tecniterrae

revista española de geolog (a y minería

Separata del número 36
junio - julio, 1980

CARACTERIZACION Y SIGNIFICADO DE LAS ROCAS SILICEAS Y FERRUGINOSAS DEL PALEOCENO DE ZAMORA

por M.A. Bustillo y A. Martín Serrano

Doctor en Ciencias Geológicas.
Profesor Ayudante de la Facultad de Ciencias Geológicas de Madrid

** *Licenciado en Ciencias Geológicas.*
Departamento de Geología de Ibérica de Especialidades Geotécnicas, S.A. (IBERGESA)

DEPOSITO LEGAL **M 29062** - 1974

T. "IBERGESA", **Ca de Burgos km 12,200. Madrid - 34**

Ref. Tecniterrae "S-244"

CARACTERIZACION Y SIGNIFICADO DE LAS ROCAS SILICEAS Y FERRUGINOSAS DEL PALEOCENO DE ZAMORA

por M.A. BUSTILLO y A. MARTIN-SERRANO

RESUMEN

Se estudian las rocas silíceas y ferruginosas del paleógeno de la provincia de Zamora dentro del contexto general de la sedimentación fluvial. El análisis detallado de las muestras es realizado por técnicas petrográficas en lámina delgada y probeta pulida, determinando además su composición mineralógica por difracción de Rayos X.

Los minerales silíceos detectados son ópalo C y ópalo C-T mientras que como minerales de hierro aparecen hidróxidos amorfos, hematites y goetita.

Las conclusiones a las que se llegan es que los sedimentos paleócenos son la consecuencia de la desmantelación y sedimentación de los productos de un manto de alteración laterítica. Los tramos inferiores son facies siderolíticas típicas, mientras que los tramos subsecuentes y finales no poseen ya caracteres definitorios de facies siderolíticas y corresponden a una sedimentación en clima más árido. Tanto las rocas silíceas como las ferruginosas se forman unas veces por simple cementación por sílice o hierro de terrígenos (conglomerados y arenas) en cuerpos canalizados, mientras que otras son consecuencia de procesos edáficos que se producen en la cuenca de sedimentación.

INTR OD UCCION

El comienzo de la sedimentación continental de la Cuenca del Duero se remonta al Paleógeno cuyos afloramientos se localizan en su borde suroriental. Los depósitos más antiguos de esta cubeta, progresivamente sepultados hacia el Este por el resto de la sedimentación terciaria, han sido sucesivamente datados por VILANOVA (1874), MIQUEL (1906), ROMAN y ROYO GOMEZ (1922), ROMAN (1923), CRUSAFONT y TRULLOLS (1957) y JIMENEZ (1968, 1970, 1971a, 1971b, 1977*). Estas dataciones realizadas en diversas localidades de las provincias de Zamora y Salamanca determinaron edades comprendidas entre el Luteciense inferior, medio y el Ludiense. No obstante inmediatamente bajo los sedimentos fosilíferos existen otros más antiguos y azoicos, que son los que realmente se apoyan sobre el zócalo hercínico y que por su posición estratigráfica se han atribuido al Paleoceno (JIMENEZ, 1977). Algunas de las características de estos depósitos basales han sido descritas en los últimos años en varios de sus afloramientos más significativos. Destacan las observaciones de ROMAN y ROYO GOMEZ (1923) en la Peña de Hierro en Salamanca y sobre todo los trabajos estratigráficos y sedimentológicos de JIMENEZ (1970, 1972, 1973, 1974) en la provincia de Salamanca y de CORROCHANO (1977, 1979) fundamentalmente en Zamora. El hecho de que las litofacies de esta formación contrasten con el resto de las de la Cuenca del Duero ha motivado la necesidad de un estudio petrológico detallado.

DESCRIPCION Y SIGNIFICADO SEDIMENTOLOGICO DE LOS PRINCIPALES AFLORAMIENTOS

Los afloramientos paleocenos que se prolongan con continuidad desde el Sur de Salamanca tienen su aparición más septentrional muy cerca de Benavente. Pero como en estos últimos las observaciones son cada vez más dificultosas ya que se encuentran medio ocultas por materiales más modernos, es preciso ceñirse a los alrededores de Zamora y Montamarta, para poder definirlos. En este sentido el parque de Valorio en la ciudad de Zamora, y las proximidades de la localidad de Montamarta constituyen los afloramientos más completos. Por este motivo es lógico que no hayan pasado desapercibidos siendo descritos en algunos estudios recientes (CORROCHANO, 1977, 1979). Este trabajo que trata principalmente de explicar la génesis de las rocas silíceas y ferruginosas del Paleoceno del Norte de Zamora se ha hecho extensivo al resto de los afloramientos más significativos de esta zona como los de

* Ver todas las citas en JIMENEZ (1977)

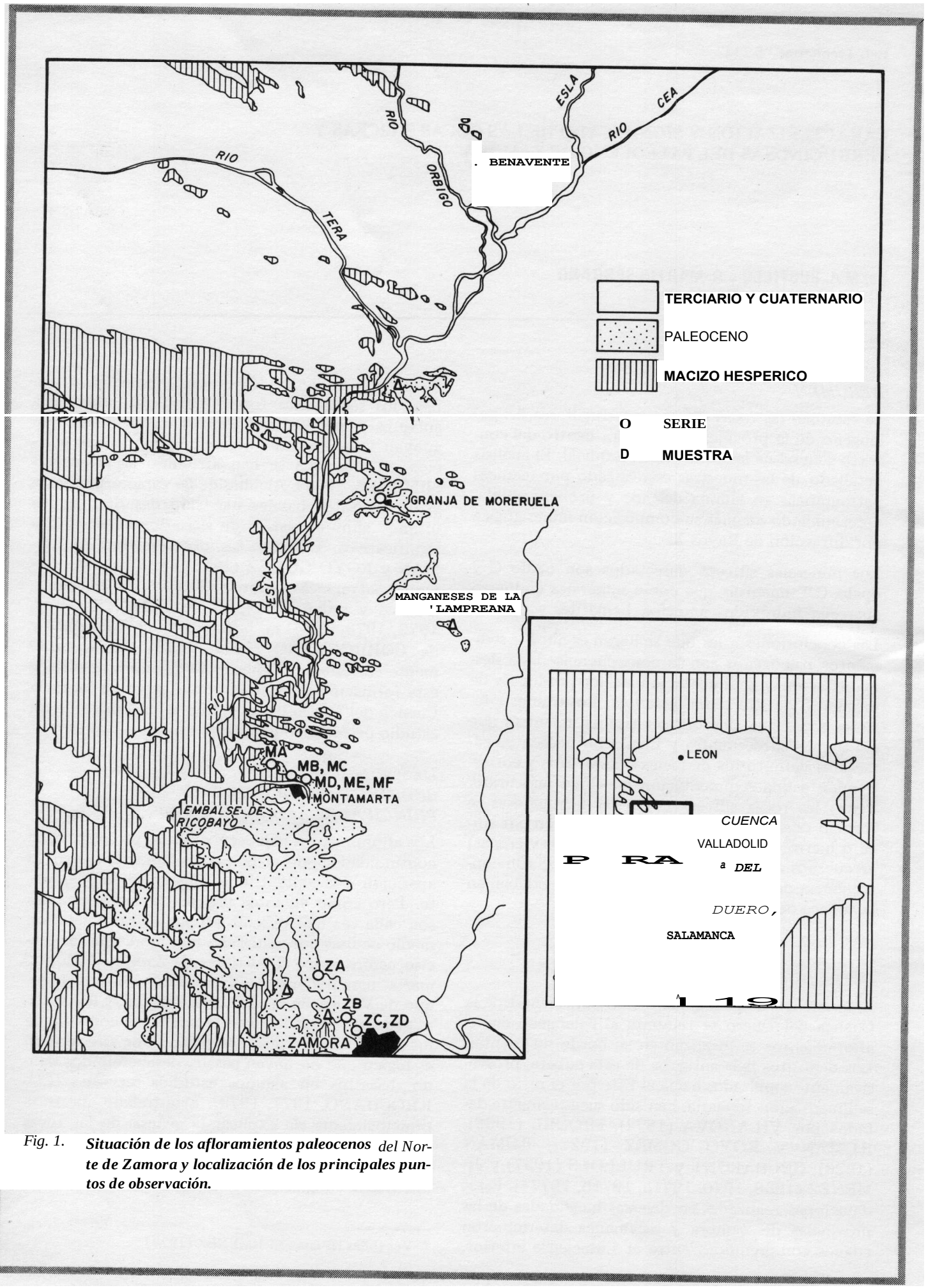


Fig. 1. ***Situación de los afloramientos paleocenos del Norte de Zamora y localización de los principales puntos de observación.***

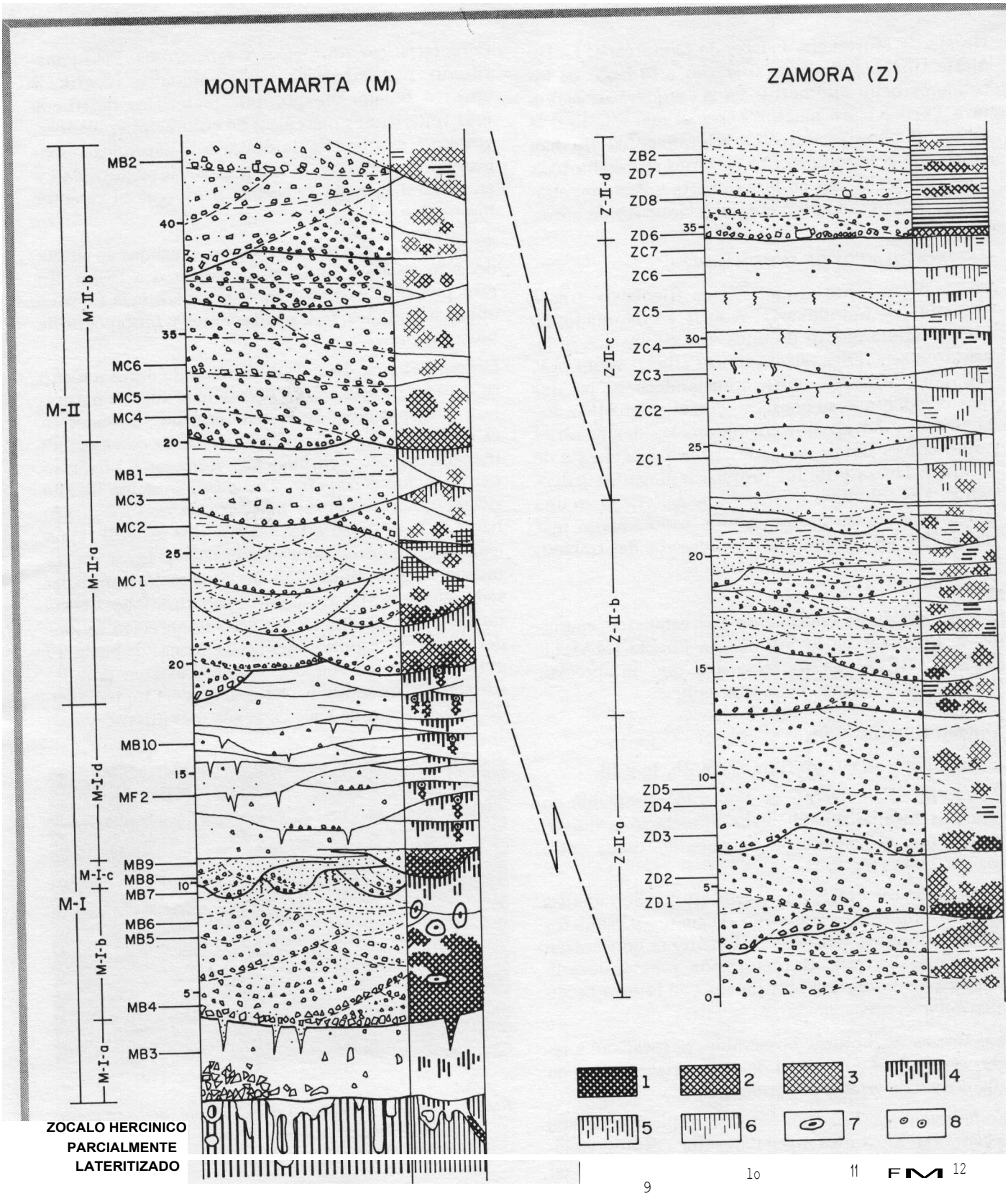


Fig. 2. Posición y características de las concentraciones de hierro y sílice en las series paleocenas de Montamarta y Zamora (la columna de la izquierda se refiere a las características sedimentológicas y la derecha a las concentraciones).

Explicación a la leyenda de la figura:

1. Ferrugenizaciones intensas de colores violáceos muy oscuros. 2. Marmorizaciones de tonos violáceos. 3. Ferrugenizaciones de color rojo ladrillo. 4 Marmorizaciones rojo ladrillo. 5. Ferrugenizaciones de colores ocres. 6. Marmorizaciones de color ocre. 7. Ferrugenizaciones en estructuras concéntricas (anillos Liesegang).8.Pisolitos.9. Silicificaciones (el grosor de línea es indicativo de intensidad). 10. Carbonatos. 11. Bioturbación. 12. Pedotubos.

Granja de Moreruela, Pajares de Lampreana, La Hiniesta, Breto y los que aparecen a lo largo de los primeros ocho kilómetros de la carretera de Zamora a Portugal. En muchos casos el mal estado o la escasa dimensión de estos afloramientos no han permitido el levantamiento de series representativas como las realizadas en Montamarta y Zamora, aunque sí han servido para el establecimiento de correlaciones.

AFLORAMIENTOS DE MONTAMARTA

Se localizan junto al embalse de Ricobayo, frente al pueblo de Montamarta. A lo largo de una longitud de afloramiento de unos dos kilómetros se levantaron seis series estratigráficas (fig. 1, series MA, MB, MC, MD, ME, MF), apreciándose en las dos más occidentales su contacto con el paleozoico. Esta observación no fue posible en las demás series como consecuencia de la inmersión hacia el Este de la discordancia y de los propios sedimentos paleocenos. Las columnas levantadas se sintetizan en una única serie en la que se resume todo aquello más destacable en función de los objetivos del trabajo.

Muro

Zócalo hercínico constituido por esquistos, cuarcitas y areniscas de la Formación Puebla (MARTINEZ GARCIA, 1973) **sobre los que se aprecian restos de una intensa meteorización.**

Unidad Inferior

Se subdivide en cuatro tramos: la, Ib, Ic y Id.

Tramo la. Este tramo es tan solo observable en aquellos lugares donde puede apreciarse la discordancia con el paleozoico. Su potencia oscila entre los 3 y 10 m (fig. 2, Ia).

Características litológicas y estructuras. Son arcillas y limos con cantos angulosos de cuarzo y esquistos medio alterados, que ocasionalmente se concentran originando brechas. En coloración y naturaleza litológica tiene fuertes semejanzas con la roca hercínica subyacente.

Las únicas estructuras observables se localizan a techo tratándose en general de marmorizaciones y en algún caso de grietas de retracción.

Cementaciones Tan solo existen de hierro que aparecen en moteados irregulares de colores violáceos. Las mayores concentraciones se originan en las arenas que rellenan las grietas de retracción del techo del tramo.

Medio sedimentario. Puede interpretarse como una zona de removilizaciones coluvionares o eluvionares del propio sustrato hercínico fuertemente meteorizado.

Tramo Ib. Ha sido observado en las series MA, MB y MD. Su potencia es próxima a los 5 m (fig. 2, Ib).

Características litológicas y estructuras. Está constituido por areniscas, conglomerados (centil: 3 cm), y ocasionalmente por materiales detríticos más finos (limos o arcillas) de coloraciones blancas, violáceas y rojas. Es de destacar la naturaleza esencialmente cuarzosa de los cantos, su angulosidad y en general la mala selección o a veces el carácter bimodal.

Se disponen en estratificaciones cruzadas en surco, **de gran escala a muro** y de mediana a techo. En esta posición y sobre los sedimentos más finos se aprecian cutanes, marmorizaciones y fenómenos de bioturbación.

Cementaciones. La coloración que de muro a techo se sucede en este tramo define muy bien la naturaleza y disposición de la cementación. La sucesión es rojo violáceo intenso, rojo violáceo con parches blancos, blanco con manchas violáceas y violáceas con manchas claras (fig. 2). La cementación (exclusivamente ferruginosa) más intensa está localizada hacia la base junto a los clastos más gruesos, apreciándose mayores concentraciones a favor de los muros y discontinuidades de las distintas unidades sedimentarias. La ferruginización disminuye hasta un cierto nivel donde tan solo se aprecian óxidos de hierro en disposiciones concéntricas de hasta 20 cm de diámetro (fig. 3). Aunque existen grandes variaciones laterales, a techo se aprecia un parcheado violáceo que se hace cada vez más intenso y que

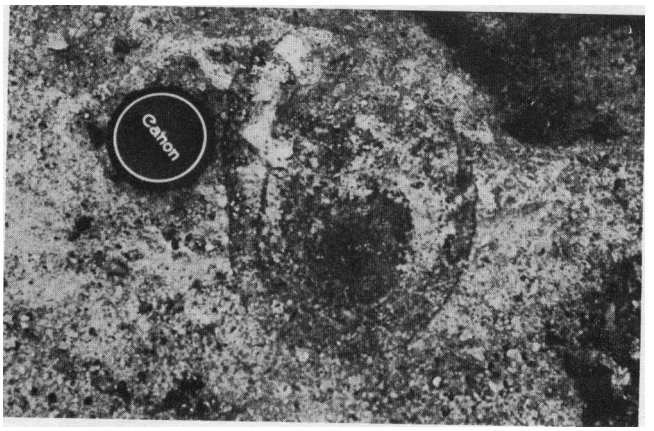


Fig. 3. Bandas concéntricas de óxidos de hierro en arenas caolínicas, asimilables a anillos Liesegang. Tramo lb de Montamarte.

confiere al sedimento una notable compacidad (fig. 4). También a techo y sobre las zonas más finas, aparecen cutanes de naturaleza edáfica.

Medio sedimentario. Puede interpretarse como barras de arenas y gravas en canales fluviales entrelazados (braided) de cauces muy amplios. La secuencia es de energía decreciente y existe un amplio periodo de tiempo de exposición subaérea antes de depositarse el siguiente tramo.

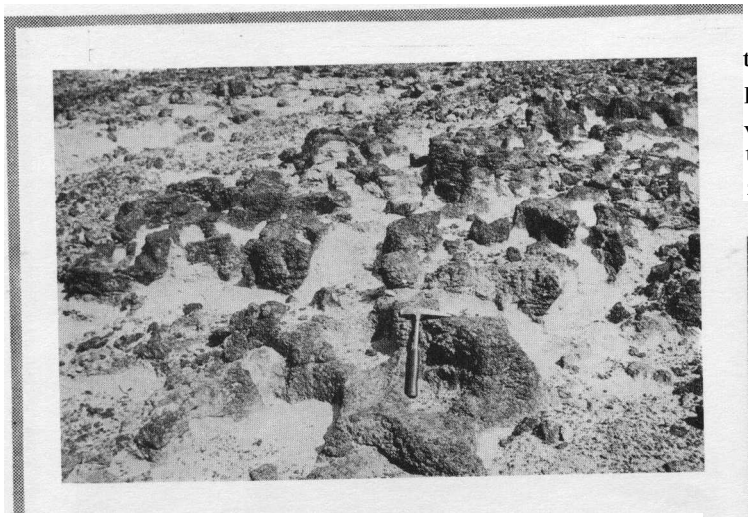


Fig. 4. Aspecto ***de las concentraciones de hierro en el techo del tramo lb. Montamarta.***

Tramo Ic. Este es quizás el tramo más característico de toda la unidad inferior pues en él se define la coraza ferralítica señalada por algunos autores como JIMENEZ (1970, 1974), CORROCHANO y QUIROGA (1974) y CORROCHANO (1977, 1979). Su potencia no excede de los dos metros (fig. 2, le).

Características litológicas y estructuras. Está constituido por arenas y conglomerados, fundamentalmente de cuarzo (centil: 6 cm), angulosos, con mala clasificación y empastados por arcillas y óxidos de hierro. Se disponen en cuerpos canalizados algo asimétricos con base erosiva y 1 a 1,5 m de potencia y 3 a 5 m de anchura (fig. 5). Interiormente se distribuyen en estructuras cruzadas de gran y mediana escala (fig. 6).

Cementaciones. En este tramo se originan las mayores concentraciones de hierro de toda la unidad inferior, dando un característico aspecto escoriáceo pues gran parte de la matriz es de óxidos de hierro. La coloración es de roja oscura, casi negra, a rojo ladrillo.

Medio sedimentario. Se interpreta como canales entrecruzados que tienden a individualizarse en cuerpos únicos localizados en una zona del sistema aluvial más distal que la que interpretamos para el tramo Ib. Unos y otros se superponen y entrecruzan ahondándose en el tramo anterior.

Fig. 5. *Ferricreta* ***del canal. Su base canalizada erosiona claramente el nivel inferior de granulometrta más*** *fina. Tramo Ic.*

Fig. 6. Otro aspecto de la ferricreta de canal. Se aprecia estratificación cruzada en el cuerpo canalizado y marmorizaciones en el techo del paquete infrayacen te.

Tramo Id. Es el tramo terminal y más fino de la unidad inferior. Su potencia total oscila en torno a los diez metros (fig. 2, Id).

Características litológicas y estructuras. Son limos y arcillas de colores blancos y violáceos con arenas y cantos angulosos dispersos y de naturaleza cuarzosa. Se aprecian formas acanaladas en cuerpos muy anchos. A techo existen grietas de retracción y marmorizaciones.

Cementaciones. El hierro se concentra en manchas verticales a modo de goteras a través de grietas, que parten desde el techo de los cuerpos sedimentarios donde también se observan marmorizaciones. En detalle, se ven estructuras poligonares originadas por apilamientos de pisolitos de 5 a 12 milímetros de diámetro (fig. 7). Estas concentraciones pisolíticas parecen localizarse a techo de los anteriormente mencionados "goterones ferruginosos" en zonas muy próximas a las discontinuidades que separan los distintos cuerpos sedimentarios.

Medio sedimentario. Son las facies más distales de toda la unidad inferior, aunque presentan aún formas acanaladas, inconveniente a la hora de su interpretación pues choca con su carácter petrológico. En cualquier caso puede suponerse que existe enmascaramiento de estructuras.

Unidad superior

Se ha subdividido en dos tramos: lla y IIb.

Tramo Ha. En él se aprecian varias secuencias de no más de uno a tres metros de espesor. La potencia total del tramo es muy próxima a los diez metros.

Características litológicas y estructuras. Está cons-

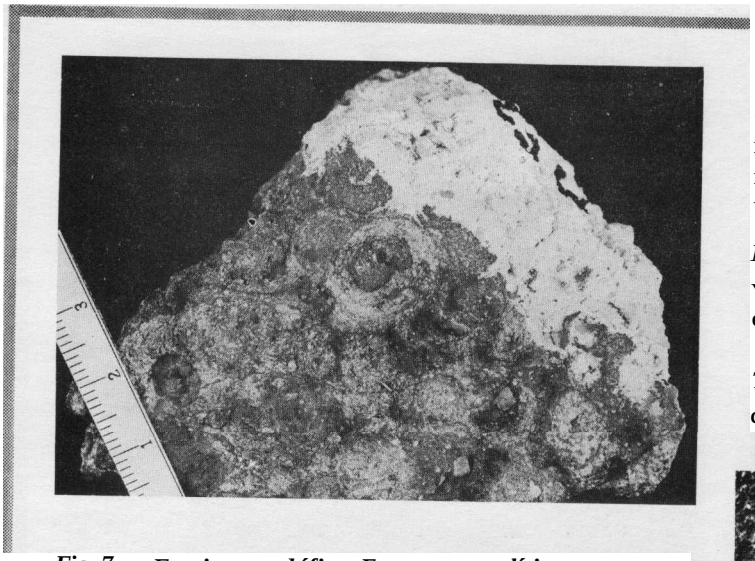


Fig. 7. ***Ferricreta edáfica. Estructura oolítica. Tramo Id. Montamarta*** *(foto J. Gómez).*

tituido por areniscas, conglomerados y limos distribuidos en secuencias de granulometría decreciente. Los clastos más gruesos se localizan a muro de estas secuencias formando el "lag" del canal. Son subangulosos y están constituidos fundamentalmente por cuarzo y en menor proporción por lidita, esquisto o cuarcita. Estos sedimentos se caracterizan en general por tener menos matriz en relación con el tramo anterior aunque siguen presentando mala clasificación. En los sedimentos más finos se observan feldespatos y micas blancas. Interiormente tienen estructuras cruzadas de mediana y gran escala. A techo son destacables las apariciones de pedotúbulos y zonas con bioturbación (fig. 8).

Cementaciones. El hierro, que no aparece con la profusión que en la unidad inferior, se concentra sobre todo en la base de la secuencia, coloreándola en tonos rojo ladrillo y ocre. Pueden aparecer también rubefacciones sobre los depósitos más finos. Lo que verdaderamente caracteriza al tramo es la aparición de niveles con cemento carbonatado. Los carbonatos cementan en ocasiones los terrígenos de

Fig. 8. ***Pedotubos calcáreos. Tramo Ha. Montamarta.***

los canales, otras se disponen en forma de costras concordantes con la estratificación (fig. 9) o bien rellenan grietas y fracturas que atraviesan los sedimentos, aunque este último carácter se observa en toda la zona.

Medio sedimentario. Corresponde a un sistema fluvial entrecruzado con barras de arenas dispuestas en canales relativamente amplios.

Tramo IIb. Es muy similar al anterior del que puede ser diferenciado por su granulometríá. Su poten-

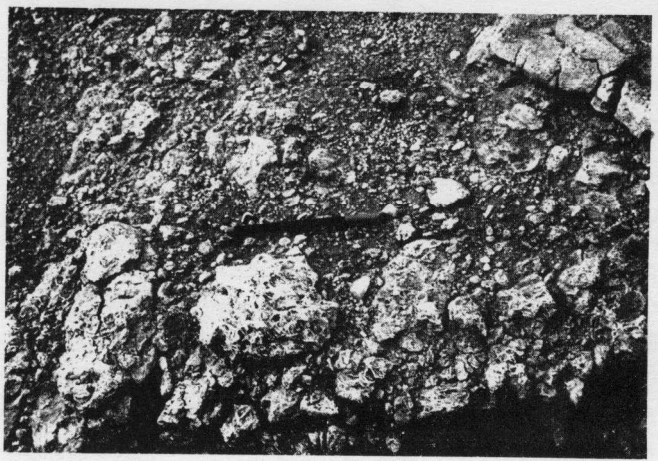


Fig. 9. *Costra* ***calcárea. Tramo IIa. Montamarta***

cia total no excede de los 20 m (fig. 2, IIb).

Características litológicas y estructuras. Está formado por conglomerados, areniscas y algunos niveles limosos de tonos amarillentos y rojizos. La naturaleza de los clastos mayores (centil: 10 cm, subangulosos y subredondeados) es fundamentalmente cuarzosa aunque también los hay de cuarcita, lidita y esquisto. La matriz es escasa en relación con la unidad inferior y su clasificación sigue siendo mala.

Presentan estructuras cruzadas de gran escala, en surcos amplios y ocasionalmente planares. A techo de algunas secuencias se aprecian marmorizaciones.

Cementaciones. Son cada vez menos intensas y se reducen a pequeñas concentraciones de hierro en las discontinuidades y a ligeras pigmentaciones distribuidas en parches rojizos u ocres. Las marmorizaciones son débiles.

El carácter "limonítico" de la matriz de los sedimentos areniscosos o conglomeráticos es cada vez más patente conforme nos desplazamos a techo de la serie, confiriendo al sedimento un color amarillento dominante.

Por último hay que señalar las primeras apariciones de cementaciones silíceas, que coexisten con las cementaciones limoníticas.

Medio sedimentario. Se pueden interpretar como

barras de gravas y arenas gruesas dispuestas en secuencias de energía decreciente en un medio fluvial de canales entrelazados. Estos canales, en apariencia muy amplios, tendrían una significación más proximal que los del tramo IIa. Tanto este medio como el del tramo anterior responden a un sistema fluvial más maduro que el que se reflejaba en los diversos tramos de la unidad inferior.

AFLORAMIENTOS DE ZAMORA

Se han levantado tres series principales (ZA, ZB y ZD) entre Zamora y La Hiniesta sobre una longitud de unos 6 km aprovechando los escarpes del arroyo de Valderrey (fig. 1). En ninguna de las series se ha encontrado el muro hercínico en que se apoya el Paleoceno. La serie sintética de esta zona se ha subdividido en cuatro tramos fundamentales que se han denominado a, b, c y d. Todos están incluidos en una misma unidad que por semejanza con la segunda de la Montamarta le asignaremos el número II.

Muro

Tramo IIa. Es el tramo basal más intensamente ferruginizado. Su potencia puede oscilar entre los 10 y 15 m. Tan solo se aprecia con claridad en la serie ZD.

Características litológicas y estructuras. Son areniscas gruesas y conglomerados y a veces lentejones aislados de limos y arcillas que se disponen en secuencias granodecrecientes y de tonalidades rojizas o amarillentas. Los clastos (centil: 8 cm) son esencialmente de cuarzo. Presentan por lo general poca matriz arcillosa y su clasificación es mala.

En su interior pueden observarse estructuras cruzadas de mediana y gran escala en surcos o planares.

Cementaciones. Están irregular y fuertemente cementados por hierro tiñendo el sedimento con tintes rojos y ocres ("limoníticos").

Medio sedimentario. Canales entrecruzados en los que se aprecian barras de gravas y arenas que se presentan en secuencias de grano decrecientes.

Tramo IIb. Constituye una continuación con el tramo anterior, del que se diferencia por su granulometría más fina, por su coloración fundamentalmente amarillenta y por su escaso grado de consolidación, consecuencia esta de la escasa importancia de sus cementaciones de hierro. Sin embargo se empiezan a apreciar zonas con sílice.

Tramo IIc. Este tramo puede interpretarse como el terminal de una megasecuencia de la que forman también parte los tramos IIa y IIb.

Características litológicas y estructura. Está constituido por limos y arcillas con arenas y cantos dispersos de cuarzo, entre los que puede aparecer algún lentejón areniscoso.

Son muy frecuentes las marmorizaciones, los pedotúbulos y la bioturbación.

Cementaciones. Las cementaciones de hierro están prácticamente limitadas a las zonas de marmorización donde también es muy frecuente la presencia de sílice.

Medio sedimentario. Medio distal o zona de inundación del sistema fluvial que venimos interpretando para los tramos precedentes.

Tramo IId. Es el más característico de los alrededores de Zamora pues destacan sus intensas cementaciones silíceas. Su potencia oscila entre los 2 y 3 m (fig. 2, lId), (fig. 10).

Fig. 10. Canal intensamente cementado por sílice. (Tramo IId). Zamora. Se apoya sobre sedimentos limo-arcillosos también cementados por sílice y con marmorizaciones.

Características litológicas y estructuras. Son conglomerados, areniscas y a veces limos o arcillas. La naturaleza de los elementos más gruesos (centil: 9 cm) es de cuarzo y lidita, que suelen ser subredondeados. No poseen buena selección ni mucha matriz. La base del banco es erosiva y muy plana, y en su interior se aprecian estructuras cruzadas de pequeña y mediana escala, planares y en surco. Los limos y arcillas se disponen a veces en pequeños lentejones y nódulos dentro de los conglomerados que a veces pueden ser interpretados como cantos blandos.

Cementaciones. Existen de hierro y sílice, aunque son estas últimas por su importancia las que caracterizan el tramo. El hierro aparece aisladamente en la base, ante que la sílice, y en algunas otras discontinuidades, cementando tan solo delgados niveles de no más de 3 cm. La sílice se distribuye irregularmente aunque aumenta hacia el muro del banco, inmediatamente sobre la cementación basal de hierro. La sílice cementa también los lentejones de finos.

Medio sedimentario. Son barras de arenas y gravas de un sistema fluvial entrecruzado, como los tramos precedentes. Se deducen grandes canales alejados del área fuente con unas condiciones de madurez superiores al resto de las deducidas para los otros tramos.

OTROS AFLORAMIENTOS

En Granja de Moreruela se ha podido realizar una serie bastante completa de unos 25 m de potencia que se ha dividido en dos tramos que pueden ser comparables con los Ha y IIb de Montamarta. Lo más destacable de esta serie es la abundancia de micas y feldespatos. En lo que se refiere a la cementación no se puede señalar ningún hecho que no se haya destacado en aquellos otros tramos semejantes de Montamarta.

En toda la comarca de La Lampreana afloran pequeños asomos paleocenos que pueden ser correlacionables con los anteriores. Sin embargo en las proximidades de Pajares de La Lampreana se pueden observar unos potentes bancos conglomeráticos de clastos subredondeados de cuarzo intensamente cementados por sílice. Todas estas características lo hacen comparable con el tramo lid de Zamora.

Son también afloramientos con sílice la mayoría de todos aquellos que aparecen en la carretera de Portugal entre los kms. 1 y 8. Aunque son correlacionables por posición y características con los bancos de Zamora (ZIId), se diferencian de ellos por su granulometría. Aparecen cuerpos conglomeráticos, pero los más frecuentes son más finos, como limos o arcillas.

Por último hay que destacar que en los afloramientos paleocenos más septentrionales que se localizan en Breto se pueden identificar unos sedimentos muy finos y caolínicos que se apoyan directamente sobre el zócalo hercínico y otros suprayacentes conglomeráticos y areniscosos. Unos y otros pueden ser respectivamente correlacionados con la unidad inferior y la unidad superior del Paleoceno de Montamarta.

CORRELACION ENTRE LOS AFLORAMIENTOS

La evolución sedimentológica y litoestratigráfica que se aprecia de muro a techo tanto en la serie de Montamarta como en Zamora se ha utilizado como criterio de correlación entre los diversos afloramientos paleocenos de esta zona. Ambas series, que reflejan una clara tendencia a sistemas sedimentológicos más maduros, se expresan en la fig. 2. Así de muro a techo la serie paleocena tipo quedaría representada por: 1) la unidad inferior de Montamarta (MI); 2) La unidad superior de Montamarta (MIIa, MIIb) y los tramos de Zamora ZIIa y ZIIb; 3) el tramo ZIIc de Zamora; y 4) el tramo ZIId también de Zamora.

El resto de los afloramientos paleocenos quedan correlacionados de la forma que se expresa en el apartado anterior, en donde se comparan con las dos series principales.

CARACTERISTICAS PETROLOGICAS

El análisis detallado de las muestras escogidas fue realizado por técnicas petrográficas en lámina delgada y probeta pulida, determinando además su composición mineralógica por difracción de Rayos X. La principal finalidad de la difracción era conocer la mineralogía de la pasta de las rocas detríticas. Esta en ocasiones solo constituye el 10-15 por ciento de la roca, por lo que antes del análisis fue necesario realizar un enriquecimiento de la pasta eliminando por tamizado parte del esqueleto, después de una previa trituración. Por otra parte, el estudio en probeta pulida que se relizó para las rocas ferruginosas, fue dificultoso por la cantidad de minerales arcillosos que existen mezclados con el hierro, por lo que los resultados no fueron del todo satisfactorios.

DATOS MINERAL OGICOS

Los datos obtenidos son expuestos en los cuadros I, II y III. El esqueleto de las rocas detríticas está formado esencialmente por cuarzo (mono y policristalino) y metacuarcita, aunque esta última aparece siempre en menor cantidad y en ocasiones solo como accesorio. Lo mismo sucede sobre todo en aquellas rocas formadas por terrígenos finos (samitas finas y lutitas), ya que los fragmentos son pequeños y en su desintegración se perdió el carácter policristalino de la metacuarcita. Como accesorios se encuentra turmalina, moscovita, pizarra, estaurolita, distena, zircón y corindón.

Es interesante advertir la presencia de feldespatos, en ocasiones, en la Unidad Superior de Montamarta (tramo IIa). Los feldespatos también fueron observados a simple vista en Granja de Moreruela.

Referente a la naturaleza mineralógica de la pasta de las rocas de Montamarta los hechos más destacables son:

a) El tramo inferior de Montamarta está formado por minerales caolínicos fundamentalmente. Las cementaciones ferruginosas y las costras ferruginosas son principalmente de hematites.

b) En el tramo superior, los minerales caolínicos son importantes pero aparecen también smectitas que, en ocasiones están en cantidades significativas. Por otra parte existen carbonatos (calcita) que se disponen en forma de costras coincidentes con la

CUADRO 1 : ANALISIS MINERALOGICO DE LAS MUESTRAS DE MONTAMARTA

Muestra	Tramo	Situación Columna	O/o Esqueleto o Terríganos	o/o Pasta o Arcilla + Cemento	Mineralogía Esqueleto Fundamentales	Mineralogía Esqueleto Accesorios	Mineralogía Pasta Fundamentales	Mineralogía Pasta Minoritarios
MB.3	M-la	Zona de removilización	20	80	0, Metacuarcita Moscovita Pizarra		Minerales caolínicos	Illitas
MB.4	M-lb	Canal	90	10	Q, Metacuarcita Turmalina		Hematites y Minerales caolínicos	
MB.S	M-lb	Canal (base)	90	10	Q, Metacuarcita Moscovita	Turmalina	Minerales caolínicos	Smectitas Hematites
MB.6	M-lb	Canal (parte intermedia)	80	20	Q, Metacuarcita	Turmalina Estaurolita Moscovita Distena	Minerales caolínicos	Illitas
MB.7	M-lb	Canal (techo)	20	80	Q, Metacuarcita		Minerales caolínicos	Illitas
MB.8	M-lc	Canal (base)	95	5	Q, Metacuarcita		Minerales caolínicos Hematites	Smectitas Illitas
MB.9	M-lc	Canal (techo)	50	50	Q, Metacuarcita Moscovita	Turmalina	Minerales caolínicos	Illitas Smectitas Hematites
MF.2	M-ld	Costra ferruginosa pisolítica	70	30	Q, Metacuarcita		Hematites Minerales caolínicos	Illitas
MB.10	M-ld	Banco de sedimentos finos con arenas	60	40	Q, Metacuarcita		Minerales caolínicos	Illitas Smectitas
MC.1	M-la	Costra calcárea	20	80	Q, Metacuarcita		Calcita Minerales caolínicos	Dolomita
MC.2	M-I la	Canal	85	15	Q, Metacuarcita Moscovita Feldespatos potásicos	Turmalina	Minerales caolínicos	Illitas Smectitas
MC.3	M-¡la	Canal	80	20	0, Metacuarcita Moscovita		Calcita Minerales caolínicos	Dolomita Illita Sepiolita Smectitas
MB. 1	M-¡ la	Costra ferruginosa	40	60	Q, Metacuarcita		Hematites Goetita Caolinita	Jarosita
MC.4	M-Ha	Canal (base)	90	10	Q, Metacuarcita Zircón	Turmalina	Minerales caolínicos	Hitas Smectitas
MC.5	M-Ha	Canal (base)	90	10	Q, Metacuarcita Moscovita		Minerales caolínicos Smectitas	Illitas
MC.6	M-IIb	Canal	90	10	Q	Metacuarcita Corindón Turmalina	Minerales caolínicos Smectitas	Illitas
MB.2	M-¡lb	Canal	85	15	Q, Metacuarcita		Opalo C-T Minerales caolínicos	Illitas Goetita

Q es equivalente a cuarzo

estratificación o cementando canales. El principal mineral de hierro es la goetita aunque sigue existiendo algo de hematites.

c) En la parte superior los canales comienzan ya a estar cementados por ópalo C-T.

En Zamora, de acuerdo con la mineralogía fundamental de la pasta, se diferencian tres tramos. En el inferior los minerales caolínicos son fundamentales pero pueden estar acompañados en ocasiones por smectitas, en el intermedio junto a los minerales caolínicos hay ópalo C-T, y en el superior predomina el ópalo C, que se acompaña también de minerales caolínicos y en ocasiones por smectitas. En las zonas del canal, rellenas por sedimentos finos, la sílice constituye ópalo C-T, en vez de ópalo C.

En Pajares de La Lampreana los conglomerados están cementados por ópalo C y por minerales caolínicos, apareciendo a veces smectitas dentro de los minerales fundamentales.

La illita en todas las series está como indicios; su

precisión además es mala debido a la presencia de minerales micáceos. Como indicios hay también fases que pueden interpretarse como zeolitas, pero que será necesario un estudio más detallado para su caracterización.

Es importante resaltar los dos tipos de minerales silíceos encontrados: el ópalo C y el ópalo C-T, a pesar de las dificultades que conlleva su diferenciación debido a la presencia de cuarzo. El ópalo C aparece solo en los canales superiores (Zamora, Pajares) y creemos que se forma por la precipitación de sílice en huecos, donde la cristobalita puede crecer con pocas interferencias de impurezas. El ópalo C-T se asocia sin embargo a sedimentos de limos arcillosos, es una fase más desordenada debido posiblemente a la falta de espacio para su crecimiento.

Referente **a la mineralogía** del Fe diremos que el hecho más evidente es que en la serie de Montamarta existen hidróxidos amorfos y hematites, mientras que en los tramos superiores aparece además goetita. Dar una explicación a este hecho es difícil

CUADRO H. ANALISIS MINERALOGICO DE LAS MUESTRAS DE ZAMORA

Muestra	Tramo	Situación Columna	0/o Esqueleto o Terr ígenos	0/o Pasta: Minerales, Arcilla y/o Cementos	Mineralogía Esqueleto Fundamentales	Mineralogía Esqueleto Accesorios <50/0	Mineralogía Pasta Fundamentales	Mineralogía Pasta Minoritarios <5 0/o
ZD.1	Z-I I (a)	Lentejón de finos	40	60	Cuarzo	Metacuarcita Moscovita	Minerales caolínicos	Smectitas Illitas Hematites
ZD.2	Z- II(a)	Canal (base)	90	10	Cuarzo Metacuarcita	Pizarra R. detrítica silicificada	Minerales caolínicos	Illitas
ZD.3	Z- II(a)	Canal (techo)	80		Cuarzo Metacuarcita	Turmalina Moscovita	Minerales caolínicos	Smectitas Illitas
ZD.5	Z-II(a)	Canal (techo)	85	15	Cuarzo Metacuarcita		Minerales caolínicos	Smectitas Illitas
ZC.1	Z-I1(c)	Banco de sedimentos finos con arenas	40	60	Cuarzo Metacuarcita	Turmalina Moscovita	Minerales caolínicos	Smectitas Illitas
ZC.2	Z-11(c)	Banco de sedimentos finos con arenas	50	50	Cuarzo	Metacuarcita Turmalina Moscovita Z i rcón	Minerales caolínicos Opalo C-T	Illitas
ZC.3	Z-11(c)	Banco de sedimentos finos y cantos	50	50	Cuarzo	Metacuarcita	Minerales caolínicos Opalo C-T	Illitas
ZC.4	Z-IIc	Banco de sedimentos finos con arenas	50	50	Cuarzo Metacuarcita	Moscovita	Minerales caolínicos Opalo C-T	Illitas
ZC-6	Z-IIc	Banco de sedimentos finos con arenas	60	40	Cuarzo Moscovita	Metacuarcita Moscovita	Minerales caolínicos Opalo C-T	Hematites Goetita
ZC.7	Z-IIc	Banco de arenas y limos	80	20	Cuarzo Metacuarcita		Minerales caolínicos	Illitas
ZD.8	Z-lid	Zona de limos y arcillas dentro del canal	30	70	Cuarzo Moscovita	Metacuarcita	Minerales caolínicos	Smectitas
ZB.2	Z-lid	Nódulos de limos y arcillas dentro del canal	20	80	Cuarzo Metacuarcita	Moscovita	Minerales caolínicos Opalo C-T	Smectitas
					Cuarzo Metacuarcita		Opalo C Minerales caolínicos Smectitas	Illitas
					Cuarzo Metacuarcita	Turmalina	Opalo C Minerales caolínicos Smectitas	Illitas
					Q, Metacuarcita Moscovita		Minerales caol í nicos Opalo C-T	Illitas
					0. Metacuarcita		Opalo C-T Minerales caolínicos	Illitas

Q es equivalente a Cuarzo

CUADRO III: ANALISIS MINERALOGICO DE LAS MUESTRAS DE PAJARES DE LA LAMPREANA

Muestra	Tramo	Situación Columna	°/o Esqueleto O	°/o Pasta: Minerales, Arcilla y/o Cementos	Mineralogía Esqueleto: Fundamentales	Mineralogía Esqueleto: Accesorios	Mineralogía Pasta: Fundamentales	Mineralogía Pasta: Accesorios
PJ-1	–	Canal	90	10	Cuarzo Metacuarcita	Moscovita	Minerales caolínicos Opalo C	Smectitas Illitas
PJ-2	–	Canal	90	10	Cuarzo Metacuarcita	Moscovita	Opalo C	Minerales caolínicos Smectitas
Pb-1	–	Canal	85	15	Cuarzo Metacuarcita	–	Smectitas Minerales caolínicos	Illitas Smectitas
Pb-3	–	Canal	85	15	Cuarzo Metacuarcita	–	Opalo C Caolinita.	Illitas Smectitas

ya que el sistema Fe203-H20 es complicado y los factores que influyen en la formación de un mineral específico son varios: Eh, pH, concentración de las soluciones y las impurezas fónicas que lleven, el problema del envejecimiento de geles y la temperatura. Aparte de que una vez formada una fase pueda transformarse a otra (p. ej. transformaciones de hematites a goetita). Por otra parte señalamos que en un caso se observó con probeta pulida la transformación de hematites ajarosita.Este hecho fue difícil de comprobar por difracción de rayos X debido al carácter tan minoritario del sulfato.

CARA CTERISTICAS PETROGRAFICAS EN LAMINA DELGADA

De una manera general, los sedimentos conglomeráticos y samíticos se caracterizan por su mala selección unas veces, y otras por su bimodalidad. La forma de los cantos y granos es muy variada, y son muy angulosos a excepción de los cantos mayores de los canales superiores (Zamora y Pajares) donde son subredondeados. La angulosidad además se acusa en mayor grado por el carácter corrosivo que tienen los óxidos de Fe, frente a los cantos y granos de cuarzo y que se manifiesta ostensiblemente en los canales cementados por hierro (Lám. 1, fig. A).

El ópalo petrográficamente es del tipo gelatinoide. En los canales superiores (Zamora, Pajares) cementa intensamente los conglomerados arcillosos no quedando ninguna porosidad (Lám. 1, fig. B). No existe tampoco texturas de cuarzo cementando huecos como suele ser normal cuando una roca, después de cementarse por ópalo, le queda cierta porosidad. A veces es completamente isótropo y otras presenta birrefringencia estriada, quizás por los materiales arcillosos que engloba.

Otro aspecto observado es la disposición de los minerales de Fe, que es muy distinta. Cuando estos no están en cantidades excesivas se ve que cementan una porosidad primaria dejada por el esqueleto y las arcillas (carácter que se corrobora al observar como los minerales de Fe ocupan el centro de los huecos) o los impregnan y están íntimamente mezclados tiñéndolos. Otras veces cementan huecos dejados por bioturbación, o están asociados a pequeñas grietas que rompen y atraviesan los materiales limo-arcillosos. Cuando aparecen en cantidades importantes producen cementaciones masivas de los conglomerados o se disponen en estructuras pisolíticas. Existen también cutans ferruginosos o arcillo ferruginosos.

Vemos por lo tanto que los óxidos e hidróxidos de Fe son una constante en estas series, pero se sitúan de formas muy diferentes.

Las costras calcáreas aunque muy restringidas en las columnas tienen texturas interesantes. Son retículos esencialmente de micrita a partir de los cuales y hacia dentro crecen cristales elongados y fibrosos de calcita que tienden a cerrar los espacios del retículo, los cuales acaban por rellenarse de minerales caolínicos teñidos con minerales de Fe (Lám. 1, fig. C). A veces hay morfologías circulares o anillos a partir de los cuales crecen cristales aciculares. Estas costras en otras ocasiones crecen sobre un substrato detrítico y solo consisten en cementaciones de cristales elongados o aciculares que rodean a los terrígenos o formas de anillos circulares como las anteriormente descritas.

La textura íntima de los cristales (Lám. I, fig. D), nos hace pensar en la influencia en su construcción de una actividad orgánica (M.A. GARCIA DEL CURA, comunicación personal) y pensamos que son costras más o menos ligadas al ambiente sedimentario y distintas a las que surcan los sedimentos asociados a grietas posteriores.

Por último es necesario resaltar en estas series la frecuencia con que se observan microtexturas que

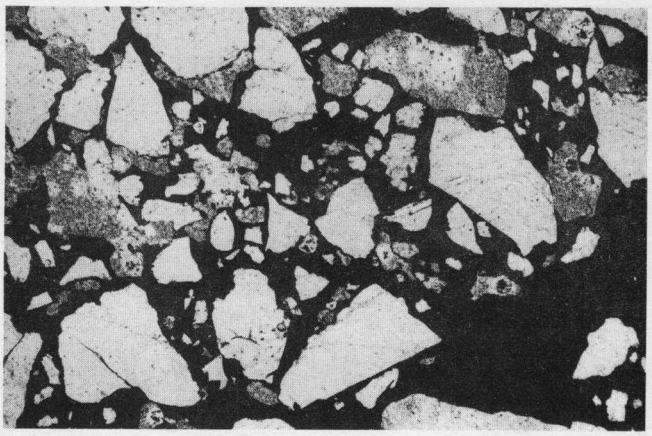


Fig. A. Conglomerado cementado por hematites. Ferricreta de canal. Unidad inferior. Montamarta.

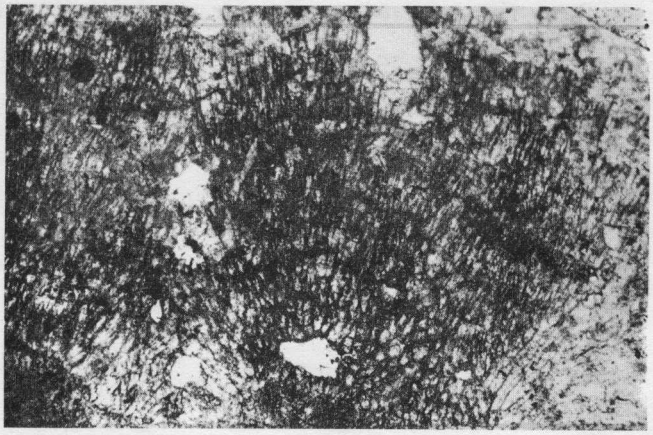


Fig. D. Detalle de los cristales aciculares de la costra calcárea - anterior.

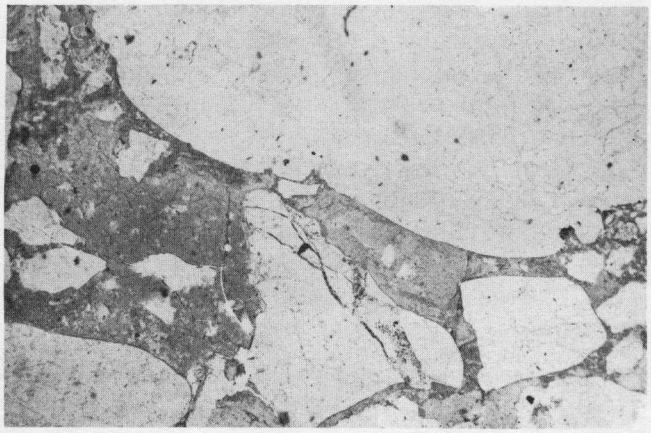


Fig. B. Conglomerado cementado por ópalo. Tramo IId. Zamora.

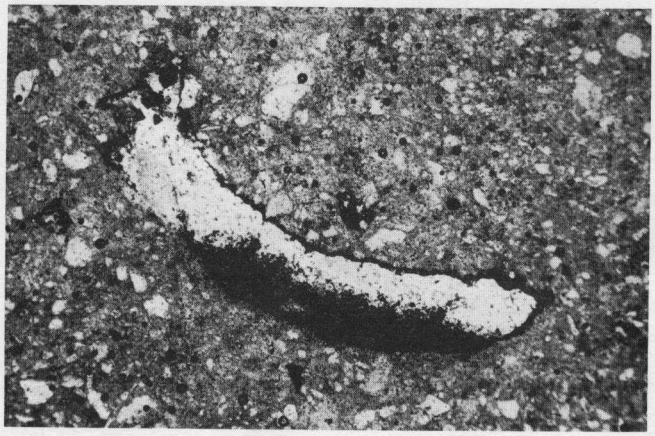


Fig. E. Bioturbación en sedimentos arcillo-limosos. Tramo IIc. Zamora.

Fig. C. Costra calcárea. (A). Pared micrítica. (B). Cristales aciculares de calcita. (C). Parte interna de caolinita. Unidad superior. Montamarta.

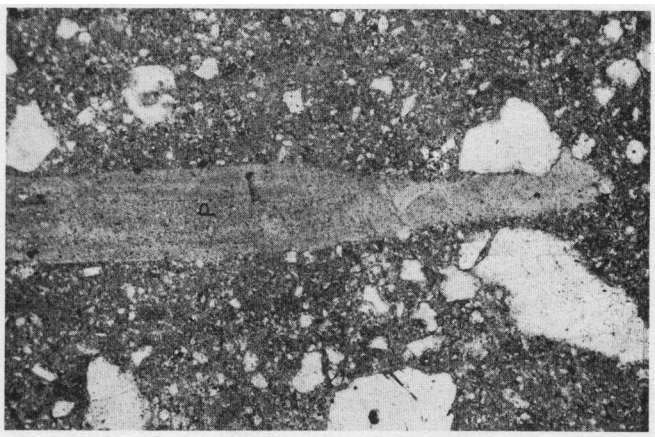


Fig. F. Pedotubo relleno de ópalo. (p) en sedimentos arcillo-limosos. Tramo IIc. Zamora.

pueden ser interpretadas como edáficas (BREWER, 1964) tales son:

a) Orientaciones de la matriz alrededor de los huecos y clastos del esqueleto dando birrefringencias estriadas.
b) Presencia de cutans, alrededor de huecos (argilans, ferrilans).
c) Bioturbaciones en los sedimentos limo-arcillosos (Lám. 1, fig. E y F)

DISCUSIONES

El conjunto de todos los datos petrológicos y mineralógicos hacen a parte de estos sedimentos comparables a los definidos por los autores franceses como "facies siderolíticas" y que en el Eoceno son extraordinariamente frecuentes en Europa, Africa y América (MILLOT, 1964).

Las características definitorias son, en la zona estudiada, las siguientes:

a) Existencia de cuerpos sedimentarios detríticos formados fundamentalmente por un esqueleto de cuarzo, metacuarcita y una pasta de minerales caolínicos. Aunque puede haber otros minerales arcillosos, estos están como accesorios.

b) Presencia de óxidos e hidróxidos de Fe, dispersos por toda la serie y en ocasiones concentrados en concreciones, pisolitos o costras.

c) Aparición de minerales de la sílice (variedades de ópalo en nuestro caso), cementando arenas y gravas y otras veces íntimamente mezclados con limos arcillosos.

La interpretación genética que se da a estas facies en líneas generales es que son productos de la demolición o removilización del manto de alteración laterítica producido en climas tropicales (MILLOT, 1964, 1967).

ROCAS SILICEAS

Las rocas silíceas del techo del Paleoceno de Zamora por sus características mineralógicas y texturas se parecen a algunos tipos de silcretas, a pesar de que este término (rocas silíceas continentales de origen secundario) por ser excesivamente general no es nada definitorio.

De acuerdo con las posibles génesis dadas por GOUDIE (**1973**) **para las silcretas, el modelo fluvial sería el directamente aplicable a estas rocas.**

En el caso estudiado por nosotros, aguas de escorrentía cargadas de sílice circulaban a través de los cuerpos sedimentarios canalizados de un sistema trenzado (braided). Los rellenos arenosos o conglomeráticos de aquellos canales más`distales (techo del Paleoceno de Zamora) localizados en zonas de sedimentos más finos, deberán funcionar como "trampas" para estas aguas con sílice. Su condición de "trampa" estaría determinada por su conexión con las zonas más proximales y porosas, y por su contacto con aquellos otros depósitos impermeables más distales de su propio entorno. De este modo las **aguas** infiltradas quedarían allí confinadas hasta que por efecto de la evaporación durante los períodos de aridez se produciría un aumento de la concentración de sílice disuelta, que acabaría por precipitar, detectándose actualmente ópalo con cierta ordenación (ópalo C) como mineral fundamental.

Para los limos arcillosos con sílice (tramo C de Zamora, facies de inundación distales) sin embargo hay que pensar en modelos algo más complicados. Se producen en zonas de inundación esporádicas sometidas a dilatados períodos de exposición subaérea y consecuentemente a actividad orgánica y edáfica.

El agua cargada con sílice llega también a ellas, penetra en parte, por las zonas más porosas y las empapa. En épocas más aridas, se produce también la concentración en sílice y la precipitación de ella, aunque en esta precipitaciónjuegantambién un papel importante las raíces que absorben agua. Prueba de ello es la frecuente existencia de pedotúbulos silíceos. La sílice así precipitada actualmente es ópalo C-T que es una fase más desordenada de ópa**lo.**

El factor común de ambos tipos de rocas silíceas es la llegada al medio de sedimentación, sea cual sea, de aguas cargadas con gran cantidad de sílice que tienen que provenir de la alteración del área madre. La liberación de cantidades importantes de sílice es explicada solo por una alteración hidrolizante y de ahí que autores como LECLAIRE (1974) **asocien las principales silicificaciones en las cuencas oceánicas con etapas hidrolizantes, siendo el Eoceno una de las más importantes.**

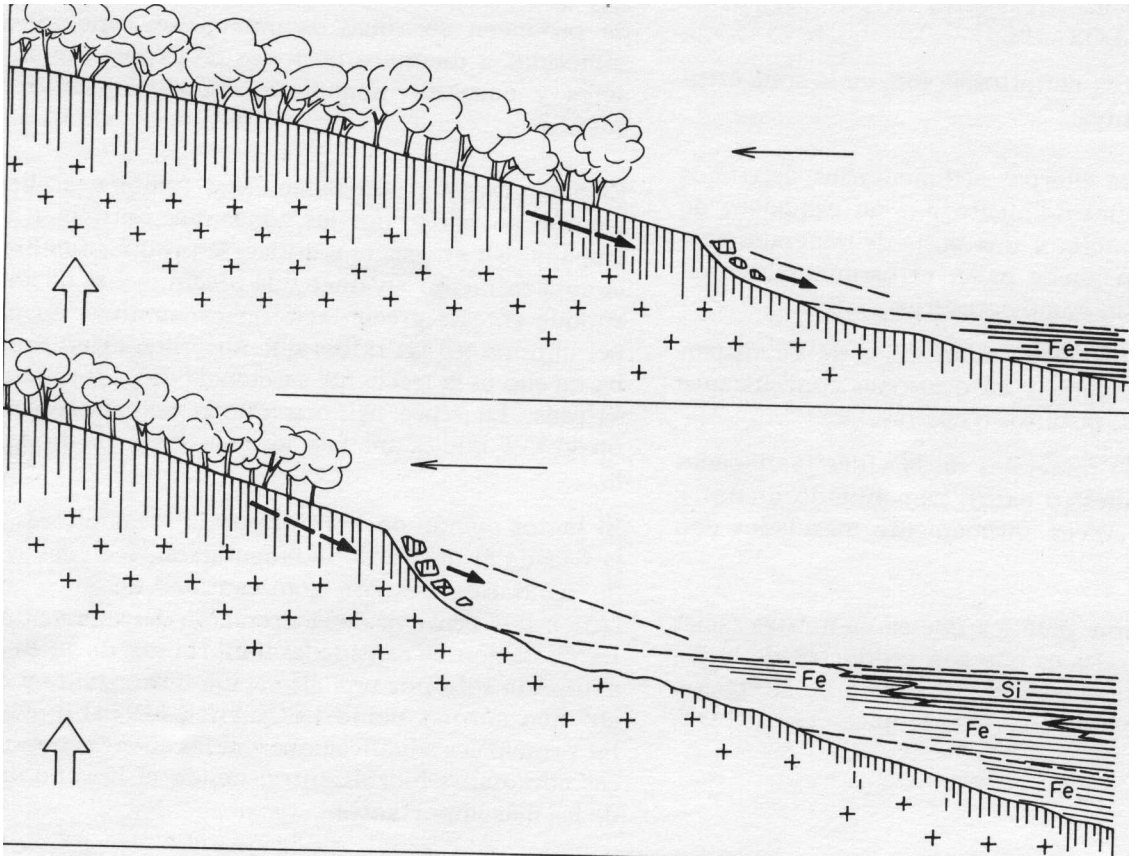
Sin embargo para que se produzca la formación de silcretas la aridez es el factor fundamental esgrimido por los autores. Esto representa en sí una contradicción, que STEPHEN (1971) **al estudiar conjuntamente las lateritas y silcretas de Australia, la resuelve localizando los procesos de laterización en las zonas exteriores de la isla (zonas húmedas) y las silcretas en las partes interiores (zonas áridas).**

Si analizamos la composición mineralógica de las rocas estudiadas vemos que la unidad inferior de Montamarta encuadra perfectamente con las características mineralógicas de las facies siderolíticas. Sin embargo en la unidad superior empiezan a aparecer ocasionalmente rocas (arenas feldespáticas,

canales cementados por carbonatos y costras calcáreas) que comienzan a romper con las características definitorias de estas facies. Tales hechos a la vez que indican periodos de climas más áridos, señalan que se ha llegado quizás a desmantelar gran parte de la cobertera alterada y se empieza a demoler zonas de roca más fresca.

La localización de las rocas silíceas en este periodo puede avalar lo que acabamos de exponer, es decir, que la roca madre de los sedimentos de la unidad superior de Montamarta son los horizontes más bajos del perfil laterítico y zonas de roca fresca. Por otra parte según expone BRIDGES (1970) en suelos de latitudes bajas que se han formado en un clima con una marcada estación seca, la sílice liberada reprecipita en la parte baja del perfil. Este horizonte silíceo, el más bajo del perfil y que es de ópalo o porcelanita (FARLANE, 1976) puede al estar de nuevo a exposición, ser nueva fuente de sílice.

La evolución mineralógica preponderante de los sedimentos paleocenos: terrígenos y pasta ferruginoso-caolínica, terrígenos y pasta caolítica, terrígenos y pasta silíceo-caolínica-montmorillonítica, puede ser simplemente la secuencia invertida de un perfil laterítico del que suponemos deriva como consecuencia de su desmantelación.



©1 ®2 3 --~4 --► 5 E 6

Fig. 11. Las rocas silíceas y ferruginosas del Paleoceno zamorano. Modelo de génesis heterostática. Explicación de la leyenda: 1. Zócalo hercínico parcialmente lateritizado. 2. Rocas detríticas paleocenas con acumulación de hierro. 3. Rocas detríticas paleocenas con acumulación de sílice. 4. Erosión mecánica. 5. Erosión química. Movilizaciones de hierro y sílice. 6. Sentido de la deforestación. 7. Epirogénesis.

En cualquier caso, la liberación de sílice, ya sea a partir de silcretas del perfil laterítico en demolición o por hidrólisis de minerales silicatados de la roca madre, exige unas condiciones de humedad bien diferentes de las existentes allí donde precipita. Es indudable que aunque el contraste estacional climático más acentuado hacia la aridez en el interior de la cuenca podría solucionar el problema, en este caso es difícil de imaginar, dadas las dimensiones del entorno área fuente-área depósito.

La solución que más se ajusta a nuestro caso es la apuntada por ERHART (1973) para explicar las arenas cementadas por ópalo que se producen en períodos mixtos de Biostasia y Rexistasia y que él califica de Heterostasia en donde existe un doble tipo de aportes: los productos liberados en solución (sílice entre ellos) provenientes de zonas, aún de biostasia, sometidas a intensa edafogénesis laterítica, y los materiales terrígenos arrancados de zonas donde ha quedado roto el equilibrio biostásico, es decir de rexistasia.

La aplicación de esta hipótesis se podría hacer imaginando áreas madres diferentes con condiciones distintas por estar afectadas de manera desigual por la tectónica. La convergencia de unos y otros aportes explicaría la coexistencia de productos biostásicos y rexistásicos en el Paleoceno de Zamora. Sin embargo, de los datos sedimentológicos y geomorfológicos regionales se deduce una única área de aporte. *

Ante esta circunstancia solo cabe pensar una solución puesto que hay que suponer biostasia y rexistasia conjunta en el área madre. Esta es la progresiva deforestación del área fuente controlada por el clima y la tectónica (fig. 11). El retroceso de la cubierta vegetal y con ella las condiciones de edafogénesis laterítica hasta su definitiva desaparición, necesariamente implicaría la acción conjunta de biostasia y rexistasia. Esta solución no supone sino un desplazamiento del equilibrio biostásico, que es en realidad el que define el concepto de periodo de Heterostasia de ERHART (1967).

ROCAS FERRUGINOSAS

Los minerales de Fe se acumulan mayormente en la base de las series estudiadas aunque como ya señalamos existen óxidos e hidróxidos de Fe dispersos prácticamente en toda la serie.

Unas veces se constituyen al cementarse por hierro terrígenos de cuerpos canalizados,y su génesis simplemente podría ser similar a lo expuesto anteriormente para la sílice que cementa los canales. Serían ferricretas de canales de río (GRANT y AITCHISON, 1970), o lo que más ampliamente se conoce por corazas de acumulación absoluta. A este tipo pertenecen las concentraciones de hierro más aparatosas del paleoceno de Zamora, observables en los afloramientos de Montamarta y existentes en los tramos basales del resto de los afloramientos de la región; se han identificado comunmente como coraza ferralítica (CORROCHANO, 1977, 1979), (JIMENEZ 1970, 1974).

Sin embargo otras veces los minerales de Fe, tanto por su posición estratigráfica (zonas de limos arcillosos con arenas), como por la naturaleza de las diversas estructuras con que se manifiestan (grandes bandeados concéntricos asimilables a anillos Liesegang,pisolitos y marmorizaciones) no pueden ser explicadas sino como consecuencia de procesos edáficos. En este sentido FREYTET (1971) en el Languedoc interpreta las estructuras concéntricas de anillos Liesegang y las formaciones pisolíticas como edáficas. Para este autor son caracteres de paleosuelos, no calcimorfos, donde la roca madre en la que se desarrollan es de naturaleza arenosa. El clima bajo el que se formarían sería tropical, con tendencia hacia la sequedad. Por otra parte en los tramos inferiores de Montamarta existen además secuencias mineralógicas (arcillas caolínicas, arcillas caolínicas con minerales de hierro en manchas, y costras ferruginosas) que podrían compararse con pequeños perfiles lateríticos. Los paleosuelos se desarrollarían generalmente sobre depósitos de facies distales o de inundación caracterizados por dilatados períodos de exposición subaérea. Estas concentraciones edáficas son las que comúnmente se conocen por corazas de acumulación relativa. El mineral de hierro predominante es la hematites y los hidróxidos amorfos.

En los episodios superiores de la sedimentación (tramo II de Montamarta y serie de Zamora) también se observan concentraciones de hierro, tanto como cementaciones de sedimentos terrígenos como originados por procesos edáficos. Se diferencian de los que aparecen en la base, esencialmente por su coloración (parda) la cual es originada por la aparición de goetita. Las de acumulación absoluta por su asociación con rocas silíceas creemos que corresponden a ferricretas de clima árido (GRANT y AITCHISON, 1970).

CONCLUSIONES

Los sedimentos paleógenos de Zamora corresponden a la erosión y sedimentación bajo un sistema fluvial de cauces entrelazados procedentes del NW, de los productos resultantes de la alteración hidrolizante (lateritización) del Macizo Hespérico. Tanto las rocas silíceas como las ferruginosas se forman unas veces por simple cementación por sílice o hierro de terrígenos (conglomerados y arenas) en cuer-

* *Nos apoyamos* ***en direcciones de paleocorrientes, en la naturaleza*** *de los productos* ***sedimentados*** *y en directrices morfográficas* ***regionales.***

pos sedimentarios canalizados. Otras sin embargo son consecuencia también de los procesos edáficos y diagenéticos tempranos que se producen en la zona de sedimentación.

Como consecuencia de la sucesión normal de la desmantelación y sedimentación de los productos de un manto de alteración laterítica, los tramos inferiores de la serie son facies siderolíticas típicas. De acuerdo con esta idea los tramos subsecuentes y finales de la sedimentación paleocena no poseen ya rasgos tan típicos, correspondiendo a una sedimentación en clima más árido. Los procesos edáficos que se superponen a la sedimentación confirman esta evolución climática. En los tramos basales hay concentraciones de Fe que son explicadas como ferricretas de climas cálidos y húmedos, en los tramos superiores las ferricretas por estar asociadas a silcretas pueden interpretarse como de clima más árido.

Conviene, por último, señalar que en este trabajo se han establecido unos criterios de correlación mineralógica paralelos a los sedimentológicos. Mediante estos criterios se ha deducido la naturaleza de los procesos climáticos o geomorfológicos operantes en el área fuente antes o durante la sedimentación paleocena.

AGRADECIMIENTOS

Desde aquí nuestro más cariñoso recuerdo al que fue compañero y amigo, Dr. Francisco García Abbad, por **la ayuda y consejos recibidos durante la realización de este trabajo. Asimismo expresamos nuestro agradecimiento a las Dras. M. Elena** Vindel y **Rosario Lunar por el estudio mineralógico en probeta pulida de las concentraciones de hierro.**

BIBLIOGRAFIA

BREWER (1964). Fabric and Mineral Analysis of soils. John Wilwy & Sans, 470 pp.

BRIDGES, E.M. World Soils. Cambridge University Press, 128 pp.

CORROCHANO, A. (1977). Estratigrafía ***y sedimentología del Paleógeno en la provincia de Zamora. Tesis doctoral Universidad de Salamanca****, 336 pp.* ***(Resumen en Acta Salmanticensis). Salamanca.***

CORROCHANO, A. (1979). ***El Paleógeno*** *del borde occi****dental de la Cuenca del Duero (prov. de Zamora). I Reunión Regional sobre la geología de la Cuenca del Duero. Guía de Campo. Salamanca.***

CORROCHANO, A. y QUIROGA, J.L. (1974). ***La discordancia Paleozoico-Terciaria al SW de Zamora. Studia Geologica*** *7: 123-130.* ***Salamanca.***

ERHART, H. (1967). ***La génese des sois en tant que phénomene géologique. Masson*** *& Cie. (2e. ed) París, 177 pp.*

ERHART, H. (1973). Itineraires géochimiques et cycle géologique du silicium. Doin, 217 pp.

FREYTET, P. (1971). Paleosols residuels et paleosols alluviaux hydromorphes ***associes*** *au dépots fluviatiles dans le Crétace supérieur et 1'Eocéne* ***basal*** *du Languedoc. Revue de Géographie physique et de Géologie dynamique, 2, vol XIII. fase. 3.*

GOUDIE, A. (1973). ***Duricrusts. In tropical and subtropical Landscapes. Clarendon*** *Press. Oxford, 174 pp.*

GRANT,' K. y AITCHISON, G.D. (1970). ***The engineering significante*** *of silcretes* ***and ferricretes in Australia. Engineering Geology****, 4.• 93-120.*

JIMENEZ, E. (1970). ***Estratigrafía y paleontología del borde suroccidental de la Cuenca del Duero. Tesis Doctoral Universidad de Salamanca****, 325 pp.*

JIMENEZ, E. (1972). ***El Paleógeno*** *del borde SW de la* ***Cuenca del Duero. I.• Los escarpes*** *del Tormes.* ***Studia Geologica****, 3: 67-110.* ***Salamanca.***

JIMÉNEZ, E. (1973). El Paleoceno del borde SW de la Cuenca del Duero. II.- La falla de Alba- Villoria y sus ***implicaciones*** *estratigráficas y morfológicas. Studia Geológica 5: 107-136. Salamanca.*

JIMENEZ, E. (1974). ***Iniciación al estudio de la climatología del Paleógeno de la Cuenca del Duero y su posible relación con el resto de la Península Ibérica. Bol. Geol. y Min. 85*** *(5): 518-524. Madrid.*

JIMENEZ, E. (1977). ***Sipnosis sobre los yacimientos*** *fosilz= feros paleógenos* ***de la provincia de Zamora****. BoL GeoL y* ***Min., 88*** *(5): 35 7-364. Madrid.*

LECRAIRE (1974). Hypóthese sur V origine des silicifications dans les grands bassin oceaniques. La role des climats hydrolisants. B.S.G.F. (7), XVI, núm. 2, 214-224 pp•

MARTINEZ GARCIA, E. (1973). ***Deformación y metamorfismo en la zona de Sanabria. Studia Geologica, voL 5: 7-106. Salamanca.***

MILLOT, G. (1964). ***Geologie des argiles. Masson & Cíe, 499 pp. París***

McFARLANE, M.J. (1976). Latente and ***Landscape. Academic Press. London. New York, San Francisco****. 151 pp.*

MILLOT, G. (1967). ***Significante des études récents sur les roches argileuses dans 1'interpretation des facies sedimentaire. Sedimentology****, 8: 259-280 pp.*

ROMAN, F. y ROYO GOMEZ, L (1923). ***Sur l'existence de mammiféres luteciens dans le Bassin du Doure (Espagne).*** **CR***. Ac. Sc¿ 175: 1221-1223.* ***París.***

STEPHENS, G. G. (1971). Latente and ***Silcrete in Australia*** *Geoderma, 5: 5-52 pp.*