

EL TRIASICO DE LA REGION DE MONTERDE-ALHAMA DE ARAGON  
(Provincia de Zaragoza)

Por VILAS, L. \*, HERNANDO, S. \*, GARCÍA QUINTANA, A. \*, RINCÓN, R. \*  
y ARCHE, A. \*

RESUMEN

Se estudian los materiales en facies Buntsandstein y Muschelkalk de los afloramientos triásicos situados entre Monterde y el Norte de Alhama de Aragón. Para ello se han levantado siete columnas estratigráficas, habiéndose obtenido dos de ellas con un mayor detalle.

Después de establecerse seis grandes tramos (unidades litoestratigráficas informales), claramente diferenciables, se estudian las variaciones verticales dentro de cada uno de ellos, así como las relaciones entre los mismos.

En las reconstrucciones paleogeográficas y en la evolución sedimentaria, se resalta tanto la existencia de importantes umbrales durante la génesis de las tres unidades inferiores, como la transición gradual de depósitos marinos a continentales, y la presencia de interrupciones sedimentarias que, a veces, originan paleosuelos bien desarrollados.

RÉSUMÉ

On a étudié les matériaux en faciès Buntsandstein et Muschelkalk des affleurements triassiques compris entre Monterde et le nord d'Alhama de Aragón. On a levé sept colonnes, dont deux en détaille.

Après avoir établi six unités litostratigraphiques informelles très différentes, on a étudié les variations verticales de chaque une ainsi que ses relations mutuelles.

On fait sortir des importants seuils pendant la genèse des trois unités inférieures par les reconstructions paléogéographiques et l'évolution sédimentaire, ainsi que la transition paulatine des dépôts continentaux a marins et divers interruptions de la sédimentation, soulignés parfois par des paleochenaux.

---

\* Departamento de Estratigrafía y Geología Histórica, Facultad de Ciencias Geológicas, Universidad Complutense de Madrid; Departamento de Geología Económica, Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

## ABSTRACT

The Buntsandstein and Muschelkalk facies have been surveyed in the outcrops between Monterde and the North of Alhama de Aragón. Seven stratigraphic sections have been studied, two in greater detail.

After establishing six informal lithostratigraphical units, very different each other, their vertical variations are studied as well as their mutual relations.

The palaeogeographic reconstructions and the sedimentary evolution point out the existence of several shoals during the genesis of the three lower units as well as the transition from continental to marine deposits and several sedimentary breaks, sometimes marked by paleosoils.

## INTRODUCCIÓN

En el presente trabajo se estudian los materiales en facies Buntsandstein y Muschelkalk de los afloramientos triásicos situados entre Monterde y Alhama de Aragón. Dichos afloramientos son unos de los más noroccidentales de los de la Rama Castellana de la Cordillera Ibérica, y forman en su conjunto una banda de dirección aproximada Noroeste-Sureste. Esta banda, hacia el Norte se continúa hasta Embid de Ariza, y hacia el Sur lo hace hasta Cubel, desapareciendo en ambos casos por debajo de los materiales terciarios y cuaternarios.

A lo largo de toda su extensión, los materiales triásicos descansan discordantemente sobre los materiales del Cámbrico superior (Capas de Ateca), presentando estos últimos importantes paleoalteraciones en algunos puntos del contacto entre ambos conjuntos.

Sobre los materiales triásicos, generalmente reposan las facies detríticas por las que aquí comienza el Cretácico («Utrillas»), pero en algunos lugares, y entre ambas series, aparecen pequeños y discontinuos afloramientos de calizas dolomíticas del Jurásico como testigos de la erosión precretácica, e incluso locamente se observan importantes paleosuelos y rubificaciones en el contacto Jurásico-Cretácico.

En general, los materiales triásicos se presentan tectonizados, observándose deslizamientos de capas, pliegues y fracturas, teniendo en conjunto buzamientos hacia el suroeste, aunque localmente pueden presentarse subhorizontales.

Paleogeográficamente, la zona aquí estudiada cabe situarla en el límite occidental del «Umbral de Ateca» y sobre el borde oriental del «Surco de Molina-Valencia», según la nomenclatura de RICHTER y TEICHMULLER (1933).

## ANTECEDENTES

El Triásico de esta región, sólo ha sido estudiado dentro de amplios trabajos de carácter regional, de los que a continuación se reseñan aquéllos que tienen un mayor interés:

DONAYRE (1873), reconoce el Triásico de Monterde, clasifica la fauna encontrada, y resalta la ausencia de los conglomerados inferiores en la zona de Alhama de Aragón.

DEREIMS (1898), construye un corte interpretativo de distribución de materiales en la región de Cubel, al sureste de la región aquí considerada.

WURM (1911), en la Rama Aragonesa de la Cordillera Ibérica, realiza un estudio más detallado que sus antecesores y extrapola algunos datos a la zona objeto del presente trabajo.

TRICALINOS (1928), realiza un estudio de similares características.

LOTZE (1929), rectifica algunos de los datos y conceptos de los anteriores autores, e intenta un esquema de variaciones de facies, y hace constar la inexistencia de yesos en la parte superior del Buntsandstein en Alhama.

RICHTER (1930), para el Buntsandstein y Muschelkalk de esta zona, establece la siguiente sucesión:

Muschelkalk	{	2. Caliza ondulada margosa	
		1. Dolomía basal en masa	
Buntsandstein	{	3. Röt (arenoso-arcilloso a margoso)	} areniscas arcillosas serie cuarcítica
		2. Buntsandstein principal	
		1. Conglomerado basal	

Destaca la presencia de yesos en el término superior del Buntsandstein, así como su ausencia en la zona de Alhama, y señala la existencia de un importante umbral durante la sedimentación del Buntsandstein, «Umbral de Ateca».

C. SÁENZ (1931), realiza un extenso estudio de la zona, describiendo el Corte de Nuévalos.

RICHTER y TEICHMULLER (1933), estudian de nuevo el corte de Nuévalos, pero mucho más detalladamente, sobre todo el Muschelkalk. Destacan el medio fluvial como generador del Buntsandstein y resaltan los niveles costeros de transición a los sedimentos marinos del Muschelkalk. Asimismo, emiten una hipótesis sobre la génesis del «Umbral de Ateca».

RIBA y RÍOS (1960-62), realizan unos mapas de isopacas, en los que sitúan en la parte occidental del «Umbral de Ateca» los afloramientos aquí estudiados.

DESPARMENT (1967), estudia una zona situada desde el Embalse de la Tranquera hacia el Sur.

DESPARMENT (1968), realiza un intento de sucesión de ambientes sedimentarios del Triásico de la zona de Alhama de Aragón.

RIBA et al. (1971), en la memoria del Mapa Geológico de España, síntesis a escala 1/200.000, citan los afloramientos aquí estudiados, dando las columnas de los autores anteriores.

## LOS MATERIALES

### *Columnas estudiadas*

Se ha realizado el levantamiento y estudio de siete columnas estratigráficas, desde Monterde al Sur, hasta la Puerta de Monegrillo al Norte (Fig. 3, números 1 a 7). En todas ellas se ha estudiado desde la base del Triásico hasta los niveles carbonatados del Muschelkalk, mientras que sólo en tres columnas (Este de Godojos, Embalse de la Tranquera y Nuévalos) se ha estudiado además el Muschelkalk y la base del Keuper, limitándose los trabajos en las

otras cuatro columnas a un control de los espesores de los diferentes tramos. A lo largo de dos de los cortes (Nuévalos y Embalse de la Tranquera) se han realizado estudios de microfácies, calcimetrías y minerales pesados (Figs. 1 y 2), mientras que en el resto de ellos sólo se han estudiado algunas muestras aisladas.

Los cortes y columnas estratigráficas han sido levantadas en los siguientes puntos: Monterde (Fig. 3, n.º 7), en el camino que sale del pueblo por su parte oriental y transcurre aguas arriba a lo largo del río ( $G=1^{\circ}57'$ ,  $Y=41^{\circ}10'$ ); Nuévalos (Fig. 3, núm. 6; Fig. 1), en las trincheras de la carretera de Nuévalos a Calatayud ( $X=1^{\circ}55'$ ,  $Y=41^{\circ}13'$ ); Embalse de la Tranquera (Fig. 3, núm. 5; Figura 2), a lo largo de la carretera que desde Ateca se une a la de Alhama-Nuévalos, por Carenas ( $X=1^{\circ}53'$ ,  $Y=41^{\circ}15'$ ); Este de Godojos (Fig. 3, núm. 4), en la margen derecha del Barranco de Valdaroque, al Este de la carretera de Alhama-Nuévalos ( $X=1^{\circ}51'$ ,  $Y=41^{\circ}16'$ ); Cerro Santiago (Fig. 3, núm. 3), en la ladera Suroeste de dicho cerro ( $X=1^{\circ}49'$ ,  $Y=41^{\circ}18'$ ); Corral Alto (Fig. 3, número 2), al Sur de la Paridera del Valle ( $X=1^{\circ}48'$ ,  $Y=41^{\circ}19'$ ); y Puerta de Monegrillo (Fig. 3, núm. 1), en la ladera occidental del Barranco del Espino ( $X=1^{\circ}47'$ ,  $Y=41^{\circ}20'$ ).

### *Calcimetrías*

En la sucesión vertical, el contenido en carbonatos de los materiales presenta grandes variaciones, que permiten distinguir varios tramos, aunque la totalidad de las muestras carbonatadas analizadas sean dolomíticas (Figs. 1 y 2).

En los niveles de lutitas y areniscas del tramo inmediatamente superior, de la Tranquera, se llega hasta el 35 % de contenido en carbonatos, disminuyendo este valor en las zonas donde el paleosuelo contiene abundantes cantos.

En el tramo de los conglomerados no se han encontrado carbonatos, a excepción de algunos niveles superiores que corresponden a «suelos violetas», en los que en la columna de Nuévalos se llega a valores del 20 %.

En los niveles más próximos al paleosuelo basal, en la columna del Embalse aparecen esporádicamente niveles carbonatados, pero lo normal es la ausencia de ellos.

En el tramo de barras del tránsito al Muschelkalk, aparecen muy escasos carbonatos en la columna de Nuévalos, y siempre como cemento en niveles detrítico-terrágenos. Por el contrario, en la columna del Embalse de la Tranquera, las secuencias con pseudomorfos de sal tienen siempre en la base cantidades que no exceden del 20 %. Una excepción es la barra con oolitos de la columna de Nuévalos, que contiene un 80 % de carbonatos.

Las dolomías en facies Muschelkalk presentan valores del 100 %, a excepción de las dolomías arcillosas que tienen de un 85 a 90 %, y las intercalaciones margosas que contienen un 65 %.

Por último, las muestras analizadas de la base del Keuper, no contienen carbonatos.

### *Minerales pesados*

El estudio se ha reducido a la fracción densa transparente, ya que el conjunto de opacos está siempre formado por leucoxeno y granos de materia ferruginosa. Salvo en algunos niveles, los minerales pesados son escasos; esto



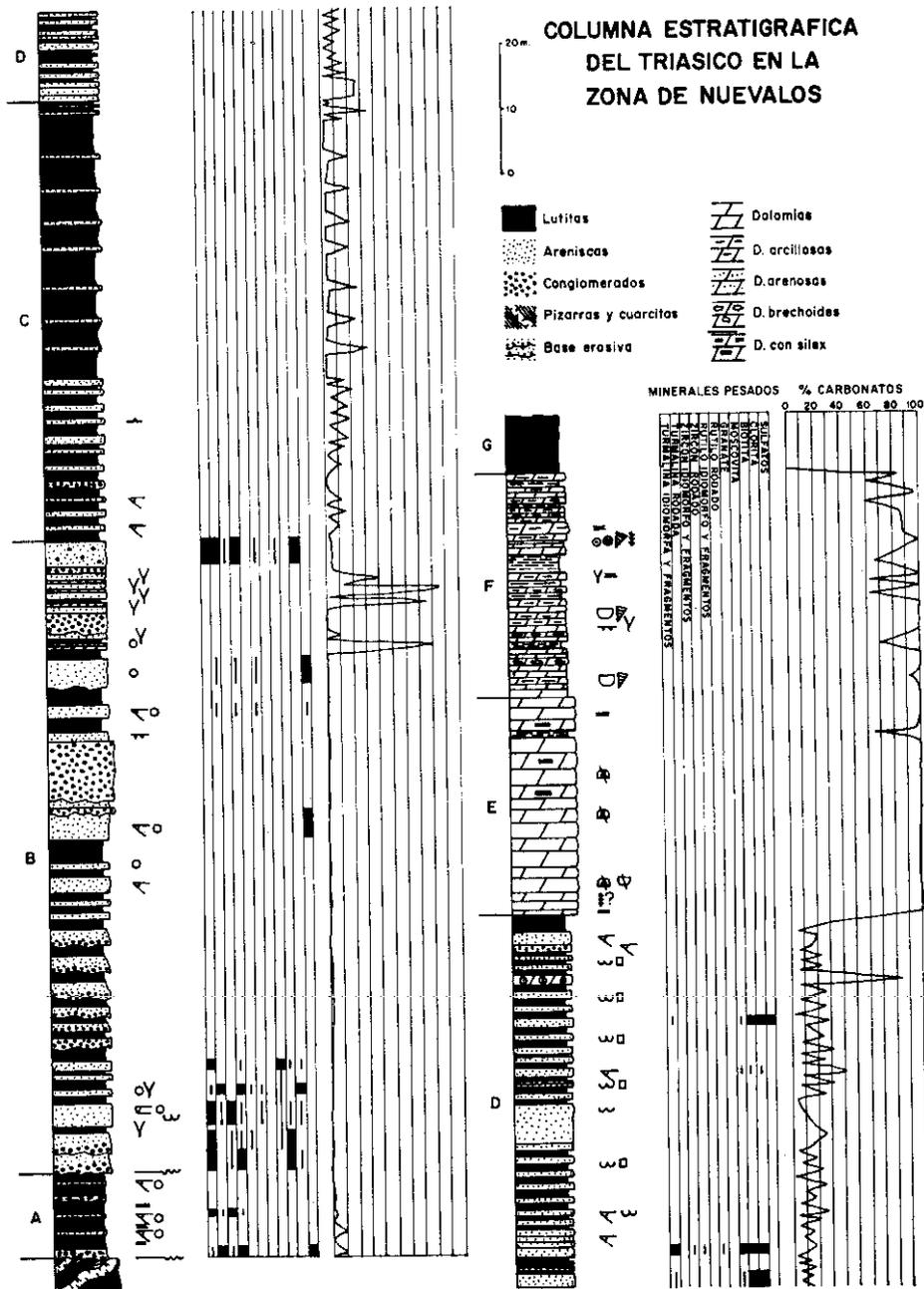


Fig. 2

ha inducido a prescindir de datos porcentuales en la representación gráfica de los resultados, indicando en ésta sencillamente: presencia abundante, presencia escasa y ausencia.

Los constituyentes fundamentales del espectro mineralógico global son Micas (Moscovita, Biotita, Clorita), casi constantes a lo largo de toda la columna. En el resto de la fracción densa destacan los minerales ubicuos: Turmalina Zircón, Rutilo, citados según frecuencia y abundancia de aparición. Localmente aparecen importantes cantidades de Granate (tramos superiores) y Sulfatos. Otros minerales con reparto irregular y sólo hallados como microtrazos, son Estauroлита y Anatasa.

#### TRAMOS DIFERENCIADOS

En base al estudio de litología, estructuras sedimentarias, minerales pesados, calcimetrías, microfacies, etc., se diferencian seis tramos en el Triásico de esta región, sin incluir la facies Keuper. Se describen a continuación los diferentes tramos con sus principales características, en orden de base a techo.

##### *Tramo A*

Está formado por limolitas y arcillas con algunas intercalaciones lenticulares de areniscas y de conglomerados, presentando en conjunto un color rojo, aunque algunas areniscas tienen colores amarillentos.

Las limolitas y arcillas presentan laminación paralela. Los conglomerados tienen cantos de cuarzo, cuarcita y algunos de pizarra. Las areniscas presentan laminación paralela hacia el techo de cada banco, mientras que hacia la base tienen laminación oblicua de bajo ángulo y cantos blandos. Los lentejones de areniscas y conglomerados no pasan de 3 a 4 metros de amplitud por 0,4 metros de altura, teniendo la base claramente erosiva. La existencia de bioturbación es constante en toda la unidad, si bien no es muy abundante.

En la base se presenta un nivel de cantos de cuarzo y cuarcita, recubiertos con una pátina brillante de hierro y manganeso y con claras señales de erosión eólica. Este nivel es bastante continuo, sobre todo desde el corte del Este de Godojos hacia el Sur; de forma esporádica es sustituido por una arenisca de granos de cuarzo angulosos y de tamaño medio, bastante homométrica, con matriz limolítico-arcillosa y cemento carbonatado.

Respecto a los minerales pesados, la base contiene Turmalina, Zircón, esporádicamente Rutilo y Sulfatos, predominando los granos bien rodados en los tres primeros. En los niveles más altos, son más frecuentes los granos fragmentados, e incluso idiomorfos, dentro de los minerales ubicuos. En el corte del Embalse de la Tranquera se reconocen además, pequeñas cantidades de Clorita.

##### *Tramo B*

Aparece formado por conglomerados y areniscas con intercalaciones de lutitas, teniendo todo ello un color rojizo.

Los conglomerados contienen cantos de cuarzo y cuarcita, a veces de arenisca de color rojo, por lo general redondeados, aunque algunos niveles los

presentan angulosos (sobre todo en el corte del Embalse de la Tranquera), e incluso aparecen cantos fracturados «in situ». La matriz varía de tamaño arena a lutita y está generalmente muy compactada. Hacia el techo de la unidad, el tamaño de los cantos disminuye y aparecen cantos blandos. Estos niveles de conglomerados presentan gran continuidad lateral, excepto en la parte superior del tramo, donde aparecen formando pequeños paleocauces.

Las areniscas son también de color rojo, pero localmente tienen colores amarillentos. Los granos son en su mayoría de cuarzo, con algunos de feldspatos y escasísimos de fragmentos de roca; angulosos de tamaño medio a grueso y mal seleccionados. Tienen matriz lutítica y cemento ferruginoso, cantos dispersos y cantos blandos en la base, cuando forman el comienzo de una secuencia. Las estructuras sedimentarias más frecuentes son los ripples asimétricos, laminación oblicua de bajo ángulo, laminación paralela a techo de los niveles y estructuras en cuchara. En las caras superiores de los estratos es fácil encontrar perforaciones de origen orgánico y localmente grietas de retracción.

Las lutitas, en ocasiones arenosas, presentan una coloración roja de tonos oscuros. Hacia la parte alta hay frecuentes intercalaciones delgadas de areniscas de grano fino. En toda la unidad es muy abundante la bioturbación.

Estas tres litologías aparecen formando secuencias positivas, no todas completas, con base erosiva. Como base de estas secuencias, predominan los conglomerados hacia la parte baja de la unidad y las areniscas hacia la parte alta de la misma.

Hacia el techo de este tramo, aparecen unos niveles de dolomías arcillosas y arenosas, con cantos dispersos y concreciones ferralíticas de diferentes tamaño y forma, que presentan un porcentaje de terrígenos muy variable, y se pueden interpretar como paleoalteraciones y formaciones paleoedáficas.

Los minerales pesados de este tramo se han estudiado con más detalle en el corte de Nuévalos, debido a las lagunas de observación que el mismo presenta en el corte del Embalse de la Tranquera. Los niveles más bajos contienen abundantes ubicuos, coexistiendo granos idiomorfos y rodados. En general, es abundante la Turmalina prismática y los Zircones rodados y en fragmentos; con todo, un nivel tiene casi exclusivamente Zircón y Turmalina rodados.

Las micas dominantes en los primeros metros son Biotitas, pasando luego a Clorita y Biotita decolorada. Por encima, la Moscovita se hace bruscamente abundante y las observaciones de campo confirman su presencia en el resto del tramo.

Desde la mitad y hasta el techo del tramo, las muestras que han proporcionado fracción pesada apreciable contienen sulfatos (Baritina), a veces acompañados de Turmalina, Zircón y Rutilo, generalmente rodados y sólo en el techo con abundante Turmalina prismática.

Las muestras del corte del Embalse de la Tranquera, que para la base de este tramo tienen escasa fracción densa, poseen características de espectro y morfología de granos, semejantes a los del corte de Nuévalos. La presencia de Baritina y ubicuos también se acusa desde la mitad del tramo hasta su techo, así como el aumento de Turmalina idiomorfa en éste.

### *Tramo C*

Está compuesto por lutitas con intercalaciones de areniscas, presentando todo el conjunto un color rojizo de tonos oscuros.

Las lutitas contienen frecuentes costras ferruginosas de hasta un centímetro de espesor, abundante bioturbación y en algunos niveles algo carbonatados aparecen pseudomorfos de sal, sobre todo hacia el techo; en la zona de Godojos aparece yeso especular entre las lutitas.

Las areniscas están formadas principalmente por granos de cuarzo de tamaño medio a fino, abundante matriz lutítica y micas. La base de los bancos suele ser erosiva y en ellos aparecen localmente cantos de cuarzo de hasta dos centímetros. Presentan éstos granoselección positiva, con laminación oblicua de bajo ángulo en la base y laminación paralela en el techo. También se observa la existencia de cantos blandos, ripples de oscilación y localmente «parting lineation», sobre todo en el sector de Monterde. Es abundante la bioturbación, las huellas de reptación en la cara de los estratos y perforaciones de origen orgánico, encontrándose esporádicamente huellas de raíces.

El conjunto está formado por secuencias positivas de areniscas y lutitas, con claro predominio de las últimas y disminuyendo hacia el techo del tramo el espesor de los niveles de areniscas.

En cuanto a su contenido en minerales pesados, éstos son muy escasos en el corte de Nuévalos, no pudiéndose obtener concentraciones estudiables; en el corte del Embalse de la Tranquera una sola muestra ha proporcionado fracción densa, estando constituida casi exclusivamente por Turmalina idiomorfa y Moscovita.

#### *Tramo D*

Aparece constituido por una alternancia de: barra de areniscas de 1 a 7 metros de espesor y de secuencias de 10 a 15 centímetros de areniscas dolomíticas y lutitas, en tramos de 1 a 1,5 metros.

Las barras están compuestas de granos de cuarzo y de feldespatos, predominando los primeros, con matriz lutítica no siempre presente y en ocasiones cemento dolomítico, más abundante desde el sector de Nuévalos hacia el de Monterde. Su espesor es muy variable, y lateralmente se adelgaza al pasar a secuencias de arenisca dolomítica-lutita. La base suele ser erosiva y a veces con cantos blandos. En la parte baja de estas barras, aparece laminación oblicua de tipo planar y bajo ángulo, mientras que en la parte superior hay estructuras de surco (Cuchara) en ocasiones de gran tamaño y normalmente con orientaciones variables; asimismo, presentan abundantes ripples.

Las areniscas dolomíticas son de grano fino, algo heterométricas, con granos angulosos, matriz lutítica escasa y cemento carbonatado en ocasiones muy abundante. Su base es a veces ligeramente erosiva, normalmente con pseudomorfos de sal. En el techo de los bancos son abundantes los ripples y cuando el espesor de éstos sobrepasa los 10 centímetros, corrientemente forman dunas.

Las lutitas contienen abundantes micas, bioturbación, costras ferruginosas y suelen presentar hacia el techo de los bancos ripples de oscilación.

En los cortes de Nuévalos y Monterde, en la parte alta de este tramo, existe una barra formada por dolomías con sombras de oolitos. En estos mismos afloramientos, en el límite superior de esta unidad, se encuentran unas areniscas de color rojo oscuro, con granos de cuarzo de tamaño fino, heterométricas, abundante cemento ferruginoso, concreciones difusas de carbonatos y laminación oblicua de bajo ángulo.

Con respecto al contenido en minerales pesados de estos materiales, tanto

en el corte de Nuévalos, como en el del Embalse de la Tranquera, es frecuente la presencia de micas, turmalinas fragmentadas e idiomorfias y sulfatos (Bartina).

### *Tramo E*

Está formado por dolomías, normalmente en gruesos bancos, con alguna intercalación margosa.

Las dolomías son de tamaño de grano muy variable, de grueso a muy fino, con pequeños lentejones de sílex paralelos a la estratificación, así como nódulos y silicificaciones locales, más abundantes hacia la parte superior del tramo. Localmente, y hacia la base de éste, son arenosas, limosas y/o arcillosas, concentrándose estos terrígenos en finas bandas paralelas a la estratificación. Su contenido paleontológico es muy escaso y se reduce a fragmentos y sombras de Equinodermos, Pelecípodos y Gasterópodos. En los cortes del Embalse de la Tranquera y en la cantera que existe en esta banda de afloramientos a la altura de la carretera Madrid-Barcelona, se han encontrado sombras de oolitos y, en este último lugar, algunos niveles presentan laminación oblicua. Son relativamente abundantes las laminaciones paralelas, algo más escasas las estructuras de algas y tan sólo en algunos puntos aparecen estructuras de fluidificación, hacia el techo de este tramo.

### *Tramo F*

Aparece formado por una alternancia irregular de dolomías, dolomías arcillosas, dolomías brechoideas y de margas.

El tamaño de grano de las dolomías es bastante variable, desde muy fino a grueso y las principales estructuras sedimentarias que presentan son: laminación paralela, huellas de retracción, ripples asimétricos y ripples de interferencia. Son abundantes los niveles con bioturbación y perforaciones de origen orgánico y en cuanto a la fauna, ésta se reduce a Pelecípodos y Gasterópodos. Tan sólo en el corte de Nuévalos y en un único nivel, se encuentran algas, oncolitos y oolitos.

### *Tramo G*

Sólo se ha estudiado la base de este tramo que está formado por lutitas y yesos, correspondiendo a la facies Keuper.

Cabe destacar en algunos puntos (corte del Embalse de la Tranquera), la existencia de intercalaciones de arenas con laminación oblicua. En su cortejo mineralógico (fracciones pesadas) resalta la brusca aparición de Granate en elevados porcentajes, acompañado por ubicuos, Clorita y Moscovita.

### *Variaciones laterales de cada tramo*

A pesar de que es relativamente pequeña la distancia entre los dos cortes extremos aquí estudiados, aparecen grandes cambios laterales de espesor y de facies, más acusados en los tramos inferiores (Fig. 3).

Los tramos A y B, mantienen prácticamente sus características desde Monterde hasta el Embalse de la Tranquera, existiendo tan sólo escasas variaciones de espesor, como los del nivel de cantos con pátina oscura, que aumenta de potencia hacia la zona de Monterde.

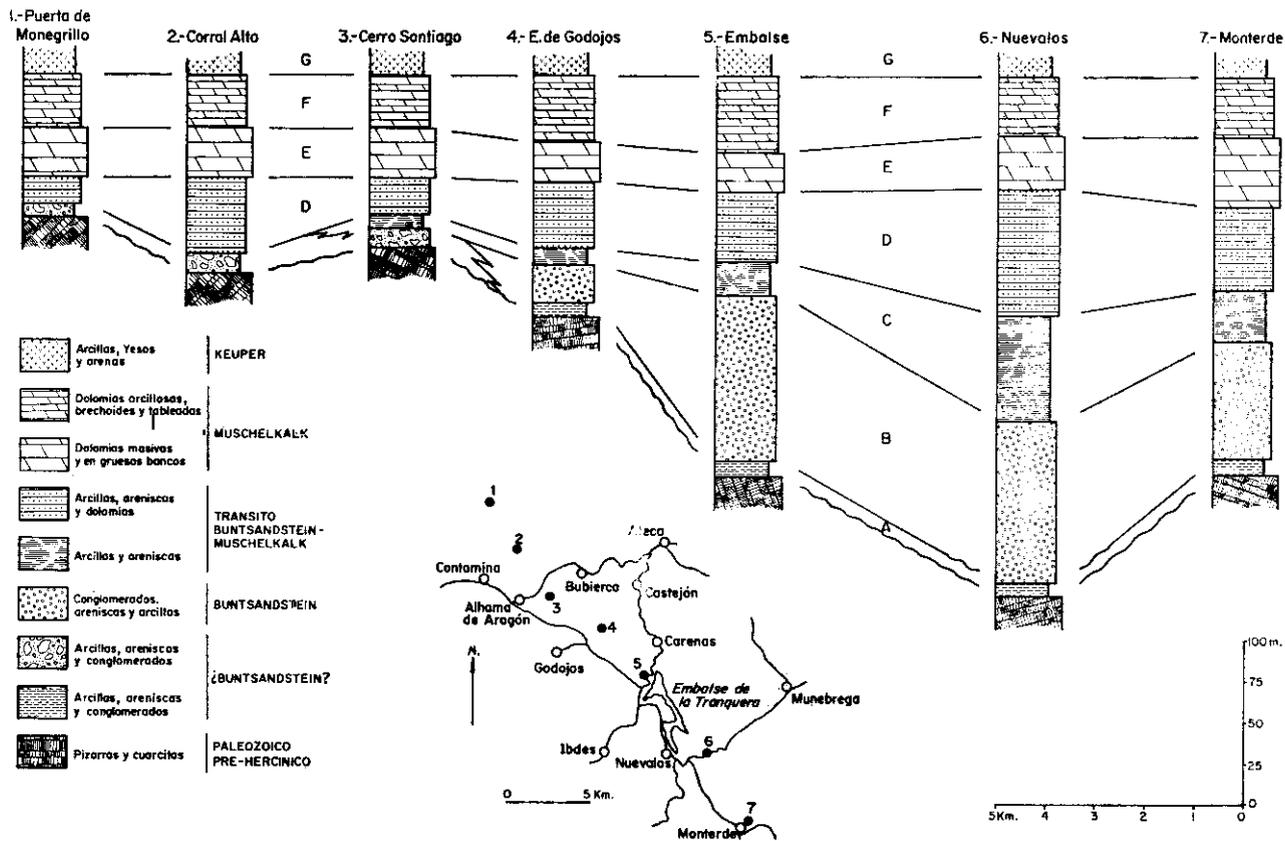


Fig. 3

Desde Nuévalos hacia el Norte, existe una fuerte reducción de la potencia de ambos tramos, sobre todo del tramo B; son reconocibles ambos al Este de Godojos, pero a partir de este punto, hacia el Norte, es imposible su diferenciación. Se pasa lateralmente a un tramo, de 10 metros de espesor máximo, en el que aparecen alternando conglomerados, areniscas, arcillas y abundantes niveles ferruginosos que indican sucesivas etapas de interrupción sedimentaria. El nivel basal es erosivo, con cantos dispersos, angulosos y sin pátina, de cuarzo, cuarcita y pizarra; es normal la presencia de paleosuelos y fenómenos de alteración y muy abundantes los pequeños paleocauces y los niveles con bioturbación y profusión de pistas de reptación en las caras de los estratos.

El tramo C presenta grandes variaciones de espesor y no está presente desde el corte de Cerro Santiago hacia el Norte. En el sector de Monterde, es más lutítico y contiene algunos pseudomorfos de sal, mientras que hacia el área de Godojos, es más arenoso y aparecen en él yesos especulares.

El tramo D tiene su máximo espesor en la zona de Nuévalos, con fuertes reducciones del mismo en la zona del Cerro Santiago y en la de Puerta de Monegrillo. Desde el sector del Embalse de la Tranquera hacia el Sur, son abundantes los pseudomorfos de sal, y se encuentran huellas de pisadas de reptiles. La barra de dolomía con fantasmas de oolitos y el tramo de areniscas rojas del techo de esta unidad, que parece indicar una interrupción sedimentaria, sólo aparecen en los cortes de Nuévalos y Monterde.

Los tramos E y F, presentan en conjunto una gran homogeneidad en todo el área estudiada, con ligeras variaciones de espesor y escasas diferencias puntuales en algunos tramos, sin que esto se realice con una polaridad determinada.

#### *Relaciones verticales de los tramos*

La unidad A está claramente discordante sobre el Paleozoico prehercínico, presentando éste una fuerte rubefacción en el contacto, y que en algunos casos (corte del Embalse de la Tranquera) llega a los 20 metros de profundidad. Del paleosuelo con cantos se pasa a las areniscas y lutitas de forma un tanto brusca.

La base del tramo B está formada siempre por conglomerados con base erosiva; en la zona de Nuévalos y por la longitud del afloramiento, se aprecia que es ligeramente discordante sobre el tramo A. Hacia el techo, las secuencias pierden conglomerados en la base, a favor de las areniscas. Este tramo termina con las alteraciones, que los autores franceses denominan suelos violeta y que marcan sucesivas interrupciones sedimentarias.

El tramo C, con claro predominio de areniscas hacia la base y de lutitas hacia el techo, presenta un paso transicional con la unidad B, y en la parte alta comienzan a aparecer pseudomorfos de sal, pasándose gradualmente al tramo D.

Dentro del tramo D no existen grandes diferencias en la variación vertical, salvo que parece existir un mayor predominio de las barras hacia la parte inferior del mismo. El tránsito a la unidad E se realiza de un modo un tanto brusco; en la zona de Monterde-Nuévalos, mediante las areniscas rojas antes citadas, y en el resto del área estudiada, desde una barra o desde las secuencias de lutita-arenisca dolomítica.

En el tramo E, los niveles de algas se presentan generalmente hacia la

parte inferior, mientras que los niveles con sílex se sitúan siempre en la parte superior. El paso al tramo F es neto, apareciendo en ocasiones un nivel marginal entre ambos.

Las variaciones que presenta el tramo F, no siguen ningún orden concreto en el conjunto de las columnas estudiadas. El límite superior no es totalmente neto, a escala de afloramiento, pudiéndose apreciar un cierto paso gradual entre los dos tramos.

## RECONSTRUCCIÓN DE LA ZONA

La fuerte etapa erosiva anterior al Triásico, así como el intervalo de tiempo sin sedimentación, quedan bien marcados tanto por el relieve sobre el que se apoyan los materiales triásicos, como por la alteración y rubefacción de los materiales paleozoicos infrayacentes, hechos ya identificados y estudiados en otros puntos de la Cordillera Ibérica (VIRGILI et al., 1973, 1974; HERNANDO, 1975; RAMOS y SOPEÑA, 1976).

La traza de la línea hipotética que une los siete cortes estudiados, es sensiblemente paralela al eje mayor del «Umbral de Ateca», pero las variaciones de facies y potencia que presentan los cuatro tramos inferiores, permiten suponer la existencia de umbrales menores perpendiculares y unidos al mismo. Así, desde Cerro Santiago hacia el Norte, se identifica el que en el presente estudio se denomina «Umbral de Alhama», y de Monterde hacia el Sur se reconoce el que en este trabajo se le llama «Umbral de Cubel». El origen de estos umbrales no es posible determinarlo con el presente estudio, pues pueden ser debidos a la movilidad de la cuenca durante la sedimentación triásica o a relieves topográficos previos a ésta, aunque parece ser más verosímil esta última interpretación. No es sólo por las variaciones de potencia por lo que pueden determinarse estos umbrales, sino también, mediante la interpretación de los medios sedimentarios de cada tramo y sus variaciones laterales.

Las características del tramo A por encima del paleosuelo, parecen indicar que los materiales han sido depositados por corrientes efímeras y sin gran importancia, probablemente proceden del lavado de suelos del área madre, con escaso transporte y abundantes interrupciones en la sedimentación. Las direcciones de aporte son muy variables según la zona, pero casi todas provienen de los dos cuadrantes orientales. El hecho de que el tramo B (Buntsandstein) descansa discordantemente en un punto (Corte de Nuévalos) sobre estos materiales, es factor para atribuirles una edad pérmica, pero por otro lado, los materiales pérmicos de esta zona de la Península, se presentan en facies tan sólo relativamente parecidas a las de este tramo (HERNANDO, 1973, 1975; VIRGILI et al., 1973; SOPEÑA et al., 1974; ARCHE et al., 1975; RAMOS et al., 1976); además, algunos de estos autores señalan que las alteraciones del Paleozoico prehercínico son probablemente post-pérmicas y pre-triásicas, y en algunos otros puntos de la Cordillera Ibérica, se han descrito en la base del Triásico materiales en facies no propiamente Buntsandstein (HERNANDO, 1974).

Las secuencias positivas del tramo B (conglomerados-arceniscas-lutitas), no todas completas, pero con gran continuidad lateral, acompañadas de un típico cortejo de estructuras sedimentarias, tienen un evidente origen fluvial. No está claro el modelo sedimentario fluvial aplicable a estos materiales, pues si bien existen en su mayoría los rasgos de un río meandriforme, en algunos

puntos (Corte del Embalse de la Tranquera) aparecen secuencias que recuerdan depósitos de un río entrelazado, por ello, parece lo más lógico asimilarlo al modelo de río meandriforme, pero con algunas reservas. Las direcciones de aportes son relativamente constantes, pero con una cierta dispersión y casi la totalidad de ellas procedentes del cuadrante noreste. Este tramo culmina con unos caliches dolomíticos con cantos y abundante matriz, a los que los autores franceses denominan «suclos violetas» y que indican la existencia de largos períodos sin sedimentación.

En los cortes realizados desde Cerro Santiago hacia el Norte, esto es, los situados sobre el «Umbral de Alhama», los materiales de los tramos A y B son sustituidos por otro tipo de sedimentos (Fig. 3), con las características típicas de una sedimentación pobre, esporádica y con abundantes interrupciones en la sedimentación. A la par, disminuye el espesor de todo el conjunto a unos 10-15 metros como máximo.

El tramo C presenta una clara polaridad vertical en la distribución de sus litologías, con predominio de areniscas hacia la base y de lutitas hacia el techo. Por las características ya anteriormente indicadas, parece que la sedimentación se produjo en una zona pantanosa, muy somera y de aguas tranquilas, en donde esporádicamente llegaban aportes detríticos que paulatinamente se fueron espaciando en el tiempo; así parece confirmarlo la existencia de abundante bioturbación y las huellas de pisadas de reptiles. La zona debía tener alguna comunicación con el mar, pues existen ripples de oscilación, llegando a secarse en algunos puntos y momentos, pues aparecen pseudomorfos de sal. En el corte del Este de Godojos se encuentran lentejones de yesos, al mismo tiempo que las lutitas son más arenosas que en las áreas situadas al sur, lo que unido a su posición inmediatamente delante del «Umbral de Alhama», parece indicar que los aportes detríticos eran más importantes en este punto; y se formaban pequeñas charcas que llegaban a desecarse.

El tramo D presenta dos tipos de componentes, cada uno de ellos con características particulares. Por un lado, las secuencias de areniscas con canales en la base, cantos blandos, laminación paralela y ripples a techo, recuerdan las secuencias de llanura mareal; las barras con homometría, laminación planar en la base, grandes estructuras de surco (trough) en el techo y con notables variaciones laterales de espesor, parecen indicar una playa y, por último, las secuencias de dolomías arenosas en la base, con ripples asimétricos y lutitas con pseudomorfos de sal en el techo, y abundantes costras ferruginosas, pueden haberse generado en una zona supramareal con desecación final. En otros puntos, la sedimentación parece indicar un medio de «lagoon». En conjunto, todos estos hechos conducen a interpretar los sedimentos de este tramo, como correspondientes a una línea de costa paleogeográfica. Hacia el techo, y fundamentalmente en la zona meridional, hay señales de una interrupción sedimentaria, de la que no es posible determinar su importancia.

El tramo E, representa una etapa de sedimentación claramente marina, en la que por datos paleoecológicos puede interpretarse la existencia de unas condiciones de «salinidad normal» de agua de mar. Los bancos de algas marcan una profundidad relativamente somera, e incluso la estructura de algunos de ellos pudiera representar condiciones intermareales. Localmente se han observado estructuras sedimentarias que denotan la presencia de corrientes tractivas, lo que unido a la ausencia de terrígenos finos, indica la existencia de una agitación del medio que produce un lavado del material.

Por otro lado, la casi total ausencia de terrígenos gruesos, marca una dificultad para la llegada de aportes desde el continente, posiblemente debido a una lejanía de la línea de costa. Los procesos diagenéticos que han actuado sobre estos sedimentos, han borrado la mayor parte de sus caracteres originarios; a pesar de ello y a grandes rasgos, puede determinarse que estos materiales se depositaron en una plataforma continental relativamente somera, con «salinidad normal» y alejada de la línea de costa.

El tramo F representa también un medio marino, pero mucho más somero y tranquilo que el del tramo anterior. Destaca la poca variedad de fauna, su reducido tamaño, la presencia de niveles con bioturbación, todo ello generado en un ambiente con predominio de la decantación. Hacia el techo, y de forma local, aparecen huellas de una etapa con una mayor agitación, indicada por la presencia de intraclastos, oolitos y oncolitos. Intercalados entre las dolomías arcillosas, aparecen niveles de dolomías brechoides y vacuolares (carniolas) y en las caras de algunos de los estratos se observan ripples de interferencia y huellas de retracción. En general, este tramo parece haberse generado en zonas litorales muy someras, llegando a veces a la emersión, ecológicamente restringidas y con escasa energía, aunque puede haber aumentos de la misma, pero de forma local y esporádica.

Del estudio de los minerales pesados y atendiendo en primer lugar a la morfología de los granos para el grupo de los ubicuos, se puede observar cómo existen aportes que tienen su origen en otras rocas sedimentarias previas, manifestándose en la presencia de granos rodados de Turmalina, Zircón y Rutilo; estas formas son muy frecuentes hacia la base (tramos A y B). Otros aportes con granos idiomorfos, responden a otro origen, áreas fuentes con rocas metamórficas y/o intrusivas. Los posibles fenómenos de disolución intra-estratal, actuando sobre los minerales menos resistentes, habrán reducido el espectro mineralógico en tal forma que resulta imposible determinar con más precisión la exacta naturaleza de las áreas fuentes.

Respecto a las formas rodadas, y aunque un largo transporte puede originarlas, parece que en buena parte proceden de la erosión del Paleozoico prehecínicico próximo, en donde existen granos de Turmalina, Zircón y Rutilo, ya usados. Destaca la presencia de zircones rosados, a los que ZIMMERLE (1972) atribuye origen precámbrico y señala como presentes en las cuarcitas de Bámbola, areniscas de Jalón, cuarcitas y esquistos de Daroca, etc., en las inmediaciones de la región aquí estudiada, siendo reheredados por los materiales posteriores. Las micas, cuando aparecen con abundancia, van asociadas a la presencia de Turmalina prismática (Tramo B y siguientes) y en algunos casos forman la casi totalidad del espectro. La Baritina a veces presente en cantidades elevadas, parece que debe interpretarse como detrítica, con un corto transporte y origen en las rocas del zócalo herciniano próximo, donde se han observado filoncillos de este material. Como llega a estar presente en tramos altos (tramo D), indicaría que los relieves del zócalo fueron cubiertos muy tardíamente.

Es destacable la casi exclusiva constitución por granates de las fracciones densas de las barras arenosas del tramo G (Keuper). Es posible que el granate pueda tener en este caso una relación con la alteración de rocas volcánicas básicas, pero subsiste el problema de situación y edad de estas zonas, ya que para esta edad, Trías medio superior, en regiones próximas no hay datos publicados de existencia de vulcanismo, aunque ha sido citado en otras regiones. Por otra parte, las rocas efusivas conocidas en la Cordilleras Ibérica y

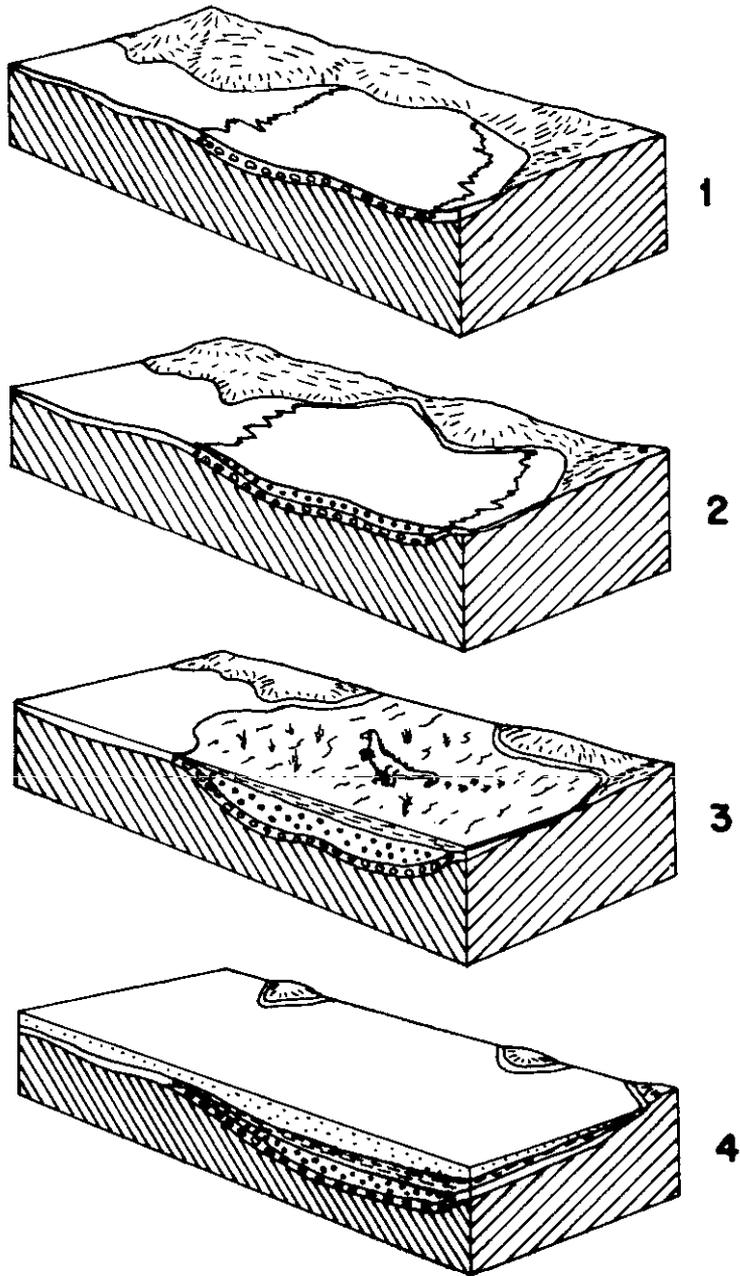


Fig. 4

áreas próximas (coladas andesíticas de Atienza, Albarracín, etc.) son de edad muy anterior y no parece que hayan estado emergidas durante el Triás superior. Parece ser por tanto, que parte de estas barras del Keuper (Tramo G), incorporan estos materiales arrastrados por corrientes costeras desde zonas alejadas.

En líneas generales, se puede establecer la siguiente evolución sedimentaria para el Triásico de esta región. Después de una larga etapa sin sedimentación y con una erosión importante, comienzan a depositarse materiales de procedencia muy local y con pequeño transporte, que tapizan ligeramente las zonas topográficamente más deprimidas (Fig. 4.1). Posteriormente, y después de un cierto tiempo (discordancia en algunos puntos), se homogenizan las corrientes tractivas, produciéndose grandes y extensos depósitos fluviales con aportes de áreas más alejadas, aunque en algunos puntos se producen avenidas de origen local con direcciones casi perpendiculares a la principal (Figura 4.2). La energía del medio va a disminuir, produciéndose interrupciones en la sedimentación, con importancia y duración desconocida. A partir de ese momento, la región se convierte en una zona pantanosa (Fig. 4.3) con posible comunicación con el mar, si bien en las zonas más próximas al «Umbral de Alhama», las condiciones tienen un mayor predominio continental. De forma paulatina se establece una línea de costa, representada por un conjunto de medios que van desde llanuras mareales a zonas supramareales (Figura 4.4). Después de una interrupción sedimentaria, el mar inunda la región, para de forma gradual, establecer una plataforma cada vez más somera, restringida y con emersiones locales, que va a evolucionar en el tiempo a las condiciones que darán lugar a la formación de la facies Keuper.

Sobre el «Umbral de Alhama», y posiblemente ocurra lo mismo sobre el «Umbral de Cubel», los materiales se limitan a paleosuelos, costras ferruginosas y rellenos de pequeños paleocauces (Fig. 4), hasta la llegada de la línea de costa, que va a homogeneizar toda la región. Aquí sus depósitos son ligeramente diferentes, pues hay un neto predominio de barras, y no aparecen los pseudomorfos de sal. La homogeneización total de la cuenca, con la consiguiente desaparición de estos elementos paleogeográficos (umbrales citados), se consigue con la implantación del medio marino.

#### BIBLIOGRAFIA

- ARCHE, A.; HERNANDO, S.; RAMOS, A.; SOPEÑA, A. y VIRGILI, C. (1975): «Distinction between environments in the Permian and basal Triassic red beds in Central Spain». IX Congreso Internacional de Sedimentología, Nice, 1975, t. V, págs. 9-14, 2 figs.
- DERETMS, A. (1898): «Recherches géologiques dans le sud de l'Aragon». Fac. des Sc. de París. These núm. 969, págs. 1-195, 46 figs. Lille.
- DESPARMENT, A. (1967): «Etude géologique détaillée des environs du Monasterio de Piedra (Prov. de Zaragoza, España).
- DESPARMENT, R. (1968): «Etude géologique de la Region de Alhama de Aragón (Prov. de Zaragoza, España)».
- DONAYRE, F. M. (1873): «Bosquejo de una descripción física y geológica de la provincia de Zaragoza». Mem. de la Com. Map. Geol. de Esp. 128 págs.

- HERNANDO, S. (1973): «El Pérmico de la región Atienza-Somolinos (Provincia de Guadalajara)». Bol. Geol. y Min. t. LXXXIV-IV, págs. 231-235, 1 fig. Madrid.
- HERNANDO, S. (1974): «Un depósito tipo "Raña" en la base del triásico del borde sur-occidental de la Cordillera Ibérica». Tecniterrae, núm. 2, págs. 14-18, 3 figs. Madrid.
- HERNANDO, S. (1975): «Pérmico y Triásico de la región Ayllón-Atienza (Provincias de Segovia, Soria y Guadalajara)». Tesis Doctoral. Fac. de Ciencias, Univ. Complutense. Madrid.
- HERNANDO, S. y HERNANDO, J. (1976): «Estudio de las fracciones pesadas del Pérmico de la región Ayllón-Atienza (Segovia, Soria y Guadalajara)». Estud. Geol., núm. 32, págs. 77-94, 3 figs., 10 tabl., Madrid.
- HERNANDO, S. y HERNANDO, J. (1976): «Los minerales pesados del Buntsandstein (¿Triásico inferior y medio?) de la región Ayllón-Atienza (provincias de Segovia, Soria y Guadalajara)». Estud. Geol., núm. 32, págs. 143-154, 3 figs., 6 cuadros. Madrid.
- LOTZE, F. (1929): «Stratigraphie und Tektonik des Keltiberischen Grundgebirges (Spanien)». Beitr. z. Geol. West. Mediterrangebiete núm. 3, Abh. d. Ges. d. Wiss. z. Göttingen, Math. Phys. Kl. N. F. t. XIV, núm. 2, 320 págs., 44 figs., 17 láms., Berlín.
- RAMOS, A. y SOPEÑA, A. (1976): «Estratigrafía del Pérmico en el sector Tamajón-Pálmaces de Jadraque (Guadalajara)». Estud. Geol., núm. 32, págs. 61-76, 12 figs. Madrid.
- RAMOS, A.; DOUBINGER, J. y VIRGILI, C. (1976): «El Pérmico inferior de Rillo de Gallo (Guadalajara)». Acta. Geol. Hisp. núm. 3, t. XI, págs. 65-69.
- RIBA, O. y RÍOS, J. M. (1960-62): «Observations sur la structure du secteur sud-ouest de la Chaîne Iberique (Espagne)». Livrc Mém. P. Fallot. Soc. Geol. France, t. 1, págs. 257-290.
- RIBA, O.; VILLENA, J. y MALDONADO, A. (1971): «Memoria de la Hoja núm. 40, DAROCA, del Mapa Geológico de España a escala 1:200.000, Síntesis de la Cartografía existente». Inst. Geol. de Esp. Madrid.
- RICHTER, G. (1930): «Die Iberischen ketten zwischen Jalon und Demanda». Beitr. z. Geol. d. West. Mediterrangebiete, núm. 5, Abh. d. Ges. d. Wiss. z. Göttingen; Math. Phys. Kl. N. F. t. XVI, núm. 3. Berlín.
- RICHTER, G. y TEICHMULLER, R. (1933): «Die entwicklung der Keltiberischen Ketten». Beitr. z. Geol. d. West. Mediterrangebiete, núm. 9. Abh. Ges. Wiss. Göttingen, Math. Phys. Kl. t. III, H. 7, págs. 1-118.
- SAENZ GARCÍA, C. (1931): «Pantanos de la Tranquera y Carenas, en los ríos Mesa y Piedra. Estudio de las condiciones geológicas del emplazamiento y vaso». Pub. Conf. Hidrog. del Ebro, núm. 36, págs. 31-110. Zaragoza.
- VIRGILI, C.; HERNANDO, S.; RAMOS, A. y SOPEÑA, A. (1973): «Nota previa sobre el Pérmico de la Cordillera Ibérica y bordes del Sistema Central». Acta Geol. Hisp., t. VIII, número 3, págs. 73-80. 1 fig. Barcelona.
- VIRGILI, C.; HERNANDO, S.; RAMOS, A. y SOPEÑA, A. (1973): «La sédimentation permienne au centre de l'Espagne». C. R. somm. Soc. Géol. France, t. XV, núms. 5-6, 1 fig. Paris.
- VIRGILI, C. y HERNANDO, S. (1974): «Datación del Triás medio en la región comprendida entre los Condemios y Miedes de Atienza». Sem. de Estrat., núm. 9, págs. 1-9. Madrid.
- VIRGILI, C.; PAQUET, H. y MILLOT, G. (1974): «Altérations du soubassement de la couverture Permo-Triassique en Espagne». Bull. Groupe Franc. Argiles, t. XXVI, fasc. 2, págs. 277-285, 2 figs.
- WURM, A. (1911): «Untersuchungen über den geologischen Bau und die Trias von Aragonien». Zs. d. Deutsch. Geol. Ges. Bd. 63, págs. 38-175.
- ZIMMERLE, W. (1972): «Sind detritische Zirkone rötlicher Farbe auch in Mitteleuropa Indicatoren für präkambrische Liefergebiete?». Geol. Rundschau, 61, 1, págs. 116-139. Stuttgart.