

ESTUDIO DE LAS ACUMULACIONES DE CARBONATOS
Y PROCESOS DE ALTERACION DESARROLLADOS BA
JO LA SUPERFICIE PLIOCENA
EN LA CUENCA DEL TAJO

por

E. Molina⁽¹⁾ & T. Aleixandre⁽²⁾

INTRODUCCION

Uno de los problemas que se plantea en el estudio de los suelos y de formaciones superficiales de algunas regiones de la Meseta central española es el establecer una clara diferencia entre los materiales de origen puramente geológico y los debidos a procesos edáficos, pues se da el hecho de que materiales con una primera génesis edáfica, posteriormente han sufrido procesos de arrastre y sedimentación, constituyendo partes de las rocas madres de los suelos actuales.

Teniendo presente esta dificultad, hemos llevado a cabo un estudio micromorfológico y mineralógico de lagunas carbonatadas de las provincias de Madrid y de Toledo y que en sentido amplio se conocen en el mundo geológico y edáfico como "costras calizas" s. l. cuya edad ha podido ser establecida previamente por estudios geomorfológicos regionales.

Las edades absolutas que se citan están referidas a las dataciones radiométricas obtenidas por J. Van Couvering en muestras tomadas por uno de nosotros (E. M.) en la región volcánica del Campo de Calatrava (Ciudad-Real) y que aparecen publicadas por A. Pérez-Gonzalez en Aguirre et al. (1.976).

Los métodos seguidos en la elaboración de las lámi

(1) Dept. Geodinámica Externa, Fac. Ciencias, Univ. Salamanca.

(2) Secc. Mineralogía de Suelos, Instº. Edafología y Eciología Veg. C. S. I. C. Madrid.

CARBONATOS Y ALTERACIONES BAJO EL PLIOCENO

nas delgadas para el estudio micromorfológico son los utilizados en el Instituto de Edafología del C. S. I. C. Madrid y los del Soil Survey Institute, Wageningen (Holanda). Para una mayor información se remite al lector a los trabajos de Guerra y col. (1.972) y de A. Jongerius et al. (1.975).

La separación de los minerales pesados se ha llevado a cabo según los métodos de la Sección de Mineralogía de Suelos del Instituto de Edafología (C. S. I. C.), explicados en Pérez Mateos (1.965).

ESTRUCTURA GEOLOGICA DE LA CUENCA DEL TAJO

Esta cuenca se encuentra situada en el centro de la Península Ibérica. Es una fosa tectónica rellena por materiales terciarios limitada por el Sistema Central al N. y los Montes de Toledo al S. Las series terciarias fosilizan un paleorelieve elaborado sobre materiales metamórficos y paleozoicos que constituyen el basamento de la región.

Su borde oriental lo constituye la cordillera Ibérica fundamentalmente de materiales mesozoicos, con tectónica de edad alpina. Las series terciarias se encuentran también afectadas por diferentes fases de esta Orogenia, siendo sus tramos más superiores unas calizas expansivas lacustres cuyos niveles más altos pueden ser posteriores a los 5 m. a. Tanto sobre estas calizas como sobre el basamento de la zona se localizan un conjunto de materiales carbonatados más o menos detríticos y que constituyen un caparazón cuya potencia aumenta de NE a SW llegando a los 10 m en las zonas observadas por nosotros pero que parecen presentar más desarrollo en la llanura de la Mancha (comunicación de Pérez-González). Su parte más superior es una croûte zonaire (Dourand, 1.963), pero se pueden identificar diferentes tipos de acumulaciones calcáreas descritas por Vaudour (1.975).

EVOLUCION MORFOLOGICA REGIONAL (Fig. 1)

Posteriormente a la fase tectónica Rodánica, que afecta a las calizas más superiores (Molina, 1.975) se establece una superficie de erosión colmatación;. Es la "Superficie Paramo" en donde se localizan los materiales que vamos a estudiar.

Dicha superficie es rota morfológicamente por el encajamiento de la Raña, la cual parece corresponder con el comienzo del encajamiento fluvial cuaternario.

Un nuevo proceso morfológico se desarrolla con posterioridad a la Raña el cual origina una nueva superficie morfológica muy generalizada en la fosa del Tajo de edad posterior a los 3'2 m. a. y anterior al desarrollo de las terrazas fluviales.

En resumen la evolución morfológica es:

EDAD	PROCESOS	MATERIALES	INCLINACION	ALTITUD		
				Cabecera	Final	
1 m. a.	Terrazas	varias costras				
2 m. a.		sucesivas				
3 m. a.		Sup. Post-Raña	Costras sencillas	1‰ → Rio	S. Tajo 650m.	625m.
4 m. a.		Raña	Detriticos rodados	7‰ → Rio	S. Tajo 800m.	600m.
5 m. a.		Sup. Paramo	Costras com- jas (*)	N. Tajo 2‰ → SW S. Tajo 3‰ → N	> 1000m. 800m.	790m. 690m.

(*) Materiales objeto de estudio.

CARBONATOS Y ALTERACIONES BAJO EL PLIOCENO

LOCALIZACION DE LOS PERFILES

Hemos elegido tres perfiles por ser los mas completos y representativos dos de ellos situados sobre el Macizo cristalino de Toledo: Perfil de Sonseca y S. Martin de Montalban (Toledo) y uno situado sobre las calizas miopliocenas en Villarejo de Salvanes (Madrid).

LOCALIDAD (*)	COORDENADAS	ALTITUD	BASALTO
Sonseca	39° 39' 15" N, 3° 55' 0" W	765 m.	Saprolito Granítico
S. M. Montalban.	39° 45' 30" N, 4° 28' 40" W	685 m.	" "
Villarejo	40° 9' 30" N, 3° 17' 40" W	794 m.	Caliza Terciaria

(*) Long. segun el meridiano de Greenwich.

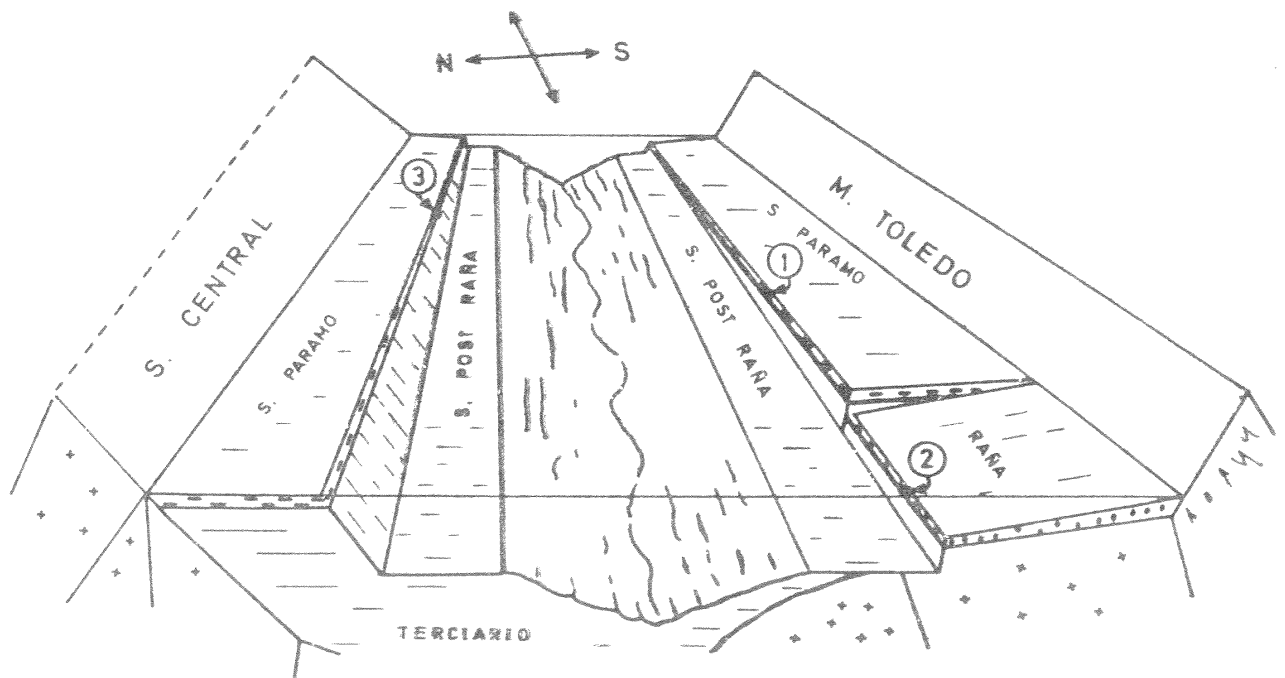


Fig. 1

① ② ③ Localizacion de los perfiles estudiados

Como la Raña se encaja en la superficie Páramo a medida que se aleja de las sierras, el perfil de S. Martín de Montalbán se ha llevado a cabo con objeto de estudiar mineralógicamente los materiales que aparecen por debajo de la superficie de la Raña y hacer las comparaciones correspondientes.

DESCRIPCION DE LOS PERFILES

Perfil de la Sonseca (Fig. 2).

- a) Saprolito granítico con enrejado de grietas rellenas de carbonato secundario.
- b) Restos de caliza con fuertes rasgos de hidromorfismo.
- c) y d) forman un ciclotema inferior. Su parte más baja c) presenta facies de canal con cantos y bloques rodados y subanguloso, cemento carbonatado blando que hacia arriba pasa progresivamente a una costra brechoide d) de color rojo de tipo laminar muy dura. En las partes más bajas este cemento es de aspecto pulverulento de tonos rojos, verdes y con zonas de separación

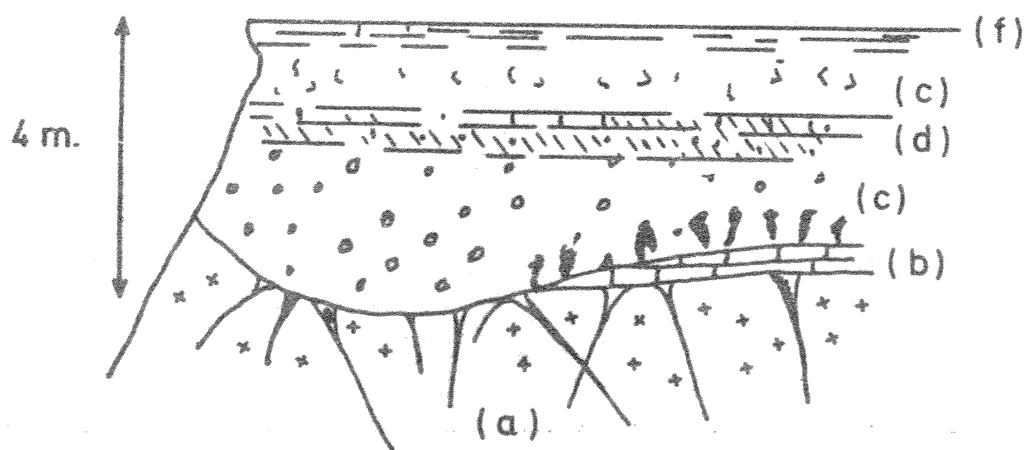


Fig. 2

CARBONATOS Y ALTERACIONES BAJO EL PLIOCENO

de arcillas con rasgos hidromorfos (marmorizations de Freytet, 1.973) e) y f) constituyen el conjunto de ciclotemas superiores siendo la parte inferior carbonatobl_{an}do e) y su parte superior f) una croûte zonaire de una potencia de 0'3 m.

Perfil de S. Martin de Montalban (Fig. 3).

Solo se distinguen dos entidades sedimentarias en campo.

- a) Material detrítico con cemento carbonatado. Zona de concentración de arcillas de tonos verdes en grietas y procesos de marmorization. En la parte superior presencia de estructuras edáficas, confirmadas posteriormente por el microscopio.
- b) Nuevo material con mayor contenido en detríticos, (Cuarzitas fundamentalm) con una base enriquecida en carbonatos. Hacia arriba se pasa a la Raña, no carbonatada.

No se ha podido estudiar el paso entre este perfil y el saprolito granítico que aparece a unos 6 m. por debajo.

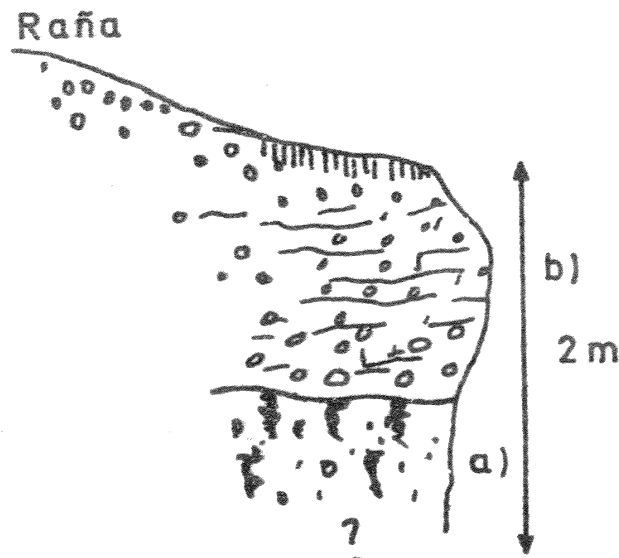


Fig. 3

Perfil de Villarejo de Salvanes (Fig. 4).

- a) caliza mio-pliocena. Hacia abajo es dura, color huso con algunos huecos tapizados de cristales de cal - cita 1 mm. Hacia arriba se hace deleznable, colores amarillentos, terrosa al tacto, incluso se deshace en agregados y nodules con recristalizaciones y zonas de acumulación de arcillas rojas.
- b) y c) forman el primer grupo de ciclotemas. b) Material complejo con niveles de concentración de arcilla rojas y otras de carbonato. En la base frecuentes fragmentos de caliza alterada. c) Costra brechoide de color rojo idéntica a la descrita en el perfil de Sonseca.
- d) y e) forman el grupo de ciclotemas superior también idéntico a su homologo del perfil de Sonseca.

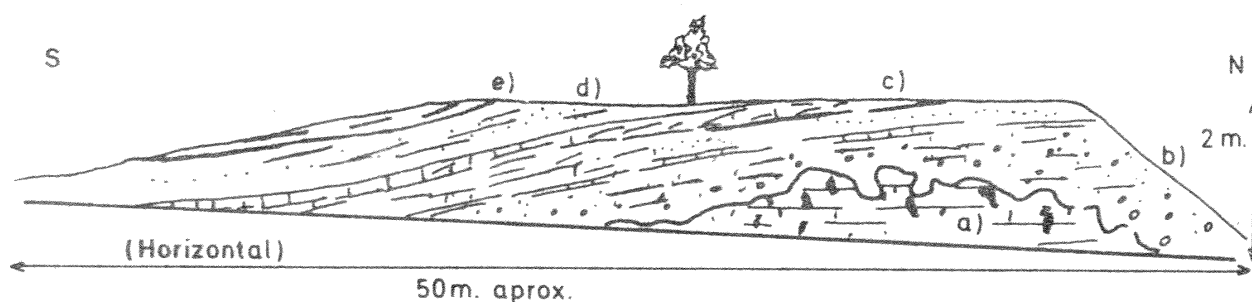


Fig. 4

ESTUDIO MICROMORFOLOGICO DE LA ALTERACION DE LA CALIZA.

Hemos podido distinguir dos tipos de alteración segun que el material presente o no rasgos de hidromorfismo

1. - En condiciones de hidromorfismo :

La alteración parece haber comenzado por las zonas de union de varios cristales primarios (Fig. 5, 1) los cuales se separan entre si (Fig. 5, 2). La presencia de

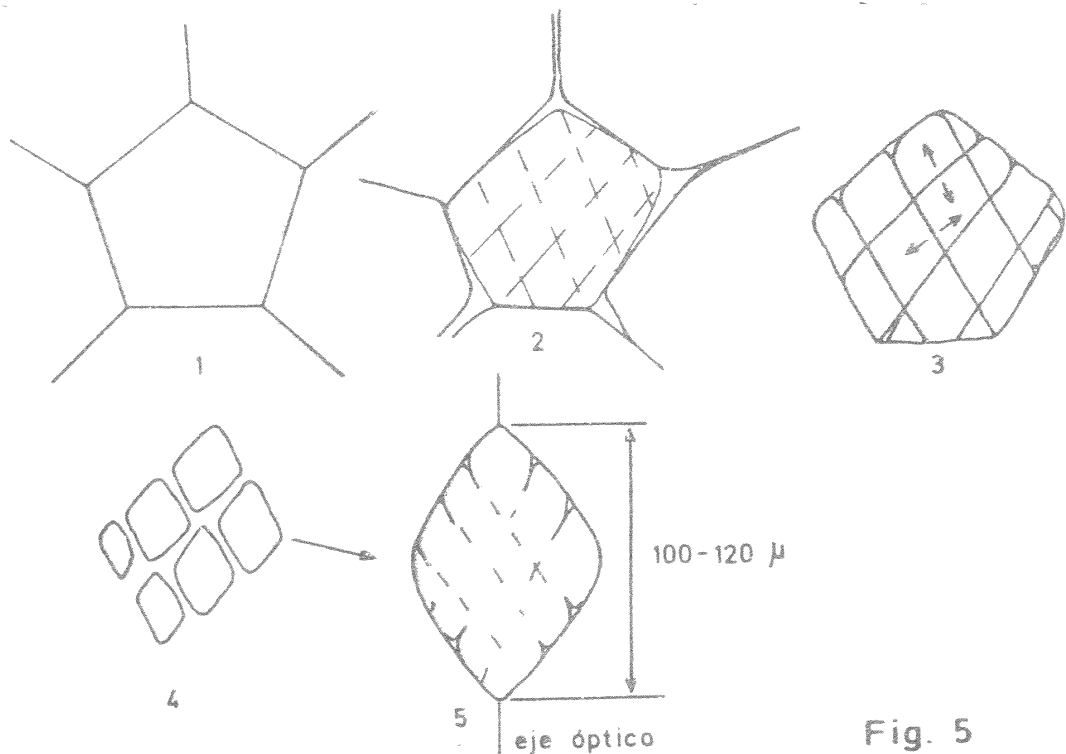
CARBONATOS Y ALTERACIONES BAJO EL PLIOCENO

arcillas facilita el proceso (Birkeland, 1.974). Considerando un cristal primario aislado, este se disgrega siguiendo planos de exfoliación (clivaje) de distribución romboedrica (Fig. 5,3). Al final los cristales obtenidos tienen hábito romboidal con su eje óptico en una de las diagonales (Fig. 5,4).

El proceso parece continuar pues los cristales romboidales pueden presentar sus bordes alterados según nuevos planos de exfoliación (Fig. 5,5).

Una vez estos cristales sueltos funcionan como clastos que pueden ser transportados, disueltos o cementados por nuevos aportes de carbonatos. (microf. 1).

En el perfil de Villarejo se aprecia que ha existido al mismo tiempo o inmediatamente despues de la alteración hidromorfa una fuerte movilización de Fe amorfo



que ha rellenado los huecos que presentaba la caliza, (microf. 2).

En el perfil de Sonseca los cristales romboidales constituyen el cemento fundamental de la base del ciclo-tema inferior así como gran parte de la costra brechoi- de roja, pero aquí suelen aparecer soldados por procesos de recristalización.

2. - En medios drenados :

La alteración comienza por los planos de unión de los cristales primarios como en el caso anterior, pero aquí no hay separación de cristales sino "acanalamiento" por disolución (Fig. 6, a); se producen canales conver- gentes en otros de mayor importancia con un cierto contenido en Terra Rossa. El resultado final es la forma- ción de una "topografía de corrosión" (Fig. 6, b) que se destaca en nfcoles cruzados.

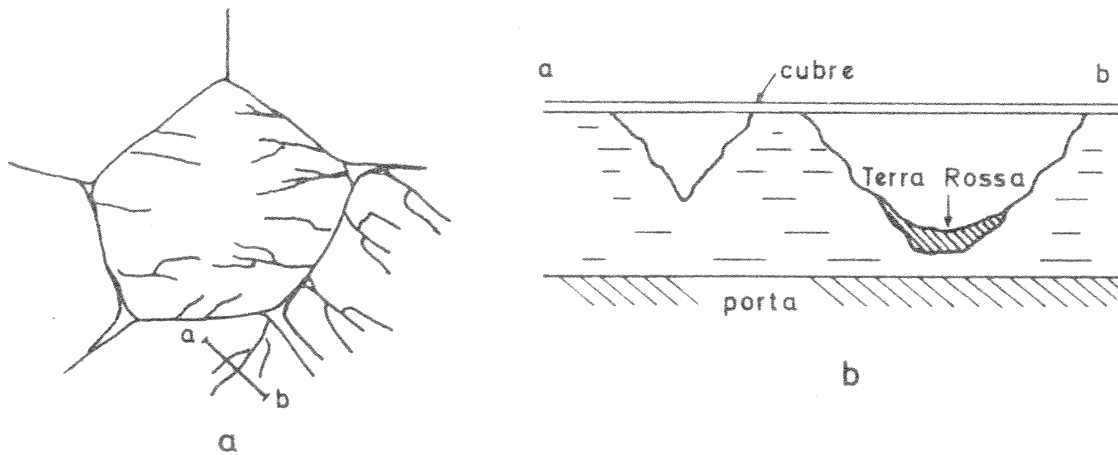


Fig. 6

EL PROCESO DE RECRISTALIZACION

Dada una topografía en la que se establece un ca- ñal de desagüe podemos distinguir : una zona freática y una zona vadosa (Fig. 7 a y b respectivamente).

La separación entre a y b es gradual y varía a lo

largo del tiempo en función de las precipitaciones, textura del suelo etc. .

En la zona freática y para un medio rico en carbonatos pueden aparecer cristales 90μ rellinando huecos y presentando una distribución en mosaico, mientras que en la zona vadosa los cristales suelen ser de tamaño reducido, $< 60 \mu$. (Land, 1.970).



Fig. 7

Si ese ciclotema es posteriormente cubierto por otro más reciente, la antigua zona vadosa puede pasar a ser una nueva zona freática en donde se puede producir un nuevo proceso de precipitación de carbonato o de disolución según la Presión parcial P_{CO_2} en agua. Se origina así un proceso de disolución y/o recristalización que se repite en el tiempo en función de la evolución morfológica de la región (Fig. 8).

La recristalización es un hecho muy frecuente en las costras rojas brechoides señaladas anteriormente, mientras que no se encuentra en las crôûtes zonaires superiores pues a partir de ellas los procesos morfológicos han bajado los niveles freáticos.

Los procesos de recristalización originan:

1. - Enmascaramiento de estructuras primarias
2. - Separación del material detrítico (arcillas) y químico (carbonato). Los procesos de sedimentación pueden mezclarlos; los de recristalización los separan. Los cristales de recristalización son más limpios que el material original.

Por el contrario las croûtes zonaires superiores conservan la estructura de micro-ciclotema descrito por Freytet (1.965) y en ellas se pueden encontrar estructuras de algas de tipo :



Logan et al. (1.964).

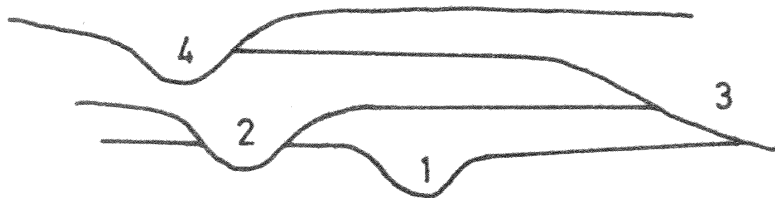


Fig. 8

ESTUDIO MICROMORFOLOGICO DE LA COSTRA BRECHOIDE ROJA .-

Nos revela que la evolución de esta ha sido compleja y los rasgos que se describen se encuentran repetidos en los perfiles de Sonseca y Villarejo. (microf. 4)

En la fig. 9 los rasgos que presentan una numeración inferior a 6 son anteriores a la formación de la costra brechoide; los siguientes son posteriores.

Anteriormente a su formación se originó la Terra Rossa (4) y los ferriargilanes (5) la primera presenta una asepic → insepic pl. fabr. muy mal desarrollada y un gran contenido en opacos de 4-8 . (posiblemente oxidos de hierro). Los ferri-argilanes ofrecen una fuerte orientación de arcillas y se presentan limpios de tales impurezas.

La insepic pl. fabr. de la Terra Rossa es debida

CARBONATOS Y ALTERACIONES BAJO EL PLIOCENO

posiblemente a un apilamiento de los cristales de arcilla en domains (Burnham, 1.970).

Según Taylor et al (1.972) p. 108: It seems possible that clay are initially flocculated as brush-heaps. With slow draying, however, the floccules tend to orient and the individual particles are pulled so close to each other that they stick together by internal forces of attraction.

- 1.- Fragmentos de cuarzos cuarcitas, saprolito, etc.
- 2.- Fragmentos de calizas más o menos alteradas.
- 3.- Cristales romboidales de carbonato.
- 4.- Papulas de Terra Rossa.
- 5.- Papulas de ferriargilanes.
- 6.- Plasma calizo complejo con varios procesos evolutivos.
- 7.- Huecos de retracción (birdeyes) con recristalizaciones posteriores.
- 8.- Illuviación de arcilla roja (ferri-argilanes recientes).
- 9.- Nuevas recristalizaciones,
- 10.- Agujas de Lublinita.

Las papulas de Terra Rossa aparecen englobadas en un plasma calizo micritico, (microf. 5) a veces rodeadas de cristales de neoformación. Su génesis es anterior pues a la de la costra brechoide y posterior a la caliza miopliocena; es decir de edad anterior a los 3,2 millones de años y, a su vez, anterior a La Raña.

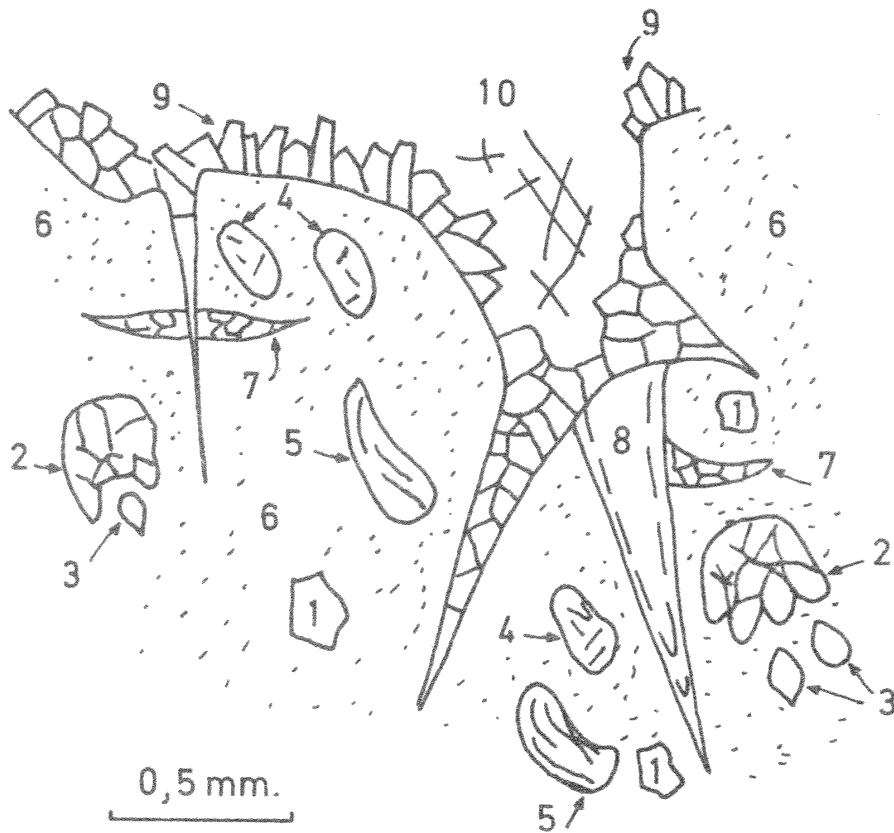


Fig. 9

ANALISIS MINERALOGICO DE LA FRACCION ARENA

Los resultados obtenidos en el análisis mineralógico de la fracción pesada de la arena en el tamaño de grano comprendido entre 0,5 y 0,05 mm. son los siguientes :

CARBONATOS Y ALTERACIONES BAJO EL PLIOCENO

ANÁLISIS MINERALÓGICO

MUESTRAS	Opacos naturales	Opacos de alteración	PORCENTAJE DE MINERALES DENSOS TRANSPARENTES ENTRE SI																		
			Turmalina	Circón	Granata	Rutilo	Anatasa	Broquita	Titanita	Estaurrolita	Distena	Andalucita	Sillmatita	Epidota	Anfiboles	Piroxenos	Micas	Cloritas	Apatito	Sulfatos	Alteritas
SONSECA																					
Ciclotema sup.	49	57	5	29	5	5	-	1	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Costra caliza dura	68	36	13	28	24	5	-	1	2	8	-	7	-	9	1	-	1	-	1	27	
Encostramiento blando	25	28	4	12	2	4	-	-	-	-	-	2	-	1	2	-	-	-	5	1	-
Caliza muy alterada	50	22	2	15	6	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	1	-	63	11	7
Granito alterado	15	2	11	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	47	-	40	-	1
			no se ha podido hallar %																		
SAN MARTIN DE MONTALBAN																					
Sedimentos por	0,2	57	46	22	34	-	2	2	6	-	1	-	25	-	8	-	-	-	-	-	1
	0,5	14	41	1	9	-	-	-	14	-	-	-	1	-	-	-	2	-	73	-	5
	1,5	7	6	89	4	1	-	-	-	-	-	4	-	1	-	-	1	-	-	-	2
Sedimento inf.	47	48	25	23	8	5	-	5	-	2	-	10	-	6	-	-	12	-	4	-	37
VILLAREJO DE SALVANES																					
Ciclotema sup.	23	96	58	12	3	4	-	3	-	13	2	1	-	1	1	-	1	-	1	-	19
Costra brechoide	28	63	37	21	7	3	1	3	-	21	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	11
Base Ciclotema inferior	26	46	33	16	6	-	-	3	-	37	1	-	2	-	-	-	-	-	-	-	5

Las series paleozoicas de los Montes de Toledo pueden originar los aportes de circón, turmalina y rutilo (Bouyx 1.969). Por otro lado J. Benayas et al. (1.960) definen la provincia petrográfica de Toledo, la cual se caracteriza por: Turmalina (13 ‰), Circón (35 ‰), Granate (21 ‰) y Andalucita (28 ‰).

Por el contrario la estaurolita esta practicamente ausente (3‰), siendo por otra parte, típica del Terciario de la zona norte de la cuenca (Alcarría, Torrelaguna ect.).

El apatito se presenta como mineral típico del basamento cristalino de la zona estudiada.

Comparando los resultados mineralógicos obtenidos en el estudio de estos perfiles y teniendo en cuenta lo expuesto anteriormente, se deduce que los minerales indicadores son: el apatito, la andalucita y la estaurolita.

De estas comparaciones y aunque los datos no son suficientes se pueden adelantar algunas interpretaciones generales aunque con ciertas reservas en espera de más datos.

1. - Los materiales carbonatados que se localizan sobre el basamento cristalino al N. de los Montes de Toledo son independientes de la alteración de ese basamento al cual fosilizan.

2. - Debe considerarse la posibilidad de que dichos carbonatos sean debidos :

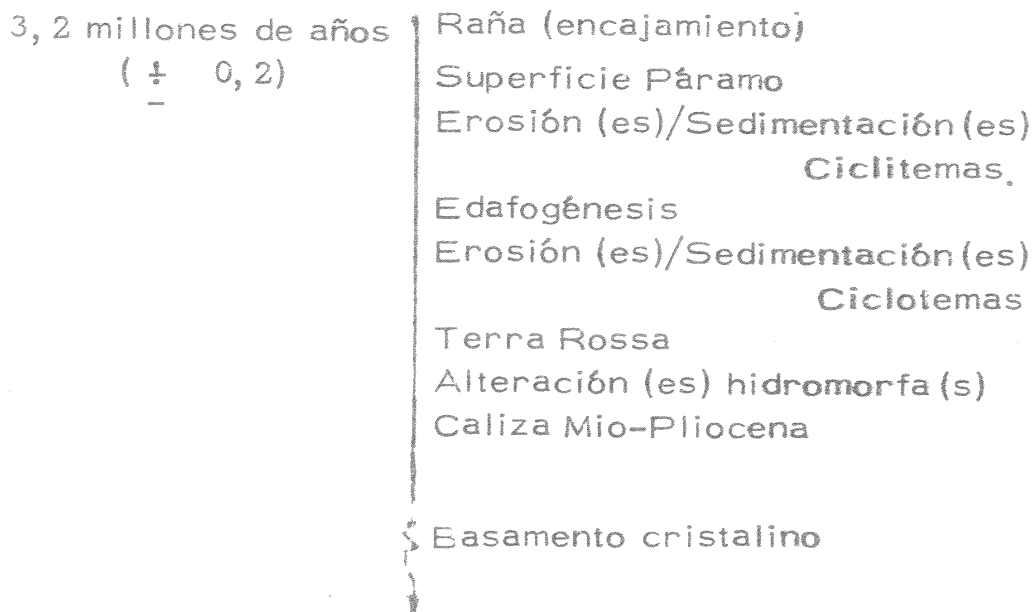
a) a la destrucción de calizas mio-pliocenas que cubrían el macizo cristalino.

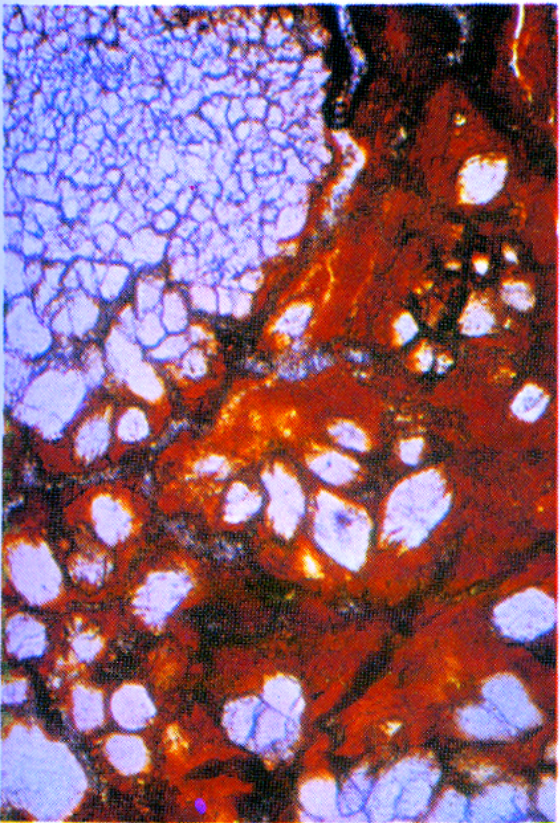
b) que los ciclotemas posteriores llevaban mezcla de materiales de ambos lados de la cuenca del Tajo, lo que equivale a suponer una superficie "paramo" muy generalizada cuyo drenaje se efectuaba hacia el S. y/o SW.

Omitimos los resultados obtenidos en el estudio de la fracción ligera de la arena por no aportar ningun dato que ayude a interpretar las costras calizas objeto del trabajo.

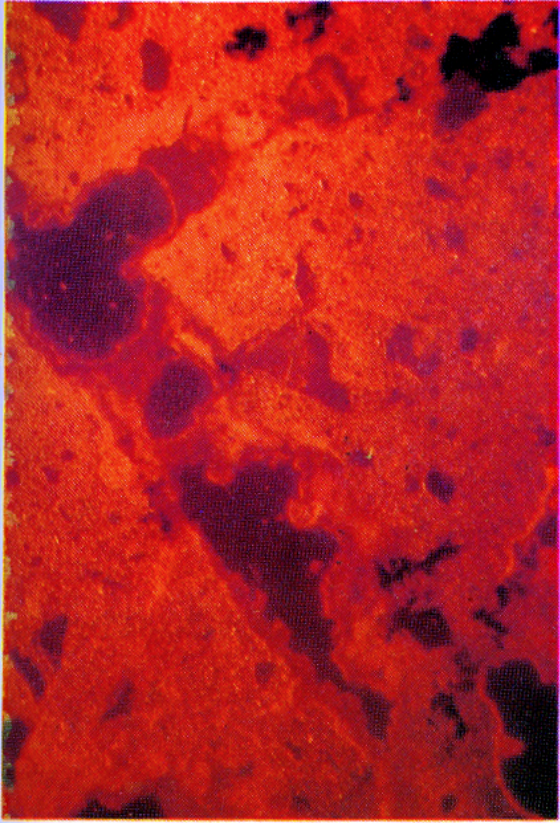
CONCLUSIONES

1. - Parece haber existido uno o varios procesos de hidromorfismo bastante generalizados de edad inmediatamente anterior a la aparición de la Terra Rossa, la cual es anterior a las acumulaciones de carbonato.
2. - En condiciones de hidromorfismo, la caliza origina una serie de cristales romboidales simples de tamaños variables, que una vez sueltos pueden comportarse como material clástico.
3. - Gran parte de las acumulaciones de carbonato que se localizan en las zonas altas de los llanos de la Meseta Castellana y que reciben el nombre de "costras" s. l. son conjuntos de ciclotemas sedimento-pedogenéticos en el sentido definido por Freydet (1.964, 1.955).
4. - Estas acumulaciones se desarrollaron sobre una superficie generalizada y probablemente inclinada ya hacía el SW. la cual ha sido eliminada en parte por procesos morfológicos posteriores.
5. - Los estudios micromorfológicos nos permiten establecer una aproximación en los procesos evolutivos de las acumulaciones de carbonatos.
6. - A nivel regional la evolución edafo-morfológica en el Plioceno parece haber sido:

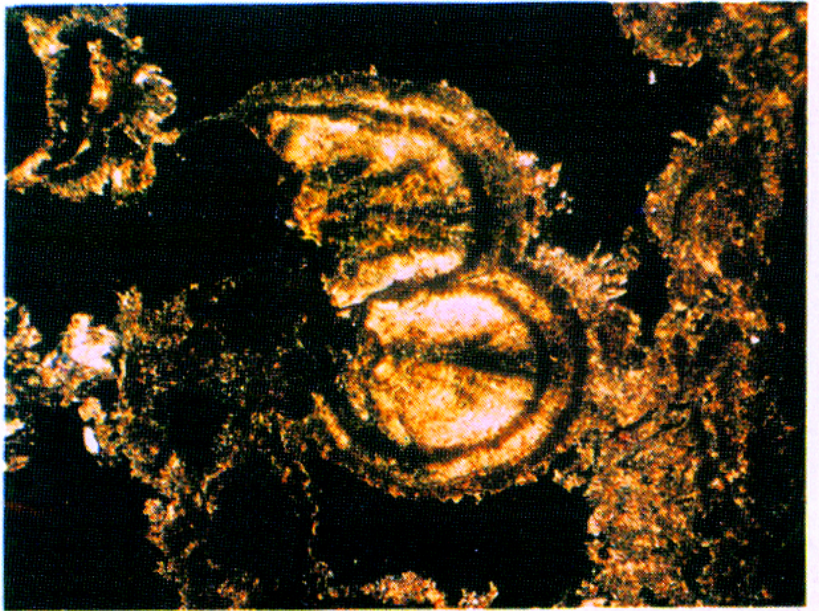




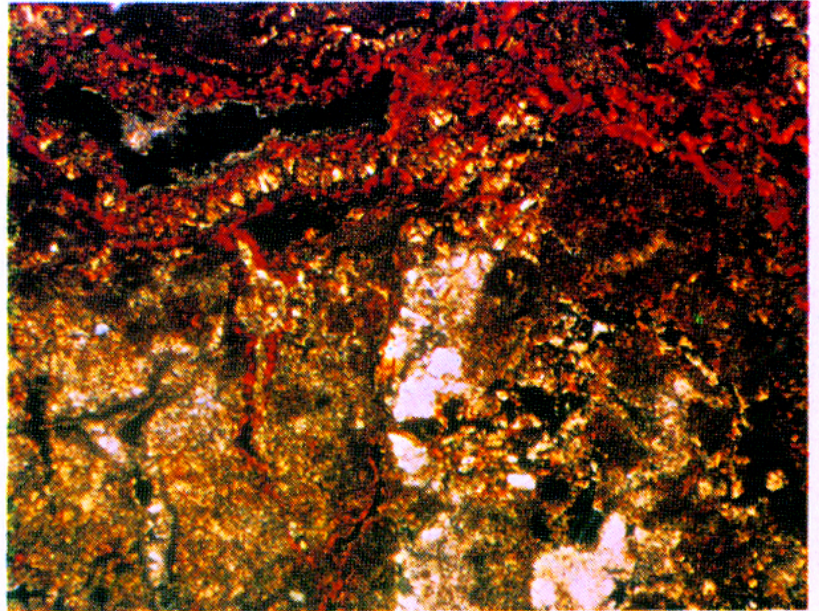
1



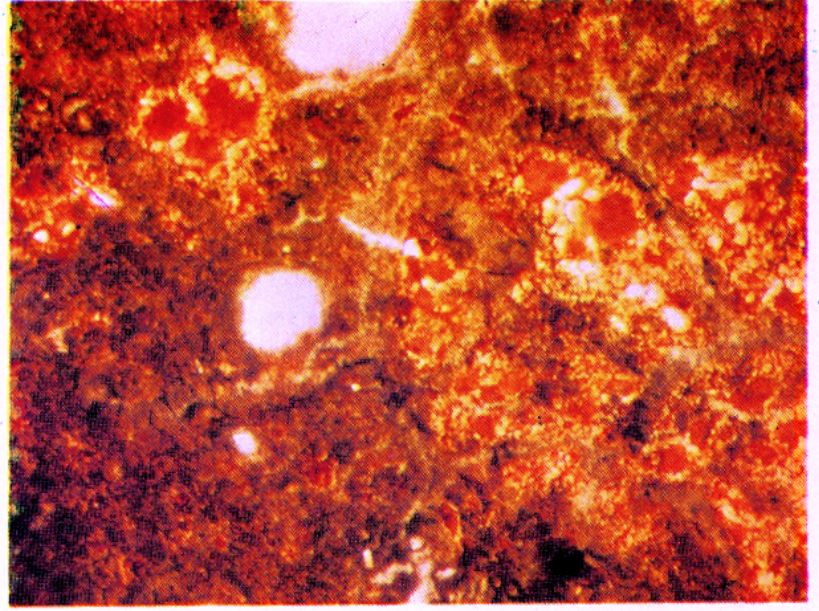
2



3



4



5

MICROFOTOGRAFIAS

1. - Parte inferior del 1er ciclo del perfil de Sonseca. Luz incidente. (360 X).
2. - Concentración de hierro en los huecos de la caliza. Perfil de Villarejo de Salvanes. Luz reflejada (135 X).
3. - Estructuras en costras zonales. Proximidades del perfil de Sonseca. Nícoles † (135 X).
4. - Costra brechoide roja del perfil de Sonseca. Nícoles † (90 X).
5. - Costra brechoide roja. Perfil de Sonseca. (90 X).

SUMMARY

This paper deals with the evolutive processes developed in materials laying under the pliocene surface on - both sides of the Tajo valley. Micromorphological and mineralogical techniques have been used in this work.

At the same time, a possible relationship has been established among these materials and those that appear just below the Raña ls surface in Montes de Toledo.

Because of these studies, it seems possible to assume the existence of a simetry in accumulation and weathering processes in both sides of river valley, and to support a sedimentary origin for these accumulations.

Because of morphological, chronological and paleontological data, a lower to middle Pliocene age is attributed to these processes.

CARBONATOS Y ALTERACIONES BAJO EL PLIOCENO

BIBLIOGRAFIA

- AGUIRRE, E.; DIAZ, M. y PEREZ GONZALEZ, A. 1.976. Datos paleontológicos y fases tectónicas en el Neogenode la Meseta Sur Española. Trabajos sobre Neogeno-Cuaternario 5. p. 7-29.
- BENAYAS, J.; PEREZ MATEOS, J. y RIBA, O. Asociaciones de minerales pesados en los sedimentos de la cuenca del Tajo. An. Edaf. y Agrob. 19, 11p. 635-670.
- BIRKELAND, P. W. 1.974. Pedology, Weathering and Geomorphological research. Oxford University Press p. 285.
- BOUYX, E. 1.969. Les formations anteordoviciennes de la province de Ciudad Real (Espagne Meridional). Thèse Fac. Sci. p. 410. Paris
- BURNHAM, C. P. 1.970. The micromorphology of argillaceous sediments : particularly calcareous clays and siltstones. Agriculture Research Couns. Soil Survey. Tech. Monogr. 2. p. 83-95.
- DOURAND, J. H. 1.963. Les croûtes calcaires et gypseuses en Algerie : formation et âge. Bull. Soc. Geol. de France. 5. p. 959-968.
- FREYTET, P. 1.964. Le Vitrollien des Corbières orientales: reflexions sur la sedimentation "lacustre" nord-pyrénéenne; divagation fluviale, biorhexistase, pédogenèse. Revue Geogr. Phy. et Geol. Dyn. 6. 3. p. 179-199.
- FREYTET, P. 1.965. Sédimentation microcyclothemique avec croûtes zonaires à algues dans le calcaire de Beauce de Chauffour E trechy (Seine et Oise). Bull. Soc. Geol de France. 7. p. 309-313.

- FREYTET, P. 1. 1973. Petrography and paleo-environment of continental carbonates deposits with particular reference to the Upper Cretaceous and Lower Eocene of Languedoc (S. France). Sedimentary Geology. 10, p. 25-60.
- GUERRA, A. y colaboradores 1. 1972. Los suelos rojos en España. Dep. de Suelos. Insto. de Edaf. y Biol. Veg. (C.S.I.C.) p. 253. Madrid.
- JONGERIUS, A. and HEINTZBERGER, 1. 1975. Methods in soil micromorphology. A technique for the preparation of large thin sections. Soil Survey Papers. 10, p. 48. (Wageningen).
- LAND, L.S. 1. 1970. Freatic versus vadose meteoric diagenesis in limestones: evidence from a fossil water table. Sedimentology. 14. p. 175-185.
- LOGAN, B.W.; REZAK, R. and GINSBURG, R.N. 1. 1964. Classification and environmental significance of algal stromatolites. Jour. of Geology. 72. p. 68-83.
- MOLINA, E. 1. 1975. Estudio del Terciario Superior y del Cuaternario del Campo de Calatrava (Ciudad Real). Trabajos sobre Neogeno-Cuaternario 3. p. 106.
- PEREZ MATEOS, J. 1. 1965. Análisis mineralógico de arenas. Métodos de estudio. Manuales Ciencia Actual. nº 1. C.S.I.C. p. 265. Madrid.
- TAYLOR, S.A. and ASHCROFT, G.L. 1. 1972. Physical Edaphology. W.H. Freeman and Company p. 533.
- VAUDOUR, J. 1. 1975. Encroûtements, croûtes et carapaces calcaires dans la region de Madrid. Mediterrannée. 2, p. 39-60.