



IGME

318

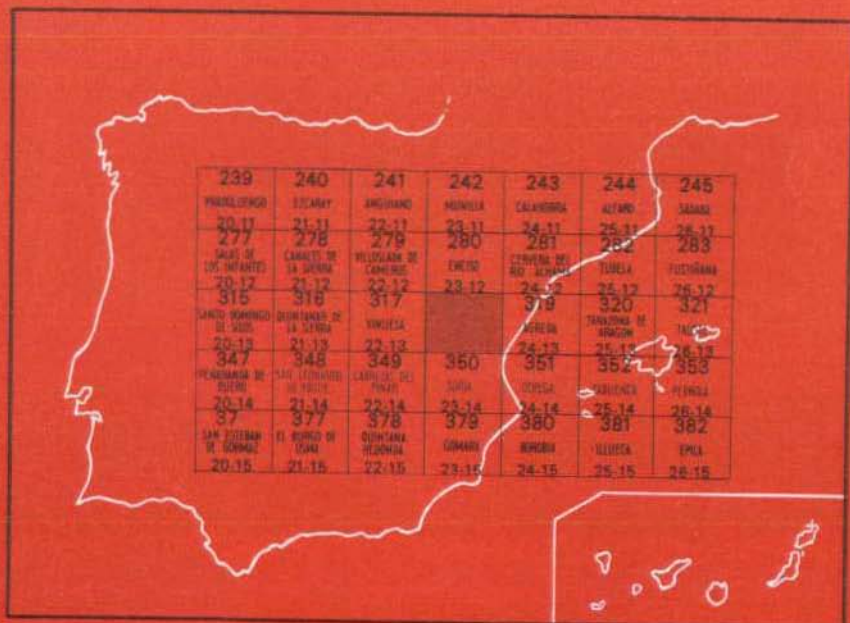
23-13

MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA

E. 1:50.000

ALMARZA

Segunda serie - Primera edición



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA
E. 1:50.000

ALMARZA

Segunda serie - Primera edición

SERVICIO DE PUBLICACIONES
MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA

Esta Hoja y Memoria han sido realizadas por Jesús Rey de la Rosa y Sebastián Rivera Navarro, de GEOTECNICA, S. A., con normas, dirección y supervisión del IGME, habiendo intervenido los siguientes técnicos superiores:

- En *Sedimentología*: Luis Granados y Francisco García Vila.
- En *Micropaleontología*: Luis Granados.
- En *Minerales pesados*: Ricardo Rincón.
- En *Estudios metalogénicos de probeta pulida*: Juan Locutura.

INFORMACION COMPLEMENTARIA

Se pone en conocimiento del lector que en el Instituto Geológico y Minero de España existe para su consulta una documentación complementaria de esta Hoja y Memoria constituida fundamentalmente por:

- Muestras y sus correspondientes preparaciones.
- Informes petrográficos, paleontológicos, etc., de dichas muestras.
- Columnas estratigráficas de detalle con estudios sedimentológicos.
- Fichas bibliográficas, fotografías y demás información varia.

Servicio de Publicaciones - Doctor Fleming, 7 - Madrid-16

Depósito Legal: M - 20.989 - 1981

Imprenta IDEAL - Chile, 27 - Teléf. 259 57 55 - Madrid-16

INTRODUCCION

La Hoja núm. 318, Almarza, se sitúa en la parte más septentrional de la Cordillera Ibérica, en su totalidad en la provincia de Soria. Geológicamente se encuentra en el borde Sur del Dominio de la Sierra de Cameros.

En ella se encuentran representados minerales atribuidos al Mesozoico, Terciario y otros más recientes.

El Mesozoico está constituido por dos facies de características bien distintas: una marina y otra cuyo proceso sedimentario ocurrió dentro del ámbito de un extenso delta fluvial con influencias marcadamente continentales («facies wealdica» de anteriores autores).

El Terciario es en su totalidad continental, así como los materiales pertenecientes al Cuaternario, representados por depósitos fluviales, coluviales, canchales y derrubios de ladera.

Las publicaciones más recientes con las que se ha contado para la realización de esta Hoja, corresponden a los autores A. BEUTHER, H. DAHM, F. MENSINK, F. KNEUPER-HAAK y G. TISCHER (1965, 1966), así como P. BRENNER y J. WIEDMANN (1974), cuyos trabajos se centran en general en el estudio de las características estratigráficas, sedimentológicas, paleontológicas, etc., del denominado delta wealdico de la Cuenca de Cameros (Cordillera Ibérica) y sus enlaces tectónicos.

Otras publicaciones anteriores sobre el tema son de menor importancia, ya sea por haber quedado superadas o por no atender exactamente a la región que nos ocupa. A este respecto deben mencionarse nombres como ARANZAZU, PALACIOS y LOZANO, P. FALLOT, S. SAENZ, J. M. RIOS, I. QUINTERO, E. TRIGUEROS y otros que de alguna manera iniciaron los primeros estudios sobre esta región de la Cordillera Ibérica o sobre la totalidad de la misma.

1 ESTRATIGRAFIA

1.1 PALEOZOICO

Los materiales que corresponden al Paleozoico no afloran en la Hoja; se citan (al igual que el resto de la serie que no aflora hasta el Jurásico Superior marino) a partir de los datos obtenidos de un sondeo para petróleo de 2.200 metros de profundidad (Sondeo de Castilfrío, coordenadas: X = 714,5, Y = 816,7) realizado en el año 1954 por «Valdebro».

El paleozoico se cortó a una profundidad de 1.990 metros y hasta los 2.200 metros, fin del sondeo. Litológicamente se trata de areniscas de color gris verdoso y rojizo con intercalaciones pelíticas más finas; el tamaño de grano de las areniscas es muy variable aunque, en general, aumenta en las muestras situadas hacia el techo. Todos estos datos aportados por el sondeo y los que siguen en las descripciones posteriores, carecen de precisión debido a una falta de homogeneidad y claridad en los mismos.

1.2 TRIASICO

Al igual que los materiales Paleozoicos, los del Triás tampoco afloran en la Hoja y su descripción se realiza a partir de los datos de dicho sondeo.

El Buntsandstein parece estar representado por una sucesión de areniscas de grano fino, areniscas margosas y margas de coloraciones variadas, prácticamente sin fauna. El sondeo corta a este tramo aproximadamente desde los 1.790 a los 1.990 metros. Esta potencia de 200 metros puede considerarse próxima a la real, ya que los buzamientos que denotan los testigos de sondeo oscilan alrededor de los 5°.

Sobre estos materiales, desde los 1.670 metros hasta los 1.790, se encuentra un tramo de calizas y dolomías frecuentemente margosas con importantes episodios arcillosos y abundante anhidrita. Todo el tramo puede asimilarse al Muschelkalk, los últimos 50 metros con seguridad y del resto no se descarta la posibilidad de que pueda pertenecer, al menos en parte, al Keuper.

Encima, desde los 1.550 metros aproximadamente, se puede diferenciar un conjunto formado fundamentalmente por anhidrita y dolomías y sobre éste unos 25 metros en facies arcillosa, asimilable todo el conjunto al Keuper.

Sobre la facies arcillosa del Keuper se encuentra la facies de Carniolas que puede atribuirse indistintamente al Keuper y al Infralías, sin poder precisar más. Este tramo de Carniolas se atraviesa durante unos 150 metros.

1.3 JURASICO MARINO

1.3.1 LIAS

El Lías comienza con las Carniolas citadas anteriormente, que corresponden al tránsito Keuper-Infralías; sobre ellas se pueden distinguir: un miembro inferior margo-arcilloso, desde los 1.310 metros de sondeo a los 1.380 metros, uno medio de características arcillosas hasta los 1.250 metros y sobre éste, el miembro superior calizo hasta los 870 metros.

El miembro inferior es azoico, mientras que en el medio y sobre todo en el superior calizo, aparecen foraminíferos, algas, equinodermos, restos de crinoides y de braquiópodos, ostrácodos y lagénidos.

1.3.2 DOGGER-MALM

Los últimos materiales de edad Jurásico en facies marina cortados por el sondeo, desde los 530 a los 870 metros, están constituidos por una alternancia muy irregular de areniscas, margas y calizas que, con poca precisión, puede dividirse en: un miembro basal de unos 60 metros con predominio de los materiales arenosos; un miembro medio donde abundan los episodios margosos y arcillosos de unos 200 metros; y un miembro superior, eminentemente calizo, de unos 80 metros.

El techo de este conjunto se describirá con más detalle, ya que corresponde con los primeros materiales de la serie que afloran dentro de la Hoja.

En las muestras estudiadas de calizas, obtenidas a partir de los testigos de sondeo, se han citado restos de fauna correspondientes a Charáceas, Braquiópodos, Lamelibranquios, Gasterópodos, Equinodermos, Briozoos, Crinoides, Lagénidos (Robulus) y otros restos de Moluscos.

En cuanto a los materiales aflorantes, correspondientes al Jurásico Superior, están constituidos fundamentalmente por dos facies distintas hasta llegar al techo de la serie, donde se uniformizan en una secuencia caliza con características arrecifales. Esta uniformidad supera el ámbito de la Hoja y está generalizada a escala de la cuenca de la Sierra de Cameros.

Con respecto a las dos facies infrayacentes a las que se aludía antes, se trata de materiales carbonatados por una parte, y clásticos por la otra, con paso gradual entre ambas, tanto horizontal como verticalmente.

Los materiales del Jurásico marino afloran únicamente en dos puntos dentro de la Hoja. En la parte occidental, aflora al O de Portelrubio (coordenadas: X = 703,0, Y = 808,0) y queda atravesada por la carretera nacional número 111 de Medinaceli a Pamplona (Puerto de Piqueras) entre los kilómetros 14 y 16. En el límite Sur aflora en las proximidades de Almajano

(coordenadas: X = 710,5, Y = 804,1). Por esta razón, en lo sucesivo, utilizaremos los términos de parte occidental y parte sur cuando queramos referirnos a uno u otro sector.

1.3.2.1 Calloviense-Kimmeridgiense (J_{24-32} y J_{24-32}^g)

Los niveles más bajos de la serie que afloran en toda la Hoja, corresponden a los materiales detríticos con episodios carbonatados del Calloviense-Kimmeridgiense (J_{24-32}^g). Se trata de areniscas, localmente calcáreas, muy bien seleccionadas, casi exclusivamente compuestas por granos de cuarzo de tamaño arena (cuarzarenitas, calcarenitas). La estratificación es difusa, a veces con laminaciones cruzadas poco visibles. Cuando se trata de areniscas calcáreas, aparecen bastantes restos fósiles (Lamelibránquios, Gasterópodos y algas). La potencia máxima aflorante es de 150 m. en la parte occidental.

En la parte Sur existe mayor abundancia de calizas y calizas arenosas, que se han diferenciado con las siglas J_{24-32} como tramo distinto. Estas calizas son biomicrorruditas, intrasparitas y oosparitas, que presentan abundantes fósiles: Espongiarios, Equinodermos, Lamelibránquios, Ophthalmídeos, Lituólidos, Moluscos, Lagénidos, Textularios, Valvulínidos, Gasterópodos, Briozoos, Ostrácodos, Ofiuroides, Miliólidos, etc., como son:

<i>Eggerella</i> s.p.	<i>Pseudocyclammina</i> s.p.
<i>Lenticulina</i> s.p.	<i>Nautiloculina</i> s.p.
<i>Glomospira</i> s.p.	<i>Everticyclammina</i> s.p.
<i>Epistomina</i> s.p.	<i>Alveosepta?</i> s.p.
<i>Ammodiscus</i> s.p.	Algas <i>Dasycladáceas</i> .
<i>Trocholina</i> s.p.	<i>Labyrinthina</i> s.p.

En la parte occidental las calizas definidas como J_{24-32} están localizadas a techo de la serie y disminuyen en potencia lateralmente, hasta desaparecer.

1.3.2.2 Kimmeridgiense (J_{32} y J_{32}^{cl})

El Kimmeridgiense constituye el techo de la serie marina del Jurásico. Se ha estudiado en los cortes del sector occidental (coordenadas: muro X = 703,0, Y = 808,2; techo X = 703,2, Y = 808,7), y del sector Sur (coordenadas: muro X = 710,2, Y = 804,1; techo X = 710,6, Y = 804,1).

El tramo J_{32} corresponde al de calizas pararecifales, bien representado a lo largo de toda la cuenca, como ya hemos citado. Tiene caracteres de biotita arrecifal o pararecifal de colores grises y beige en bancos gruesos, bien estratificados, de hasta 2 metros de espesor. Es siempre muy folisífero

y, a pesar de haber sufrido bastante recristalización, se señala la presencia de la siguiente fauna: Coralarios, Equínidos, Esponjas, Lamelibranquios, Ostrácodos, Gasterópodos, Serpúlidos, Crinoides, Ophthalmídeos, Briozoos, Algas, etc. entre otros:

<i>Gaudryina s.p.</i>	<i>Nautiloculina s.p.</i>
<i>Lenticulina s.p.</i>	<i>Trocholina s.p.</i>
<i>Nubecularia s.p.</i>	<i>Bacinella s.p.</i>
<i>Brotzenia s.p.</i>	<i>Pseudocyclammina s.p.</i>
<i>Ammodiscus s.p.</i>	<i>Conicospirillina s.p.</i>
<i>Acicularia s.p.</i>	

La presencia de terrígenos es escasa o nula.

La potencia es de unos 30 m. en el sector sur y algo menor de 20 a 25 m. en el sector occidental.

Sobre el tramo de calizas pararrecifales, en el sector sur, se desarrolla una serie de transición en facies continental que se verá más adelante. En el sector occidental aparece sobre ellas un tramo de limolitas y arcillas de colores abigarrados de características continentales (J_{32}^{cl}) de unos 5 m. de espesor, y sobre este nivel, como techo del Jurásico marino en este sector, un paquete de 10 metros de calizas limosas (intrasparitas biogénicas) con niveles con abundantes estromatopóridos.

1.4 JURASICO Y CRETACICO CONTINENTALES O EN FACIES «PURBECK-WEALD»

Los materiales Mesozoicos en facies continental se encuentran mayoritariamente representados dentro de la Hoja, tanto en cartografía como en la serie, ya que salvo la parte más alta del Jurásico Superior en facies marina ya descrito, el resto de la Hoja está ocupado por los distintos grupos de la facies «Purbeck-Weald», recubiertos en parte por materiales Terciarios y Cuaternarios.

La potencia de los materiales representados en el área estudiada es muy variable; oscila entre unos 300 m. y más de 1.500 m. Este hecho, que puede considerarse generalizado para toda la cuenca, responde también aquí a la proximidad de un borde de la misma.

Esta serie sedimentaria, continental de ambiente deltaico, está representada por una variada gama de conglomerados cuarcíticos, cuarzoarenitas, arenitas en general, limos, limolitas, calizas y margas que se acuñan, indentan y cambian lateralmente de facies a lo largo de todo el área.

Esta gran formación continental había sido atribuida al Cretácico Inferior en facies Weald. El estudio de TISCHER et al. (1965) en la Sierra de Cameros puso de relieve la edad Jurásico de parte de estos materiales.

TISCHER denominó a este sistema como «facies Weáldica», queriendo señalar que es la facies wealdense en sentido cronológico muy lato.

De los trabajos realizados por estos autores, resulta que dichos materiales weáldicos son susceptibles de una división en grupos, merced a sus características litológicas. Esta división se sustenta en la preponderancia de facies clásticas, que se repiten tres veces y se llega así a la subdivisión en cinco grupos, que son: (1) Tera, (3) Urbión, (5) Oliván, caracterizados por el predominio de sedimentos clásticos, con importantes series conglomeráticas, y los grupos (2) Oncala y (4) Enciso, que presentan además importantes series calizas.

Los grupos representan divisiones con significado regional. Están separados unos de otros por superficies, que si bien no son totalmente isócronas (a nivel regional), si lo son aproximadamente (consideradas a escala menor, como lo es la de una Hoja), teniendo en cuenta además el carácter de sedimentación rápida. Los subgrupos o tramos diferenciados, por el contrario, tienen un significado restringido de facies locales; están separados unos de otros por superficies totalmente diácronas.

Sobre la base del estudio de BRENNER y WIEDMANN (1974), a partir de ahora, nos referiremos a esta facies con el nombre de «facies Purbeck-Weald», ya que si utilizamos criterios cronológicos para la denominación de facies, los dos grupos inferiores recibirían el nombre de «Facies Purbeck», dada la edad Jurásico que se le atribuye, y el resto «Facies Weald» por pertenecer al Cretácico. Pero, por otra parte, si utilizamos criterios litológicos e intentamos asimilar estos materiales con los que sirvieron para definir estas facies, nos encontramos con que, alternativamente, los cinco grupos pertenecerían a ambas, de manera que los grupos impares, (1) Tera (3) Urbión y (5) Oliván serían «Weald», dadas sus características clásticas y los grupos pares, (2) Oncala y (4) Enciso serían «Purbeck», ya que cuentan además con importantes series carbonatadas.

En la Hoja están representados únicamente los tres primeros, esto es, Tera, Oncala y Urbión y utilizamos esta división para la descripción de los materiales que a ellos pertenecen.

1.4.1 GRUPO 1. TERA (J_{32}^{1cg} , J_{32}^{1as} , J_{32}^{1sl})

Sobre los materiales del Jurásico marino de forma ininterrumpida, aunque no totalmente isócrona como ya hemos visto, se encuentran los sedimentos, groseramente clásticos, del Grupo 1, TERA.

Los niveles inferiores corresponden a conglomerados de cuarzo con matriz cuarcítica y cantos de tamaño grava, acompañados de paquetes de cuarzoarenistas; son frecuentes las estructuras de megaestratificación cruzada. Hacia el techo de este tramo (J_{32}^{1cg}) los materiales están constituidos

por una alternancia irregular de conglomerados en forma de grandes lentejones, cuarzoarenitas y limolitas. Tiene una potencia muy variable, desde más de 80 metros en la serie de Zarranzano a Portelarbol (coordenadas: muro X = 702,9, Y = 811,0; techo X = 705,3, Y = 811,4), hasta desaparecer en el sector oriental en las estribaciones de la Sierra del Madero, fuera de la Hoja (Hoja 24-13, Agreda). Un paso intermedio puede observarse en la zona más meridional de la Hoja, al sur de Almajano (coordenadas: muro X = 710,6, Y = 804,1; techo X = 711,5, Y = 804,1) donde el paso desde el techo del tramo de calizas pararecificales (J_{32}) hasta el muro de la serie carbonatada del Grupo 2, ONCALA, es una transición de unos 150 m. con niveles de calizas, areniscas, limolitas y microconglomerados con cantos de calizas, unas veces, y cuarzo exclusivamente, otras; todos ellos con una estratificación irregular, pero sin llegar a constituir bancos de más de 2 m. de espesor.

Sobre este tramo conglomerático, las limolitas se hacen cada vez más abundantes, a medida que desaparecen paulatinamente los conglomerados, lo que ha permitido diferenciar el tramo superior (J_{32}^{1as}) con una potencia máxima de 225 metros en la serie de Vadillo a Caragüeta (coordenadas: muro X = 699,7, Y = 819,8; techo X = 705,4, Y = 820,9), donde hacia el techo se hacen cada vez más abundantes las areniscas, y de 150 metros en la serie del río Razón a la Calvilla (coordenadas: muro X = 698,9, Y = 810,7; techo X = 697,5, Y = 808,0). Tanto las areniscas como las limolitas, tienen un color rojo característico y son muy abundantes las estructuras de estratificación cruzada, frente a cualquier otro tipo de estructuras primarias o secundarias.

Los elementos detríticos que constituyen esta vasta facies terrígena, cantos, arenas y limos, son de naturaleza muy variable: cuarcita, cuarzo, rocas metamórficas y calizas, principalmente. Las rocas resultantes son, por lo mismo, muy variables; entre las areniscas hay cuarzoarenitas, subarcosas, sublitanitas, arcosas y litarenitas, y lo mismo puede decirse de los conglomerados y limolitas. Esto, unido a la diversidad de tamaño de grano, que varía desde los cantos a arcillas, hace que prácticamente todos los tipos de rocas detríticas estén representados en esta serie sedimentaria, si bien pueden darse como más característicos las cuarzoarenitas y sublitanitas.

Los niveles de calizas, que esporádicamente aparecen en este tramo, son calizas de Oncolitos, calizas con Algas, a veces con carácter de dismicritas, y están formadas fundamentalmente por calcificaciones de Algas Cianofíceas y Clorofíceas en forma de nódulos.

En el sector oriental de la Hoja se ha diferenciado otro tramo (J_{32}^{1sl}) que se sitúa a techo del tramo anterior y mediante paso lateral de facies con él. Se trata de areniscas y limolitas con abundantes micas, sobre todo

cloritas que le dan tonalidades parduzcas y verdosas. El espesor máximo considerado en la Hoja puede llegar a 200 metros. El estudio de microfauna ha puesto de manifiesto la presencia de *Nodosaria s.p.*, Algas, Charáceas: *Porochara s.p.*, *Atopochara s.p.*, *Clavator s.p.*

Clorofíceas: *Cayeuxia s.p.*

Ostrácodos: *Cypridea s.p.*, «*Cypris*» *s.p.*, *Cyprionotus s.p.*, *Gomphocythere s.p.*

1.4.2 GRUPO 2. ONCALA

El Grupo 2, ONCALA, se encuentra representado en esta Hoja por dos «subgrupos». El primero de ellos es eminentemente carbonatado y ocupa la mitad sur y parte este de la misma; el segundo, fundamentalmente de facies detrítica, ocupa el resto, en contacto por cambio de facies con el primero. Este contacto es muy gradual, tanto en sentido horizontal (los materiales se enriquecen paulatinamente en elementos detríticos hacia el NO), como en sentido vertical, ya que en cada subgrupo encontramos tramos de la otra indentados.

El «subgrupo» carbonatado puede separarse en otros dos de orden menor, bien diferenciados espacialmente y por su significación paleogeográfica. El primero en la parte sur está constituido por los tramos J_{32}^{2c1} , J_{32-33}^{2c1} , J_{33}^{2m} , J_{33}^{2mc} , J_{33}^{2ls} , de facies lacustres calcáreas y terrígenas finas. El segundo en la parte NE, constituido por el resto de los tramos correspondientes al subgrupo carbonatado de Oncala, que describiremos más adelante, constituido por una facies lacustre más pura, de aguas más profundas y probablemente salobres con niveles de dolomicritas, ausentes en otros sectores de la Hoja.

1.4.2.1 Subgrupo carbonatado del sector sur (J_{32}^{2c1} , J_{32-33}^{2c1} , J_{33}^{2ls} , J_{33}^{2m} , J_{33}^{2mc})

En el Sector sur (en la zona oriental, Serie de la Sierra del Almuerzo, de coordenadas: muro X = 721,5, Y = 808,2; techo X = 719,0, Y = 804,9, y la zona occidental, Serie del río Razón a Calvillo, de coordenadas: muro — X = 698,9, Y = 810,7; techo — X = 697,5, Y = 808,0) el tramo inferior del Grupo Oncala es el J_{32}^{2c1} , constituido por una alternancia de calizas en bancos de 0,3 a 1 m. de espesor, areniscas y limonitas, que corresponde al tránsito con el grupo infrayacente, TERA. Tiene una potencia máxima de 80 metros.

Sobre el tramo anterior se encuentra el J_{32-33}^{2c1} , constituido en la sierra del Almuerzo por una serie carbonatada, con intercalaciones a veces importantes de limolitas, de 120 m. de potencia, y en la Sierra de la Calvilla

por una serie caliza, en bancos potentes de 1 a 3 m. con esporádicas intercalaciones pelíticas, que se acuñan lateralmente con frecuencia. La potencia en este caso es de 230 metros. Las calizas presentan abundante fauna lacustre y una karstificación incipiente.

En la Sierra de la Calvilla, sobre este tramo se encuentra el J_{33}^{21s} , que se acuña hacia el E y desaparece; se trata de una secuencia de 40 metros de potencia de calizas arenosas finas, areniscas y limolitas que representan el tránsito hacia los materiales del grupo superior, URBION.

En la Sierra del Almuerzo, encima del tramo J_{32-33}^{2c1} se encuentra el J_{33}^{2m} formado por calizas y margocalizas con nódulos y delgados lechos de sílex, y una potencia de 150 metros. Hacia el techo hay unos niveles detríticos intercalados entre las calizas, que señalan perfectamente el contacto con el tramo superior del grupo Oncala en este sector, el J_{33}^{2mc} , en el que las margocalizas van desapareciendo y quedan mayoritariamente las calizas, aquí, menor contenido en sílex. La potencia total medida en este tramo es de 120 metros. Sobre estos últimos materiales se encuentra el grupo Urbión, con un contacto muy cubierto por derrubios de ladera que provienen de las areniscas de dicho grupo.

En general, las calizas que constituyen todos estos tramos son muy parecidas en cuanto a su facies. Son lacustres, de poca profundidad, con pocos aportes terrígenos (hasta el 4 por 100 de Q) y abundante fauna de Moluscos, Gasterópodos, Algas, entre las que se encuentran: *Girvanella s.p.*

Charáceas: *Clavator af. grovesi*, *Clavator af. reidi*, *Atopochara gr. trivolis*, *Clavator s.p.*, *Atopochara s.p.*, *Porochara s.p.*

Clorofíceas: *Cayeuxia s.p.*

Ostrácodos: *Cypridea granulosa* (SOWERBY), *Cypridea soriana*, TISCHER, *Cypridea cornuta*, TISCHER, *Cypridea demandae*, TISCHER, *Cypridea aragonsensis*, TISCHER, *Comphocythere fittoni* (MANTELL), *Cypis purbeckiensis* (FORBES), *Fabanella gr. polita*, *Darwinula af. leguminella*, *Cypridea af. binodosa*, *Cyprionotus s.p.*, *Fabanella s.p.*, *Darwinella s.p.*, «*Cypris*» *s.p.*, *Cypridea s.p.*

Hay algunos bancos con nódulos de Algas, que le dan aspecto pisolítico.

En los tramos detríticos, que aparecen intercalados a veces en la serie, se reconocen todos los tipos de areniscas y limolitas, pero las más frecuentes son las subarkosas y cuarzoarenitas de grano fino y las limolitas con la misma composición que estas areniscas.

1.4.2.2 Subgrupo carbonatado del sector NE (J_{32}^{2cs} , J_{32}^2 , J_{32-33}^{2c} , J_{33}^{2cls} , J_{33}^{2cl} , J_{33}^2 , J_{33}^{2m2} , J_{33}^{2c11} , J_{33}^{2cm} y J_{33}^{2c12})

La serie que representa los sedimentos carbonatados del grupo Oncala

en la parte NE de la Hoja (Serie de Valtajeros; coordenadas muro: X = 721,7, Y = 816,4; techo X = 724,3, Y = 822,8) está constituida por los siguientes tramos: J_{32}^{2cs} , de calizas ocres en bancos de hasta 0,5 m., con abundantes intercalaciones areniscosas y J_{32}^2 , superior, de calizas en bancos de hasta un metro, con laminación paralela que da tonalidades clarscuras, debido a la concentración de algas en ciertas láminas; estas calizas, de poca potencia en general, desaparecen lateralmente hacia el O, al confundirse con el tramo inferior, La potencia medida para ambos es de 50 metros como máximo. En el conjunto de estos dos tramos aumentan progresivamente hacia el O los niveles de areniscas y limolitas hasta hacerse mayoritarias, lo que permite agruparlas en el J_{32}^{2sc} , equivalente estratigráficamente al J_{32-33}^{2cl} (Sector Sur), y al J_{32-33}^{2s} .

El tramo siguiente J_{32-33}^{2c} , también de bastante continuidad lateral, sirve de nivel guía a lo largo de todo el norte de la Hoja. Está constituido por una sucesión de calizas de unos 100 metros de potencia en bancos irregulares, desde 0,3 a 1,5 metros de espesor; consisten en micritas limosas con abundantes oogonios y talos de charáceas y dolomicritas con poco contenido en terrígenos de tamaño arena, generalmente cuarzo. Hacia el O, adquiere niveles detríticos correspondientes al tramo J_{32-33}^{2s} hasta hacerlo desaparecer en el ángulo NO de la Hoja, donde las calizas pasan a niveles detríticos de una manera brusca (en relación con la tónica general de los restantes pasos laterales que se han mencionado).

Encima aparece el J_{33}^{2cls} que incluye al J_{33}^{2cl} a modo de un gran lentejón, al que divide de esta manera en dos partes y desaparece cartográficamente antes de llegar al límite norte de la Hoja. Ambos niveles, muy semejantes en su litología (se han diferenciado mediante criterios morfológicos), están constituidos por «calizas en lascas» (denominación utilizada por TISCHER, 1955) para referirse en general a toda la serie en este sector NE, esto es, calizas con laminación paralela muy fina que representa planos de discontinuidad por los que pueden separarse fácilmente «las lascas». En la parte inferior del tramo aparecen algunos niveles de cuarzoarenitas, subarcosas y limolitas (en menor proporción en la parte superior) que llegan a sustituir toda esta parte inferior para dar paso, como ya es habitual, a un tramo fundamentalmente areniscoso, señalado en cartografía con las siglas J_{33}^{2sl} , que se describirá con el resto de los materiales del «Subgrupo de facies detrítica».

A partir de toda esta serie se encuentra un conjunto de calizas de colores claros y oscuros, por lo general bien estratificadas, de capas finas a toda la gama de láminas que con toda propiedad corresponden con las «Calizas en lascas» de TISCHER.

Aparecen estructuras de huellas de carga, laminación paralela, diques clásicos, ocasionalmente *ripples*, laminación oblicua y marcas de burbujas. Desde el punto de vista de microfacies, son micritas, generalmente arenosas (0-29 por 100) y/o arcillosas (0-28 por 100), que presentan avanzados estadios de recristalización y dolomitización, y verdaderas dolomicritas con restos carbonosos. Los procesos de incipiente silicificación son frecuentes y en cuanto a su contenido paleontológico se muestran muy pobres en ostrácodos y charáceas, en relación con la abundancia que contienen los tramos del «subgrupo carbonatado del sector Sur».

Este conjunto de «calizas en lajas» comienza, por tanto, con el tramo J_{33}^2 formado por calizas bien estratificadas, en láminas (algunas veces milimétricas) en general compactas y de tonos beige claros.

Su potencia es de 70-80 metros.

Sobre el anterior, el tramo J_{33}^{2m2} constituido por un paquete de 30-40 metros de alternancia de calizas en lajas y margas de color negro, con yeso, muy deleznales en conjunto. Constituye un tramo blando y ocupa las depresiones a lo largo de su afloramiento.

Encíma, el J_{33}^{2c11} de calizas en láminas de colores claros, alternantes con láminas limosas y margosas ocres, que tiene una potencia de unos 60 metros.

Finalmente, el techo de la serie en este sector NE, está representado por los tramos J_{33}^{2cm} , inferior, y J_{33}^{2c12} , superior. El primero está formado por calizas tableadas («en lajas») muy compactas, de color blanco y margas en el techo de colores ocres, con una potencia total de 40 metros. El superior está constituido por un paquete basal de 25 metros de calizas tableadas blancas y un paquete de 20 metros de calizas muy arcillosas en láminas, bituminosas, de color negro. Aún por encima, pero sin aflorar dentro de la Hoja, hay otro paquete superior de limolitas negras, que marca muy bien el contacto con el grupo 3, URBION.

1.4.2.3 Subgrupo de facies detrítica [J_{32}^{2sc} , J_{32-33}^{2sc} y J_{32-33}^{2s}]

El «subgrupo» de facies detrítica ocupa la parte N y sobre todo NO de la Hoja. Representa, no sólo unas características sedimentarias distintas en este sector, sino también las sucesivas etapas de llegada de aportes a lo largo del tiempo de las series de otros sectores.

Comienza este «subgrupo» con el tramo J_{32}^{2sc} , que está en contacto lateral por cambio de facies con los tramos J_{32}^{2cs} y J_{32-33}^{2c1} y entre el J_{32}^{1as} y J_{32-33}^{2c} , infra y suprayacente respectivamente, todos ellos descritos en párrafos anteriores. También se relaciona mediante cambio de facies con el J_{32-33}^{2s} que se describirá más adelante.

El tramo que nos ocupa (J_{32}^{2sc}) está compuesto por cuarzoarenitas, arenitas limosas, limolitas y niveles calizos que disminuyen considerablemente hacia el NO. En los niveles detríticos se observa laminación paralela y a veces cruzada, en general mal definida; en las calizas aparecen, aunque escasos, restos de oogonios y talos de Charáceas y Ostrácodos. La potencia, aunque muy variable, puede estimarse alrededor de los 70 metros como máximo.

El tramo $J_{32,33}^{2sc}$, se ha definido a partir de la mayor proporción de areniscas y limolitas sobre las calizas, en la serie del «subgrupo» carbonatado del sector NE y alcanza su mayor desarrollo en la serie que ahora se estudia. La relación que guarda con los materiales de aquel sector ya se vieron en su momento [apartado 1.4.2.2].

Está constituido por una monótona sucesión detrítica fundamentalmente arenosa con esporádicos niveles calizos. Se ha estudiado, entre otras, en la serie de Oncala a Pico Cayo (coordenadas: muro $X = 713,4$, $Y = 819,8$; techo $X = 712,9$, $Y = 821,7$). Las areniscas son sobre todo cuarzoarenitas, subarcosas con abundante plagioclasa y arenitas limoso-arcillosas. La estratificación es lenticular y las estructuras más abundantes corresponden a laminación paralela y oblicua, a veces *ripples* mal definidos y señales de bioturbación. Los restos de fauna se han encontrado únicamente en los niveles calizos y consisten en Charáceas y Ostrácodos.

La potencia es muy variable de uno a otro sector, ya que gana espesor al sustituir progresivamente a los materiales de otros tramos, y se puede estimar en 300 metros como máximo.

Por último, el tramo $J_{32,33}^{2s}$, que ya ha sido mencionado reiteradamente con antelación, está representado únicamente en la esquina NO de la Hoja, donde constituye el cambio de facies con todos los demás tramos del grupo Oncala; corresponde a los materiales producto de un área de umbral con fuertes aportes detríticos.

Litológicamente se trata de una sucesión detrítica, generalmente de cuarzoarenitas, sublitarenitas, subarcosas con niveles de limolitas intercalados, en bancos irregulares de potencia desde 0,3 a 1,5 metros. Hacia el techo de la serie se encuentran los bancos más potentes de cuarzoarenitas sobre todo con menor proporción de limolitas. Ocasionalmente se encuentran algunos niveles delgados de calizas limosas de color ocre y de poca continuidad lateral.

Como es frecuente, las estructuras más representadas son las laminaciones paralelas y cruzadas, y en cuanto a la fauna sólo se han detectado en los niveles calizos restos de oogonios, talos de Charáceas y algunos Ostrácodos indeterminados.

La potencia máxima que aflora en la Hoja es de 150 metros.

1.4.3 GRUPO 3. URBION (C3sa₁₁)

El techo de la serie Mesozoica en facies Purbeck-Weald, en esta Hoja, está ocupada por el tercer grupo de características detríticas, URBION. Es evidente que la sedimentación mixta, caliza y detrítica, que da lugar a los dos grupos anteriores, se interrumpe y da paso a una tercera fase sedimentaria en la que predomina el depósito detrítico.

Está representado en cartografía únicamente en la zona sur y ocupa la parte superior de las series tanto en la Sierra de la Calvilla (serie del río Razón a Calvilla, coordenadas: muro X = 698,9, Y = 810,7; techo X = 697,5, Y = 808,0) como en la Sierra del Almuerzo (coordenadas: muro X = 721,5, Y = 808,2; techo X = 719,0, Y = 804,9).

En ambos casos las condiciones de afloramiento no son muy buenas, ya que estos materiales han sufrido un proceso de disgregación «in situ», que produce grandes bloques sueltos; este proceso unido a la falta de erosión diferencial en estos materiales produce un relieve uniforme, que no permite el desarrollo de buenos afloramientos.

El paso de los materiales de este grupo a los del infrayacente es poco visible, debido en gran parte al fenómeno descrito en el párrafo anterior y al desarrollo, en el caso de la Sierra del Almuerzo, de una gran zona de derrubios de ladera y canchales. Únicamente en la serie de la Sierra de la Calvilla se ha podido distinguir un tramo (J₃₃^{21s}) de tránsito, ya descrito anteriormente (1.4.2.1), pero que de ningún modo debe considerarse generalizado, más bien en otros sectores de la cuenca de Cameros el paso del grupo Oncala al Urbión es neto y representa un cambio brusco en la sedimentación de la misma.

Dentro de los límites de esta Hoja (y de manera un tanto convencional) en este paso del grupo Oncala al Urbión se localiza el tránsito Jurásico-Cretácico (BRENNER, P., y WIEDMANN, J., 1974). Este mismo criterio se ha utilizado en Hojas adyacentes y a falta de criterios definitivos se sigue manteniendo en esta ocasión.

Se ha distinguido en cartografía únicamente un tramo (C3sa₁₁) constituido esencialmente por una monótona y homogénea sucesión de areniscas y cuarcitas (cuarzoarenitas, fundamentalmente) de grano medio. El cemento es ferruginoso en general, algunas veces silicificado y la fracción terrígena es casi en su totalidad cuarzosa, acompañada de micas.

La potencia máxima se puede considerar de menos de 100 metros en el área de la Sierra del Almuerzo.

1.5 TERCIARIO (OLIGOCENO-MIOCENO)

El Terciario en esta Hoja está representado en la esquina Suroccidental de la misma.

En conjunto se trata fundamentalmente de materiales continentales, groseramente clásticos con niveles arcillosos ($Tg_{c3.1}^{A-B}$ y $Tb_{c3.1}^{A-B}$), y localmente depósitos de calizas con algas, brechas, y conglomerados de borde ($Tc_{c3.1}^{A-B}$ y $Tcg_{c3.1}^{A-B}$).

1.5.1 BLOQUES, GRAVAS Y ARCILLAS ($Tg_{c3.1}^{A-B}$ y $Tb_{c3.1}^{A-B}$)

El conjunto fundamental está constituido por una serie de conglomerados con fuerte heterometría (bloques desde dos metros a pocos centímetros de diámetro) con predominio de cantos de cuarzo, matriz arcillosa y que frecuentemente pasan como intercalaciones irregulares o como cambio de facies a arcillas y limos rojizos y marrones con arenas ($Tb_{c3.1}^{A-B}$).

En el sector suroccidental de la Hoja, al SO del río Tera, se han diferenciado unos materiales, también conglomeráticos, con mayor homogeneidad en el tamaño de los cantos, alrededor de los 2-4 cm., constituidos exclusivamente por cuarzo, con matriz arcillosa y arenosa, igualmente con granos de cuarzo como constituyente mayoritario (coordenadas: X = 697,5, Y = 805,0).

Algunos niveles arcillosos con un porcentaje pequeño de arenas, tienen unos vivos colores violáceos, pero la tonalidad general es blanco-amarillenta ($Tg_{c3.1}^{A-B}$). Todas estas características fuerzan a ligarlos a un proceso de lavado de la «facies Utrillas» del Albense, que aflora a unas decenas de kilómetros al SO, fuera de la Hoja.

1.5.2 CALIZAS TOBACEAS, CONGLOMERADOS Y BRECHAS CALIZAS

($Tc_{c3.1}^{A-B}$ y $Tcg_{c3.1}^{A-B}$)

También se han diferenciado otros dos tramos en cartografía, correspondientes uno de ellos ($Tcg_{c3.1}^{A-B}$) a un conjunto de brechas y conglomerados de cantos de calizas con intercalaciones de delgados lechos de calizas y limos, que se localizan en los bordes de los relieves suaves calizos del grupo Oncala.

La otra diferenciación responde al paso lateral de los materiales anteriores, hacia el centro de la cuenca terciaria en este sector, y que deben corresponder con el nivel de colmatación de la misma. Se trata de calizas tobáceas, calizas de algas, tanto «algal ball» como bandeadas, de muy poco espesor, alrededor de los cinco metros ($Tc_{c3.1}^{A-B}$).

1.6 CUATERNARIO

Los materiales de edad Cuaternaria, representados en la Hoja, correspon-

den a: los propios de la red fluvial actual, constituidos por limos y arenas fundamentalmente, con bloques (QAI) de desigual desarrollo en el fondo de los cauces; materiales coluviales y otros recubrimientos superficiales indiferenciados, en general de pequeña extensión, formados por bloques, gravas y arenas (Q).

En las laderas de los relieves más altos en toda la Hoja se desarrollan, a veces con verdadera importancia, canchales constituidos por bloques muy angulosos, con escasa o nula matriz, muy heterométricos en forma y tamaño (QCa) y derrubios de ladera (QL), ligados ambos a depósitos de clima periglacial, reinante en los puntos más altos topográficamente.

2 TECTONICA

Es de destacar en esta Hoja la simplicidad de las estructuras existentes. Como puede verse en el esquema tectónico, hay una sucesión de pliegues suaves de direcciones aproximadas NNO-SSE en la zona occidental, que pasan a tener una dirección O-SE hacia el E, afectados únicamente por fallas normales de poco desnivel.

Ahora bien, esta sencillez tectónica es puramente morfológica, ya que su génesis es más compleja. Incluso, morfológicamente y a escala regional, las formas simples que se observan en ésta y otras Hojas adyacentes, que pertenecen a la Sierra de Cameros, son incongruentes a primera vista con las directrices tectónicas de la Cordillera Ibérica.

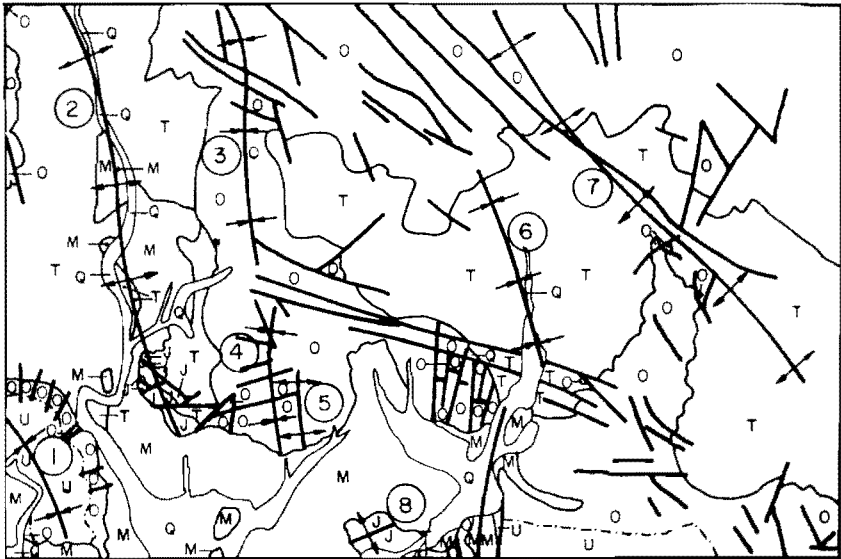
En este capítulo haremos primero una descripción de las estructuras y después se dará una visión de la tectónica de conjunto.

2.1 ESTRUCTURAS DE PLEGAMIENTO

El accidente más importante dentro de la Hoja es el «anticlinal de Oncala» (TISCHER, 1966) que ocupa toda la parte oriental. Corresponde a la mayor estructura que existe en el interior de la Sierra Oriental de Cameros. Es un anticlinal muy ancho y suave que se extiende desde El Espino, fuera de la Hoja, pero muy cerca de su límite oriental, hasta los alrededores de Santa Cruz de Yangüas al N, también fuera de la Hoja; en su culminación está el Puerto de Oncala, a lo que debe su denominación. La dirección de su eje es pues NO-SE. Su flanco Norte, el más inclinado, presenta buzamientos del orden de 30°-35°, en el núcleo los estratos son casi horizontales en largos trechos y su flanco Sur tiene una inclinación muy débil que no sobrepasa los 15°.

En la parte N de la Hoja el flanco Sur se extiende suavemente hasta la siguiente estructura de envergadura, el sinclinal de Caragüeta, pero en la

ESQUEMA TECTONICO



Escala 1/250.000

Q	Cuaternario	T	Grupo Tera
M	Terciario	O	Grupo Oncala
J	Jurásico marino	U	Grupo Urbión

E. Purbeck - Weald

Límite Jurásico - Cretácico

- | | | | |
|---|--|---|----------------------------------|
| 1 | Sinclinal de la sierra de la Calvilla | 5 | Anticlinal del cerro de San Juan |
| 2 | Anticlinal de Borriomartin-Partelrubio | 6 | Sinclinal de Aldealices |
| 3 | Sinclinal de Caragüeta | 7 | Anticlinal de Oncala |
| 4 | Sinclinal del cerro de San Juan | 8 | Anticlinal de Almajano |

parte meridional dicho flanco presenta unas «ondulaciones», por así decirlo, puestas de manifiesto por un sinclinal y un pequeño anticlinal adyacente de direcciones NNO-SSE. El eje del sinclinal pasa por Aldealices y no llega a deformar los materiales que constituyen la Sierra del Almuerzo. El anticlinal se encuentra próximo al Cerro de San Juan y queda tapado al Sur por el Terciario y Cuaternario.

Inmediatamente al O se desarrolla el sinclinal del Cerro de San Juan, que es continuación del de Caragüeta, al que nos referimos antes. Esta estructura, pues, se extiende desde el Pico Caragüeta al N, hasta el Cerro de San Juan al Sur, donde queda cubierta por materiales recientes. Hacia la mitad del recorrido de su eje, de dirección NNO-SSE, está trastocado por el efecto de dos fracturas ONO-ESE, de poco salto pero bastante longitud. Se trata de un ancho y débil sinclinal de contornos irregulares, cuyos flancos no superan los 25°.

Hacia el O se encuentra el siguiente pliegue anticlinal que recorre la Hoja de Norte a Sur. Su eje, cubierto en gran parte, es también de dirección NNO-SSE, y se extiende desde Barriomartín hasta las cercanías de Portelrubio, donde aflora el núcleo ocupado por materiales del Jurásico marino.

En la esquina SO de la Hoja se localiza el sinclinal de la Sierra de la Calvilla, de dirección NO-SE, cuyo flanco occidental queda cubierto en su mayor parte por Terciario. El flanco oriental presenta buzamientos de hasta 35°.

Por último, al S de Almajano el Terciario deja aflorar materiales pertenecientes al Jurásico marino, que muestran una inflexión de poca importancia, formando un anticlinal cuyo eje, totalmente anómalo en la zona, presenta una dirección NE-SO. Esta inflexión debe estar motivada más que por compresión, por el efecto de una fractura situada más al Sur, tapada hoy por Cuaternario.

2.2 FRACTURAS

La fracturación dentro de la Hoja no es muy importante. Existen zonas donde, por la distinta competencia de los materiales en contacto, en unos niveles se ha desarrollado una intensa fracturación, pero a escala pequeña, con fallas normales de poca longitud y escaso salto y sobre todo diaclasas, mientras que los niveles adyacentes se han comportado plásticamente sin observarse apenas esos signos. En esos casos las fallas constituyen sistemas ortogonales, que muchas veces se disponen simétricamente a la pendiente local de la estratificación. Magníficos ejemplos se observan en los alrededores del puerto de Oncala.

Lo más destacable es el desarrollo de un sistema de fallas normales de gran longitud y de poco salto, que hacia el N tienen una dirección NO-SE

y hacia el Sur se disponen en abanico, colocándose próximas a la dirección E-O; apunta así en conjunto hacia un vértice que estaría situado en el ángulo sudoriental de la Hoja. Transversales a este sistema de fracturas se colocan localmente otras fallas normales de menor longitud, aunque lo general es el desarrollo de pequeñas fracturas, tanto en salto como en longitud, paralelas a las principales.

Hay que mencionar también una falla normal muy verticalizada en la parte central del Norte de la Hoja, próxima a las localidades de Barriobajero y Las Aldehuelas, que es continuación de una falla inversa localizada en su mayor desarrollo en la Hoja de Enciso (núm. 280) al norte de ésta. Allí, el plano de fractura alcanza localmente un buzamiento de 70° al NE y se observan las capas flexionadas por efecto de empuje.

En resumen, se puede decir que todos los rasgos de fracturación existentes responden a la distensión de la Cobertera Mesozoica en una época posterior al Cretácico Inferior. Según se deduce en el estudio geológico de ámbito regional realizado por JEREZ MIR, L., y ESNAOLA GOMEZ, J. M. (1969), tendrían lugar en una primera fase anterior al depósito del Oligoceno Superior, que coincide con las manifestaciones de la primera fase Pirenaica. Posteriormente, una segunda fase post-Miocena estaría relacionada con la reactivación tectónica que a escala regional comporta el cabalgamiento del Mesozoico sobre el Terciario en el N de la Cuenca de Cameros. Sin embargo, es muy aventurado establecer esta diferenciación a escala del trabajo que nos ocupa.

2.3 TECTONICA DE CONJUNTO

Sería extremadamente complejo y arriesgado establecer una tectónica de conjunto realmente válida entre los límites de la Hoja, sin tener en cuenta que nos movemos en un ámbito regional bastante extenso, donde la sedimentación ha sido muy potente y rápida, y que participa de las características tectónicas de grandes dominios estructurales.

Sin embargo, podemos seguir para tal fin a TISCHER, G. (1966) en su acertada interpretación de la tectónica en el sector de las Montañas Ibéricas, entre la Sierra de la Demanda y el Moncayo. Este autor señala dos rasgos que inevitablemente configuran la estructura de la zona estudiada.

En primer lugar indica que en la zona que nos ocupa, en las estribaciones más septentrionales de las Cordilleras Ibéricas Centrales, ha jugado un importante papel la potente sedimentación de la facies Purbeck-Weald. En este sentido, las prolongaciones de los ejes estructurales que se arraigan de las Cordilleras Ibéricas, por decirlo así, «se ahogan» en las masas de sedimentos continentales.

Por otra parte, esta potente sucesión de sedimentos no es, ni mucho menos, causa, sino efecto, debido a una tectónica en bloques del zócalo,

de tal manera que las fuertes deformaciones laterales, pliegues abruptos, fallas inversas, grandes rupturas, que se observan en la cobertera de las Ibéricas Centrales, tienen en este sector una manifestación mucho más suave.

TISCHER, opina que los sedimentos deltaicos entre la Sierra de la Demanda y el Moncayo, alcanzan precisamente su mayor espesor de acuerdo con alineaciones que corresponden a suturas en el zócalo de dirección E-O y en menor grado ONO-ESE, y por tanto no conformes a las direcciones generales NO-SE que llegan de la Ibérica. Es precisamente en las zonas de interferencia de estos dos fenómenos donde se produce la rápida terminación de estructuras importantes, como son los ejes Tablado-Oncala y Moncayo-Pégado. Este último termina en el anticlinal de Pégado (Hoja 319, Agreda) con un brusco cierre periclinal, unos 16 km. al NE del anticlinal de Oncala. El eje de Tablado es más persistente, pero solamente como anticlinal suave y muy ancho y aún desaparece en medio de la Sierra de Cameros.

Faltan en este sector de la Cordillera Ibérica signos que apoyen la hipótesis de un fuerte plegamiento activo de la Cobertera Mesozoica en sentido estricto; por el contrario, son predominantes las fallas normales paralelas a la dirección de los anticlinales y los sistemas de diaclasas abiertas, es decir, mecánicamente sería muy difícil producir estructuras como el anticlinal de Oncala en su forma actual por una acentuada comprensión lateral de la Cobertera Mesozoica.

Por estos motivos, TISCHER achaca los extensos pliegues suaves que afectan a los materiales Purbeck-Weald, como debidos no sólo a una simple deformación por compresión en la dirección SO-NE, sino ligados esencialmente a marcados movimientos verticales del zócalo. De esta manera, allí donde los materiales continentales alcanzan gran espesor, con un ligero levantamiento pueden producirse estructuras amplias y suaves.

Este juego de basamento se constata claramente en esta Hoja y en las vecinas al deducir la compartimentación del zócalo que se manifiesta en las alineaciones E-O aproximadamente, donde terminan los grandes ejes estructurales, y otros ortogonales que delimitan grandes bloques.

3 HISTORIA GEOLOGICA

3.1 MESOZOICO

La evolución histórica durante el Mesozoico tiene una clara diferenciación antes y después del Jurásico Superior. Precisamente a partir de esa época, las características paleogeográficas que se instauran son típicas de medios deltaicos con gran subsidencia y gran aporte de materiales. Así,

por un lado se manifiesta la enorme influencia que el zócalo presenta en la historia de este período, ya que la fuerte subsidencia que origina permite el depósito de una potente serie deltaica, y por otro, facilita variaciones genéticas que producen diversidades litológicas. Antes de esa época de cambio, aún durante régimen marino, estos efectos comenzaban a esbozarse para pasar después, en muchos casos gradualmente, al claro desarrollo continental alcanzado en las formaciones Purbeck-Weald.

3.1.1 JURASICO MARINO

La historia geológica de los materiales que afloran en esta región, comienza a partir del Calloviense y sin interrupción se desarrolla el tránsito al Malm Inferior en un proceso regresivo, con alternancia de episodios calcáreos y arenosos. A nivel regional, en esta parte Sur de la Cuenca de Cameros, durante el Jurásico marino son abundantes las etapas con aportes terrígenos, pero estos son más importantes y groseros hacia el final y sobre todo en esta parte occidental que nos ocupa, lo que indica una distribución de surcos y umbrales consecuencia del comportamiento tectónico del zócalo durante la sedimentación.

Así, en el área de la Hoja, en general, el aporte de arena es cada vez mayor en los sedimentos litorales-costeros del Dogger-Malm, lo que da como resultado primero la intercalación de lechos arenosos con los mismos restos marinos litorales y, finalmente, en algunas zonas el depósito queda exclusivamente detrítico.

Durante el Kimmeridgiense, se instaura un régimen de alta energía; la presencia de una abundantísima y variada fauna marina nos habla de un medio somero de aguas agitadas y bien oxigenadas, que permite identificar un complejo recifal en el techo del Jurásico marino. La continuidad, a nivel regional, de este episodio de calizas pararecifales se explica por unas condiciones ambientales homogéneas durante el Kimmeridgiense.

3.1.2 JURASICO Y CRETACICO CONTINENTALES O EN FACIES «PURBECK-WEALD»

A partir de las calizas pararecifales del Kimmeridgiense se generaliza un régimen claramente continental en todo el ámbito de la Cuenca de Cameros. El tránsito de las formaciones costeras a las continentales puede presentarse de una forma paulatina o de una forma brusca, pero siempre estos depósitos son concordantes y corresponden a una secuencia ininterrumpida. Es de destacar que, a escala regional, la llegada de aportes se efectúa en unos sectores con anticipación sobre otros, producto de una acusada inestabilidad tectónica.

El proceso general se inicia con un período de sedimentación rápido, exclusivamente detrítico grosero, sobre el que se depositan progresivamente materiales de granulometrías más finas (grupo Tera). Los episodios de areniscas con laminación oblicua representan los depósitos de canal, los potentes espesores de limolitas corresponden a los depósitos de decantación y a los momentos de baja energía y las esporádicas intercalaciones de calizas son los depósitos límnicos asociados.

El delta, en su crecimiento irregular deja amplias lagunas o marismas, en las que con aguas tranquilas se produce fuerte sedimentación química de tipo lacustre, con restos de Ostrácodos y Charáceas (grupo Oncala). La subsidencia, aunque diferencial, mantiene constante en cada sector la profundidad.

Periódicamente, por avenidas fuertes, se depositan nuevos mantos de aluviones, que interrumpen la sedimentación química. Así, según el punto que se considere, aparecerán indentaciones de la facies lacustre con la terrígena, como antes habían aparecido entre las facies marinas y continentales, e incluso en algún punto el rápido crecimiento inicial del delta de aluviones aisló áreas de marismas, en las que, directamente sobre los sedimentos costeros del Kimmeridgiense marino, se depositaron sedimentos lacustres, contemporáneos por tanto del grupo Tera, que más tarde quedarán cubiertos por el abanico de aluviones con la facies normal de este grupo (corte de la carretera de Renieblas a Almajano).

En sectores vecinos, correspondientes a Hojas adyacentes, quedan áreas de circulación restringida, donde se depositó una múltiple alternancia de láminas de yesos y margas y también otras áreas con comunicación marina en un medio de «lagoon» que ocasionaron depósitos de calizas («Calizas de Cabretón» a techo del grupo Oncala).

Estas disposiciones locales responden a la compartimentación que sufre la cuenca, producida por el hundimiento diferencial del zócalo en los distintos sectores y la consiguiente elevación del continente, por un lado el «Macizo del Ebro» y por el otro el «Macizo Castellano», este último con influencias más marcadas en esta parte Sur de la Cuenca de Cameros. Este efecto se manifiesta claramente en los «Subgrupos carbonatados» entre el sector Sur y NE, ya que el primero responde a un área de sedimentación menos profunda que el segundo, donde se desarrolla un depósito lacustre más puro, de aguas probablemente salobres.

En el sector NO de la Hoja, la sedimentación durante esta época fue mucho menos profunda situándose, cerca de la esquina Noroccidental, un área de umbral poco profundo donde se depositaron los materiales correspondientes al «Subgrupo detrítico», que en sucesivas etapas inundaron, como se ha dicho antes, los demás sectores.

Aproximadamente en el tránsito Jurásico-Cretácico se instaura de nuevo

una etapa aluvionar generalizada en toda la cuenca, posiblemente producida por un nuevo levantamiento de los «Macizos Castellano y del Ebro». Este proceso da como resultado el depósito del grupo Urbión, de sedimentos clásticos fundamentalmente.

El grupo Urbión es el último de las Formaciones Purbeck-Weald en esta Hoja, aunque en otras vecinas se continúa el depósito con los grupos Enciso y Oliván, que corresponden a la misma sucesión de aluviones ya en tiempos del Cretácico Inferior. Después del depósito de estos materiales y su posterior plegamiento, se han reconocido, también en Hojas adyacentes, materiales del Cretácico Superior discordantes sobre todos los anteriores (Hoja núm 280, Enciso).

3.2 Terciario y Cuaternario

La configuración paleogeográfica durante el Terciario, muy condicionada por la «Depresión del Ebro», da origen a una sedimentación detrítica grosera, de borde de cuenca lacustre en todo el Dominio de Cameros, que tiene una significación particular en las distintas subcuencas que se formaron.

Concretamente en esta Hoja los materiales correspondientes hacen pensar en un medio fluvial de muy alta energía, que condicionaría el desarrollo de formaciones conglomeráticas, que pasan a litologías más finas hacia el centro de la cubeta. En los bordes de los relieves montañosos, originados por el plegamiento, se formaron facies conglomeráticas como producto de la erosión directa de sus materiales, y hacia el centro de la cubeta, como nivel de colmatación, se desarrolló un paquete de calizas tobáceas.

Posteriormente, durante el Cuaternario se constituiría la morfología actual, únicamente modificada por la erosión y depósitos fluviales y coluviales recientes.

4 GEOLOGIA ECONOMICA

4.1 YACIMIENTOS MINERALES

La zona estudiada es extremadamente pobre en recursos mineros. Sólo han podido reconocerse dos indicios, ambos en el SE de la Hoja, en el término municipal de Pobar, entre esta localidad y Villarraso.

Uno de ellos, situado en el barranco de la Balsa, afluente del río Alhama (coordenadas: X = 723,0, Y = 810,2) ha sido explotado esporádicamente para la obtención de cobre con muy poco interés, ya que su contenido raramente supera el 1 por 100, teniendo cantidades despreciables de Ag, Au, Pb, Zn.

La labor minera reconocida consiste en una galería de dirección N 20° E,

asociada a una fractura con la misma dirección y 75° O de buzamiento, excavada en las areniscas del tramo J₃₂^{1as}. 300 metros al SO de esta labor hay un pozo tapado en la vertiente izquierda del río Alhama, posiblemente comunicado con una galería a cota inferior.

La paragénesis es de Calcopirita, Pirita, Calcosina, Hematites, Limonita, Azurita y Malaquita, con ganga silicatada y carbonatada. La Calcopirita se presenta masiva en grandes granos alotriomorfos, en pequeños filones de aproximadamente un centímetro de espesor. La azurita y malaquita, muy llamativas, impregnan diaclasas, y la pirita aparece asociada con la calcopirita en los filoncillos y también diseminada en la roca de caja en pequeños granos entre la trama arenosa, con texturas concéntricas y de framboides («*mineralized bacterias*» de Ramdohr).

El origen parece ser singenético (claramente en el caso de la pirita) de muy baja ley, con removilizaciones y concentraciones posteriores supergénicas.

El otro indicio, en la vertiente derecha del río Alhama (coordenadas: X = 722,9, Y = 809,7) se reconoció con una galería de unos cinco metros, excavada en un nivel conglomerático silíceo del tramo J₃₂^{1as}. La labor, muy antigua, parece que tenía por objeto la extracción de Plomo, con una ley muy reducida, habiéndose obtenido 1,96 por 100 de Pb en una muestra analizada y proporciones muy bajas de Zn (0,05 por 100), Cu (0,01 por 100), Mn (0,25 por 100), etc.

La metalización es muy escasa, y está formada por galena, pirita, calcopirita y hematites. La galena, que predomina entre estos materiales, se presenta siempre en granos alotriomorfos irregulares, que se adaptan a las formas del cuarzo, rellenando espacios intergranulares. La calcopirita y la hematites, escasísima, se presentan análogamente a la galena. La pirita aparece en pequeños cristales idiomorfos incluidos, en general, dentro de los granos de cuarzo y también entre ellos.

La génesis, en el caso de la pirita, es sedimentaria, y en cuanto a la galena, no está claro su origen, pero la textura pone de manifiesto una cristalización posiblemente diagenética.

4.2 CANTERAS

Se consideran de interés general para áridos las calizas del Jurásico marino, especialmente las calizas pararrecifales del techo (J₃₂), también de posible utilidad como roca ornamental. Las areniscas del Jurásico marino se han utilizado como firme de los caminos y carreteras secundarias de la zona, aunque no existe ninguna explotación importante dentro de la Hoja.

Son especialmente interesantes como rocas canterables las calizas del

«Subgrupo carbonatado del Sector Sur». De todos los tramos que constituyen la serie de este sector, el J_{32-33}^{2c1} reúne las mejores condiciones para su explotación por su textura, abundancia, potencia y relativa escasez de niveles limosos. Las canteras que han aprovechado las calizas de este tramo, actualmente abandonadas, se encuentran, una entre Matute de la Sierra y Portelárbol (coordenadas: Y = 704,9, Y = 811,0), otra, inmediatamente al N de Pedraza (coordenadas: X = 707,5, Y = 808,5), y la última al SE de Suellacabras (coordenadas: X = 723,3, Y = 805,2). También existe una cantera abandonada al O de Narros (coordenadas: X = 714,6, Y = 805,7) que aprovecha las calizas del tramo J_{32}^{2mc} .

Tienen también interés, como rocas para construcción y ornamentación, las «Calizas en lascas» que se encuentran a lo largo de toda la serie del «Subgrupo carbonatado del Sector NE» del grupo Oncala, que reúnen las siguientes características: extracción y utilización directa, resistencia, textura y dureza apropiadas, sin porosidad y colores agradables; también se han utilizado para áridos.

Por último, los materiales aluviales (QAI) en algunos puntos alcanzan un espesor considerable y sobre todo bastante extensión y pueden utilizarse para la extracción de gravas. A tal efecto existe una gravera de dimensiones medias al O de Fuentecantos (coordenadas: X = 703,1, Y = 805,9).

4.3 HIDROGEOLOGIA

Las posibilidades de grandes captaciones de agua subterránea en la Hoja son escasas o nulas, pero en cuanto a pequeños acuíferos, aunque con una repartición heterogénea, las posibilidades aumentan. Examinaremos los materiales de las columnas estratigráficas, haciendo énfasis en los que tienen cualidades de roca almacén.

Los materiales del Jurásico marino son de los que tienen mayor interés hidrogeológico por su litología (areniscas y calizas) y por tener un substrato impermeable que no aflora, constituido por margas y limos fundamentalmente.

El grupo Tera constituye un nivel de carácter negativo como acuífero, ya que puede considerarse en conjunto como impermeable.

En cuanto al grupo Oncala, se puede dividir en tres subgrupos de acuerdo con la división que litológicamente se ha establecido en el capítulo de Estratigrafía.

Por una parte, el «Subgrupo de facies detrítica» (apartado 1.4.2.3) no tiene interés, en conjunto, debido a que prácticamente la totalidad de los sedimentos pueden considerarse impermeables, por la continua aparición en la serie de niveles pelíticos. Únicamente cabe destacar la presencia del tramo carbonatado J_{32-33}^{2c} , que puede considerarse sellado a muro y techo

por dicha serie detrítica, lo que hace que a lo largo de su afloramiento aparezcan pequeños manantiales, algunos de ellos asociados a fracturas, como ocurre al N de Gallinero, donde existen varias surgencias, todas ellas de pequeño caudal.

Los materiales del «Subgrupo carbonatado del sector NE» (apartado 1.4.2.2) se consideran impermeables debido a la gran cantidad de episodios pelíticos, margocalizos y calizos limosos que presenta su serie.

Por lo que respecta a la serie del «Subgrupo carbonatado del sector Sur» (apartado 1.4.2.1) es la que cuenta con materiales de mejores condiciones de roca almacén y por otra parte algunas de sus estructuras son favorables para constituir un acuífero. En efecto, el contacto inferior de los materiales de esta serie con los detríticos impermeables del grupo Tera, se encuentra jalonado de pequeños manantiales, si bien la presencia de niveles pelíticos intercalados irregularmente hace pensar en algunos pequeños acuíferos confinados.

Por otra parte, esta serie caliza presenta indicios de un proceso de karstificación incipiente, lo que le confiere un interés mayor. En este sector las estructuras más favorables para la posible captación de aguas subterráneas serían el sinclinal de Caragüeta-Cerro de San Juan y sobre todo el sinclinal de la Sierra de la Calvilla.

Los materiales del grupo Urbión carecen de interés dentro de la Hoja, ya que afloran en los puntos más altos del relieve con escasa potencia. De todas formas, existen varios manantiales en el núcleo del sinclinal de la Sierra de la Calvilla ocupado por estos materiales, producto de la circulación del agua por el flanco N del sinclinal, entre las capas subparalelas con la topografía.

El Terciario, aunque incluye materiales propicios (calizas tobáceas, T_{C3-1}^{A-B}), en general puede considerarse acuífugo y, en el caso de aquellos materiales, su escaso desarrollo en potencia y extensión horizontal, no permite la formación de acuíferos de interés.

En cuanto a los materiales de edad Cuaternaria, constituyen acuíferos en general de escaso desarrollo, salvo en el Sur de la Hoja donde ocupan gran superficie, pero son los más explotados y se han aprovechado hasta épocas muy recientes por medio de pozos artificiales para el riego de parcelas, hoy casi sustituidos por una extensa red de canales y acequias en la parte Sur.

Por último, hay que decir que el régimen de estos acuíferos es mixto, pluvionival, con predominio del primero, aunque con relativa importancia del segundo.

5 BIBLIOGRAFIA

- BEUTHER, A.; DAHM, H.; KNEUPER-HAAK, F.; MENSINK, H., y TISCHER, G. (1965).—«Der Jura und Wealden in Nordost-Spanien». *Beih. Geol. Ib.*, tomo 44, Hannover, 225 pp.
- BRENNER, P., y WIEDMANN, J. (1974).—«Nuevas aportaciones al conocimiento del Weald Celtibérico Septentrional y sus relaciones paleogeográfico». *Sonderforschungsbereich*, 53 Univ. Tübingen, pp. 124-134.
- BRINKMANN, R. (1957).—«Terciario y Guaternario antiguo de las Cadenas Celtibéricas Occidentales». *Est. Geol. Inst. Inv. Geol. «Lucas Mallada», CSIC*, vol. 13, núm. 34, 123 pp.
- (1960-62).—«Aperçu sur les chaînes ibériques du Nord de l'Espagne». In: «Livre Mem. Prof. Fallot». Francia. Mem. hors. Sér., t. 1. *Soc. Geol. Francia*, pp 291-299
- IGME (1971).—«Mapa Geológico E. 1:200.000. Hoja núm. 31 (Soria). Hoja y Memoria». Madrid.
- (1973).—«Mapa Geológico de España E. 1:50.000. Hoja núm. 351 (Olvega). Hoja y Memoria». Madrid.
- (1974).—«Mapa tectónico de la Península Ibérica y Baleares E. 1:1.000.000. Hoja y Memoria». Madrid.
- QUINTERO, I., y TRIGUEROS, E. (1956).—«La cordillera ibérica», en: «El Cretácico en España». *Mem. IGME*, t. LVII, pp. 176-199.
- RIBA, O. (1955).—«Sobre la edad de los conglomerados terciarios del borde Norte de las Sierras de la Demanda y Cameros». *Not. y Com. del IGME*, tomo 39, pp. 41-50.
- TISCHER, G. (1966).—«El delta Wealdico de las Montañas Ibéricas occidentales y sus enlaces tectónicos». *Not. y Com. del IGME*, t. 81, pp. 53-78.

INSTITUTO GEOLOGICO
Y MINERO DE ESPAÑA
RIOS ROSAS, 23 - MADRID-3



SERVICIO DE PUBLICACIONES
MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA