

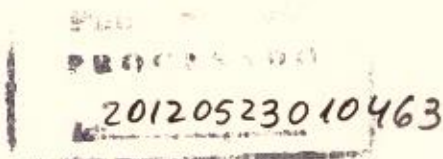
MARIO E. TERUGGI Y RENATO R. ANDREIS

MICRO-ESTRUCTURAS PEDOLOGICAS: CARACTERISTICAS,  
DISTRIBUCION EN SEDIMENTITAS ARGENTINAS  
Y POSIBLE APLICACION EN SEDIMENTOLOGIA



De la « Revista de la Asociación Geológica Argentina », Tomo XXVI, No 4

BIBLIOTECA



BUENOS AIRES  
IMPRENTA CONI S.A.C.I.F.L.

684, PERÚ, 684

1971

## MICRO-ESTRUCTURAS PEDOLOGICAS: CARACTERISTICAS, DISTRIBUCION EN SEDIMENTITAS ARGENTINAS Y POSIBLE APLICACION EN SEDIMENTOLOGIA

Por MARIO E. TERUGGI y RENATO R. ANDREIS<sup>1</sup>

### RESUMEN

Se describen brevemente rasgos y fábricas pedológicas, tal cual han sido caracterizados por los micromorfológicos, y se discute su valor diagnóstico en la determinación de paleosuelos, considerándose pedogénicos los cutanes, los pedotubulos y algunas fábricas.

El examen microscópico de sedimentitas pertenecientes a diversas formaciones continentales ha demostrado que esas evidencias pedológicas se hallan presentes en los Estratos de Paganzo (Paleozoico superior), en el Grupo Chubut (Cretácico superior), en varias entidades terciarias y, naturalmente, cuartarias.

Los rasgos y fábricas pedológicas son muy estables ante las acciones diagenéticas y por eso, de ser efectivamente pedogénicos, pueden ser valiosos en la determinación de paleosuelos.

Las micro-estructuras pedológicas abren nuevas posibilidades para la investigación sedimentológica, de gran importancia para las interpretaciones ambientales, en especial las paleoclimáticas y paleoecológicas.

### ABSTRACT

The authors briefly describe pedological features and fabrics as identified by micromorphologists and analyze their diagnostic value in identifying paleosols. Cutans, pedotubules and certain fabrics are considered to be truly pedogenic.

Microscopical inspection of continental rocks of Argentina has shown that pedological evidences do occur in Estratos de Paganzo (Upper Paleozoic), the Chubutian Group (Upper Cretaceous), several Tertiary Formations and, of course, in Pleistocene sediments.

The finding of these pedological feature and fabrics proves that they are able to withstand diagenetic changes, so that, if they are really pedogenic, they can be very useful to detect paleosols.

It seems that pedological microstructures open up a vast and promising possibility in sedimentological research, since recognition of paleosols based thereon will permit a more accurate environmental analysis, specially in the paleoclimatic and paleoecological domains.

### INTRODUCCION

En el dominio de las rocas sedimentarias, la investigación de los suelos ocupa una posición muy singular. Por su carácter de entidades directamente vin-

culadas con los procesos biológicos y por su condición de cuerpos rocosos en estado de equilibrio dinámico con respecto a la atmósfera, hidrosfera (en parte) y biosfera, el estudio integral de esas porciones externas de la superficie terrestre requiere el auxilio de un conjunto de disciplinas variadas (ciencias geológicas, químicas, físicas, biológicas, climáticas, agronómicas, etc.). De

<sup>1</sup> Cátedra de Sedimentología, División de Mineralogía y Petrología; Facultad de Ciencias Naturales y Museo de La Plata.

esa conjunción, y con el correspondiente desarrollo de métodos y técnicas propios, se ha originado la pedología o ciencia del suelo.

La erección de la pedología como ciencia independiente ha determinado que sus resultados y conclusiones ejerzan poca influencia sobre el pensamiento geológico, pues generalmente se publican en revistas y libros especializados. Tácita o reconocidamente, existe una valla entre pedólogos y sedimentólogos que impide la fácil y amplia comunicación de un dominio a otro, a pesar de que muchas de las cuestiones investigadas son comunes a ambas disciplinas.

Entre otras cosas, hace ya más de 35 años que la pedología viene ocupándose de la fábrica microscópica de los suelos o micromorfología (Kubierna, 1931). Las contribuciones en este campo son tan numerosas que, en los últimos años, se han publicado varios textos dedicados a esta cuestión (Brewer, 1964; Jongerius, 1964; Kubierna, 1970). Las observaciones y contribuciones de los micromorfólogos han sido poco utilizadas por los sedimentólogos, a pesar de que podrían tener aplicación inmediata a ciertos problemas texturales y genéticos de las rocas sedimentarias.

Nuestra experiencia con sedimentitas argentinas, especialmente las de origen continental, nos ha demostrado que en ellas suelen presentarse diversas estructuras que han sido reconocidas y caracterizadas por los micromorfólogos de suelos. Creemos, por lo tanto, que es conveniente llamar la atención sobre ellas, principalmente porque encierran la posibilidad de arribar a una mejor interpretación de las series sedimentarias, para el caso de que posean un significado pedogénico preciso.

La presente contribución está destinada a presentar las micro-estructuras fundamentales de tipo pedológico, comentar su distribución en algunas sedimentitas argentinas y analizar la implicancia que pueden poseer.

## CONCEPTOS MICROMORFOLOGICOS FUNDAMENTALES

Los pedólogos especializados (cf. Brewer, 1964) consideran que los componentes de los suelos pueden dividirse en dos grandes grupos: los *granos esqueléticos* y el *plasma* (Kubierna, 1938). Con la primera designación se involucran los minerales detríticos más o menos estables y de un tamaño superior al coloidal, que no son afectados profundamente por los procesos edáficos. Por su parte, el plasma representa el material que por su tamaño diminuto, su inestabilidad o su solubilidad, puede ser transportado, reorganizado y/o concentrado por los distintos procesos edáficos.

La interacción de estos dos componentes fundamentales determina las dos características esenciales de los suelos: la *fábrica*, o sea la disposición espacial de clastos y huecos, y la *estructura*, que se refiere al tamaño, forma y disposición de clastos y huecos asociados (definiciones basadas en Brewer, 1964). La tendencia de los suelos a dividirse en "terrones" representa la manifestación megascópica de la estructura, propiedad que a veces, modernamente, se denomina también pedalidad. Las porciones o *pedes* en que se cuartea un suelo están separados por planos, que pueden ser reales o estar rellenos por acumulaciones de plasma. La presencia en sedimentitas de estructuras pedológicas (columnar, prismática, poliédrica, etc.), constituye muchos veces la primera evidencia de un posible paleosuelo. Sin embargo, en rocas antiguas o muy diagenizadas, esas estructuras megascópicas comúnmente son obliteradas.

Pero aparte de estos aspectos megascópicos, los micromorfólogos han elaborado una sistemática muy precisa y compleja de las estructuras y fábricas edáficas reconocibles bajo el microscopio. No podemos entrar aquí en el detalle de estas cuestiones, por lo que nos limitaremos a señalar los elementos funda-

mentales que interesan en relación con las rocas sedimentarias.

Las unidades o entidades más importantes reconocidas por los micromorfólogos son las siguientes:

- A) Huecos u oquedades.
- B) Rasgos pedológicos.
- C) Matriz - S.

En lo que sigue, se describen brevemente estas entidades.

#### A) Huecos u oquedades

La presencia de huecos en los suelos está directamente relacionada con la propiedad sedimentaria denominada empaquetamiento, aunque varias acciones posteriores pueden modificarlos o eliminarlos. Los huecos influyen sobre propiedades tales como porosidad, permeabilidad, aereación y muchas más de interés edáfico.

La clasificación de los huecos es la siguiente:

a) *Huecos de empaquetamiento*: son por lo general irregulares e interconectados, de formas ecuanes a proladas. Sus dimensiones son submicroscópicas, salvo en los materiales arenosos. Su forma está condicionada por la de los clastos, su tamaño y empaquetamiento.

b) *Poros (vughs)*: relativamente grandes, son irregulares y no suelen estar interconectados. Su forma es indefinida, pero la más común es la ecuanes y la prolada. Muchos poros tienen bordes irregulares.

c) *Vesículas*: son huecos grandes, con paredes curvas simples y lisas. Pueden ser proladas, obladas o ecuanes.

d) *Cámaras*: son huecos más grandes, de paredes lisas. La forma es ovoidal a irregular y pueden estar conectadas por canales.

e) *Canales*: son oquedades de forma más o menos cilíndrica, de paredes lisas y sección uniforme, circular o elipsoidal. Su tamaño supera al que deriva

ría del empaquetamiento. Los canales suelen anastomosarse.

f) *Planos*: son meras superficies que atraviesan el material y que, en corte transversal, se ven como simples líneas. Los más comunes son los planos oblicuos (*skew planes*), que cruzan la masa edáfica de manera irregular y sin orientación, a diferencia de los planos de tensión (*joint planes*) que son paralelos a subparalelos y se presentan en juegos o sistemas. Una tercera categoría, los planos de rotura (*craze planes*), son grietas que se caracterizan por una conformación altamente compleja de las paredes, por asociación de tramos rectos con curvos.

Los huecos pueden preservarse como tales o ser posteriormente rellenados por el plasma o soluciones mineralizantes.

#### B) Rasgos pedológicos

Son entidades que se reconocen en el material del suelo porque se presentan como concentraciones de plasma o porque poseen fábricas distintas a la de la masa en que están incluidas.

Los rasgos pedológicos reconocidos son (Brewer, 1964):

- a) Cutanes
- b) Pedotúbulos
- c) Glébulos
- d) Cristalarias

Conviene describirlos someramente, pues algunos de ellos son comunes en rocas sedimentarias.

a) *Cutanes*: Con este nombre (derivado del latín *cutis*; Brewer, 1964) se designan las concentraciones o acumulaciones de plasma en ciertos puntos del suelo. Como muchos cutanes son arcillosos, se los llamó originariamente "clay skins" en inglés o "Tonhäutchen" en alemán; la nueva denominación es preferible, ya que su composición puede ser muy variada.

En base a su composición mineralógica, se distinguen las siguientes variedades de cutanes: *argillanes*, si están formados por minerales de las arcillas; *ferranes* o *sexcuanes*, si son de óxidos o sexquióxidos de hierro; *ferroargillanes*, si están constituidos por argilominerales y hematita; *manganés*, si están compuestos por óxidos e hidróxidos de manganeso; *soluanes*, cuando representan acumulaciones de sales solubles, tales como carbonatos, sulfatos, cloruros, etc.; *silanes*, si son de naturaleza silicea y *esqueletanes* si están formados por granos esqueléticos.

Otro aspecto importante está dado por la naturaleza de la superficie sobre la que se han depositado los cutanes, pues la forma de éstos, que es uno de los caracteres diagnósticos, está controlada por la del sitio donde se produjo la acumulación de plasma. Los siguientes tipos son los más frecuentes:

1) cutanes de grano: son los que recubren granos esqueléticos u otras unidades. Forman una película delgada que recubre los clastos y, en los puntos en que éstos entran en contacto, facilita su unión (fig. 1).

2) cutanes de canales, vesículas y cámaras: son los que revisten o rellenan esas respectivas oquedades, cuyas formas conservan (fig. 4).

3) cutanes de planos: son los que se han depositado en los distintos tipos de planos o grietas descriptos previamente (figs. 2, 3).

Los cutanes son los rasgos pedológicos más frecuentes en las rocas sedimentarias que hemos estudiado, como se describirá más adelante.

*b) Pedotúbulos:* Son estructuras tubulares en sentido amplio, por lo común megascópicas. Generalmente están rellenos de plasma o esqueletanes; este relleno difiere estructuralmente del material que lo rodea.

El tipo más conocido de pedotúbulos son los llamados *krotovinas*, que representan túneles y cuevas de animales

cavadores, rellenos por materiales finos.

*c) Glébulos:* Son unidades de forma por lo común prolada a ecuante, formados por la concentración de un componente o reconocidos por una diferencia de fábrica (fig. 5).

En realidad, bajo el nombre de glébulos (del latín *glacubula*, terrón; Brewer, 1964), los micromorfólogos designan lo que en sedimentología se llaman cuerpos crecionales (González Bonorino y Teruggi, 1953), o sea concreciones y secreciones en el sentido amplio de estos términos.

*d) Cristalarías:* Son cristales individuales o masas de cristales que rellenan cavidades, o, incluso, pueden reemplazar a la matriz. Muchas rosetas y otros agregados cristalinos caen dentro de esta denominación.

### C) Matriz-S

Con esta denominación se designa el material que compone realmente el suelo y que está formado por una mezcla de granos esqueléticos, plasma y huecos. La matriz-S constituye, por lo tanto, el fondo material en el cual se desarrollan los rasgos pedológicos descriptos más arriba; es un material que no posee ni forma ni orientaciones definidas. Si hubiese que traducir matriz-S a términos sedimentológicos, se podría decir que corresponde al conjunto de clastos mayores y matriz.

Los micromorfólogos se han preocupado por caracterizar minuciosamente la matriz-S desde el punto de vista estructural. En particular, han prestado atención a la disposición de las escamillas arcillosas o plasma. Estas estructuras plásmicas son las que se emplean para distinguir los tipos principales de fábricas de la matriz-S, que son:

1) fábricas asépticas: caracterizadas por plasma no orientado, de modo que las escamillas se distribuyen sin orientación (fig. 2).

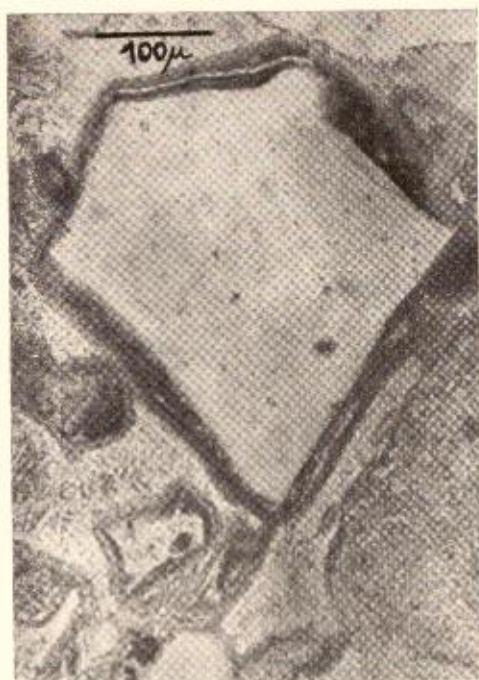


Fig. 1. — Catanes (ferro argillanes) en torno a un grano de cuarzo y los vitroclastos. La base incolora, bastonada, es de clinopilitolita. Luz paralela. Toba arenosa del Grupo Chubut; río Pinturas, Santa Cruz.

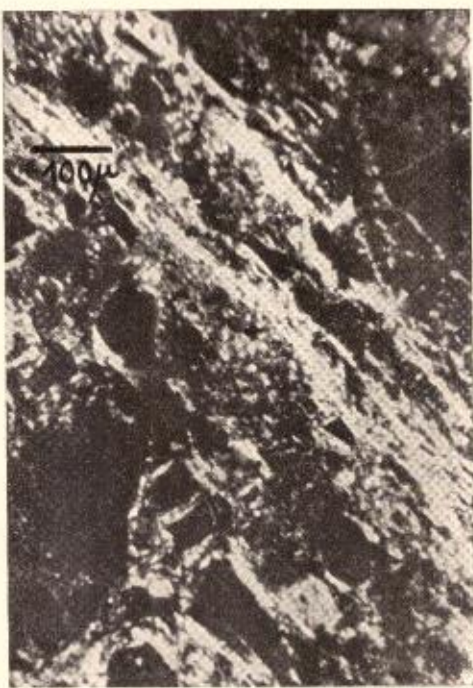


Fig. 2. — Cután (argillán) curvo y ramificado, que acompaña a un plano oblicuo que cruza la fotomicrografía del extremo superior izquierdo al inferior derecho. En la parte inferior, se observan vitroclastos con argillanes y se distingue la matriz-S de tipo aséptico. Con nicoles cruzados. Toba del Grupo Chubut; río Pinturas, Santa Cruz.

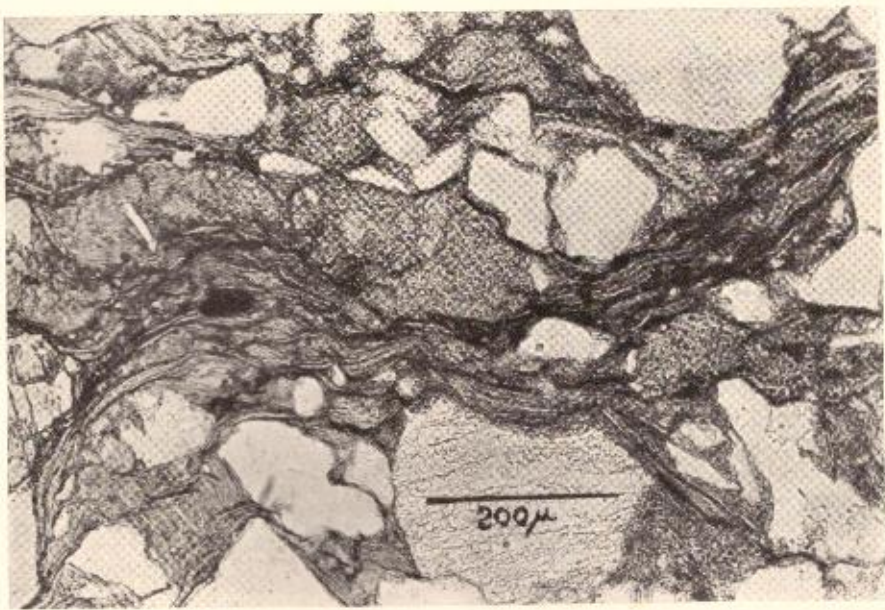


Fig. 3. — Largo y ramificado argillán (transformado en illite-muscovita) de un plano de rotura. Luz paralela. Arcosa de la Formación Tupe, Banda Florida, La Rioja

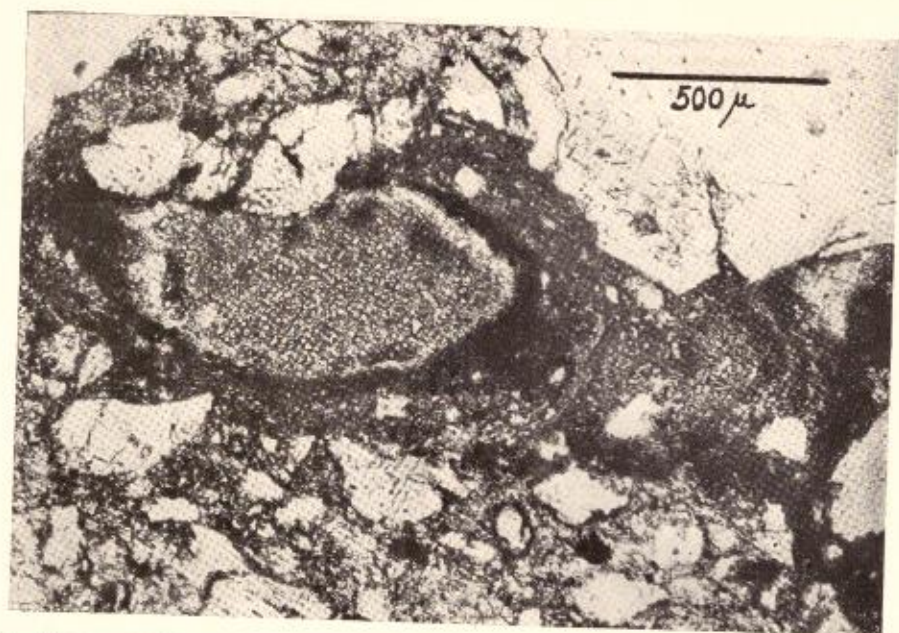


Fig. 4.— Ferro-esqueletón revistiendo una cámara que está rellena por matriz pelítica. Luz paralela. Wacke cuarzosa, matriz Brecha Cerro Colorado, Sierra de la Ventana, Peia. Bs. As.



Fig. 5.— Glóbulo ferruginoso con estructura concéntrica, en matriz-S aséptica. Luz paralela. Toba arenosa del Grupo Chubut; río Pinturas, Santa Cruz.



Fig. 6.— Matriz-S con fábrica séptica, con dos orientaciones fundamentales de las escamillas del plasma. Luz paralela. Toba del Grupo Chubut; río Pinturas, Santa Cruz.

2) fábricas sépicas: aquéllas en las que las escamillas del plasma adoptan uno o más modelos de orientación, que con frecuencia se entrecruzan (fig. 6).

Estas fábricas y las anteriores son las más comunes en suelos relativamente arcillosos.

3) fábricas undúlicas: aquéllas en que el plasma adopta una orientación ligeramente ondulada.

4) fábricas isóticas: las que están formadas por una base isotrópica.

5) fábricas crísticas: las que están formadas por cristales precipitados por por soluciones.

#### SIGNIFICADO DE LAS ESTRUCTURAS Y FABRICAS PEDOLOGICAS

Hemos descrito las principales entidades pedológicas porque, al parecer, han pasado inadvertidas en los estudios sedimentológicos, no obstante el hecho de que suelen encontrarse en cortes delgados de sedimentitas. La poca o nula atención que se ha prestado a estas entidades por los sedimentólogos sólo puede explicarse suponiendo que se desconocen sus características, pues hasta la observación de las microfotografías de un texto de micromorfología para que cualquier petrólogo sedimentario compruebe que las estructuras y fábricas pedológicas son idénticas a las que a menudo se presentan en cortes delgados de rocas. Por ello, y previo a la descripción de ejemplos hallados en sedimentitas argentinas, conviene analizar el significado genético de ellas.

Los caracteres estructurales que los micromorfólogos han descrito en los cortes delgados de suelos son indiscutiblemente pedogénicos; los que aparecen en sedimentos y sedimentitas de variados orígenes, en cambio, pueden ser motivo de discusión en cuanto a su génesis. Corresponde, por lo tanto, tratar de establecer cuáles son los caracteres micromorfológicos que efectivamente son el resultado de procesos edáficos.

En este sentido, los huecos u oquedades son muy dudosos. Los de empaquetamiento son primarios y se deben a la sedimentación, no a la acción pedogénica. Los poros y vesículas se originan por varios procesos sedimentarios y pedológicos, tales como atracción y floculación de arcillas, lixivitaciones, burbujas gaseosas atrapadas, etc. Más significativos parecen ser los canales y cámaras, que se consideran de origen biológico pues representan sistemas radiculares o excavaciones de diversos organismos (hormigas, lombrices, grillos, ratones, etc.); por ello es posible que estén relacionados con los suelos, especialmente los canales. En cuanto a los planos, se formarían por fenómenos de mojaduras y secados de material limo-arcilloso, con las consiguientes expansiones y contracciones; por esta razón, su origen puede ser doble, es decir pedogénico y sedimentogénico.

Los rasgos pedológicos — como parece indicarlo su nombre — serían originados por la edafización y así los considera Brewer (1964), quien manifiesta que los cutanes se originan por iluvación, por movimientos del plasma, por soluciones y por difusión (quedan excluidos los llamados cutanes de tensión, engendrados por una acción de ciza, que es posible en muchos materiales). Dado el posible significado pedológico de los cutanes, hemos tratado de verificar si se los encuentra en rocas que, por su origen, no pueden haber sido nunca paleosuelos. Con este propósito, hemos revisado numerosos cortes delgados de sedimentitas marinas, sin encontrarlos en ningún caso. Parecería, entonces, que la halmirólisis es incapaz de formar cutanes (conviene aclarar que el mero hallazgo de rasgos pedológicos en rocas marinas no implica necesariamente que aquéllos se formaron *in situ* en los fondos subácueos, pues las rocas pueden haber sido edafizadas posteriormente, cuando pasaron a formar parte de un continente; con todo, su ausencia en esos depósitos abona la suposición de

que efectivamente sean de origen pedogénico).

Si, como parece, los cutanes son pedogénicos, su presencia en sedimentitas es extraordinariamente importante, pues serían indicadores de paleosuelos. No sólo eso, sino que, como mostraremos más adelante, una vez formados parecen ser capaces de resistir la acción del tiempo y los cambios diagenéticos. Con todo, cabe la posibilidad de que la movilización del plasma que los origina pueda ser efectuada, además, por dos procesos puramente geológicos: la meteorización y la acción de aguas subterráneas. La primera está íntimamente ligada a la edafización y es muy posible que ambas marchen siempre juntas (recuérdese la dificultad para establecer el límite entre regolito y suelo); sobre la segunda, faltan estudios detallados de las estructuras microscópicas resultantes. Se necesitan estudios objetivos, a nivel micromorfológico, para poder delimitar los efectos de las diversas acciones citadas.

En cuanto a los pedotúbulos, su presencia es muy útil, pero se trata generalmente de una estructura megascópica. Los glóbulos y cristalarias poseen poco valor diagnóstico, ya que su origen es tanto sedimentario como edáfico.

La matriz-S, y en especial las fábricas de tipo sépico y asépico, caracterizadas por escamillas minerales desorientadas u orientadas en varias direcciones, no parece ser compatible con los procesos deposicionales, como lo destaca Lafeber (1964), pues ellos normalmente determinan una disposición paralela de los componentes laminares. Nuevamente, en este campo, se plantea el interrogante de si la meteorización o el agua subterránea pueden o no originar fábricas similares.

En resumen, pues, se tendría que los cutanes y la matriz-S podrían ser los rasgos micromorfológicos que más valor poseen para el posible diagnóstico de paleosuelos. Un valor menor tendrían

los canales y cámaras, vacíos o llenos por el plasma. Los pedotúbulos, si están presentes, tienen también un valor diagnóstico.

Se comprenderá, en base a todo lo señalado, que un sólo rasgo micromorfológico no es completamente suficiente para identificar un paleosuelo. Se requiere la presencia de varios rasgos pedológicos e incluso las observaciones estructurales efectuadas en el campo.

#### POSIBLES PALEOSUELOS EN FORMACIONES CONTINENTALES ARGENTINAS

Una revisión sistemática de cortes delgados de algunas formaciones que habían sido estudiadas por nosotros ha permitido comprobar que con frecuencia aparecen fábricas o rasgos pedológicos. Los ejemplos que podemos citar son los siguientes, desde los más antiguos a los más modernos:

**ESTRATOS DE PAGANZO:** En esta entidad, que desde el punto de vista sedimentológico fue caracterizada por Terruggi *et al.* (1969), se encontraron varios horizontes con evidencias pedológicas a nivel microscópico. Ellas predominan en la parte basal de la Formación Tupe y consisten generalmente en cutanes localizados en planos de rotura (fig. 3) o, menos comúnmente, en torno a clastos. En la Formación Guandacol estas microestructuras son más escasas, al igual que en la Formación Patquía, donde están representadas por ferranes de clastos.

Como datos de interés, que apoya nuestra interpretación, debemos consignar que el geólogo inglés Bob Wagner creyó reconocer, en base a sus observaciones de campo, la presencia de paleosuelos forestales en la Formación Tupe (comunicación personal).

**GRUPO CHUBUTIANO:** En sus dos mil metros de espesor aproximado en el co-do del río Senguerr, este Grupo demos-

tró una abundancia notable de fábricas y rasgos pedológicos.

En efecto, una revisión microscópica de las 116 muestras que fueron oportunamente estudiadas por Teruggi y Rossetto (1963) permitió comprobar que 56 de ellas (48 %) poseen evidencias edáficas. Las muestras con esas características se distribuyen de la siguiente manera: 24 en la Formación Bajo Barréal y 32 en la Formación Castillo. La abundancia de manifestaciones micropedológicas ha sido también verificada por L. Dalla Salda (estudio inédito) en el Grupo Chubutiano del perfil de río Pinturas, Santa Cruz. En este caso, sin embargo, la observación de campo permitió comprobar la presencia de pedotúbulos, megaestructuras poligonales y prismáticas, variaciones significativas de color y mineralógicas verticales, todo lo que, en conjunto, viene en apoyo de las microestructuras.

En los cortes delgados revisados, predominan los cutanes. De ellos, los más comunes son los argillanes y ferro-argillanes de elastos (fig. 1) o de planos oblicuos (fig. 2); menos abundantes son los ferranes, esqueletanes y silicanes. No son raros los glóbulos de tipo ferruginoso (fig. 5). Junto con los cutanes, es normal encontrar matrices-S, especialmente las de tipo sépico (fig. 6). Estos distintos tipos de estructuras aparecen en rocas que pueden denominarse tobas, areniscas tobáceas, tobas arenosas, areniscas y conglomerados (nomenclatura de Teruggi y Rossetto, 1963).

Por otra parte, este nuevo estudio microscópico reveló que, en el codo del río Senguerr, muchos estratos chubutianos que son similares en composición, granulometría, compactación, grado de alteración, porosidad y otras características, a veces presentan micromorfologías pedológicas, a veces no, lo que resulta difícil de explicar desde el punto de vista puramente sedimentológico. Otro hecho que merece citarse es que esas micromorfologías pedológicas se

presentan en estratos aislados o en grupos de dos o tres estratos consecutivos, separados por estratos estériles en esas microestructuras.

Conviene recordar que, según las conclusiones de Teruggi (1962), los sedimentos del Chubutiano del codo del río Senguerr se depositaron en cuencas interiores poco profundas, bajo un clima de semi-aridez que provocaba períodos de desecación favorables para la formación de analcima sedimentaria. En base a este hallazgo de micromorfologías microscópicas, puede suponerse ahora que existieron numerosos períodos de desecación lo suficientemente prolongados para posibilitar el desarrollo de suelos, que en muchos casos deben haber sido de tipo hidromórfico o halomórfico, es decir, evolucionados bajo influencia de aguas salinas que se hallaban muy cerca de la superficie del terreno.

Por su abundancia de evidencias micropedológicas, el Grupo Chubutiano merece ser estudiado detalladamente. Un plan de investigación en curso, de la cátedra de Sedimentología del Museo de La Plata, prevé encarar próximamente esta cuestión. Si se verifica que, efectivamente, las micromorfologías encontradas corresponden a paleosuelos, se contará con elementos de juicio para analizar con mayor información la sucesión de los períodos de depositación y de no depositación en la cuenca, y se podrá alcanzar conclusiones paleogeográficas y paleoclimáticas de gran interés.

**FORMACIONES EOCENAS:** En varias formaciones eocenas se han encontrado ya evidencias pedológicas.

En la Formación Musters de las proximidades de la laguna del Mate, uno de los autores (R. R. Andreis) comprobó un buen desarrollo de argillanes de elastos y la presencia de abundantes canales de raíces, que se localizan en superficies enrojecidas y litificadas de las tobas. Existen también numerosos nidos de escarabajos y restos de mamíferos

(información personal del Lic. O. Odreman Rivas).

Por otro lado, el supuesto Casamayorens del valle del río Chubut, entre Gaymán y Dolavon, está compuesto por psamitas enrojecidas, a veces interstratificadas con tobas. La base de esta secuencia es a veces neta, a veces transicional, y pasa a tobas friables blanquecinas en las cuales se observan estructuras prismáticas poco marcadas y, en corte delgado, desarrollo de cutanes.

**FORMACIÓN RÍO CHICO:** En la región de Pan de Azúcar, en la margen del río Chubut en las proximidades de Dolavon, esta formación del Oligoceno muestra una paleosuperficie enrojecida y, por debajo de ella, las areniscas presentan pedotúbulos. Al microscopio, se comprobó la existencia de cutanes (observación de R. A. Andreis).

**FORMACIÓN BRECHA CERRO COLORADO:** En la Formación citada, atribuida al Mioceno superior de la sierra de la Ventana, un reciente estudio efectuado por Andreis, Mazzoni y Spalletti (1970) permitió verificar la presencia de cutanes de huecos, del tipo ferro-argillanes, desarrollados en la matriz arenosa de la brecha (fig. 4).

**FORMACIÓN RÍO BLANCO:** Lluch (1971), en su trabajo de licenciatura, encontró cutanes en el miembro superior de esta formación mendocina, de edad triásica.

No nos detendremos a detallar los hallazgos de paleosuelos que hemos efectuado en formaciones cuaternarias, tales como las de las barrancas de Mar del Plata-Miramar, las holocenas de las sierras de Tandil y las de otras localidades bonaerenses, sobre las cuales ya hemos preparado algunos trabajos de próxima publicación. Si omitimos estas menciones es porque nos guía el propósito de llamar la atención sobre los paleosuelos precuaternarios, acerca de los cuales la información es sumamente deficiente.

## CONSIDERACIONES ACERCA DEL HALLAZGO DE POSIBLES PALEOSUELOS

Se podrá apreciar, en base a lo expuesto y a las ilustraciones, que en sedimentitas continentales se encuentran, con relativa frecuencia, microestructuras y microfábricas que son idénticas a las que se hallan en suelos actuales. Las formaciones en que hemos descubierto estas evidencias pedológicas son pocas, pero representan la mayoría de las que hemos revisado, por lo que suponemos que han de ser muy comunes. Sin embargo, en los estudios sedimentológicos rara vez se las menciona, y ello induce a sospechar que generalmente pasan inadvertidas, o, en caso contrario, no se ha entrevisto su significado.

Es muy posible que la falta de descripciones de estructuras y fábricas paleoedáficas se deba al hecho de que no hayan sido buscadas, pues existe la creencia muy generalizada entre geólogos y sedimentólogos que los paleosuelos (con excepción de las sotoarcillas de depósitos carbonosos y casos similares) son propios del Pleistoceno. Esta creencia es infundada, al menos desde el punto de vista teórico, pues no cabe menos que admitir que, a partir del momento en que los continentes fueron colonizados por los vegetales, el desarrollo de suelos es poco menos que inevitable, no obstante los cambios florísticos que se han sucedido a través de los tiempos geológicos. Efectivamente, todo hiatus en la depositación de un conjunto de estratos continentales debe haber quedado signado por procesos de meteorización y/o edafización, por lo que cabe esperar que los paleosuelos sean comunes en esas secuencias estratigráficas y no una rareza. Su ausencia, por lo tanto, es atribuible o a que no se los ha buscado detenidamente (como señalamos más arriba) o a la destrucción u obliteración de las características edáficas por el soterramiento y la concomitante diagénesis. De este modo, desapa-

recerian las evidencias que permiten la identificación paleoedáfica.

Cualquiera que sea la razón de la aparente ausencia de paleosuelos en formaciones continentales, nuestros hallazgos de fábricas y rasgos pedológicos en sedimentitas fanerozoicas parecerían indicar que, a nivel microscópico, esos finos detalles no son borrados ni destruidos por cambios o modificaciones diagenéticos. Una vez formados, cutanes y matrices-S demuestran poseer una notable estabilidad, al punto de que persisten aún en formaciones paleozoicas.

Los cutanes y matrices-S que hemos encontrado son idénticos a los que se forman en suelos actuales, y por eso creemos que pueden ser realmente pedogénicos. Esta creencia está refirmada por los siguientes hechos significativos: tal cual cabe esperar, se presentan esporádicamente en las series continentales estudiadas; no parecen ser el resultado de procesos sedimentarios normales, especialmente algunos tipos de matrices-S y de cutanes que se desconocen en depósitos actuales; no han sido hallados por nosotros en rocas de origen marino. A todo ello corresponde agregar que, como en el caso del Grupo Chubutiano, cuando la inspección microscópica ha hecho sospechar que existen niveles de paleosuelos, las observaciones de campo revelan que se pueden encontrar características diagnósticas de tipo megascópico.

Si nuestras interpretaciones son correctas (y nos apresuramos a aclarar que es mucho lo que falta investigar sobre este tema), el estudio microscópico de sedimentitas podrá suministrar una de las primeras pistas para el reconocimiento de paleosuelos. A su vez, si los paleosuelos son verificados, se abren valiosas posibilidades para el análisis geológico. Así, la identificación de estas entidades podría servir como criterio para orientar la búsqueda de restos paleontológicos, especialmente de organismos que han vivido directamente vincu-

lados al suelo, como vertebrados herbívoros, numerosos grupos de invertebrados y, por sobre todo, vegetales, que son los causantes de la edafización. Es posible que la investigación palinológica sea la que resulte más beneficiada del reconocimiento de paleosuelos e, inversamente, ella puede cooperar eficazmente en la confirmación de los datos obtenidos en el campo y en el laboratorio sedimentológico.

Por otro lado, el reconocimiento de paleosuelos debe ser investigado hasta que esas entidades sean clasificadas en una de las grandes categorías de suelos actuales (compárese *Criterios para el reconocimiento y estudio de los paleosuelos*, por Mario E. Teruggi, en este mismo número de la Revista). Alcanzado ese objetivo, se dispondrá de una valiosísima información adicional, pues quedará determinado el tipo de clima que predominaba en la región donde se encuentran los paleosuelos, además de aportes sobre las condiciones locales del drenaje y la topografía. O sea que se contribuirá notablemente tanto en el dominio de la paleoclimatología como el de la palcomorfología.

Finalmente, la presencia de niveles paleopedológicos en series continentales potentes podrá eventualmente utilizarse para distinguir los estratos que se han depositado rápidamente unos sobre otros de aquéllos separados por diastemas, cuya duración será probablemente proporcional al desarrollo adquirido por el paleosuelo que se estudia. Evidentemente, esta posibilidad repercutirá en el análisis estratigráfico.

El presente trabajo — primero de una serie en la que se describirán e interpretarán paleosuelos tanto cuaternarios como precuaternarios — abre en la investigación sedimentológica una nueva senda que, de resultar correcta, promete contribuir fuertemente al análisis de numerosos problemas de la sedimentación continental.

LISTA DE TRABAJOS CITADOS  
EN EL TEXTO

- Andreis, R. R., Mazzoni, M. y Spalletti, L., 1970. *Sedimentología de la Brecha Cerro Colorado (Sierras Australes, provincia de Buenos Aires)*. Simp. Geol. Sierras Australes, Bahía Blanca (inéd.).
- Brewer, R., 1964. *Fabric and mineral analysis of soils*. John Wiley & Sons, New York.
- González Bonorino, F. y Teruggi, M. E., 1953. *Léxico sedimentológico*. Publ. Ext. Cult. Didáct. N° 6, Museo Arg. Cienc. Nat.: Bs. As.
- Jongerijs, A., 1964. *Soil micromorphology*. Elsevier; Amsterdam.
- Kubiens, W. L., 1931. *Micropedological studies*. Wiss. Arch. Pflanzenbau, vol. 5, pág. 613-648.
- Kubiens, W. L., 1970. *Micromorphological features of soil geography*. Rutgers Univ. Press, New Brunswick.
- Lafeber, D., 1964. *Soil fabric and soil mechanics*. En Jongerijs, pág. 351-360.
- Lluch, J. J., 1971. *Paleocorrientes en el Triásico del norte de Mendoza. Sector Divisadero Largo-Papagayos*. Tesis Licenciatura Museo La Plata (inéd.).
- Teruggi, M. E., 1962. *Sobre la presencia de analcima sedimentaria en el Chubutiano del codo del río Senguerr*. Rev. Museo La Plata, Geol., tomo V, pág. 193-217.
- Teruggi, M. E. y Rossetto, H., 1963. *Petrografía del Chubutiano del codo del Senguerr*. Bol. Inf. Petrolíferas, N° 354, pág. 18-35; Bs. As.
- Teruggi, M. E.; Andreis, R. R.; Mazzoni, M.; Spalletti, L.; Abait, P. and Iñíguez, A., 1969. *Sedimentology of the Paganzo Beds at Cerro Guandacol, La Rioja, Gondwana Stratigraphy*, UGS Symposium Bs. As., Sect. III, pág. 857-880; UNESCO, Paris.

Recibido el 6 de agosto de 1971.



BIBLIOTECA