita, bastante fresca, buizando subverticalmente.

La proporción de los minerales de la arcilla se indica de modo semicuantitativo.

TABLA 1. Litología de las gravas y fragmentos gruesos (filitas: cuarzo)

	< 1 cm	1-2 cm	2-3 cm	3-4 cm	4-7,5 cm
Perfil 1					
C ₁	2:1	2:1	1:2	1:3	1:5
C ₂	filita	filita	1:1	1:2	1:2
C ₃	filita	filita	filita	filita	filita
Perfil 2					
C ₁	filita	3:1	2:1	--	--
C ₂	filita	2:1	1:1	1:3	cuarzo
C ₃	filita	5:1	2:1	1:3	cuarzo
C ₄	filita	filita	1:1	--	--
C ₅	filita	1:1	1:1	cuarzo	--
C ₆	filita	filita	filita	--	--

RESULTADO Y DISCUSION DE LOS MISMOS

Estudio morfológico

La observación morfológica de los dos perfiles revela la existencia en los mismos de varios procesos de deposición; las discontinuidades son aparentes sobre todo por alineamientos de piedras y por el diferente contenido y tamaño de los fragmentos gruesos y piedras de cada nivel, así como por rasgos texturales y de color.

En su parte superior, tanto el perfil 1 como el 2 tienen horizontes coluviales relativamente gruesos, oscurecidos por la materia orgánica, de textura franco limosa o franca, no tienen piedras ni gravas o son escasas, y son designados como horizontes A y AB. Presentan un límite erosivo neto o brusco con el horizonte inferior, con algunas piedras de cuarzo grandes en el contacto.

Subyacentes a estos horizontes coluviales se encuentran varios niveles de tonalidad grisácea, constituidos por material detrítico bastante fresco, relativamente heterométrico, con poca matriz fina y poco consolidado, y que aparece ordenado en lechos algo festoneados. En éstos los fragmentos se disponen imbricados y orientados con su eje mayor en el sentido de la pendiente, apoyándose en ella o, a veces, en obstáculos de mayor tamaño; litológicamente son predominantemente lajas de filita y, en menor cuantía, de cuarzo, aumentando el porcentaje de estas últimas hacia la parte superior del perfil (tabla 1). Verticalmente se aprecian discontinuidades en el tamaño de los fragmentos, así como en la abundancia de fracción fina y de piedras, observándose que el menor contenido de la fracción fina está

generalmente asociado con la presencia de los fragmentos de mayor tamaño.

Desde el punto de vista edáfico, estos niveles inferiores al suelo coluvial se han considerado como horizontes C, a excepción del primer nivel del perfil 1 en el que se aprecian rasgos de horizonte de transición y que fue caracterizado como horizonte BC. El perfil 2 muestra la particularidad de presentar en su parte inferior unos horizontes gradualmente menos gravillosos y de aspecto más alterado.

Estudio granulométrico

Las discontinuidades observadas en la morfología se hacen también patentes al estudiar los datos granulométricos (tabla 2). Los horizontes coluviales, que presentan pequeños porcentajes de gravas y piedras, se caracterizan además por el claro predominio en la textura de la fracción limo fino. En los horizontes subyacentes, los fragmentos representan el mayor porcentaje y pasa a ser predominante la arena gruesa en la fracción menor de 2 mm; un nuevo cambio textural se aprecia hacia la parte inferior de los perfi-

TABLA 2. Análisis granulométrico

	Tierra fina < 2 mm	Gravas 2-30 mm	Fragm. gruesos 3-7,5 cm	< 1	Gravas cm 1-2	2-3	Arena gruesa μ > 400	400-200	Arena fina μ 200-100	100-50	Limo grueso 50-20 μ	Limo fino 20-2 μ	Arcilla < 2 μ
Perfil 1													
A/AB	93,1	6,9	0	--	--	--	4,8	2,6	4,8	7,8	10,9	46,8	22,4
AB	88,3	11,7	0	--	--	--	15,2	5,9	7,1	11,0	11,7	34,0	15,1
(S1) BC	75,2	24,8	0	72	26	2	24,7	7,2	9,3	10,3	11,6	26,7	10,2
(S2) C ₁	41,4	38,7	19,9	61	26	13	41,2	6,8	6,8	6,8	7,3	23,3	7,8
(S3) C ₂	36,0	52,5	11,5	68	24	9	45,2	8,6	6,6	6,0	5,3	20,1	8,2
(S4) C ₃	35,4	34,9	29,7	54	33	13	38,1	8,0	8,0	7,4	7,1	23,8	7,6
Perfil 2													
A	90,9	9,1	0	--	--	--	3,7	1,5	4,7	8,8	11,5	48,5	21,3
AB	87,2	12,8	0	--	--	--	9,7	1,8	3,4	7,6	8,9	53,9	14,7
(S1) C ₁	76,7	23,3	0	77	12	11	23,3	6,3	6,3	12,6	10,8	33,2	7,5
(S2) C ₂	39,0	28,7	32,3	68	22	10	38,3	8,8	5,1	12,2	7,6	24,1	3,9
(S3) C ₃	37,0	45,4	17,6	54	19	27	58,9	10,6	4,0	6,8	3,9	13,0	2,8
(S4) C ₄	69,0	31,0	0	75	18	6	31,3	13,3	8,0	15,5	8,7	19,8	3,4
(S5) C ₅	70,1	28,7	1,2	58	28	14	24,9	6,5	6,5	21,4	8,0	27,8	4,9
(S6) C ₆	89,0	11,0	0	67	24	8	13,6	4,4	4,2	13,4	13,9	42,0	8,5

les, pudiendo observarse de modo claro en el perfil 2, en cuyo último horizonte disminuye notablemente el contenido en fragmentos y vuelve a ser predominante la fracción limo fino.

Este material fragmentado de los niveles inferiores está constituido en su mayor parte por pequeñas lascas, ya que entre un 50 y un 80 % son menores de 3 cm en su eje más largo, y de estas corrientemente más del 60 % son menores de 1 cm.

De uno a otro horizonte aparecen importantes contrastes texturales; el más acusado se manifiesta en los horizontes C₂ del perfil 1 y C₃ del perfil 2, con notables aumentos del contenido y tamaño de los fragmentos y de la fracción arena gruesa; en el fraccionamiento de las arenas se observa que las variaciones en esta fracción se deben exclusivamente al tamaño > 400 μ (Fig. 2 a y b). Las discordancias texturales son muchas veces más fácilmente observadas mediante índices que relacionan diversas fracciones entre sí (GUCCIONE, 1985), y que nos confirman las ya señaladas (Fig. 2 c).

Otra discontinuidad importante a resaltar es la concentración de piedras que aparecen en el nivel inferior del perfil 1, seguramente debido a una selección de las mismas por un truncamiento del perfil a este nivel.

El examen de las curvas de distribución granulométrica de cada horizonte y de los parámetros estadísticos calculados a partir de ellas nos permite verificar la filiación genética entre los horizontes, así como también nos revela el grado de disgregación física global (DEJOU, 1977). Esta representación en curvas de frecuencia acumuladas muestra diferentes tipos de trazados (fig. 3); en ellas se excluyen los fragmentos mayores de 3 cm, predominantemente de cuarzo, por ser más resistentes a la fragmentación y distorsionar las conclusiones sobre el grado de disgregación mecánica del material filítico: los horizontes coluviales A y AB presentan una curva abombada, muy erguida en su tramo inicial como consecuencia de la abundancia de fracciones finas; las curvas de

los horizontes inferiores son muy diferentes, con tres tramos y muy erguida en el que corresponde a las fracciones más gruesas; difieren de esta distribución los horizontes profundos del perfil 2, cuyo trazado es rectilíneo con tendencia a aproximarse a una curva abombada, ya claramente manifiesta en el más profundo de ellos; también reflejan su situación intermedia los horizontes de transición situados inmediatamente subyacentes al suelo coluvial.

Estos diferentes agrupamientos observados en las curvas de frecuencias, que revelan la falta de homogeneidad entre los horizontes, se reflejan claramente en los parámetros de asimetría ($\log SK$) y de angulosidad (K_{qa}) (Tabla 3). Los valores de la mediana y de los cuartiles de primero y tercer orden (Md , Q_1 , Q_3) muestran que la alteración mecánica es escasa en los horizontes inferiores de ambos perfiles, nuevamente con la excepción señalada de los niveles más profundos del perfil 2, particularmente del C₆. El coeficiente de Sorting de Trask (S_0), con valores superiores a 4,5 en todos los horizontes, pone de manifiesto su mala clasificación y que las oscilaciones a lo largo del perfil no pueden ser atribuidas a una determinada evolución o patrón de alteración.

Mineralogía de las arenas

Destaca la poca variedad mineralógica de las arenas de ambos perfiles y la escasez de minerales alterables, rasgos ya heredados del material de partida (Tabla 4). En la fracción ligera los minerales predominantes son el cuarzo, en los horizontes superficiales, y los minerales micáceos (moscovita y policristalinos) en los horizontes inferiores. Existe también en todo el perfil un porcentaje elevado de granos parcialmente alterados (alteritas), menos abundantes en el horizonte A. La presencia de feldespatos y de otros minerales alterables es muy poco significativa. En la fracción densa, la moscovita y los agregados micáceos constituyen en conjunto la

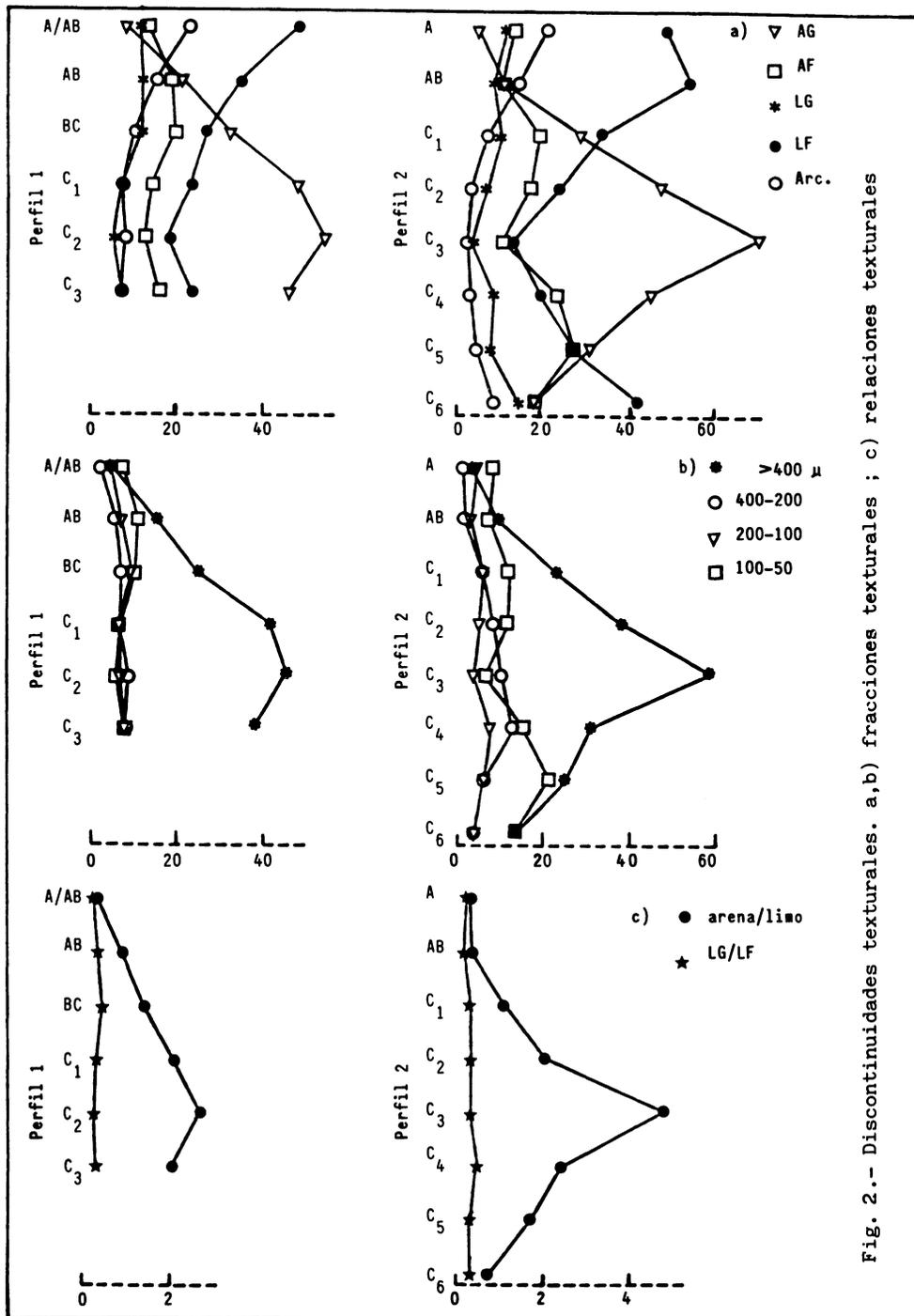


Fig. 2.- Discontinuidades texturales. a,b) fracciones texturales ; c) relaciones texturales

TABLA 3. Parámetros estadísticos de las curvas granulométricas

	Q1	Q2 (Md)	Q3	P 90	P 10	Disper. So	Asim. log SK	Angul. K _g
Perfil 1								
A/AB	0,002	0,008	0,050	0,446	0,001	5,0	0,19	0,05
AB	0,006	0,040	0,400	3,162	0,002	8,2	0,18	0,06
(S1) BC	0,016	0,178	1,995	7,943	0,002	11,2	0,00	0,12
(S2) C ₁	0,126	1,778	7,079	17,783	0,006	7,5	-0,55	0,20
(S3) C ₂	0,501	3,162	8,912	15,849	0,013	4,2	-0,35	0,27
(S4) C ₃	0,126	1,778	8,912	15,850	0,006	8,4	-0,45	0,28
Perfil 2								
A	0,002	0,010	0,560	1,000	0,001	16,7	1,05	0,28
AB	0,003	0,013	0,100	3,162	0,002	5,8	0,25	0,01
(S1) C ₁	0,011	0,100	1,778	6,300	0,003	12,7	0,29	0,14
(S2) C ₂	0,071	1,122	5,623	12,589	0,008	8,9	-0,50	0,12
(S3) C ₃	0,631	2,630	10,000	23,442	0,071	4,0	-0,04	0,20
(S4) C ₄	0,063	0,501	3,162	8,913	0,071	7,1	-0,10	0,17
(S5) C ₅	0,025	0,251	3,162	12,589	0,005	11,2	0,10	0,12
(S6) C ₆	0,056	0,032	0,251	3,162	0,002	6,7	0,14	0,04

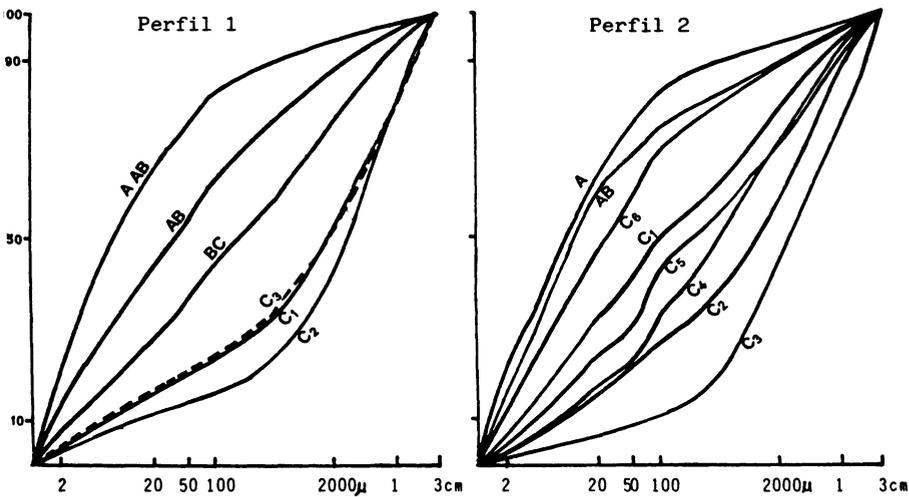


Fig.3.- Curvas acumulativas construidas con el conjunto de partículas de 0-3cm

TABLA 4. Mineralogía de la fracción arena (%). (100-200 μ)

Fracción ligera	Perfil 1						Perfil 2							
	A	AB	BC	C ₁	C ₂	C ₃	A	AB	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆
	Cuarzo	56	34	19	23	11	13	55	32	27	21	30	23	21
Moscovita	18	23	18	25	38	24	32	28	48	35	51	37	32	35
Biotita	--	--	--	--	--	--	1	1	1	2	2	4	6	4
Clorita	--	--	2	--	--	--	1	1	--	2	--	1	3	2
Feldespatos	--	--	2	2	--	--	2	1	--	1	--	--	1	--
Policristalinos	7	17	29	17	23	28	2	1	2	5	2	3	3	2
Alteritas	15	23	29	32	28	35	7	29	22	32	14	24	32	25
Opacos	2	3	1	1	--	--	2	8	--	2	1	8	1	1

Fracción densa	Perfil 1						Perfil 2							
	A	AB	BC	C ₁	C ₂	C ₃	A	AB	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆
	Moscovita	38	28	38	36	40	37	25	34	55	47	42	34	43
Agreg. micáceos	12	18	20	7	9	19	5	3	2	12	2	2	2	--
Clorita	10	5	5	3	6	2	2	3	7	7	9	7	10	12
Biotita	8	8	1	3	2	2	1	2	2	--	8	8	4	5
Piroxenos	4	1	--	--	--	--	--	--	--	--	4	3	--	1
Anfiboles	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	1	--	1
Silimanita	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	2
Turmalina	3	5	1	3	6	3	--	--	--	--	--	--	--	--
Opacos	10	7	5	16	11	12	38	13	7	4	13	16	18	16
Alteritas	18	28	33	31	26	25	28	45	27	30	21	29	23	30

parte mayoritaria de esta fracción. Al igual que en la fracción ligera, un elevado porcentaje de los granos observados están alterados mostrando superficies anubarradas o exudados ferruginosos que ya no permiten identificar la especie mineral original, y también en esta fracción son escasos los minerales alterables.

Mineralogía de las arcillas

En ambos perfiles (Tabla 5) el mineral dominante en casi todos los horizontes

es una mica dioctaédrica de tipo moscovita-ilita, con reflexiones a 9.8, 4.9 y 3.3 Å. Próximos a estas reflexiones e incluso solapándose con ellas aparecen otros picos a 9.6, 3.18*, 2.52 y, probablemente, 4.7 Å, que pudieran corresponder bien a minnesotaita (del grupo del talco) o a la mica sódica brammalita, pues las distancias reticulares de ambos minerales coinciden con las señaladas y sus estructuras se mantienen inalte-

* No atribuido a feldespatos, pues no aparecen las otras líneas de difracción características de estos minerales, y su intensidad guarda relación con la de las otras reflexiones arriba señaladas.

Tabla 5 .- Análisis mineralógico (D.R.X.), pH y materia orgánica .

		Clorita	Mica	Interest.	Vermicul.	Filos.1:1	Cuarzo	Cristal. ilita	pH (H ₂ O)	pH (ClK)	Materia organica
Perfil 1											
A/AB	(arcilla)	T	XXXX	XX	X	T	-	4,40	4,5	3,9	6,73
AB	(arcilla)	T	XXXX	T	T	T	-	3,00	4,6	4,1	5,87
BC	(arcilla)	T	XXXX	T	T	X	-	2,88	4,7	4,2	3,26
C ₁	(arcilla)	T	XXXX	-	-	XX	-	2,50	4,9	4,3	1,52
C ₂	(arcilla)	X	XXXX	-	-	XX	-	2,50	5,0	4,4	0
C ₃	(arcilla)	X	XXXX	-	-	XX	-	2,40	4,8	4,2	0

C ₂	(gravas)	X	XXXX	-	-	-	X	2,00			
C ₃	(gravas)	X	XXXX	-	-	-	X	1,76			
=====											
Perfil 2											
A	(arcilla)	T	XX	XX*	X*	T	-	3,62	4,6	3,8	13,25
AB	(arcilla)	X	XXXX	X	T	T	-	2,62	5,5	4,2	7,60
C ₁	(arcilla)	X	XXXX	-	-	XX	-	2,26	6,0	4,7	2,81
C ₂	(arcilla)	X	XXXX	-	-	XX	-	2,24	5,3	4,6	0
C ₃	(arcilla)	X	XXXX	-	-	XX	-	2,18	5,4	4,7	0
C ₄	(arcilla)	X	XXX	-	-	XX	-	2,24	5,3	4,7	0
C ₅	(arcilla)	X	XXX	-	-	XXX	-	2,00	5,2	4,6	0
C ₆	(arcilla)	T	XX	-	-	XXXX	-	3,50	5,0	4,4	0

C ₃	(gravas)	XX	XXXX	-	-	-	T	-			
C ₅	(gravas)	X	XXXX	-	-	T	T	-			
C ₆	(gravas)	X	XXXX	-	-	T	T	-			
	(roca fresca)	XX	XXXX	-	-	-	-	1,80			

50% (muy abund.): XXXX
 50-30% (abundante): XXX
 30-10% (frecuente): XX
 10-3% (presente): X
 3% (trazas): T

* Las reflexiones a 11,7 y 14,4 A disminuyen al solvatar con etilenglicol, equiparandose a una reflexión a 16,6 A, lo que muestra una tendencia hacia términos smectíticos.

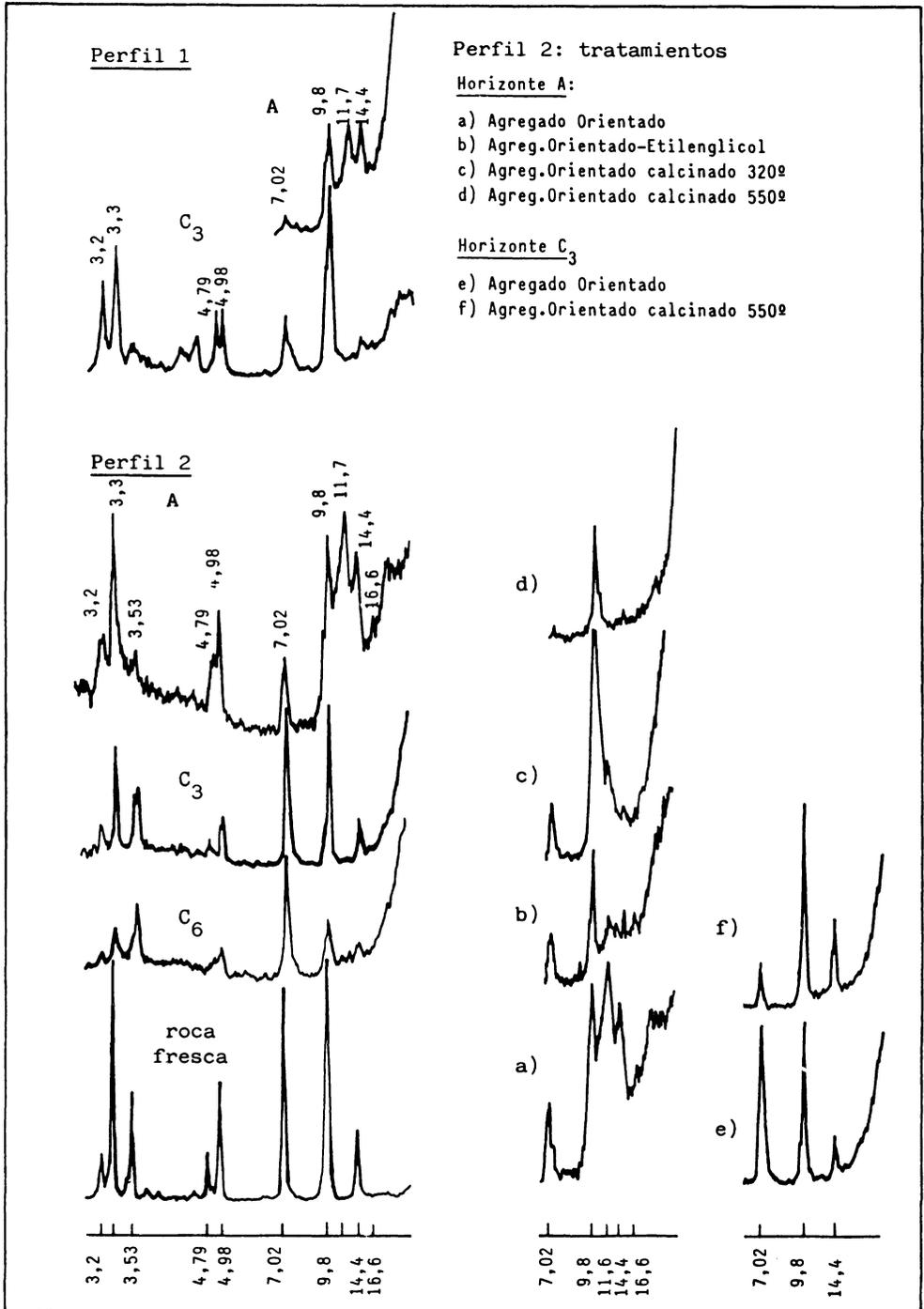


Fig. 4.- Diagramas de difracción de rayos X .

rables después de la calcinación a 550 °C; puesto que el talco sería bastante inestable en medios edáficos mientras que este mineral presenta escasas variaciones verticales en el perfil, nos inclinamos por interpretarlo como mica, y aparece sumado a las proporciones de mica dioctaédrica en las estimaciones semicuantitativas.

Otros minerales, generalmente minoritarios, acompañan a la mica en los distintos horizontes, y son diferentes según se trate de horizontes con materia orgánica o desprovistos de ella: en los horizontes inferiores está presente la clorita y es frecuente un filosilicato 1:1 de tipo caolinita, el cual en el perfil 2 aumenta en los más profundos, siendo muy abundante en el inferior de ellos donde la mica ya no es mineral mayoritario. En los horizontes superficiales aparecen los productos de la alteración de las micas del tipo interstratificados ilita-vermiculita y vermiculita; la clorita está solo como trazas y también es escasa la caolinita.

Se estimó el grado de cristalinidad de la mica dioctaédrica según el método propuesto por CHAMLEY (1977). En los horizontes inferiores la mica está bien conservada (índice de cristalinidad 2,2-2,5), no difiriendo mucho del grado de cristalinidad que presenta en la roca fresca (1,8) o en las gravas (1,8-2); nuevamente hay que señalar la excepción de los horizontes más profundos del perfil 2, de aspecto más alterado, en donde la estructura de la mica aparece ya muy abierta (3,5). En los horizontes coluviales la red cristalina de la mica se desorganiza apreciablemente siendo muy bajo el grado de cristalinidad en el horizonte más superficial (3,62 en el perfil 2 y una unidad superior en el perfil 1).

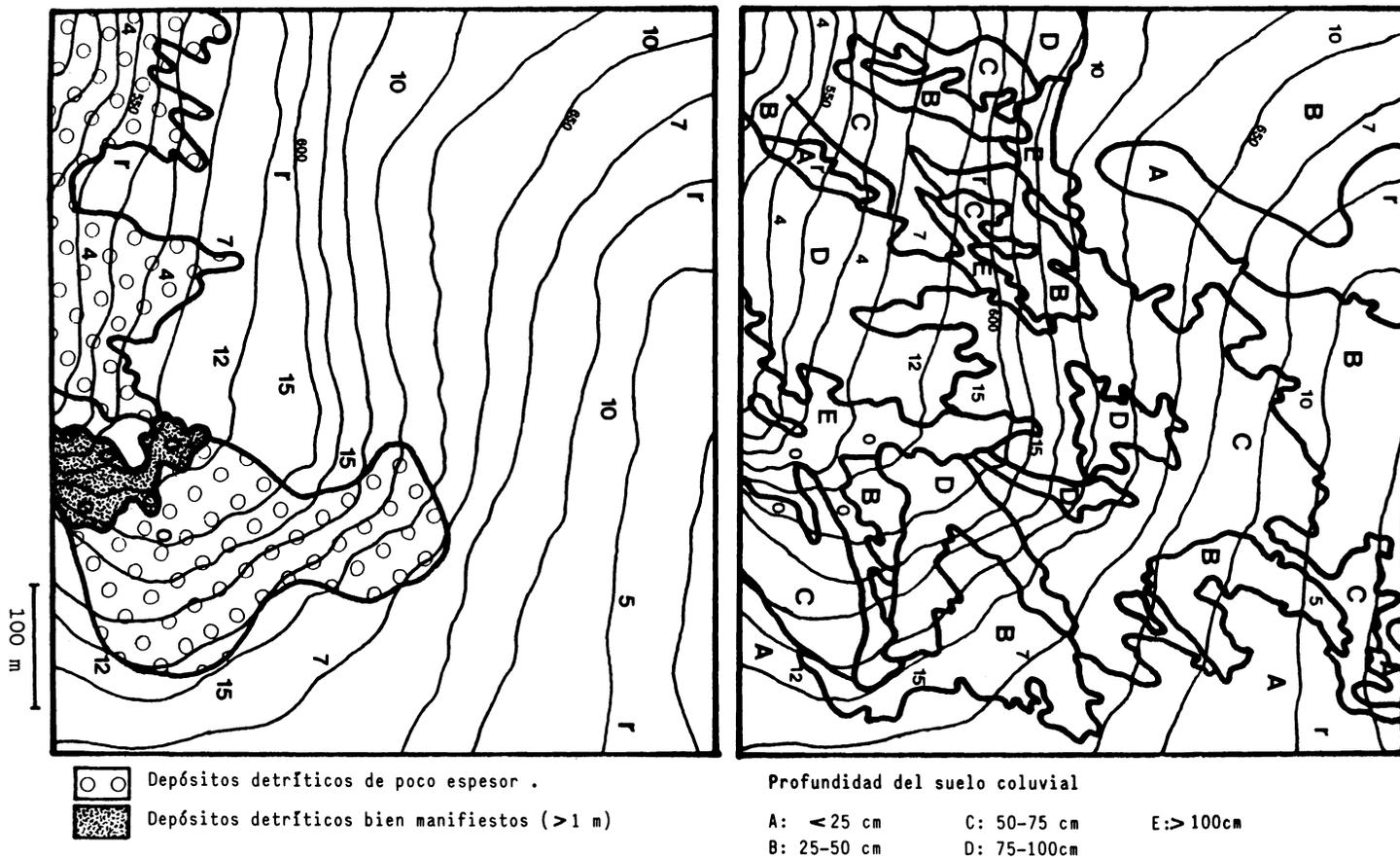
La pérdida de estructura cristalina de las micas en los horizontes superficiales, ácidos y con abundante materia orgánica (Tabla 5), puede explicarse, bien por una acidólisis, o por una acidocomplexólisis moderada (VICENTE *et al.*, 1977), que da lugar a interstratificados ilita-vermiculita y a vermiculita (Fig. 4). La práctica ausencia de caoli-

nita en estos horizontes podría explicarse por la acción de los ácidos orgánicos que inhibirían su síntesis (GUITIAN *et al.*, 1974; MACIAS *et al.*, 1982). Por el contrario, en los horizontes más profundos del perfil 2, en los que la mica también está muy degradada y no aparecen interstratificados ni vermiculita, la aparición de caolinita de neoformación se debería a la alteración de las micas, ya que no se identificaron feldspatos en el material de partida; y, puesto que las micas dioctaédricas tienen una gran estabilidad, su alteración ha de atribuirse a unas condiciones de hidrólisis intensa y/o a un tiempo prolongado de alteración (DEJOU *et al.*, 1977).

Posición en la ladera

Estos perfiles con material detrítico estratificado por debajo del suelo coluvial subactual, tienen su máxima expresión en la parte inferior de la ladera no observándose sin embargo en el fondo de la misma, lugar característico de acumulación como evidencia el considerable engrosamiento de los horizontes coluviales; se localizan en pendientes pronunciadas (29 % en el perfil 1 y 45 % en el perfil 2), y su emplazamiento no muestra relación con las condiciones de hidromorfia.

Los primeros indicios del material detrítico aparecen a media ladera, con espesores muy someros y con evidentes señales de un truncamiento, principalmente expresado por la línea de piedras que lo separa del suelo coluvial. Observando su localización en la ladera en relación con los espesores de la línea de piedras y del suelo coluvial, considerando éstos como indicativos de zonas de denudación y de acumulación respectivamente, vemos (Fig. 5) que estos depósitos no existen en interfluvios y partes convexas de la ladera, lugares de mayor erosión; aparecen con poco espesor en la mayor parte de las pendientes rectilíneas, y aparecen claramente manifiestos donde también son lige-



Los números indican el espesor de la línea de piedras; r: horiz. A directamente sobre la roca, sin línea de piedras .

Fig.5.- Localización en la ladera del material detrítico en relación con los espesores de la línea de piedras y del suelo coluvial.

ros los indicios de erosión —con una ténue o inexistente línea de piedras— y donde lo que predomina es la acumulación superficial. Sin embargo, estos depósitos están ausentes en las zonas más abrigadas del fondo de la ladera, que por otro lado muestran ser las más propicias a una deposición de materiales, con horizontes orgánicos de acumulación sobreengrosados, y no presentan señales de erosión que son evidentes en otras partes de la ladera.

DISCUSION GENERAL

El examen de los perfiles evidencia la falta de homogeneidad de sus horizontes, presentando varias discontinuidades, patentes sobre todo en la morfología y granulometría. Los datos mineralógicos son menos reveladores por su escasa evolución, de acuerdo con la relativa estabilidad de la mayor parte de los componentes minerales que constituyen la roca original. Así, en la fracción arena predominan los minerales escasamente alterables, ya que cuarzo y moscovita son los minerales mayoritarios y, por otra parte, no se identificaron feldespatos, y tampoco anfíboles y piroxenos, tradicionalmente utilizados para calcular índices de alteración; su examen suministra, pues, información poco precisa en cuanto al grado de alteración o sobre discontinuidades en el perfil. Incluso el análisis de la fracción arcilla, en la que tiene lugar la mayor evolución geoquímica, revela condiciones de escasa alteración con predominio de los minerales heredados y con las micas muy bien conservadas. No obstante sí son distinguibles tres niveles con diferente grado de evolución mineralógica: el suelo coluvial, el material detrítico subyacente con escasa alteración y, más profundamente, los horizontes inferiores observables en el perfil 2, donde es mucho más pronunciada la alteración.

Las discontinuidades que se manifiestan en los perfiles no podrían ser relacionadas con momentos de estabilidad e inestabili-

dad de la ladera según el concepto de ciclos K (BUTLER, 1959), porque la periodicidad no siempre está claramente establecida, ya que diferentes sedimentos de ladera pueden encontrarse uno sobre otro sin trazas observables de fases estables (MÚCHER *et al.*, 1972; PUGA *et al.*, 1978). Esto es lo probable en nuestros perfiles, ya que por la escasa evolución mineralógica ya indicada serían difícilmente reconocibles los momentos de estabilidad y, en el caso del material detrítico, no se podría discernir si su deposición ha sido en una o en varias fases inestables.

No obstante sí podemos establecer correspondencias estratigráficas entre los horizontes de uno y otro perfil, puesto que su paralelismo es bastante acusado, y verificar la coincidencia de sucesos en sus localizaciones respectivas, ya que los procesos morfo-genéticos de la ladera son sucesos en parte azarosos y que podrían manifestarse de modo desigual en puntos diferentes de aquella. Una lista corroborada de sucesos puede ser así una útil herramienta estratigráfica y paleoclimática (GERRARG, 1981) ya que su interpretación nos puede revelar las condiciones ambientales de clima y vegetación en los diferentes estadios de su génesis.

De acuerdo con los datos examinados de cada horizonte pueden hacerse corresponder ordenadamente a partir del horizonte superior los diferentes niveles de uno y otro perfil: así, primeramente son equivalentes los horizontes coluviales A y AB hasta la línea de piedras, y luego sucesivamente nivel a nivel se corresponden estratigráficamente los horizontes subyacentes que denominamos S_1 , S_2 , ..., independientemente del símbolo que les corresponda según la nomenclatura edafológica de descripción de horizontes (en las tablas y gráficos se señala el símbolo correspondiente a cada nivel). En el perfil 1 no se reconocen los episodios equivalentes a los de los niveles más profundos del perfil 2; como ya ha sido señalado, su ausencia probablemente se deba a un truncamiento del perfil.

En cuanto a su génesis, son distinguibles

dos procesos diferentes de deposición de ladera: por un lado ya fue señalado el origen coluvial subactual de los horizontes superficiales A y AB, situados por encima del nivel de línea de piedras de datación probablemente subatlántica (VAN MOURIK, 1986; AIRA *et al.*, 1987). El material detrítico subyacente muestra la morfología típica del accionamiento periglaciario; su aspecto es el de los típicos «grèzes litées» o «éboulis ordonnés», similar al descrito por diferentes autores en otros puntos del N y NE de Galicia (ASENSIO *et al.*, 1984). Si bien las filitas mineralógicamente son muy estables y su tendencia en la alteración es a aflojarse y disgregarse en lascas y laminillas, rasgos confundibles con la escasa alteración química y con la crioclastia que resultarían del efecto del hielo, otros rasgos como la heterometría, tamaño de los fragmentos, así como su disposición y la baja selección observada en puntos diferentes de la ladera, confirman esta interpretación; en este sentido, el diferente tamaño de los fragmentos de unos niveles a otros en el perfil y su diferente contenido en tierra fina, podrían ser interpretados por distinta intensidad en los momentos de frío. Recientemente, CARTER (1986), también ha atribuido la ausencia de material fino a su lavado por el agua que drena de la capa de hielo en la que se deslizan los clastos.

Coherente con su origen y con su posición en la ladera hay que suponer la presencia de una vegetación discontinua en la ladera y más densa en el fondo de la misma; de este modo podrían tener lugar la gelivación y el deslizamiento lento de los clastos, su sujeción y disposición ordenada en las inclinadas pendientes de la parte inferior de la ladera, así como su no aparición en el fondo de la misma, típica zona de acumulación de los materiales provenientes de las partes superiores. Por otra parte, la relación inversa existente entre su espesor y el de las líneas de piedras pone de relieve que su extensión en la ladera antes del truncamiento era más amplia que en la actualidad.

CONCLUSIONES

- Los perfiles estudiados muestran un origen policíclico tanto morfológica como granulométricamente. La periodicidad de los diferentes procesos en términos de ciclos de estabilidad e inestabilidad no podría ser fácilmente reconocible debido a la escasa evolución mineralógica que se produce en estos materiales. En cambio, sí es posible establecer un paralelismo estratigráfico de episodios de deposición en ambos perfiles, que corrobora la coincidencia de sucesos en sus localizaciones respectivas.
- Los estudios morfológicos y granulométricos indican claramente que estos depósitos de material detrítico se deben a una génesis periglaciaria. Su escasa alteración, en cambio, no podría ser directamente atribuida a unas condiciones climáticas frías, por la misma razón antes señalada de que ya en el material de partida predominan los minerales poco alterables.
- Observando la localización en la ladera de estos depósitos detríticos en relación con los espesores de la línea de piedras y del suelo orgánico coluvial, indicativos respectivamente de zonas de denudación y de acumulación, se encuentra que, con excepción de las zonas más bajas y abrigadas de la ladera, la mayor potencia de los depósitos se corresponde con un menor grosor de los alineamientos de piedras y con zonas de preferente acumulación de materiales coluviales.
La ausencia de estos depósitos en el fondo de la ladera, que por otra parte muestra ser la zona más propicia a una deposición de materiales, como se manifiesta por un mayor engrosamiento de los horizontes orgánicos de acumulación y por la inexistencia en ella de

signos erosivos, se explica como debido a que estas zonas más cobijadas serían también las más favorables a una ma-

yor cobertura vegetal en las condiciones periglaciares, que impediría la deposición de los derrubios.

BIBLIOGRAFIA

- AIRA, M. J.; SAA, M. P.; DIAZ-FIERROS, F. (1987). Análisis polínico de un depósito periglaciario en Moucide (Lugo). *Cuad. Lab. Xeol. Laxe*, n.º 11: 229-237.
- ASENSIO, I.; GOMEZ, M. J. (1984). Nuevas aportaciones al periglaciario galaico-astur. *Cuad. Lab. Xeol. Laxe*, n.º 7: 255-270.
- BUTLER, B. E. (1959). Periodic phenomena in landscapes as a basis for soil studies. C. S. I. R. O., *Aust. Soil Publ.*, 14: 4-20.
- CARTER, B. J.; CIOLKOSZ, E. J. (1986). Sorting and thickness of waste mantle material on a sandstone spur in Central Pennsylvania. *Catena*, vol. 13: 241-256.
- CHAMLEY, H. (1967). Possibilités d'utilisation de la cristallinité d'un minéral argilleux (illite) comme témoin climatique dans les sédiments récents. *C. R. Acad. Sc. Paris*, 265: 184-187.
- DEJOU, J.; GUYOT, J.; ROBERT, M. (1977). Evolution superficielle des roches cristallines et cristallophylliennes dans les régions tempérées. *Inst. Nat. Recherche Agron.* Paris.
- GERRARD, A. J. (1981). *Soils and Landforms*. Publ. Allen & Unwin. Londres.
- GUCCIONE, M. J. (1985). Quantitative estimates of clay-mineral alteration in a soil chronosequence in Missouri, U. S. A. En: *Soils and Geomorphology Catena Supplement* 6: 137-150.
- GUITIAN, F.; CARBALLAS, T. (1975). Técnicas de Análisis de suelos. *Ed. Pico Sacro*. Santiago de Compostela. 288 pp.
- GUITIAN, F.; COLADAS, V. (1974). Inhibición de la síntesis de caolinita por diversos extractos acuosos de restos vegetales. *An. Edaf. y Agrobiol.* 33: 979-989.
- MACIAS, F.; GARCIA, C.; GARCIA-RODEJA, E. (1982). Mineralogía de las arcillas y alteraciones sobre material granítico de Galicia. *Cuad. Lab. Xeol. Laxe* 2: 387-414.
- MOURIK, J. M. van (1986). Pollen Profiles of Slope Deposits in the Galician Area (NW Spain). *Nederlandse Geograf. Stud.* 12. Univ. Amsterdam.
- MUCHER, H. J.; CARBALLAS, T.; GUITIAN, F.; JUNGGERIUS, P. D.; KROONENBERG, S. B. and VILLAR, M. C. (1972). Micromorphological analysis of effects of alternating phases of landscape stability and instability on two soil profiles in Galicia. N. W. Spain. *Geoderma*, 8: 241-266.
- PUGA, M.; MACIAS, F.; GUITIAN, F. (1978). Pedological and geomorphological cycles in a catena of Galicia (NW Spain). *Catena*, Vol. 5, n.º 314: 375-387.
- SOIL SURVEY STAFF, U. S. SOIL CONSERV. SERVICE (1975). *Soil Taxonomy*, Agr. Handbook 346 U. S. Gov. Print. off Washington DC.
- VICENTE, M. A.; RAZZAGHE, M.; ROBERT, M. (1987). Formation of aluminium hydroxy vermiculite (intergrade) and smectite from mica under acidic conditions. *Clay Min.* 12: 101-112.