

## LA CUENCA TRIASICA DE LA RAMA CASTELLANA DE LA CORDILLERA IBERICA. I. PETROGRAFIA Y MINERALOGIA

Por GARCÍA PALACIOS, M.<sup>a</sup> C. \*, LUCAS, J. \*, DE LA PEÑA, J. A. \*\*  
y MARFIL, R. \*\*

### RESUMEN

Se han estudiado los depósitos triásicos de la Rama Castellana de la Cordillera Ibérica a partir de las columnas representativas de cinco áreas, complementadas con la información de dos sondeos. Se describe la petrografía de los diferentes niveles y la composición de la fracción arcillosa.

Los resultados permiten establecer correlaciones en la cuenca y estudiar las variaciones de facies en el espacio y en el tiempo. El estudio comparado de los minerales arcillosos y no arcillosos proporciona criterios para las reconstrucciones litoestratigráficas y paleogeográficas.

### ABSTRACT

The Triassic deposit of the Castilian branch of the Iberian Range have been studied based on various columns, which represent five areas, and on two boreholes. The petrography of the different levels and the composition of the argillaceous fraction are described.

The establishment of correlations within the basin and the study of variations of facies in time and space have been made according to the results obtained. The comparison between argillaceous and non-argillaceous minerals has set up criteria for the lithostratigraphic and paleogeographic reconstructions.

### RÉSUMÉ

Les dépôts triasiques de la branche castellane de la Chaîne Ibérique ont été étudiés à partir de cinq coupes de terrain et de deux forages. La pé-

---

(\*) Centre de Sédimentologie et de Géochimie de la Surface (C. N. R. S.) et Université Louis Pasteur (Straosbourg).

(\*\*) Departamento de Petrología, Universidad Complutense. Madrid.

trographie des différents niveaux et la composition de la fraction argileuse sont décrites.

Ces résultats permettent d'établir des corrélations dans l'espace et dans le temps. L'étude corrélatrice des minéraux non argileux et des minéraux argileux fournit de bons repères à la fois stratigraphiques et paléogéographiques.

## INTRODUCCIÓN

Este trabajo tiene por finalidad completar nuestras investigaciones sobre el Triás de la Cordillera Ibérica, así como presentar una visión de síntesis de los conocimientos adquiridos hasta la actualidad. Por la amplitud de los objetivos propuestos y el gran volumen de datos utilizados, hemos creído oportuno hacer la siguiente exposición:

- I. Petrografía y mineralogía
- II. Geoquímica
- III. Historia

Los apartados II y III figuran en publicaciones a parte.

La zona estudiada se extiende desde el borde del Sistema Central hasta el sur de Molina de Aragón, habiéndose subdividido la misma en cinco áreas, de cada una de las cuales se ha levantado una columna tipo integrada a partir de cortes parciales cuando ha sido necesario (Fig. 1).

Las columnas representativas de cada área se apoyan, con discordancias más o menos marcadas, bien sobre materiales metamórficos de Paleozoico Inferior o bien sobre materiales sedimentarios pérmicos, salvo en el área de Sigüenza, donde no aflora la base. Al techo las columnas están coronadas siempre por la Formación Dolomías tableadas de Imón, con excepción del área de Palmaces, en que lo están por arenas de «facies Utrillas» (Fig. 2).

Dada la dificultad de establecer una cronoestratigrafía para estos sedimentos triásicos y debido a las convergencias que presentan en las áreas de borde de cuenca las litofacies tradicionalmente aceptadas (Buntsandstein, Muschelkalk y Keuper), se ha considerado oportuna la utilización de tres unidades litoestratigráficas informales:

T-1: *Unidad inferior*, fundamentalmente conglomerático-areniscosa.

T-2: *Unidad media*, en general dolomítico-margosa.

T-3: *Unidad superior*, con carácter evaporítico principalmente.

## PETROGRAFÍA Y MINERALOGÍA

### *Unidad inferior (T-1)*

Es la unidad de composición más homogénea en la zona estudiada, estando integrada por conglomerados, areniscas y, en menor proporción, lutitas.

Los *conglomerados* se encuentran tanto en la base como intercalados en los niveles de areniscas. El desarrollo que alcanzan es muy irregular y el máximo se localiza en el área de Molina de Aragón. Están integrados fundamentalmente por cantos de metacuarcitas, aunque en las áreas más oc-

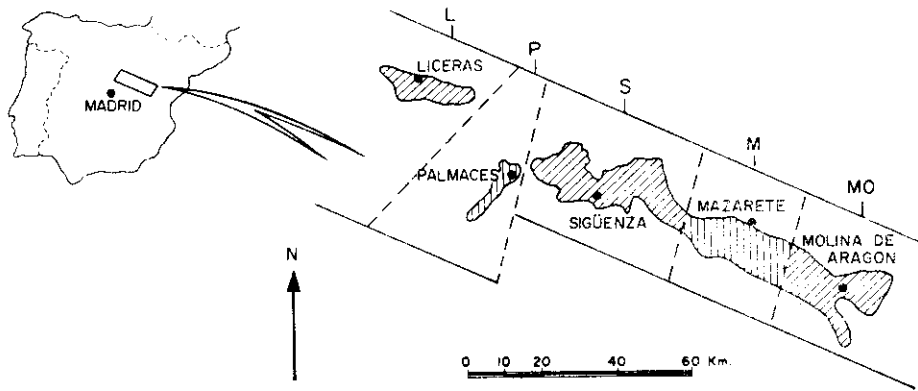


Fig. 1. Esquema de situación y distribución de las áreas estudiadas

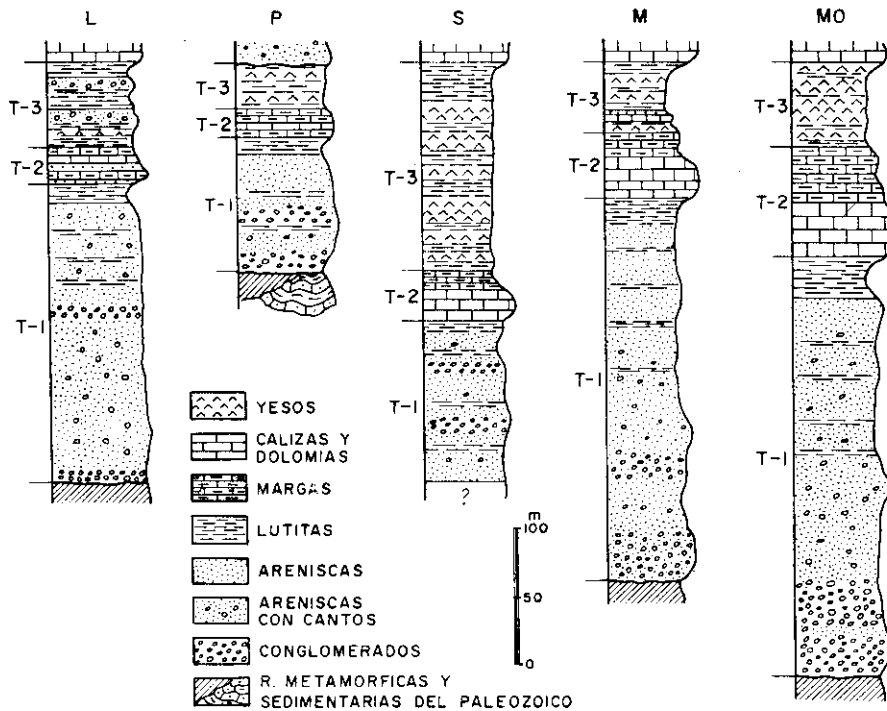


Fig. 2. Columnas litoestratigráficas generales de cada una de las áreas

cidentales son frecuentes los de feldespatos y pizarras. Los tamaños de los cantos son muy variables, encontrándose todos los comprendidos entre 2 y 350 milímetros, siendo los valores modales más frecuentes los comprendidos entre 20 y 40 milímetros. Los valores de los índices de desgaste corresponden, en general, a conglomerados medianamente desgastados ( $Md = 240$ ), siendo los índices extremos encontrados 50 y 335. La relación cantos/matriz es muy variable, encontrándose toda una transición desde ortoconglomerados hasta areniscas con cantos dispersos. El grado de cementación también es muy variable, siendo la composición más frecuente arcillo-ferruginosa, silicea y dolomítica.

Las areniscas son los materiales más característicos de esta unidad y en ellas son frecuentes los cambios laterales de facies y las estructuras, tales como ripples, estratificación cruzada y paleocanales. Alternando con ellas hay niveles de conglomeraos y lutitas de espesor variable.

Por la naturaleza de los granos detríticos y por la cantidad de matriz se trata de arcosas y subarcosas, con escasas cuarzoarenitas hacia el este, figura 3. El porcentaje de matriz se incrementa ligeramente hacia las áreas más orientales (Mazarete-Molina) donde son frecuentes las arcosas arcillollas (hasta un 25 %).

Los feldespatos de estas rocas son ortosa y microclina, sin indicios de alteración química. Son subredondeados y tienden al idiomorfismo por crecimiento secundario.

Componentes muy importantes de estas areniscas son la moscovita y la biotita, con ligero predominio de la primera, siendo frecuente alcanzar en ambas valores de un 10 a un 15 % (Mazarete-Molina).

El contenido en minerales pesados es muy bajo, menor del 0,3 % en muestras totales, y de un 0,7 % de media en la fracción 0,125-0,177 milímetros. La asociación mineralógica identificada se da en la figura 4, observándose una disminución progresiva en el número de especies hacia el este. La asociación mineralógica dominante: turmalina, circón, rutilo y apatito, parece indicar la gran influencia de áreas fuentes granítico-gneísicas.

Para un mejor conocimiento de la procedencia se realizó el estudio de la tipología de los granos de cuarzo (FOLK, 1965). En la figura 5 se puede observar la disminución progresiva de oeste a este del cuarzo común (plutónico) a favor fundamentalmente de los cuarzos metamórficos esquistosos. De la observación de estos datos podemos deducir que en todas las áreas estudiadas la mayor influencia fue de rocas granítico-gneísicas y en menor proporción de metamórficas de alto grado (metacurcitas). En las áreas de Mazarete y Molina se nota un aumento en el aporte de rocas esquistosas confirmado por la gran riqueza de micas, presencia de cuarzos elongados e inclusiones de moscovita en los cuarzos.

El tamaño medio es de 0,30 milímetros, teniendo el mismo una dispersión entre 0,10 y 0,50 milímetros. De estos valores los máximos corresponden a las áreas occidentales (Liceras y Palmaces). La selección (TRASK) está comprendida entre 1,35 y 1,87, lo que equivale a sedimentos moderadamente seleccionados.

Los caracteres morfooscópicos de los granos son difíciles de observar por la corrosión sufrida, pero, no obstante, la mayor evolución se tiene en las áreas de Mazarete y Molina, en las que se alcanzan valores de redondez de hasta 0,7 y 0,9 (POWERS, 1953). En estas áreas los minerales pesados tam-

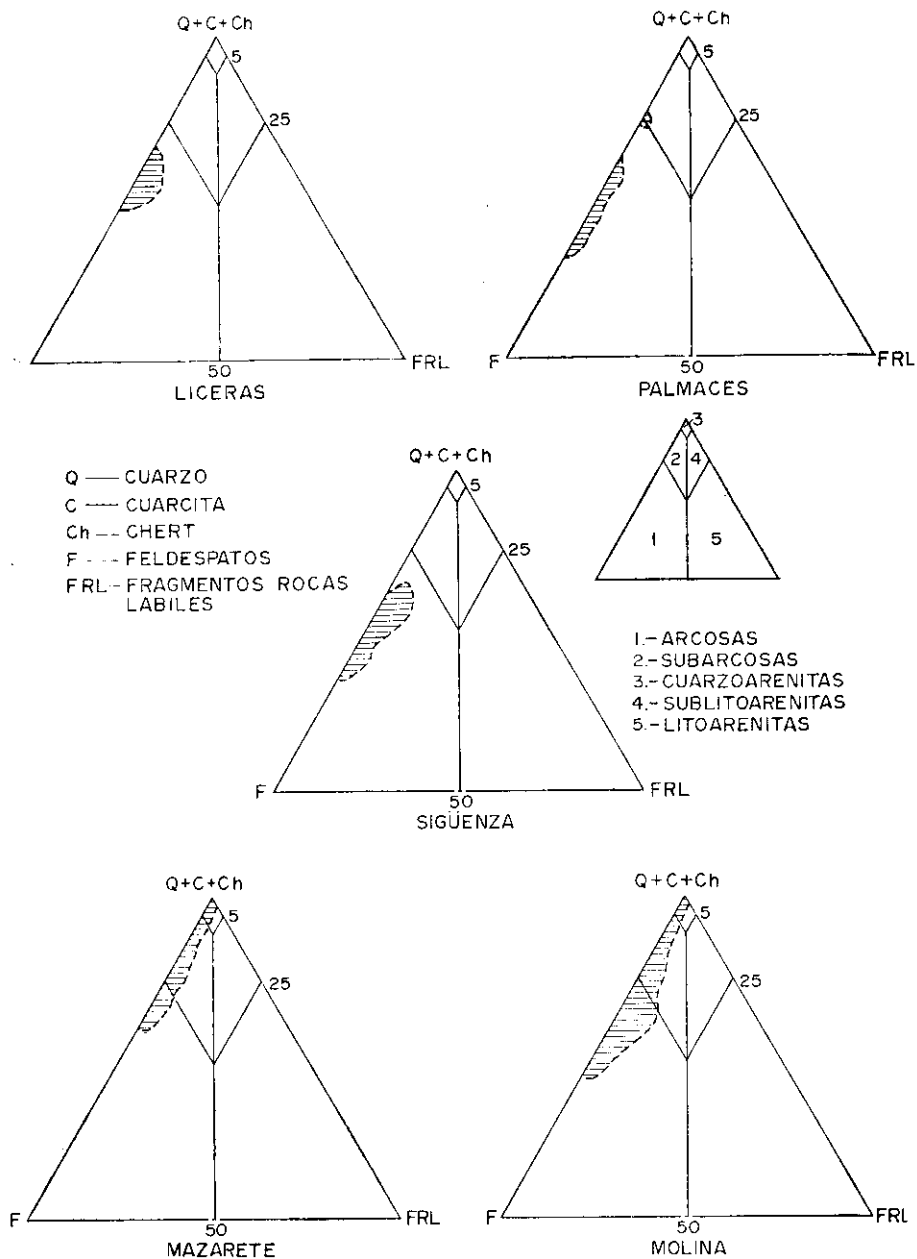


Fig. 3. Representaciones triangulares de la composición de las areniscas

bién presentan valores altos de redondez, lo que nos hace pensar en la existencia de una cierta proporción de granos reciclados.

De los análisis mineralógicos y texturales se deduce que nos encontramos ante depósitos poco evolucionados, con tamaños en parte heredados y que han sufrido un transporte corto y rápido.

	L LICERAS	P PALMACES	S SIGÜENZA	M MAZARETE	MO MOLINA
TURMALINA	—————	—————	—————	—————	—————
CIRCON	—————	—————	—————	—————	—————
APATITO	—————	—————	—————	—————	—————
RUTILO	.....	.....	.....	.....	.....
GRANATE	.....	—————	.....	.....	.....
ESTAUROLITA	—————	—————	.....		
EPIDOTA	.....				
ZOISITA	.....	.....			.....
ANDALUCITA	.....	.....			
DISTENA	.....				
SILLIMANITA	.....	.....			
OPACOS	—————	—————	—————	—————	—————

Fig. 4. Distribución de los minerales pesados (fracción 0,125-0,177 mm.)

Línea continua = Abundante

Línea discontinua = Presente

Línea punteada = Escaso

Las *lutitas* son cuantitativamente el grupo litológico menos representado en esta unidad inferior, intercalándose entre las areniscas de su mitad superior con potencias pequeñas a excepción del techo donde se encuentran más desarrolladas. Junto con su estudio incluimos también el de la fracción pelítica asociada como matriz en niveles de conglomerados y areniscas. Su análisis se ha efectuado mediante difracción de rayos X a partir de la muestra total y de la fracción menor de 2 micras. Los datos semicuantitativos de la composición mineralógica representados en las figuras 6 y 7, han sido controlados por análisis químicos en varias muestras de cada columna, así como por valoraciones cuantitativas efectuadas a rayos X, según el método de WEBER y LARQUE (1973).

#### a) Muestra total

Su composición mineralógica refleja, de manera cualitativa, una gran uniformidad en todas las áreas. Está constituida fundamentalmente por cuarzo, feldespato potásico (dominantemente microclina) y minerales arcillosos. No obstante, pueden hacerse algunas puntualizaciones.

Las fracciones pelíticas de conglomerados y areniscas son, en general, pobres en minerales arcillosos, presentando una gran riqueza en cuarzo. En el área de Mazarete se encuentra, de forma constante, una acusada riqueza en minerales de hierro, siendo la hematites el más abundante, acompañada de goethita y otros óxidos de hierro. La hematites ha sido bien

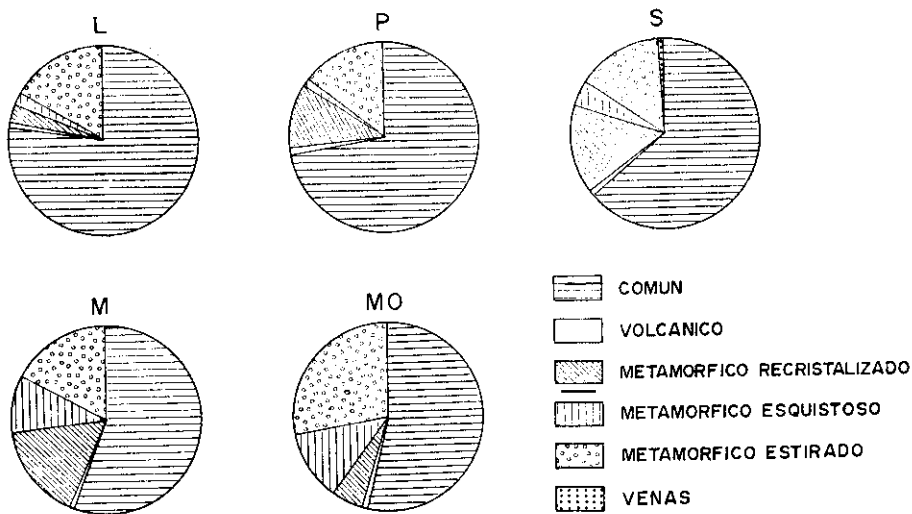


Fig. 5. Representaciones gráficas de la tipología de los cuarzos de las areniscas

identificada al microscopio electrónico, presentándose bajo formas hexagonales y bien cristalizada.

Los niveles de lutitas del techo de esta unidad inferior tienen una mayor riqueza en minerales arcillosos y carbonatos. El más frecuente de éstos es la calcita, estando la dolomita menos representada.

#### b) Fracción <math>< 2 \mu</math>

El mineral dominante y casi exclusivo es la illita en todas las columnas estudiadas. Ha sido observada al microscopio electrónico bajo su forma habitual de pequeños cristales con bordes difusos y bajo formas de listones en los niveles de conglomerados y areniscas más gruesas en las áreas de Mazarete y Molina. Estas formas de contornos netos y ensamblados frecuentemente en masas, en las que los listones forman ángulos de 60 grados, han sido ya citadas en los materiales que estudiamos, por MARFII et al. (1971), RUIZ y CABALLERO (1976), así como en el Triás de los Vosgos, por MOSER (1974), con cuya interpretación genética concuerdan nuestras observaciones.

La caolinita ha sido identificada sólo en las áreas de Mazarete y Molina en niveles de conglomerados y en algunas areniscas suprayacentes. En estos niveles se han reconocido petrográficamente grandes cristales de dickita.

Exclusivamente en el techo de esta unidad en el área de Molina, la illita está acompañada por minerales a 14 Å: clorita e interestratificados de tipo clorita-montmorillonita más o menos regulares y complejos, que en algunos casos se aproximan a una corrensita.

#### Unidad media (T-2)

Está constituida por dolomías en bancos en la base con frecuentes nódulos de sílex y dolomías tableadas y margas al techo. Esporádicamente hay niveles detríticos arcósicos de grano fino con cemento dolomítico. Estas

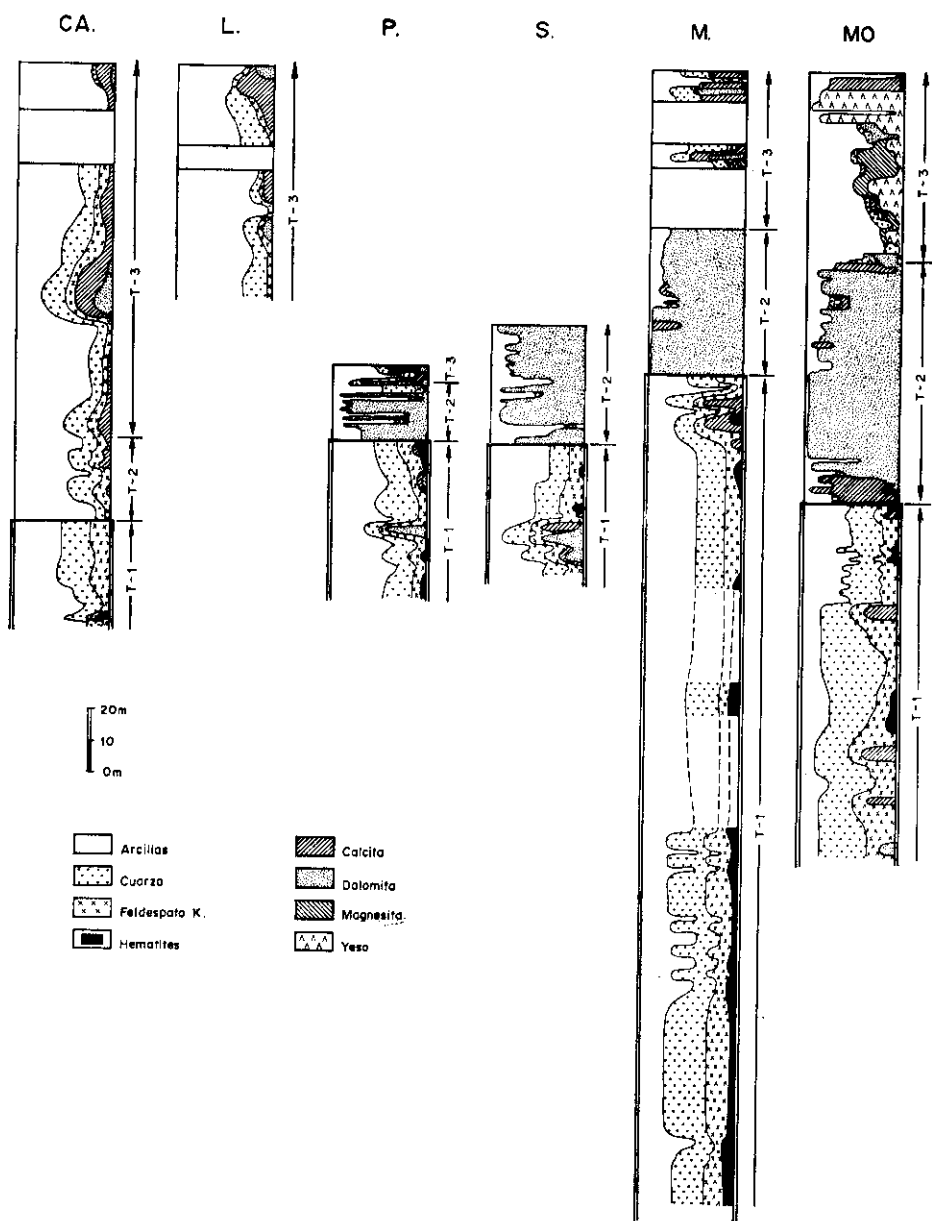


Fig. 6. Mineralogía de componentes mayores (T-1 = fracción menor 63 micras; T-2 y T-3 = muestra total)



facies se acuñan progresivamente hacia el oeste al tiempo que se hacen más detríticas, llegando en el área de Licerás a ser una alternancia de areniscas arcóscas cementadas por carbonatos, margas y algunas delgadas pasadas de calizas micríticas. Esta alternancia corresponde a la unidad T-3 de HERNANDO (1975). Además, en este área existen varios niveles de costras calcáreas con texturas pisolíticas.

Las características petrográficas más acusadas en estas facies de borde son las siguientes: Las arcosas son de grano fino ( $Md = 0,177$  milímetros), con una selección (TRASK) entre 1,20 y 1,35, una redondez de 0,5 a 0,7 (POWERS, 1953) y cemento calcítico macrocristalino poiquilotópico. Composicionalmente destaca el contenido en plagioclasa (hasta 2 %) con respecto al resto de las arcosas triásicas descritas en el apartado de la unidad inferior en que este mineral está prácticamente ausente. El carbonato dominante es la calcita.

Dado que la petrografía y geoquímica de las facies carbonáticas típicas del resto de las áreas han sido ya publicadas (DE LA PEÑA, 1972), nos limitaremos al estudio mineralógico por difracción de rayos X de los niveles más arcillosos (más de 5 % de residuo insoluble).

#### a) *Muestra total*

El carácter detrítico de la facies de borde (área de Licerás) de esta unidad queda reflejado en su composición mineralógica por el predominio de minerales arcillosos, cuarzo y feldespatos. Esta mineralogía se completa con la presencia de calcita en proporción y frecuencia más elevadas que las existentes en la unidad inferior de este mismo área.

Gradualmente, según nos alejamos de la zona de borde, los carbonatos pasan a componentes dominantes y a ser de naturaleza dolomítica, figura 6.

#### a) *Fracción < 2 $\mu$*

En el área de Licerás la illita es el mineral dominante, acompañada en proporción variable, pero siempre inferior al 30 %, por interestratificados a 14 Å de tipo clorita-montmorillonita, y en menor proporción por clorita.

En el área de Pálmaces los interestratificados aumentan en proporción frente a la illita. Dichos interestratificados continúan siendo edificios a 14 Å, pero de una mayor regularidad, pudiendo decirse, en muchos casos, que se trata de auténticas corrensitas, figura 7.

En las restantes áreas la mineralogía de las arcillas está constituida únicamente por illita. Tan sólo en la zona de Molina encontramos interestratificados muy regulares de tipo corrensita en la base de esta unidad media y pequeñas cantidades de clorita al techo.

#### *Unidad superior (T-3)*

Composicionalmente esta unidad está integrada por lutitas alcuríticas, margas, yesos y algunas intercalaciones de dolomías y areniscas. Al igual que en la unidad T-2, hacia el oeste se incrementan los materiales detríticos, haciéndose muy abundantes las areniscas y los conglomerados. Estos materiales detríticos del borde tienen las siguientes características: Los conglomerados están constituidos por cantos de metacuarcita y cuarzo fundamentalmente, medianamente redondeados, siendo el centil más frecuente

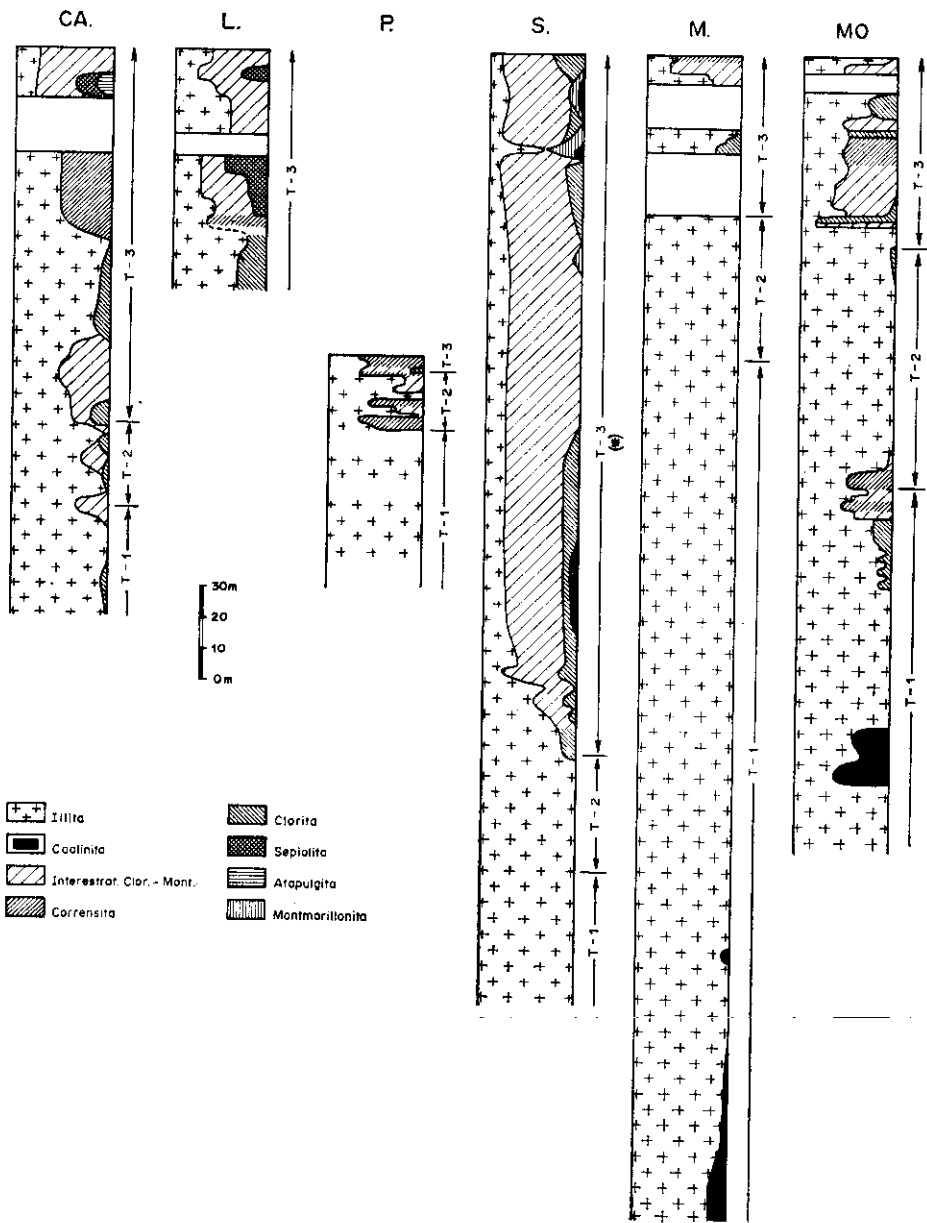


Fig. 7. Mineralogía de la fracción menor de 2 micras. (\* Datos tomados de CABALLERO y MARTÍN VIVALDI, 1974)

de 10 centímetros, y el valor de la fracción modal de 2 a 4 centímetros. Su matriz es arcósica y el cemento calcáreo con valores muy variables. Las areniscas son arcosas y subarcosas (75 y 25 %, respectivamente), con escasa matriz arcillosa (menos del 5 %). El cemento es calcítico bastante constante (25 % de valor medio) y dolomítico subordinado (menos del 3 % de valor medio). Cementos tales como ferruginoso, silíceo y feldespático representan, en conjunto, menos del 1 % de media, aunque hacia el techo los crecimientos secundarios de feldespato son muy espectaculares. La textura del cemento calcítico dominante es macrocristalina poiquilótópica y menos frecuentemente en mosaico equigranular. Los minerales pesados no opacos dominantes por orden de abundancia son turmalina, circón, estauroлита, rutilo, granate y apatito. Los fragmentos de roca se incrementan sensiblemente hacia el techo de estas facies, llegando a tener hasta un 12 % de origen sedimentario y metamórfico. Estas areniscas tienen tamaños muy variables con una selección (TRASK) entre 1,20 y 1,35 y redondez extremadamente variable, de 0,3 a 0,9 (POWERS, 1953).

Esta unidad superior se presenta en el resto de las áreas con un carácter evaporítico bastante uniforme (Keuper), cuyo estudio petrogenético efectuado por uno de nosotros (MARFIL, 1969) queremos complementar para poder integrarla en el conjunto del Triás estudiado.

Debido a la anomalía de esta unidad en el área de Liceras y a la falta de un conocimiento detallado sobre ella, se creyó conveniente levantar dos columnas, representadas en las figuras 6 y 7 como L y CA.

Los datos de mineralogía de arcillas obtenidas han sido completados en el área de Sigüenza con los publicados por CABALLERO y MARTÍN VIVALDI (1974), los cuales incluimos en la figura. 7.

#### a) *Muestra total*

El estudio mediante difracción de rayos X de la mineralogía total de esta unidad pone de manifiesto el carácter detrítico con el que ella se presenta hacia el oeste, frente a su carácter cada vez más químico hacia el este.

Las columnas del área de Liceras (CA y L) están constituidas por minerales de arcilla fundamentalmente, cuarzo y feldespato potásico. Otros minerales presentes en proporciones variables son los carbonatos, calcita principalmente y dolomita, los cuales tienen una mayor importancia cuantitativa que en la unidad media. El carácter evaporítico de este área queda reflejado en la presencia de pequeños niveles de yeso secundario observados en el campo (Fig. 2) aunque este mineral no haya sido detectado en las muestras estudiadas a rayos X.

Hacia las áreas orientales el carácter evaporítico se acentúa, apareciendo el yeso y la magnesita en proporciones cada vez más importantes, llegando a presentar esta última su máximo en el área de Molina. Dicho carácter se acentúa igualmente hacia el techo de todas las columnas.

#### b) *Fracción < 2 μ*

Los depósitos de esta unidad superior son, bajo cualquiera de las facies que se presentan, los más variados y complejos en cuanto a la mineralogía de arcillas. En términos generales están constituidos por illita y por todo un cortejo de minerales a 14 Å. La illita es más abundante en el área de

Liceras, mientras que en las más orientales es el conjunto de minerales a 14 Å el que predomina. La misma variación es, en general, observable en el sentido vertical, de muro a techo, en todas las columnas estudiadas.

El conjunto de minerales a 14 Å está integrado por cloritas, todas las variantes de interestratificados de clorita-montmorillonita (Lucas, 1962), corrensita y pequeñas cantidades, en puntos aislados, de montmorillonita. La distribución y abundancia de cada uno de ellos en las distintas columnas puede verse, de forma detallada, en la figura 7.

En el área de Liceras (columnas CA y L) se encuentran en los tramos superiores, además de illita e interestratificados, sepiolita y aisladamente atapulgita.

#### ASOCIACIONES MINERALÓGICAS CARACTERÍSTICAS DE LAS UNIDADES ESTUDIADAS: SU DISTRIBUCIÓN EN EL TIEMPO Y EN EL ESPACIO.

La sedimentación triásica en toda la zona estudiada comienza con un neto carácter detrítico, presentando la *unidad inferior* una mineralogía uniforme integrada por cuarzo, feldespato potásico y micas como minerales mayores, y por illita y caolinita como minerales arcillosos. Las variaciones más importantes observadas son los aumentos hacia el este de la relación cuarzo/feldespato K y de la cantidad de micas, y una rápida disminución hacia el techo de las columnas de la caolinita al tiempo que se incrementan los feldespatos potásicos.

La secuencia evoluciona en la *unidad media* hacia un carácter carbonático que se acusa de muy distinta manera en las áreas de borde y centro de cuenca. En estas últimas las dolomías típicas de estas facies (Muschelkalk) están caracterizadas por la asociación dolomita-illita. Hacia el borde de la cuenca (Pálmaces) los niveles altamente dolomíticos continúan siendo exclusivamente illíticos, mientras que los minerales a 14 Å aparecen cuando la facies se hace más detrítica. En el borde el carbonato dominante es la calcita, observándose una neta abundancia en minerales a 14 Å y siendo la asociación de minerales detríticos mayores similar a la descrita en la unidad inferior. De estos datos parece deducirse una cierta incompatibilidad entre los niveles dolomíticos más puros y los minerales a 14 Å.

En todo el desarrollo de la *unidad superior*, tanto horizontal como verticalmente, se presentan la illita y los edificios a 14 Å, salvo en los niveles más ricos en yeso en que faltan estos últimos. En las áreas de borde, donde domina la calcita sobre la dolomita, se encuentran todas las variantes de interestratificados clorita-montmorillonita, clorita y corrensita. Hacia el techo están presentes, además, sepiolita y atapulgita asociados a niveles de calcita, no habiendo sido observados en presencia de dolomita. Hacia el centro de la cuenca se incrementan los sulfatos y aparece la magnesita, apreciándose en el área de Molina una cierta coincidencia entre la mayor riqueza en ésta y la corrensita. Así pues, los depósitos de la unidad superior, de clara facies Keuper en el centro de cuenca, se pueden relacionar con los detríticos de borde por su gran riqueza en minerales a 14 Å, así como por la asociación magnesita-corrensita en el centro de la cuenca y la aparición de silicatos fibrosos (sepiolita y/o atapulgita) en el borde.

La dificultad estratigráfica que en las áreas de borde representa la convergencia de facies es, en cierta medida, superada por las asociaciones mi-

neralógicas. Estas pasan de ser en la unidad inferior (T-1) de claro dominio detrítico con illita a ser en la unidad media (T-2) algo carbonática con franca presencia de minerales arcillosos o 14 Å, y a presentar en la unidad superior (T-3) una mayor riqueza en carbonatos, claro dominio de los edificios a 14 Å y aparición de sepiolita y atapulgita.

Así pues, lo que permite el establecimiento de correlaciones no es el análisis de muestras aisladas, sino el de la variación de las tendencias a lo largo de las columnas litológicas.

## BIBLIOGRAFIA

- CABALLERO, M. A. y MARTÍN, J. L. (1974): «Estudio mineralógico de los sedimentos triásicos en el sector de Puerto de Horna (Cordillera Ibérica)». *Bol. R. Soc. Española Hist. Nat. (Geol.)*, 72: págs. 25-40.
- FOLK, R. L. (1965): *Petrology of sedimentary rocks*. The University of Texas, Texas, páginas 159.
- HERNANDO, S. (1975): «Pérmico y Triásico de la región Ayllón-Atienza (provincias de Segovia, Soria y Guadalajara). Tesis doctoral de la Universidad Complutense de Madrid.
- LUCAS, J. (1962): «La transformation des minéraux argileux dans la sédimentation. Étude sur les argiles du Trias». *Mém. Serv. Carte Géol. Als. Lorr. Strasbourg*, núm. 23, página 202.
- MARFIL, R. (1970): «Estudio petrogenético del Keuper en el sector meridional de la cordillera Ibérica». *Estudios Geológicos*, vol. XXVI, núm. 2, págs. 113-161.
- MARFIL, R.; ALONSO, J. J. y GARCÍA, M.<sup>a</sup> C. (1971): «Estudio del material cementante del Trias inferior de la cordillera Ibérica». *Estudios Geológicos*, vol. XXVII, págs. 427-439.
- MOSSER, Ch. (1974): «Illites en lattes illites pseudo-hexagonales, processus de formation: experimentation». *Clay Minerals.*, 10, págs. 145-151.
- PEÑA, J. A. DE LA (1972): «Estudio petrogenético del Muschelkalk de la cordillera Ibérica». *Estudios Geológicos*, vol. XXVIII, págs. 219-266.
- POWERS, M. C. (1953): «A new roundness scale for sedimentary particles». *Jour. Sed. Petrology*, 23, págs. 117-119.
- RUIZ, M. D. y CABALLERO, M. A. (1976): «Características mineralógicas, genéticas y de distribución de los minerales de la fracción fina del Trias de la cordillera Ibérica. II) Illita y Mica». *Bol. Geológico y Minero*. T. LXXXVII-II, págs. 177-184.
- WEBER, F. et LARQUÉ, Ph. (1973): «Mise au point d'une méthode d'analyse minéralogique quantitative par diffraction des R-X». *Analisis*, vol. II, núm. 1, págs. 15-29.