

ALTERACION RELICTA Y MORFOGENESIS DEL MACIZO CRISTALINO DE TOLEDO

E. MOLINA*

RESUMEN.— El presente trabajo trata de los procesos morfológicos que se han sucedido durante el Plioceno en el macizo cristalino de Toledo, estableciéndose una aproximación en su cronología absoluta.

Por otra parte se destaca la existencia de una alteración sobre el basamento de la región, con profundidades mayores de 30 m, destacándose la importancia que ha tenido en la evolución morfológica de esta zona de la cuenca del Tajo.

SUMMARY.— This paper deals with the morphogenetic processes that took place during the Pliocene period in the massif of Toledo, with an attempt to its absolute ages.

By the other hand, the existence of a weathered zone on the basement has been pointed out. This wathered zone, deeper than 30 m, is a general event in the basin of Tajo and has plaied an important role in the morphological evolution of the region.

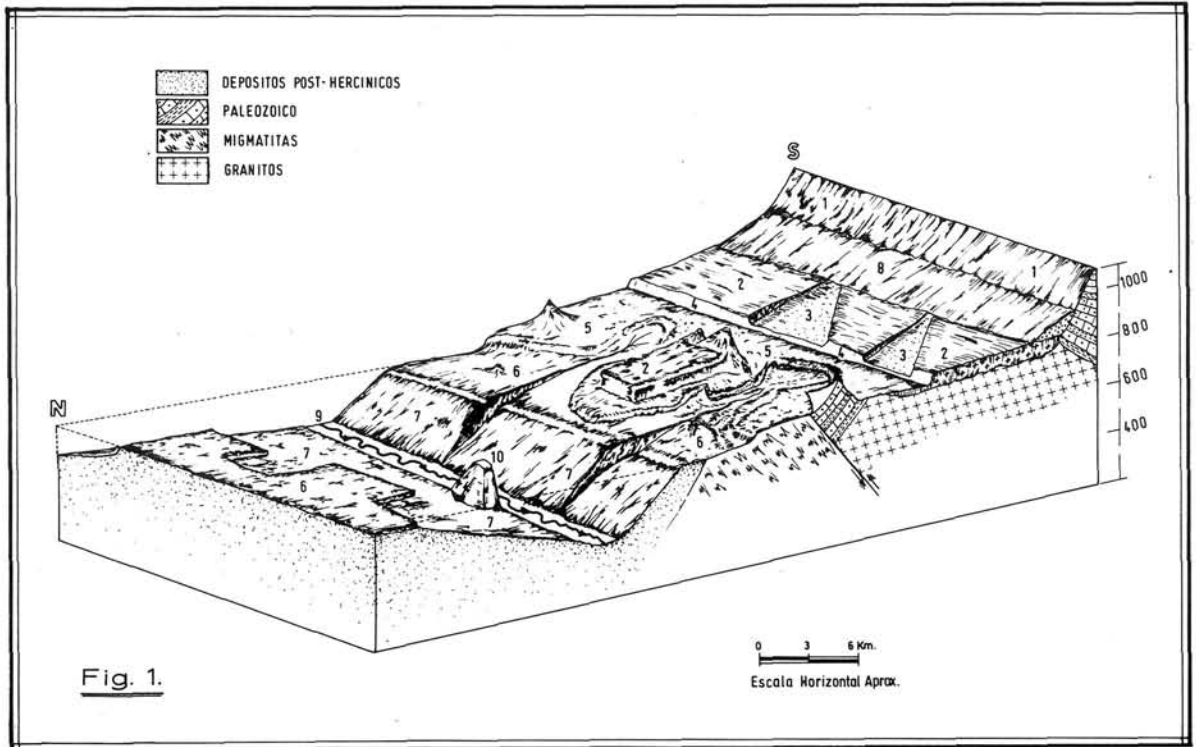
I N T R O D U C C I O N

El presente trabajo tiene por objeto: 1) establecer una correspondencia entre los procesos morfogénéticos que aparecen en la zona y sus edades correspondientes; 2) el señalar la importancia de una alteración relictas que aparece sobre dicho basamento y por debajo de los recubrimientos sedimentarios recientes.

Aunque el área estudiada ha sido fundamentalmente la zona del anticlinorio de Sonseca (APARICIO, 1971) —coordenadas: 39°30' - 40°00'N, 0°10'W (meridiano de Madrid)— hemos realizado gran número de observaciones tanto al W. como al S. de la zona, por lo que algunas referencias se señalarán fuera de esta región.

Desde un punto de vista morfológico, la bibliografía consultada, y que nos ha servido de base en nuestras observaciones, incluye entre otros los trabajos de GOMEZ DE LLARENA, 1916, 1923; ROYO GOMEZ, 1926; VIDAL BOX, 1944; ALIA, 1944, 1945; APARICIO (o.c.); MUÑOZ, 1974 y VOUDOUR, 1974 y el resumen de su tesis doctoral (1977).

* Departamento de Geodinámica Externa. Universidad de Salamanca.

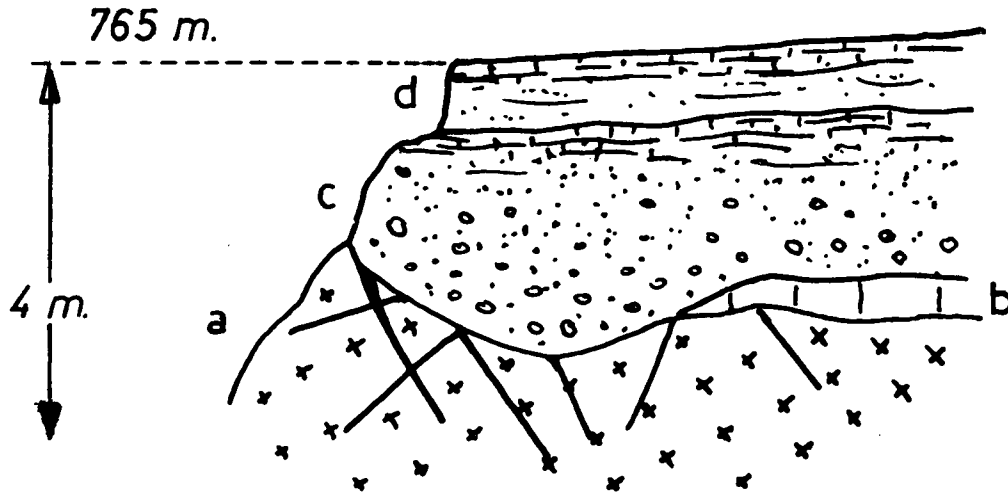


ESQUEMA MORFOLOGICO ACTUAL DEL MACIZO CRISTALINO DE TOLEDO

De la bibliografía consultada y de nuestras propias observaciones hemos deducido el bloque esquemático de la *Fig. 1* en el que se distinguen las entidades morfológicas que se describen a continuación, de más antiguas a más recientes:

1. *Frente N. de los Montes de Toledo*: Series paleozoicas fundamentalmente ordovícicas.
2. *Restos de rampas pliocenas*: Descienden suavemente desde los 800 m. en la base de los Montes de Toledo (Sierra de Los Yébenes), o bien desde los montes islas (Sierra de Layos) hasta los 675 m. aproximadamente (NE, de Nambroca p. ej.). Presentan una pendiente hacia el N de un 5-6 ‰ y la erosión posterior las ha dejado colgadas formando mesetas de tonos claros que destacan unos 30 m. sobre la topografía general del conjunto cristalino. Un hecho fundamental y que identifica a estas rampas es que todas ellas fosilizan una alteración profunda del basamento.

La secuencia estratigráfica que aparece bajo la superficie de dichas rampas la encontramos bien representada en el km 99 de la



carretera Toledo-Ciudad Real, entre Sonseca y Orgaz. Descrita de muro a techo es la siguiente *Fig. 2*.

a) Saprolito granítico con enrejado de carbonataciones secundarias.

b) Restos de caliza de facies páramo con abundantes rasgos de hidromorfismo. (Esta caliza, mejor conservada, se encuentra entre Mora y Manzaneque).

c) Paleocanales rellenos con cantos y bloques rodados de cuarcitas, cuarzos, pizarras, granito, etc., todo ello cementado por una matriz carbonatada blanco y/o rojiza según zonas. Hacia arriba se pasa progresivamente a costra caliza brechoide roja con inclusiones abundantes de Terra Rossa alóctona. Es el primer grupo de ciclotemas sedimentarios.

d) Nuevo conjunto de ciclotemas sedimento-edafo genéticos en el sentido descrito por FREYTET (1964, 1965) terminando en costra zonal calcárea.

La potencia total de a + b + c + d es muy variable, pudiendo sobrepasar los 8 m en algunas zonas.

3. *Formaciones de Raña*: Desarrolladas hacia el W., su cabecera coincide aproximadamente con la de las rampas piocenas, pero hacia abajo se encajan en ellas con una pendiente de un 7-8 ‰. Por esta razón encontramos la zona de alteración y los ciclotemas carbonatados por debajo de esta formación.

A medida que nos desplazamos hacia el W. y nos alejamos de las sierras, la Raña decapita a los materiales detríticos carbonata-

dos, penetrando directamente en la zona de alteración sin llegar en ningún caso a eliminarla totalmente.

Dentro de los ciclotemas y bajo la Raña se localizan restos de suelos fósiles, todos ellos con intensos rasgos de hidromorfismo.

4. *Rotura morfológica de las rampas pliocenas:* Cuando la erosión destruye la cobertera detrítico-calcárea de las rampas pliocenas, éstas son eliminadas dejando al descubierto una morfología en bolos de granito por barrido del saprolito superior.
5. *Area de bolos graníticos:* Siempre aparece por debajo de las rampas pliocenas. En sí misma no es una superficie morfológica sino la consecuencia de la eliminación del saprolito que cubría a estos bolos.

Se distinguen dos partes:





- a) Una localizada al S. de los montes islas (sierras de Layos, Nambroca, etc.) con cierta abundancia de saprolito *in situ*.
 - b) Otra localizada al N. de los montes islas en donde el saprolito ha desaparecido y la morfología en bolos es más acusada.
6. *Superficie penetrativa de Bargas-Olías:* Señalada ya por ALIA (1945), penetra en forma de digitaciones por los valles de los arroyos que descienden al Tajo. Sobre el macizo cristalino se localiza hacia los 640 m. y se caracteriza por una costra caliza, pulverulenta hacia abajo y zonal o en *dalle* o losa hacia arriba. Al otro lado del Tajo esta superficie se localiza hacia los 628 m. inclinándose suavemente hacia el W. de modo que al NE. de Talavera se encuentra hacia los 612 m.

Según PEREZ GONZALEZ (comunicación verbal) la zona de bolos correspondería a un nivel de sustitución de las rampas pliocenas y de la Raña a esta nueva superficie.

7. *Zona de localización de Terrazas:* Según VOUDOUR (1977) la primera terraza del Tajo se localiza a + 130 m. del río aguas abajo de Toledo, lo que lleva consigo un desnivel de unos 60 m. entre dicha terraza y la superficie de Bargas-Olías.
8. *Localización de glacis de «versant» cuaternarios.*
9. *Llanura aluvial.*
10. *Localización de Toledo.*

CRONOLOGIA DE LOS PROCESOS MORFOGENETICOS

En un trabajo recientemente presentado en el *V Internacional Working Meeting on Soil Micromorphology. Granada 1977* por MOLINA *et al.* (1978), se establece una aproximación en la cronología absoluta de los procesos morfogénéticos y edáficos de la Meseta meridional. Esta cronología ha sido elaborada a partir de las edades determinadas por J. VAN COUVERENG en rocas volcánicas de Campo de Calatrava y que aparecen publicadas en AGUIRRE *et al.* (1976). Dicha cronología, referida al macizo cristalino de Toledo, es la siguiente:

EDAD en m. de a.	PROCESOS MORFOLOGICOS, ESTRATIGRAFICOS Y DE ALTERACIONES	TECTONICA
	Terrazas	
	Superficie Bargas-Olias (625-630 m.).	
	Desmantelamiento alteración: aparición bollos en superficie	
3,2 ± 0,2	Encajamiento: deposición Raña	
	2º Grupo de Ciclotemas	
	Edafización (es)	
	1º Grupo de Ciclotemas	
	Terra Tossa	
	Hidromorfismo (s)	
	?	
	Calizas Mio-Pliocenas	
	?	
	Alteración del Basamento	

LA ALTERACION RELICTA SOBRE EL BASAMENTO. ALGUNAS OBSERVACIONES MICROSCOPICAS

La alteración que afecta al basamento puede sobrepasar los 30 m. de profundidad cuando se encuentra bien conservada. La parte superior es un saprolito deleznable, que hacia abajo pasa progresivamente a estructuras en escamas o placas arqueadas que rodean a bolos de granito más frescos.*

El estudio micromorfológico de algunos perfiles de alteración que aparecen en la zona bajo la Raña (prox. de Navahermosa p. ej.) nos muestra que la alteración afecta incluso a los granos de cuarzo en las zonas profundas del perfil, presentándose corroidos y perforados, hecho que ha sido señalado por algunos autores en perfiles de alteración tropical (DUCHAUFOR, 1970).

Los feldespatos, o han desaparecido dejando el hueco del mineral primario (*minphantosepic plasmic fabric*), o bien el hueco está relleno de sericita.

Las biotitas han dejado como huellas de su existencia el Fe no movilizado (más o menos amorfo) y otros minerales secundarios, posiblemente de Ti. En estadios de menor alteración los planos de clivaje de las biotitas aparecen descoloridos, produciéndose concentraciones de Fe (y Mn) en ciertas áreas de aguas móviles, como son descritas por SEDDOH et al. (1975).

Las moscovitas presentan una alteración que comienza por su bordes y zonas de rotura, manifestándose por los colores anormales de polarización.

A medida que ascendemos en el perfil de alteración en muestras tomadas en el saprolito, se observa una gran movilización de material que ha relleno los huecos existentes entre los granos de la roca original aún conservados. Ópticamente se comporta con una gradación desde zonas totalmente isotropas a otras con fuerte birrefringencia. Bajo la luz reflejada presenta un color blanco lechoso. Los estudios por medio de E.D.X.R.A. (BISDOM et al. 1975) nos han mostrado que se trata de un amontonamiento del producto de la hidrólisis del granito, fundamentalmente Si y Al con mayor o menor contenido en K, Fe, Ca, etc. En las zonas de acumulación de este material de alteración se originan minerales de neoformación.

Posteriormente a la alteración y sobre ella se ha establecido una acumulación de carbonato, el cual puede incluso englobar a los materiales ya alterados previamente. Este último proceso se ve tanto a nivel macroscópico (campo) como microscópico.

* Para una mejor información y descripción del proceso de génesis de bolos se remite al lector a E.B.A. BISDOM, 1967.

En los estudios de arcillas llevados a cabo en algunos perfiles de alteración se comprueba la existencia de micas, minerales del grupo de caolín y abundante presencia de montmorillonita, ya señalada por VAUDOUR (1977). Esta montmorillonita debe relacionarse: 1. con la dificultad de drenaje que ha tenido la zona en el Plioceno y probablemente en otras épocas anteriores del Terciario, y 2. a la abundancia de carbonato sobreimpuesto a la alteración relictas.

IMPLICACIONES MORFOGENÉTICAS DE LA ALTERACION

Esta alteración que ha sido señalada en el macizo cristalino de Toledo no es local sino general y a medida que nos desplazamos hacia el W. observamos que afecta a las diferentes formaciones geológicas del Macizo Hespérico.

Si el material que se altera es granítico se originan el saprolito y los bolos ya señalados. Si por el contrario el basamento alterado es de tipo pizarroso, se suelen encontrar corazas ferralíticas de varios tipos, siendo las de acumulación las más frecuentes, las cuales se apoyan sobre pedimentos fosilizándolos.

Es muy frecuente que la Raña y formaciones superficiales recientes cubran estas corazas y alteraciones muy ligeramente (caso de Navahermosa, sierra de Yébenes, etc.).

Esta alteración relictas origina en otras zonas una relativa abundancia de gibbsita, cuya génesis es inexplicable en procesos de alteración cuaternarios y es la base fundamental sobre la que se van a elaborar procesos morfológicos posteriores.

En recientes publicaciones (TORRENT *et al.* 1977) se destaca la importancia de la gibbsita en otros perfiles de alteración de la fosa del Tajo y en otras zonas de la Meseta sobre el Macizo Hespérico (SAAVEDRA *et al.* 1978).

La edad de esta alteración no ha sido posible hasta el momento establecerla con exactitud y además puede que no se trate de un sólo proceso de alteración sino de varios, pero por razones estratigráficas y a modo de interpolación podemos situarla (s) entre el final de la Orogenia Hercínica y la deposición del Cretácico medio-superior para esta región.

CONCLUSIONES

1°. En la fosa del Tajo, el Macizo Hespérico presenta una alteración relictas muy profunda que origina:

a) Corazas y zonas superficiales de concentración de Fe y Mn a partir de rocas madres de tipo pizarroso.

b) Areas de enriquecimiento de Gibbsita cuando la alteración se realiza sobre rocas cristalinas ácidas y con buen drenaje.

c) Una morfología basal de desmantelamiento de la alteración enmascarada por procesos morfogenéticos posteriores sobreimpuestos.

d) Esta alteración profunda es post-hercínica y pre-alpina, por lo que ha sido deformada tectónicamente por esta orogenia.

2°. La caliza de facies «páramo» ocupó una gran extensión sobre la alteración del macizo cristalino de Toledo. Posteriormente ha habido un proceso de hidromorfismo muy generalizado en la región.

3°. El drenaje de la zona de estudio ha sido bastante deficiente durante todo el Plioceno, hasta bien entrado el Cuaternario, lo que ha permitido la formación (o el mantenimiento) de arcillas de tipo montmorillonítico. El proceso de *bisialitisation* (TARDY, 1969) nos habla:

a) De un drenaje deficiente en donde existía además una abundancia de sílice en el medio procedente de la alteración relictas.

b) De procesos de fuerte evaporación en un medio más o menos encharcado y rico en bases.

Ambos procesos pueden localizarse en diferentes épocas, pero lo evidente es que llegaron incluso hasta el Plioceno medio.

4°. La Raña indica el comienzo de jerarquización del drenaje de la zona hacia la situación actual. Su génesis implica un drenaje deficiente por lo que es frecuente la presencia de rasgos de hidromorfismo en su base.

FOTO 1. Km. 99 carretera Toledo-Ciudad Real. En primer término restos de rampas pliocenas. Por debajo a la izquierda de la fotografía el área de bolos graníticos. Al fondo, hacia el N., el monte isla de Layos.

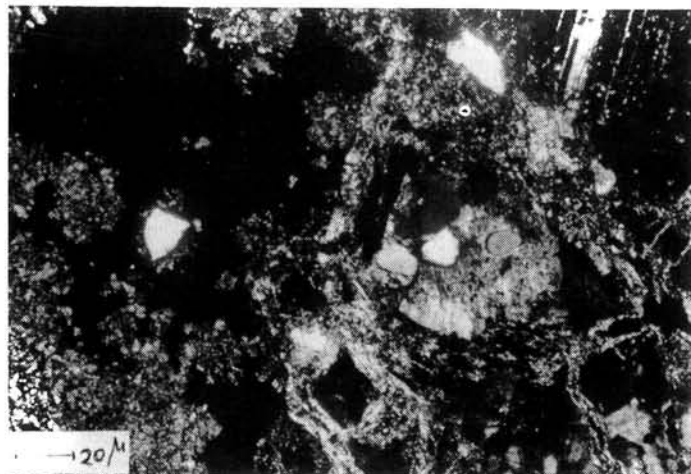
FOTO 2. Proximidades de S. Martín de Pusa. Parte inferior de un perfil sobre granito alterado y bajo la Raña. El carbonato (izquierda) aparece sobreimpuesto a la alteración (2 N.).

FOTO 3-4. Km. 44 carretera Toledo-Navahermosa. Saprolito granítico 3 m. bajo la actual superficie de la Raña. Obsérvese el tipo de material que aparece rellenando los huecos entre cristales de cuarzo más o menos alterados. Foto 3, 1N., Foto 4, 2N.

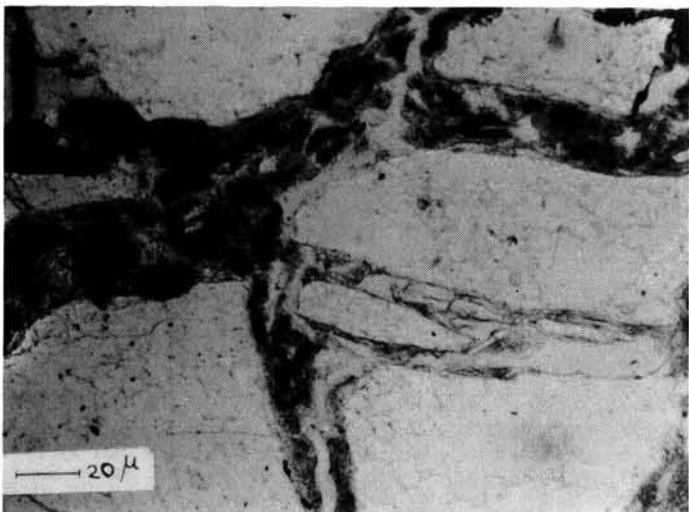
FOTO 5-6. La misma preparación anterior en una zona de concentración del material que rellena los huecos. El análisis de arcillas nos ha mostrado que este material es fundamentalmente de tipo caolinítico y montmorillonítico. Foto 5, luz reflejada. Foto 6, 2N.



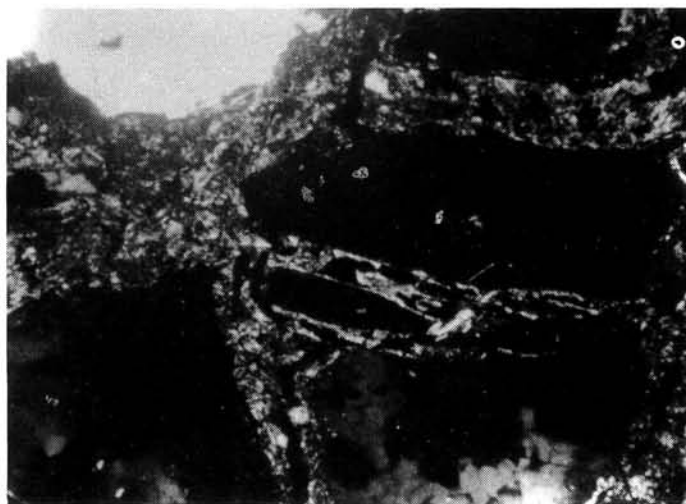
1



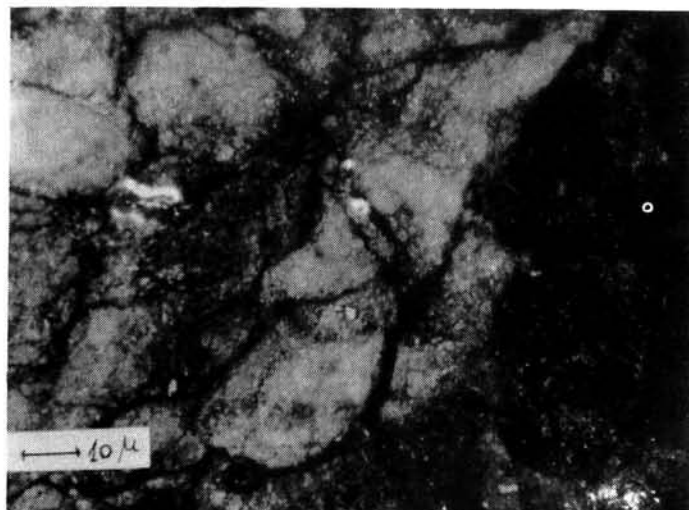
2



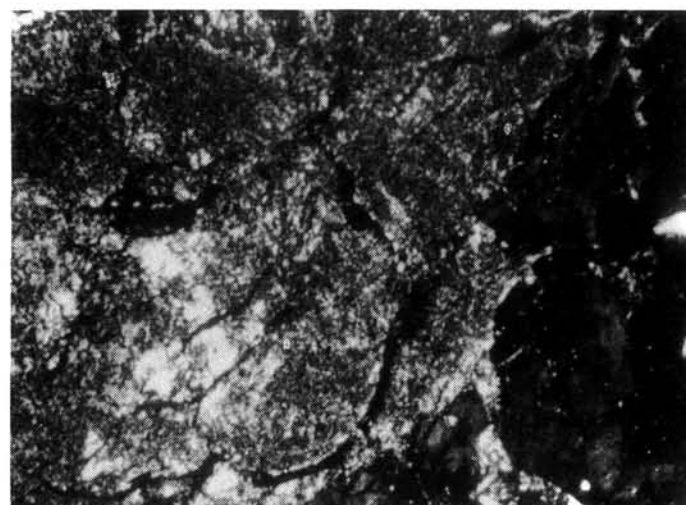
3



4



5



6

AGRADECIMIENTOS

En especial mi gratitud a A. PEREZ GONZALEZ, con el que he discutido el presente trabajo tanto en campo como en gabinete.

Asimismo agradezco la ayuda del Prof. H. MUCHER de la Universidad de Amsterdam y del Dr. E.B.A. BILDOM del Soil Survey Inst., Wageningen, para el estudio de las láminas delgadas de perfiles de alteración.

A la Dra. M. SANCHEZ CAMAZANO del I.O.A.T.O. (Salamanca) por el análisis de arcillas.

A mi compañero J. SANCHEZ del Depto. de Geodinámica Externa de la Univ. de Salamanca por la elaboración de algunos dibujos presentados.

BIBLIOGRAFIA

- AGUIRRE, E., DIAZ MOLINA, M. y PEREZ GONZALEZ, A. (1976): Datos paleomastológicos y fases tectónicas en el Neogeno de la Meseta Sur española. *Trab. s. Neogeno/Cuatern.*: 5; 7-29.
- ALIA, M. (1944): Datos morfológicos y estratigráficos de los alrededores de Toledo. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*: 42; 613-614.
- . (1945): Notas morfológicas de la región toledana. *Las Ciencias*: 10; 95-113.
- APARICIO, A. (1971): Estudio geológico del macizo cristalino de Toledo.: *Est. Geol.*: 27; 369-414.
- BILDOM, E.B.A. (1967): Micromorphology of a wathered granite near the Ria de Arosa (N.W. Spain). *Leidse Geol. Mededelingen* 37: 34-67.
- BILDOM, E.B.A., HENSTRA, S., JONGERIUS, A. & THIEL, F. (1975): Energy dispersive X-Ray analysis on thin section and unimpregnated soil material. *Netherland J. Agric. Sc.*: 2 113-125.
- DUCHAUFOR, P. (1970): *Precis de Pedologie*. Masson et Cia. 481 p.
- FREYTET, P. (1964): Le Vitrollien des Corbières orientales: reflexions sur la sédimentation «lacustre» nord pyrenéene; divagation fluviatile, biorhexistatie, pedogénèse. *Revue Geogr. Phys. et Geol. Dynam.*: 6 (3); 179-199.
- . 1965: Sedimentation microcyclothémique avec croutes zonaires a Algues dans le calcaire Beauce de Chauffour-Etrechy (S et O). *Bull. Soc. Geol. France*: 7; 309-313.
- GOMEZ DE LLARENA, J. (1916): Bosquejo geográfico-geológico de los Montes de Toledo. *Trab. Museo Nac. Cien. Nat. Geol.*: 15; 74 p.
- . (1923): Guía geológica de los alrededores de Toledo. *Trab. Mus. Nac. Cien. Nat. (Geol.)*: 31; 59 p.
- MOLINA, E. y ALEIXANDRE, T. (1978): Estudio de las acumulaciones de carbonato y procesos de alteración desarrollados bajo la superficie pliocena en la cuenca del Tajo. *V. Int. Working Meet. Soil Micromorph.* Granada, 1977. I, p. 501-521.
- MUÑOZ JIMENEZ, J. (1974): Los Montes de Toledo. Estudio de Geografía Física. Tesis Doc. Fac. Filos. y Letras. Univ. Complutense. Madrid.
- ROYO GOMEZ, J. (1926): Sobre la geología de los alrededores de Toledo. *Bol. Real Soc. Esp. Hist. Nat.*: 26; 217-219.
- SAAVEDRA, J., GALLARDO, J., GARCIA, A. y SANCHEZ CAMAZANO, M. (1978): Precisiones sobre la presencia de gibbsita en suelos del oeste de España. *An. Edaf. y Agrobiol.*, 37, p. 1077-1082.

- SEDDOH, F.K. et PEDRO, G. (1975): *Aspects microgeochimiques de l'altration superficielle. Application a l'étude de l'évolution des mineraux dans les arenas granitiques. Cahiers O.R.S.T.O.M. (Pedol.): 13; 7-25.*
- TARDY, Y. (1969): Géochimie des alterations, Etude des arènes et des eaux de quelques massifs cristallins d'Europe et d'Afrique. *Mem. Serv. carte géol. Als. Lorr.: 31; 199 p.*
- TORRENT, J. and BENAYAS, J. (1977): Origin of gibbsite in a weathering profile from granite in west-central Spain. *Geoderma: 19; 37-49.*
- VAUDOUR, J. (1975): Encroutements, croutes et carapaces calcaires dans la region de Madrid. *Méditerranée: 2; 39-60.*
- . (1977): Contribution a l'étude geomorphologique d'une region mediterrannée semi-aride. La region de Madrid. Alterations, sols et paléosols. *These Fac. Letres Univ. d' Aix-Marseille.*
- VIDAL BOX, C. (1944): *La edad de la superficie de erosion de Toledo y el problema de sus montes islas. Las Ciencias: 9; 82-111.*

(Recibido el 28 - X - 77)