



IGME

278

21-12

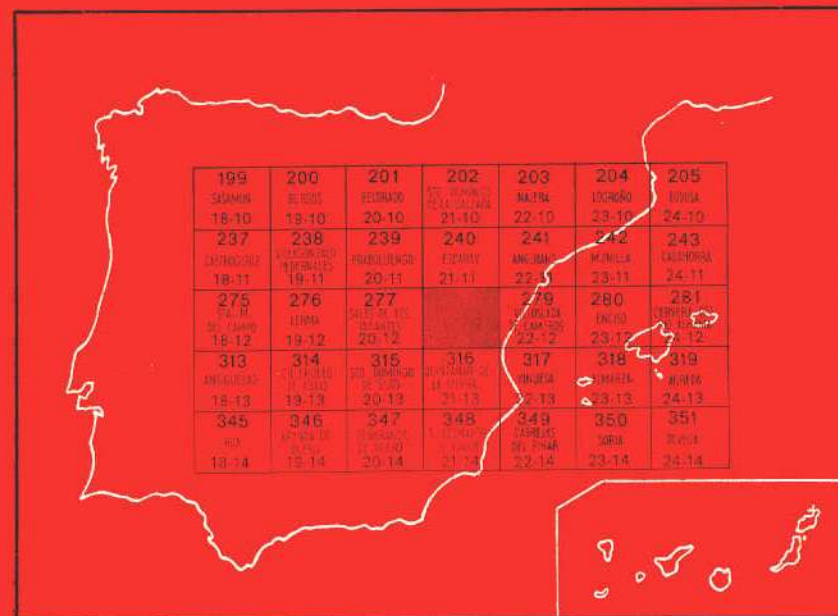
MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA

E. 1:50.000

CANALES DE LA SIERRA

Segunda serie - Primera edición

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



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA
E. 1:50.000

CANALES DE LA SIERRA

Segunda serie - Primera edición

SERVICIO DE PUBLICACIONES
MINISTERIO DE INDUSTRIA

La presente Hoja y Memoria han sido realizadas por IBERGESA, bajo normas, dirección y supervisión del IGME, habiendo intervenido los siguientes técnicos superiores:

En Petrología (IBERGESA): Doctora M. Peinado, Licenciados A. Pérez Rojas y María José López García.

En Sedimentología (IBERGESA): Licenciadas P. Cabra Gil y A. Alcalde.

En Macropaleontología: Doctor A. Goy y Licenciada María José Comas.

En Macropaleontología: Licenciado L. Granados.

En la Memoria: G. Gil Serrano, S. Jiménez y J. M. Zubieta.

Supervisión del IGME: T. Olaverri Capdevila.

Se ha contado con la información correspondiente al Proyecto de Minería «Estimación del potencial minero en el subsector VII Centro-Levante, Area 5, Sierra de la Demanda», realizado en 1973-1976 por IBERGESA, proyecto en el que intervino como colaborador y asesor M. Colchen, el cual aportó numerosos datos e informaciones, algunos inéditos, que han sido reflejados en la presente Memoria.

Igualmente se ha contado con la colaboración del Dr. D. Víctor García Dueñas, Catedrático de la Universidad de Bilbao, contratado por el IGME para el asesoramiento.

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 - Claudio Coello, 44 - Madrid-1

Depósito Legal: M - 32.067 - 1978

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

INTRODUCCION

La presente Hoja forma parte del macizo de la Sierra de la Demanda, la cual representa la última manifestación del conjunto de la Cordillera Ibérica. Elevándose de las depresiones de Burgos (Depresión de Bureba) y del Ebro, del orden de 1.500 m., con elevaciones de más de 2.000 m. (San Lorenzo, 2.305 m.), las cuales constituyen sus límites norte y noroeste, se prolonga con la elevación del Moncayo al suroeste, limitando al Sur, por último, con la plataforma de Soria.

En conjunto se encuentra constituido por un «núcleo» de materiales paleozoicos débilmente metamorizados, bordeados de sedimentos mesozoicos. Estos últimos cubiertos por depósitos terciarios.

En la formación paleozoica hemos de reseñar la presencia de tres pequeños ojales de Precámbrico. Dentro del mesozoico destacan dos grupos fuertemente diferenciados en cuanto a su ambiente, uno marino y otro continental. Este último lo constituyen, por un lado, la serie de Utrillas, y por otro, materiales que gozan de parte de las características de las facies Purbeck y Weald.

Los movimientos hercínicos se ponen claramente de manifiesto a través de un relieve posthercínico fosilizado por la serie conglomerática del Buntsandstein, claramente visible en numerosos puntos de la región. Durante el Alpino tuvo lugar una fuerte fracturación, que dio lugar a fracturas de gran

desarrollo, cabalgamientos y escamas que han configurado la actual fisonomía del macizo.

El bajo metamorfismo de las formaciones paleozoicas y la ausencia de metamorfismo de edad alpina indican que la Cordillera Ibérica corresponde a una cordillera de tipo «intermedio».

Los primeros trabajos realizados en la Sierra de la Demanda se refirieron únicamente al reconocimiento de los diversos afloramientos carboníferos, no siendo hasta 1863 en que aparece por primera vez una cartografía de la región. El primer estudio en el cual se sentaron las bases de los principales grupos estratigráficos y estructurales se debe a M. LAZARRET, cuyo trabajo fue realizado a finales del siglo XIX.

En 1930 aparece el trabajo de W. SCHRIEL sobre la geología de la Demanda y los Montes Obarenes, aportando importantes datos para el reconocimiento del Paleozoico, definiendo la serie estratigráfica de las formaciones cámbricas, las cuales fueron posteriormente estudiadas y comparadas con las de la Cordillera Ibérica por F. LOTZE y su equipo.

En 1970 aparece la Tesis Doctoral de M. COLCHEN, que viene a representar la cúspide de los trabajos realizados en esta zona, en la cual se realiza un detallado estudio de la estratigrafía de las formaciones paleozoicas, así como de las mesozoicas. Igualmente detallado es el análisis de la tectónica de la Sierra.

En cuanto al Mesozoico del sur de la Sierra, tenemos trabajos desde 1885, en que PALACIOS y LOZANO, S., estudió la formación Weald de las provincias de Soria y Logroño.

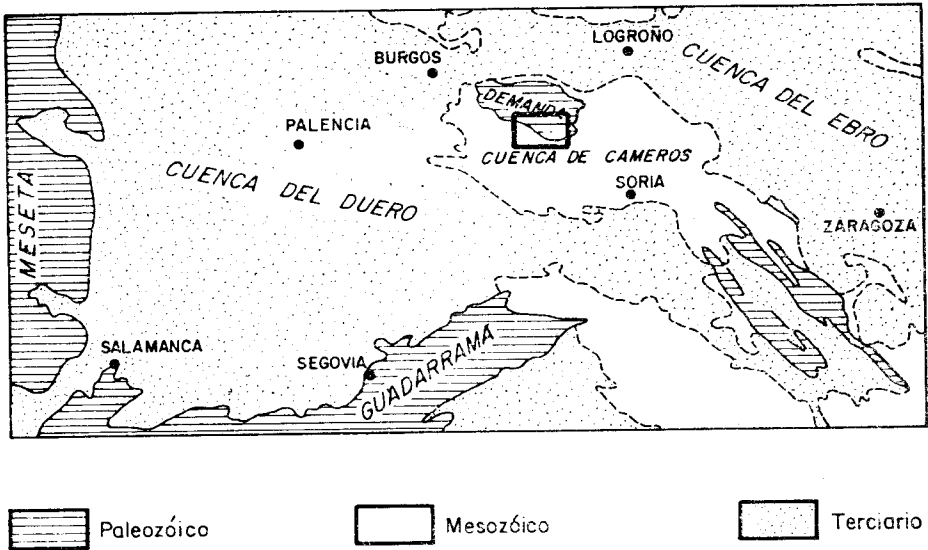
En 1966, G. TISCHER, A. BEUTHER, H. MENSINK y F. KNEUPER estudian la estratigrafía de las facies Weald y delimitan sus grupos litoestratigráficos, dándoles edades por estudios faunísticos.

En 1974, P. BRENNER y J. WIEDMANN estudian el «Weald» Celtibérico Septentrional, añadiendo nuevos grupos a los anteriores y datándolos nuevamente. Por último, en 1975, I. VALLADARES publica un resumen de su Tesis Doctoral sobre el Jurásico y Cretácico del sur de la Demanda, en la que por características litoestratigráficas diferencia entre facies Purbeck y facies Weald a los tramos inferior y superior, respectivamente, de estas facies continentales. Realiza también un amplio estudio sedimentológico en las facies marinas del Jurásico y del Cretácico, interpretando sus series estratigráficas.

1 ESTRATIGRAFIA

Los materiales más antiguos que afloran en la Hoja pertenecen al Paleozoico, concretamente al sistema Cámbrico. Ocupan gran parte del norte, este y centro de la Hoja.

LOCALIZACION GEOLOGICA



ESQUEMA DE SITUACION (Según H. Mensink)

Figura 1

Sobre el Cámbrico se sitúan las formaciones mesozoicas, depositadas en fuerte discordancia con él.

Comienza la serie mesozoica con las areniscas y margas rojas, dolomías pardas y margas abigarradas características del Triásico de facies germánica. A continuación aflora un nivel de carniolas, que representa la transición entre los depósitos continentales del Triásico y los sedimentos carbonatados del Jurásico. Continuó el Mesozoico con las potentes series de depósitos continentales de facies Weald, que aparecen formando el núcleo del sinclinal de Canales, y la parte sur de la Hoja.

Finalmente, una serie de depósitos continentales, de edad pliocuaternaria, cubre parte de las formaciones precedentes, fosilizando los relieves.

1.1 PALEOZOICO

Pertencen al Cámbrico los sedimentos que constituyen el Paleozoico. Se presenta dividido en:

- Cámbrico Inferior, conglomerático y arenoso, coronado por un tramo carbonatado, que constituye un excelente nivel guía.
- Cámbrico Medio, constituido fundamentalmente por pizarras y areniscas, empieza por un tramo de pizarras carbonatadas a muro y termina por otro arenoso a techo.
- Cámbrico Superior, constituido por alternancias de areniscas y pizarras.

Estas litofacias recuerdan a grandes rasgos las series semejantes de edad Cámbrica que se conocen en la cadena Ibérica y en Asturias, aunque los límites de los diferentes pisos pueden situarse en niveles litoestratigráficos diferentes, según las regiones.

Para fijar la edad de estas formaciones se han tenido muy en cuenta las dataciones paleontológicas realizadas en 1961 y 1970 por F. LOTZE y M. COLCHEN, respectivamente. La estratigrafía detallada de estas series se ha establecido en las Hojas situadas al norte y nordeste de ésta, donde el río Najerilla proporciona un excelente corte natural y la tectónica de suaves pliegues facilita su estudio.

Se han respetado las localidades tipo de las formaciones, aunque pertenezcan a otras Hojas del conjunto de la Demanda.

Del estudio petrográfico de las formaciones cámbricas de la Sierra de la Demanda, el colaborador de este trabajo, Dr. M. COLCHEN, deduce la existencia de un metamorfismo regional de facies «pizarras verdes», cuya intensidad va creciendo desde el SE. hacia el NO., pasando de la zona de la clorita a la zona de la biotita. Por eso, esta Hoja, en el SE., se puede afirmar que se encuentra en la zona de menor metamorfismo.

1.1.1 CAMBRICO

Al establecer las formaciones cámbricas, se han respetado las utilizadas por M. COLCHEN en su trabajo «Geologie de la Sierra de la Demanda», por considerarlas adecuadas. Son las siguientes:

- En el Cámbrico Interior, «Metareniscas de Barbadillo del Pez» (CA₁₁₋₁₂).
- «Pizarras de Riocabado» (CA₁₂).
- «Dolomías de Mansilla» (CA₁₃).
- En el Cámbrico Medio, «Pizarras con lentejones carbonatados de Mansilla» (CA₂₁).

- «Pizarras verdes del río Gatón» (CA₂).
- «Metareniscas de Viniegra» (CA₂₃).
- En el Cámbrico Superior, «Alternancias del Najerilla» (CA₃).
- «Conglomerados del Cámbrico Superior» (Cg).

1.1.1.1 Metareniscas conglomeráticas de Barbadillo del Pez (CA₁₁₋₁₂)

Sus afloramientos se sitúan en la mitad septentrional de la Hoja; son de forma alargada y pequeña extensión.

Las rocas detríticas que la componen tienen colores rojizos en la base y verdosos en los horizontes superiores. Aparecen en bancos de varios metros de potencia, que le dan aspecto masivo.

No presenta, en general, granoclasificación, y en caso de existir es inversa. Se observan a menudo estratificaciones cruzadas groseramente clasificadas y frecuentemente aparecen granoclasificaciones inversas del calibre dentro de cada estrato. En los horizontes superiores aparecen algunas bandas francamente conglomeráticas, en las que se encuentran cantos de hasta 8 cm. de diámetro.

La constitución petrográfica de los componentes detríticos es muy variada, observándose fragmentos de rocas, de cuarzo, feldespatos, micas y minerales opacos. Los citados en primer lugar son fragmentos de rocas silíceas, generalmente cuarcita, de formas redondeadas, y representan los clastos de mayor tamaño. Texturalmente se trata de rocas polimícticas, en las cuales abunda fundamentalmente el cuarzo. Los niveles superiores, más conglomeráticos, son los de composición más homogénea. La matriz está formada fundamentalmente por filosilicatos sobre un fondo silíceo.

Las «metareniscas conglomeráticas de Barbadillo del Pez» no presentan variaciones importantes de facies. Concordantemente, y sobre ellas, reposan las «pizarras de Riocabado», estando definido su techo por la aparición del primer banco netamente pizarroso.

Se atribuye esta formación al Cámbrico Inferior, pues se cree que las «metareniscas conglomeráticas de Barbadillo del Pez» son el equivalente estratigráfico del conjunto de sedimentos detríticos formados por los «conglomerados de Anguiano» y las «metareniscas de Puntón» de la Hoja de Ezcaray (situada al norte de ésta), y que representan un cambio lateral de facies, debido a diferencias paleogeográficas de la cuenca sedimentaria, pues tomando el conjunto de la Demanda se deduce que, en el norte del macizo, la sedimentación fue epicontinental, pero con una cuenca lo suficientemente profunda para que las aguas pudieran distribuir regularmente el material detrítico. En el sur, el medio sedimentario debió controlar muy poco las descargas de materiales detríticos que le llegaban de un continente cercano, el mismo que el de la zona norte.

1.1.1.2 Pizarras de Riocabado (CA₁₂)

Es difícil calcular su verdadera potencia, debido a la presencia de numerosas fallas y abundantes repliegues, que producen sucesivas repeticiones de la serie, originando afloramientos de gran extensión, y forma alargada en el norte y centro de la Hoja; su potencia se estima en unos 200 metros.

Los colores dominantes son el gris y azul oscuro. En la base predominan los niveles areniscosos, formados por rocas groseras y heterogéneas, que representan el paso gradual entre esta formación y las «metareniscas de Barbadillo del Pez», situados a muro de ellas. En su conjunto son fundamentalmente pizarras con algún banco aislado y de poca potencia, generalmente centimétrico, de areniscas, presentando en la parte superior unos niveles detríticos que pasan directamente a las dolomías masivas de la formación superior.

Las «pizarras de Riocabado» reposan concordantemente sobre la formación detrítica situada en la base, que son las «metareniscas de Barbadillo del Pez». Su techo lo forman las «dolomías de Mansilla».

A pesar de las relaciones estratigráficas que se acaban de describir, el contacto de las «pizarras de Riocabado» con las formaciones supra e infra-yacentes es tectónico en varios puntos, ya que al estar intercaladas entre niveles areniscosos y dolomíticos mucho más competentes actúa como nivel de despegue. Así se puede observar en el nordeste de la Hoja.

1.1.1.3 Dolomías de Mansilla (CA₁₃)

Esta formación constituye una unidad litológica bien individualizada dentro de las series arenisco-pizarrosas paleozoica. El color pardo que toma por alteración hace de ella un excelente nivel-guía, pues contrasta fuertemente con el resto de las formaciones.

Se encuentran en afloramientos de forma alargada, en la mitad norte de la Hoja.

La localidad tipo se encuentra cerca del pueblo de Mansilla, donde el nivel dolomítico alcanza su máxima potencia, 150 m.

La dolomía es masiva, de color azul intenso en corte fresco y que, por alteración, toma tonalidades parduzcas muy características. Presenta enriquecimientos locales, relacionados con fracturas, de siderita, pirita y calcopirita, que en otros tiempos fueron explotados.

Las «dolomías de Mansilla» reposan concordantemente sobre las «pizarras de Riocabado», y se encuentran a muro de las «pizarras con lentejones carbonatados de Mansilla», cuando aparece esta formación, pues tiene carácter lentejonar, o bien sobre las «pizarras verdes del río Gatón».

1.1.1.4 Pizarras con nódulos carbonatados de Mansilla (CA₂₁)

Por su carácter lentejónar, esta formación aparece formando estrechas bandas colocadas encima de algunos afloramientos de las dolomías masivas de la Hoja.

Su potencia se estima en casi 100 m.

Esta formación está compuesta por una serie de niveles pizarrosos de color verde, que alternan con otros niveles también verdosos, pero constituidos fundamentalmente por carbonatos.

Los niveles pizarrosos, muy coherentes, presentan disyunción en paralelepípedos, cuyas caras corresponden a las superficies de estratificación y esquistosidad. Están constituidos por una serie de elementos detríticos, con una matriz que forma la mayor parte de la roca y compuesta fundamentalmente de filosilicatos, entre los que predomina la clorita.

Los niveles carbonatados pueden ser compactos o presentar una disyunción en nódulos, cuyos ejes mayores se orientan paralelamente a los planos de esquistosidad. Su diámetro oscila entre varios milímetros y algunos centímetros. Están compuestos principalmente por calcita, dolomita y ankerita. Aparecen rodeados por un cemento carbonatado en el que abundan los filosilicatos, sobre todo la clorita.

Mientras su base está bien delimitada por el paquete de dolomías, por ser un cambio lateral de facies de la formación «pizarras verdes del río Gatón», su techo lo forma esta última.

1.1.1.5 Pizarras verdes del río Gatón (CA₂)

Esta formación se ha individualizado tan sólo en las partes de la Hoja en que aparecen en su base las «pizarras con nódulos carbonatados de Mansilla», y en su techo las «metareniscas de Viniegra». En el resto equivale a todo el Cámbrico Medio, pues las otras dos formaciones citadas son cambios laterales de facies de ésta.

Su máxima potencia, unos 220 m., la alcanza en el valle de río Gatón, localidad que se considerará típica.

Aparece como una serie de alternancias arenisco-pizarrosas de estratificación muy fina, en las que destacan algunos de los bancos de areniscas más masivas. Los niveles pizarrosos son de color gris ceniza o verdes, mientras que los areniscosos son grises oscuros en franjas rosadas.

La formación está constituida por una sucesión de litofacies distribuidas en secuencias. Cada una de las secuencias mayores comprende dos partes: un término inferior o de base, esencialmente areniscoso y bastante homogéneo, y un conjunto superior o terminal, compuesto de varias secuen-

cias menores, y cuyo espesor es igual o ligeramente mayor que el término basal.

Los conjuntos inferiores de cada secuencia están constituidos fundamentalmente por elementos detríticos, generalmente bien clasificados. En su parte superior aparecen nidos micáceos y, repartidos en su masa, nódulos carbonatados y ferruginosos. Entre los elementos detríticos, el más abundante es el cuarzo, encontrándose también granos de feldespatos, láminas de micas y algunos minerales opacos. La matriz, que aparece en pequeñas proporciones, está compuesta de cuarzo y filosilicatos.

Los conjuntos superiores se componen de niveles areniscosos a veces lenticulares, que alternan de forma irregular con lechos arcillosos y micáceos. Los niveles areniscosos son muy similares, en composición, a los conjuntos inferiores, aunque los granos tienen un calibre más grosero. Los niveles pelíticos están constituidos por un cemento formado principalmente por filosilicatos, que engloba algunos granos de cuarzo y numerosas láminas de mica.

En la base de los estratos se observan figuras de sedimentación, que pueden ser de carga, corriente y deslizamiento.

Las «alternancias de río Gatón» reposan concordantes sobre las pizarras con nódulos carbonatados del piso inferior. El límite entre ambas formaciones viene definido por la desaparición de los últimos niveles carbonatados.

En la zona oriental, a techo y concordante con ellas, se encuentra el paquete masivo de «metareniscas de Viniestra». En el Norte, el límite es impreciso, las areniscas masivas disminuyen de potencia y presentan intercalaciones pizarrosas, lo que hace que se confundan con las alternancias inferiores.

1.1.1.6 Metareniscas de Viniestra (CA₂₃)

Esta formación aflora, en toda la parte oriental de la Hoja, como un paquete de areniscas compactas que resaltan fuertemente en el relieve. Su potencia, unos 350 m., la alcanza en las proximidades de Viniestra de Abajo, su localidad típica.

Aparece aquí como un paquete homogéneo de areniscas, claramente estratificadas en bancos decimétricos. Presentan un característico color gris claro con algunos horizontes rosados o verdosos. En la parte superior se encuentran algunos niveles pizarrosos finos que separan los compactos bancos de arenisca.

Estas rocas están compuestas principalmente por una serie de elementos clásticos, englobados en una matriz pelítica. Entre los elementos detríticos, el cuarzo es el más abundante. Aparecen también micas y minerales pesados. La matriz está formada por sílice y filosilicatos.

En cuanto a granulometría se refiere, los elementos detríticos aparecen bastante bien calibrados, presentándose, en general, con una gran madurez.

Las «metareniscas de Viniegra» presentan esta facies característica únicamente en algunos afloramientos de la zona oriental de la Hoja, pues en el Norte y Oeste, donde también existen afloramientos de Cámbrico Medio y Superior, aparecen numerosos niveles pizarrosos intercalados entre los bancos de areniscas, que no permiten la separación. Pierde, por tanto, su identidad, confundándose con las «alternancias del río Gatón», en las que ha sido englobado.

1.1.1.7 Alternancias del Najerilla (CA₃)

Esta formación ocupa la mitad de la superficie de los afloramientos cámbricos, y puede ser observada en la parte oriental y noroeste de la Hoja.

Alcanza su máxima potencia, unos 1.000 m., en el valle del Najerilla. Aquí las capas están afectadas por una tectónica suave y el río excava en ellas un profundo desfiladero. Todas estas circunstancias permiten estudiar la formación con mayor facilidad, por lo que se tomará esta zona como localidad tipo.

Constituye la formación una serie de alternancias de areniscas gris-verdosas y pizarras azuladas. Presentan una sucesión de litofacies distribuidas en secuencias. Cada una se compone, de muro a techo, de los siguientes niveles:

- Areniscas silíceas, en bancos masivos.
- Alternancia de areniscas y pizarras.
- Pizarras arcillosas.

Estos tres niveles constituyen la serie litológica elemental que, en sucesivas repeticiones, origina el conjunto de la formación. Tienen una potencia variable según los tramos, pudiendo quedar reducidos a algunos centímetros de espesor.

En los niveles inferiores, las areniscas tienen un color blanco grisáceo, que pasa a pardo y gris azulado en los niveles más altos. Son rocas homogéneas, compactas, que se rompen con dificultad con el martillo y que a simple vista presentan una facies de cuarcita. Dentro de cada banco, la estratificación está indicada por pequeños lechos micáceos. Se observan estratificaciones cruzadas. Su composición es bastante constante, variando únicamente la proporción en que aparecen sus elementos constituyentes.

Los elementos detríticos comprenden cuarzo, micas y minerales pesados. Presentan un alto grado de madurez y están generalmente bien calibrados. Los más importantes numéricamente son los cuarzos, seguidos de los fel-despatos. Las micas y los minerales pesados se encuentran en menor pro-

porción. La matriz está compuesta fundamentalmente por sílice y filosilicatos.

Las pizarras, de color gris azulado, son fundamentalmente arcillosas y presentan, generalmente, una esquistosidad bien acusada. Por lo regular, la estratificación se hace patente en ellas por unas finas alternancias de colores oscuros y claros, o por pequeños lechos micáceos.

Cuarcitas (q)

En la parte media de la formación «alternancia del Najerilla» se ha distinguido localmente, en la zona nordeste de la Hoja, un paquete de cuarcita, de unos 50 m. de potencia, muy compacto, que destaca fuertemente en el relieve. Es la continuación de lo que en la Hoja 279 (Villoslada de Cameros), en prensa, de CAMARA, P., y DURANTEZ, O., le llaman capa de Ganiquete. Presentan un tamaño medio de grano y son de color gris azulado.

Aunque en la Hoja no aparezcan, bien por erosión o por tectónica, regionalmente a techo de las «alternancias del Najerilla» y concordantes con ellas, aparecen siempre los materiales ordovícicos.

1.1.1.8 Conglomerados del Cámbrico Superior (cg)

Esta formación, de carácter lenticular, viene representada en la Hoja en un solo afloramiento de pequeño tamaño, situado en el valle del río Urbión, en las proximidades de la Ermita de San Millán.

Se trata de un conglomerado polimíctico heterométrico, con cantos desde unos milímetros a 10 cm., de formas redondeadas o alargadas. No presentan ninguna clasificación. Los cantos pueden ser de cuarcita, cuarzo, aplita turmalínífera o lascas de pizarras. Está compuesto por granos de cuarzo, feldespatos, micas y minerales pesados, englobados en una matriz arcillosa que rellena los espacios libres en los cantos.

Se considera esta formación un cambio lateral de facies de las «alternancia del Najerilla», pues aunque aquí, por su tamaño exiguo, no es posible sacar conclusiones, se ha visto claramente en la Hoja de Ezcaray, de los mismos autores, situada al norte de ésta.

Este cambio en la sedimentación debió corresponder a un rejuvenecimiento de los relieves, o a un cambio climático en el antepaís. De todos modos, fue relativamente poco importante, pues no trastornó demasiado la sedimentación habitual.

1.2 MESOZOICO

Se extiende en un 70 por 100 de la superficie de la Hoja, separado en dos dominios. Uno, al Norte, bordeando el Paleozoico de la Sierra de la

Demanda y limitado al Sur por el Paleozoico de la Sierra de Neila, formando el Sinclinal de Canales.

El otro bordea el Paleozoico de la Sierra de Neila por la zona Sur. Ambos tienen una dirección aproximada E.-O.

Abarca desde el Buntsandstein hasta el Hauteriviense, con alguna laguna intermedia. Lo dividimos en los siguientes conjuntos:

1. Triásico.
2. Jurásico en facies marina.
3. Jurásico-Cretácico en facies Purbeck-Weald.

1.2.1 TRIASICO

Se presenta en facies germánica. Está constante a lo largo de todo el Mesozoico, salvo en las zonas de fuerte tectónica.

También se encuentra algún triás aislado dentro del Paleozoico. Lo dividimos en sus tres pisos clásicos:

1. Buntsandstein.
2. Muschelkalk.
3. Keuper.

1.2.1.1 Buntsandstein ($T_{C_1cg, s}$)

Comienza con un conglomerado brechoso, de color rojo con franjas verdes y ocres.

Su espesor varía entre 3 y 6 m., pudiendo llegar hasta 15 m.

Presenta cantos de cuarzo y fragmentos de rocas (cuarcitas, areniscas, pizarras) pertenecientes a las formaciones paleozoicas subyacentes.

La matriz, de color rojo, está enriquecida en hierro. En conjunto, los cantos están bien clasificados.

Encima de los conglomerados aparecen unas alternancias detríticas arenisco-pelíticas, compuestas de areniscas gruesas, areniscas finas y pelitas, en bancos de espesores decimétricos a métricos. Tienen tono rojo, con intercalaciones verdes y ocres, debidas probablemente a los diferentes grados de oxidación del ion hierro.

En total la potencia oscila de 60-90 m.

1.2.1.2 Muschelkalk (T_{C_2d})

Está representado por una serie calizo-dolomítica de poco espesor.

Comprende una serie alternante de niveles formados por calizas dolomíticas y dolomías, y en algún lugar pizarras; por ejemplo, al sur de Villavelayo, en donde existe un tramo de 0,5 m.

Esta serie es constante en la parte oriental de la Hoja, pero en la occidental no aparece en muchos sitios y en la Hoja que limita al Oeste, realizada por los mismos autores, no parece representada, por lo que pensamos que tiene un carácter discontinuo.

La potencia máxima es de 20 m., aproximadamente, observándose muy bien en el mismo poblado nuevo de Mansilla.

1.2.1.3 Keuper (T_{62-3m})

Está formado por arcillas y margas de colores variados, principalmente rojas, y también grises, ocre y azuladas. Interestratificadas en ellas se pueden observar pequeños bancos pelíticos, rojos o bien ocre, así como lentejones de yeso, generalmente negro.

Corresponde al nivel de despegue de la cobertera, por lo que es raro verlo completo. Su máximo espesor se puede calcular en 40-60 m., aproximadamente.

1.2.2 JURASICO EN FACIES MARINA

Se extiende regularmente en todo el Mesozoico, siguiendo las directrices de éste en la Hoja, que son aproximadamente E.-O.

Incluimos aquí el último tramo cartografiado del Triásico, Rhetiense, que va junto con el primero del Jurásico, Hettangiense, pues no se puede diferenciar litológicamente y además es una serie completamente azoica. Así pues, distinguimos en este sistema las siguientes formaciones:

- Rhetiense-Hettangiense (T_{A33}-J_{11d, c})
- Sinemuriense (J_{11-12c})
- Pliensbachiense-Toarciense (J_{13-14c, m})
- Aaleniense-Bajociense (J_{21-22c})
- Bathoniense-Calloviense (J_{23-24c, m})

1.2.2.1 Rhetiense-Hettangiense (T_{A33}-J_{11d, c})

No tenemos ningún dato para precisar esta edad, porque la serie es completamente azoica. Como el tramo inmediatamente superior es muy fosilífero y está datado como Sinemuriense, suponemos Rhetiense-Hettangiense para esta serie.

Está compuesta de carniolas rojas y grises, dolomías de tonos grises y pardos, y calizas dolomíticas grises más compactas. Las dolomías grises, que predominan en esta formación, están muy recristalizadas y tienen aspecto brechoide. Esta serie de depósitos carbonatados marca una importante transgresión, con la que comienza una nueva fase de sedimentación marina, que sigue hasta el Jurásico Superior.

La potencia es variable, estimándose en 80 m. aproximadamente.

1.2.2.2 Sinemuriense (J_{11-12C})

Está formado por calizas sublitográficas pardas claras, o grises, en bancos decimétricos en la base, y más potentes a medida que se va subiendo en la serie.

En estos últimos metros de la sucesión aparecen algunas veces unos niveles oolíticos y, a continuación, unos pocos metros de calizas grises.

Este piso está en tránsito gradual sobre el anterior. Las carniolas del Rhetiense-Hettangiense van perdiendo progresivamente Mg según se va subiendo en la serie y pasan a estas calizas sublitográficas del Sinemuriense de una forma discontinua.

En la parte superior de esta misma serie, en la Hoja del Este (Covarrubias, núm. 277), hemos encontrado en el límite con esta Hoja:

Zeilleria (Cincta) aff. cor (LAMARK)

que nos define el Sinemuriense Superior, zona *Raricostatum*.

Encontramos, además, abundante fauna que nos indica el tránsito del Sinemuriense Superior-Pliensbachiense Inferior.

La potencia varía de 50 a 70 m.

1.2.2.3 Pliensbachiense-Toarciense (J_{13-14C, m})

Está formado por una alternancia de calizas, margas y calizas margosas. Las calizas son de color gris oscuro y las margas y margocalizas de color parduzco.

En la base, los bancos de calizas, de unos 40 cm. o más, son más importantes que las margas, pero a medida que se sube en la serie predominan las margas y calizas margosas. En la zona de Neila, en su parte superior, presenta unos niveles oolíticos.

En la Hoja que limita al Este (Covarrubias, núm. 277, de los mismos autores), en la base de esta misma formación, encontramos:

Zeilleria (Cincta) aff. cor (LAMARK)

que indica un Pliensbachiense Inferior, zona *Jamesoni*.

Más a techo de esta formación, dentro ya de esta Hoja, encontramos:

Zeilleria (Zeilleria) cf. sarthacensis (D'ORBIGNY)

propio del Pliensbachiense Superior.

Más a techo encontramos:

Pseudomercaticeras cf. grunowi (DUMORTIER)

Hildoceras gr. bifrons (BRUGUIERE)

Hildoceras cf. *semipolitum* (BUKMAN)
Hildoceras aff. *semicosta* (BUKMAN)
Terebratula perfida (CHOFFAT)
Sphaeroidothyris aff. *dubari* (DELANCE)
Hildoceras gr. *sublevisioni* (FUCINI)
Dactyhoceras (orthodacthylites) semicelatum (SIMPSON)

que nos datan un Toarciense Medio.

Por último, en el techo de la serie encontramos:

Dumortieria gr. *levesquei* (D'ORBIGNI)

que nos sitúa un Toarciense Superior.

La potencia del tramo es de 60 a 70 m., aproximadamente.

1.2.2.4 Aaleniense-Bajociense (J_{21-22C})

Lo forman unas calizas llamadas «Barra del Dogger», porque casi siempre presentan un resalte que destaca sobre el terreno.

Tiene una parte inferior de unos 20 m. de caliza gris y gris oscura, en bancos de 50 cm. a 1 m., y una parte superior constituida por calizas masivas en bancos de espesores métricos.

Se trata de una caliza oolítica oscura, en la que se puede observar algún tramo de cuarzo.

En los tramos superiores encontramos:

Strenoceras bajocense (DEFRANCE)
Leptosphintes (cleistosphinctes) cleistus (BUKMAN)
Lissajousithyris matisconensis (LISSAJOUS in Arcelin y Roche)

propios del Bajociense Superior.

Del Bajociense Medio encontramos:

Stephanoceras gr. *Humphriesianun* (SOWERBY)

La potencia oscila alrededor de 40 a 50 m.

1.2.2.5 Bathoniense-Calloviense (J_{23-34C, m})

Consiste en una alternancia de calizas, margas y calizas margosas, predominando las margas hacia la mitad de la formación. Las calizas son algo arenosas y cuanto más ascendemos en la serie más arenosas se hacen.

Son de un color gris parduzco, y las margas negruzcas están dispuestas en bancos de potencias decimétricas, siendo su estratificación muy regular.

Encontramos, del Bathoniense Superior:

Choffatia (Choffatia) cf. vicenti (MANGOLD)

y del Calloviense:

«*Rhynchonella*» cf. *plicatella* (SOWERBY)

«*Rhynchonella*» aff. *formix* (KITCHIN)

Arcomytilus cf. *subpectinatus* (SOWERBY)

La potencia es de más de 100 m.

No descartamos la posibilidad de encontrar, sobre todo en la zona este de la Hoja, los tramos superiores con edad más joven, pero los estudios de fauna que tenemos sólo nos datan a esta serie como Calloviense.

1.2.3 FACIES PURBECK-WEALD

Aflora en más de un 50 por 100 de la extensión de la Hoja, ocupando el núcleo del sinclinal de Canales y toda la zona sur de la Hoja.

Forma parte del conjunto sedimentario, llamado en forma global Sierra de los Cameros, que no es sino el resultado de una sedimentación de régimen deltaico que imprime las características más específicas de estos materiales: gran variedad de facies en lo horizontal y en lo vertical, con continuas digitaciones, acuñamientos, etc.

Los autores que estudiaron estos sedimentos difieren en su denominación.

Llaman a estas facies deltaicas «facies Weald» o «facies Purbeck», pero la realidad es que no son semejantes del todo a las series tipo.

A estas facies, generalmente, se las da un sentido de superposición, llamando a los tramos inferiores detrítico-carbonáticos facies Purbeck y a los superiores detríticos exclusivamente, facies Weald, pero supondría a nivel regional una alternancia de facies, lo cual no es posible. También hay que tener en cuenta que la división entre pisos de estos sedimentos es muy problemática y que las líneas que separan litologías más o menos semejantes son altamente diácronas a nivel regional. Por consiguiente, llamaremos a estos sedimentos «facies Purbeck-Weald» por los motivos antes expuestos y por no dividir en dos a un evidente único conjunto sedimentario.

En esta Hoja se han identificado tres grupos de los cinco que están definidos por G. TISCHER et al. (1967), y son los siguientes:

- Grupo Tera: Es el grupo basal, fundamentalmente detrítico, pero con un estadio carbonático de forma discontinua.
- Grupo Oncala: Esencialmente detrítico fino, pero francamente detrítico grueso en la parte oriental.
- Grupo Urbión: Con un conglomerado basal muy importante y también fundamentalmente detrítico grosero.

1.2.3.1 Grupo Tera

Ocupa la zona basal de estas facies deltaicas.

Es una serie detrítico-carbonática, predominando la serie detrítica. Presenta muchos problemas estratigráficos porque abundan los cambios de facies en sentido lateral y vertical, acuñándose e indentándose las capas de tal manera que el conjunto resulta bastante complejo. Dentro de este grupo distinguimos en esta Hoja dos unidades:

- Calizas (J₃₂₋₃₃C).
- Areniscas, areniscas conglomeráticas y margas (J₃₂-C₁₁S, cg).

1.2.3.1.1 Calizas (J₃₂₋₃₃C)

Se presentan siempre en la base. Lo primero que aparece de estas «facies Purbeck-Weald» es un conglomerado calcáreo versicolor, con cantos de hasta 6 cm. de espesor variable, desde 20 cm. a varios metros, pero que en todos los cortes buenos que atraviesan la discordancia los hemos encontrado. A techo de estos conglomerados vienen unas alternancias de calizas, margas y margocalizas, de tonos grises claros en superficie y oscuros en fractura. Las calizas son frecuentemente oolíticas y pueden presentar pequeños clastos aislados calizos, por ser un paso gradual desde el conglomerado basal. Pueden presentar aisladamente concreciones de sílice.

En estas calizas se han encontrado characeas y ostrácodos indeterminados, que no pueden datar la edad. Su potencia en esta Hoja es de 20 m., siendo su característica principal el presentarse en lentejones, por lo que varía mucho de potencia, estando en muchos sitios con un metro o menos de potencia, por lo que no se ha podido cartografiar. Por los datos que tenemos en las Hojas que limitan con ésta lateralmente, la del Oeste (Covarrubias, núm. 277), con más de 80 m. de estas calizas, y la del Este (Villoslada de Cameros, núm. 279), en la que no aparecen estas calizas, por lo que pensamos que desaparecen gradualmente hacia el Este.

Corresponden a unas facies lacustres y/o salobres.

1.2.3.1.2 Areniscas, conglomerados y margas (J₃₂-C₁₁S, cg)

Como ya indicamos antes, al ser las calizas lentejonares, puede comenzar la serie con el conglomerado basal y a continuación toda esta formación compuesta de una serie de areniscas cuarzosas, margas arenosas, areniscas conglomeráticas, niveles de conglomerados y arcillas. Los tonos que predominan son los rojizos, debido a partículas finas de hematites.

En general, todos estos materiales suelen estar en paquetes de 10-20 m.,

cambiando mucho lateralmente. La potencia total varía dentro de la Hoja, presentando en la zona Occidental más de 900 m.; en el centro, 150-200, y en la zona Oriental, 400 m., disminuyendo en las Hojas de al lado, hacia el Este y Oeste, por lo que en la zona Occidental de esta Hoja es donde más desarrollado está este grupo en el conjunto Sierra de Cameros.

1.2.3.2 Grupo Oncala (J_{33} - C_{11} S, m)

Sobre el grupo Tera se deposita este grupo, que es bastante difícil de diferenciar del anterior. Su litología corresponde a areniscas cuarzosas de grano fino y a veces bastante micácea, margas y limonitas de tonos pardos a rojizos.

Presenta también algún tramo conglomerático que aumenta hacia el Este, donde este grupo se hace francamente conglomerático.

En la zona Occidental la separación es muy problemática, por no existir buenos cortes, dada la cantidad de derrubios y suelos, y se ha seguido el criterio de separación donde empiezan los detríticos más finos.

Hay que destacar en este grupo la existencia de flora inclasificable. El grupo Oncala nace en esta Hoja en la zona Occidental, teniendo unas decenas de metros, y va aumentando su potencia, estimándose un máximo de 450-500 m., y aumenta hacia el Este, llegando a tener en la Hoja de Enciso, núm. 280, más de 2.000 m. de potencia.

1.2.3.3 Grupo Urbión

En general, es un conjunto conglomerático grosero. Se extiende ampliamente en la zona Sur, y hemos distinguido:

- Conglomerados de base (J_{33} - C_{12} CG).
- Arenisca conglomerática y arcilla (C_{12-13} S, a).

1.2.3.3.1 Conglomerados de base (J_{33} - C_{12} CG)

Descansa sobre el grupo Tera directamente en la zona occidental y sobre el grupo Oncala en el resto de la Hoja.

Se diferencia muy bien de las anteriores por dar un crestón de conglomerados muy visible, aunque en el extremo oriental también descansa sobre conglomerados.

Está compuesto por un conglomerado cuarzoso, con cantos de hasta 5 cm. bastante redondeados, por lo que parece que es bastante maduro.

Los cantos son esporádicamente de cuarcita. Predominan los tonos grises. Su potencia aumenta de Oeste a Este, teniendo en la zona occidental de 30-40 m. y en la oriental más de 100 m.

1.2.3.3.2 *Arenisca conglomerática y arcillas* (C_{12-13S}, a)

Está dispuesta sobre la anterior en tránsito gradual. Disminuyen los niveles conglomeráticos y la resistencia a la erosión, por lo que se cartografía bien.

Esta unidad está compuesta por cuarzoarenitas, arenitas limosas, areniscas conglomeráticas, cuarzosas y también algún conglomerado cuarzoso.

La potencia también aumenta del Oeste al Este, teniendo aquí más de 350 m., aunque más al Este, hacia el centro de la cuenca, con diferentes cambios laterales, llega a tener 2.000 m., aproximadamente.

1.2.3.4 **Edad**

En cuanto a la edad hemos de indicar que la ausencia de micro y macrofauna en esta Hoja y la flora indeterminada no aportan ningún dato.

Una vez más hemos de guiarnos de los autores que estudiaron estas facies más detenidamente.

G. TISCHER et al. (1967) dataron al Wealdense de la zona Oriental como Oxfordiense Superior-Aptense Superior.

En la zona Occidental, J. WIEDMAN y P. BREUNER (1973) acortaron las edades desde un Berriasense hasta un Barremiense.

Suponemos, pues, que las superficies que separan los diferentes grupos son bastante diácronas, y como no tenemos datos puntuales, las edades de estas formaciones vienen dadas por la interpolación con las Hojas laterales, como se ve en la figura 2.

1.3 **PLIOCUATERNARIO** (T^B₂-Q)

Ocupa unas pequeñas extensiones en la parte Noroccidental. Representa una superficie de erosión muy reciente y son afloramientos discontinuos.

Presenta hacia la base un conglomerado poligénico de cantos de 3 a 8 cm., teniendo a continuación arcillas y margas de tonos anaranjados con cantos sueltos de material en que se apoya y generalmente en la superficie son canchales sueltos con tamaño medio de 10 a 30 cm., que en conjunto recuerdan a la llamada formación «tipo Raña».

Su potencia oscila desde unos pocos de metros hasta 50 m., aproximadamente.

1.4 **CUATERNARIO**

Hemos diferenciado:

- Depósito fluvio-glaciar.
- Depósito morrénico.

ESQUEMA DE CORRELACION DE LAS FACIES CONTINENTALES

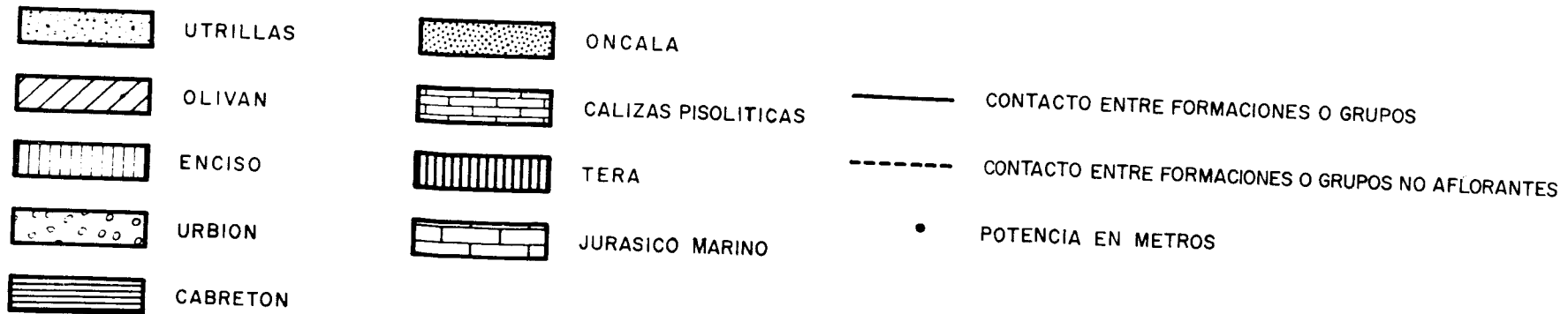
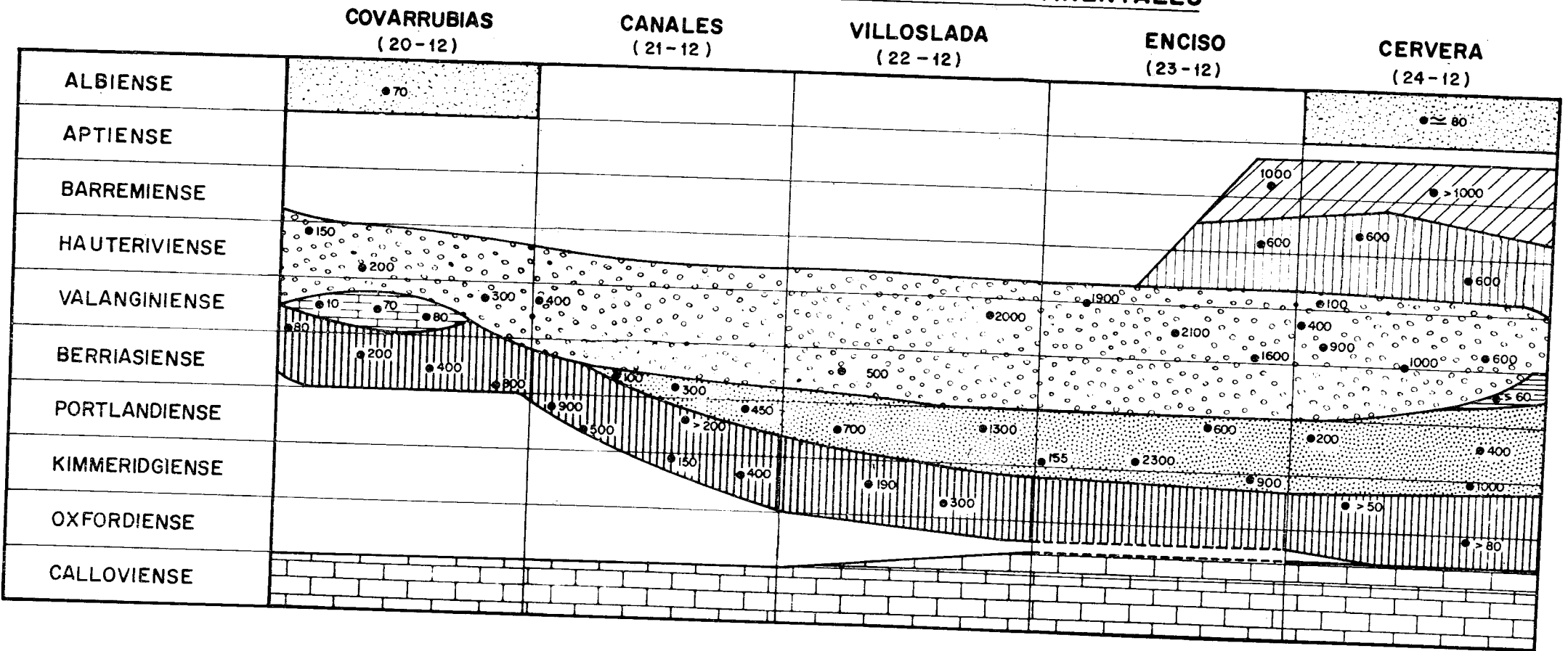


Figura 2

- Morrena frontal.
- Derrubio de ladera.
- Aluvial.
- Llanura de inundación.

1.4.1 DEPOSITO FLUVIO-GLACIAR (QF_g)

Hemos de indicar que se han identificado en esta Hoja veintinueve glaciares de circo, y por consiguiente existen numerosos depósitos glaciares, a lo largo de toda la vertiente norte de la Sierra de Urbión.

Los depósitos fluvio-glaciares son los que han tenido un transporte mixto fluvial y glaciar. Son bloques angulosos, de muy diferentes tamaños, y los materiales que los constituyen provienen de la serie «Purbeck-Weald», donde generalmente se emplazaron las estructuras glaciares.

1.4.2 DEPOSITO MORRENICO Y MORRENA FRONTAL (QM) (QM_f)

Depósitos debidos a la acción del glaciar.

Son bloques heterométricos y angulosos de materiales «Purbeck-Weald» con escasa matriz.

Por estar bien destacada, diferenciamos una morrena frontal.

1.4.3 DERRUBIOS DE LADERA (Q₁)

Generalmente bien desarrollados en la ladera norte de la Sierra de Urbión. Tienen escaso transporte y son bloques subangulosos. Presentan una matriz fangolítica.

1.4.4 ALUVIAL Y LLANURA DE INUNDACION (QAI) (QAI₁)

Son depósitos actuales pertenecientes al cauce de los ríos principales. Por su mayor extensión, en el Noroeste distinguimos unas llanuras de inundación.

2 TECTONICA

La Hoja de Canales comprende la parte meridional de la Sierra de San Lorenzo, la Sierra de Neila y la parte occidental de la Sierra de Castejón. Dichas sierras son parte del macizo paleozoico de la Demanda, y se encuentran rodeados por terrenos secundarios.

Este macizo paleozoico, que aparece aislado en medio de formaciones

más recientes, constituye un nexo de unión entre las Cadenas Ibéricas, situadas al SE., y el conjunto primario, que va de Asturias a Galicia.

2.1 ESTILOS ESTRUCTURALES

El estudio tectónico de las unidades paleozoicas y de sus bordes secundarios permite evidenciar muchos tipos de estructuras. Unos afectan a las formaciones paleozoicas; otras, a las secundarias, y otras son comunes al conjunto de todas las formaciones. Por otra parte, la observación de las relaciones geométricas entre las diversas estructuras hace posible una cronología de su emplazamiento.

La discordancia claramente expresada entre los terrenos secundarios y paleozoicos permiten distinguir dos grandes períodos orogénicos.

El primero estaría referido, en una primera hipótesis, a la orogénesis hercínica.

La importante laguna existente entre el Westfaliense y el Ordovícico, visto en las dos Hojas situadas al N. de ésta, hace hipotética esta afirmación, pero sin embargo es verosímil.

El segundo interesaría a la orogénesis pirenaica-alpina.

2.1.1 ESTILO HERCINICO

La tectónica hercínica es polifásica, caracterizada por el emplazamiento de estructuras plegadas, planares y lineales de todos los tamaños. Y en la parte N. de la Hoja, con acompañamiento de recristalizaciones metamórficas de facies epizonal.

Se sucedieron tres fases orogénicas, que corresponden a la sucesión de dos evoluciones orogénicas separadas por un período inactivo.

2.1.1.1 Primera fase

Las formaciones paleozoicas, constituidas por muchas unidades litológicas con características distintas, no reaccionaron de manera homogénea frente a los primeros esfuerzos.

Durante esta fase se han emplazado las grandes estructuras plegadas y las estructuras de detalle con ellas relacionadas.

2.1.1.1.1 *Grandes estructuras*

En la parte norte se sitúa parte del flanco meridional del gran sinclinal del Najerilla, que es una gran estructura de varios kilómetros de longitud, que comprende las formaciones del Cámbrico Superior, y más al N., en la Hoja de Ezcaray, también las ordovícicas, orientada E.-O.

También en la parte septentrional de la Hoja se encuentra el anticlinal del N. de Barbadillo del Pez, bien definido por la «dolomía de Mansilla», y

en cuyo núcleo afloran las «pizarras de Riocabado», y se orienta también Este-Oeste.

En el centro y este de la Hoja se sitúan:

- El anticlinal de Vacariza, formado por Cámbrico Inferior, Medio y Superior, que se puede observar muy bien debido al excelente corte del río Portilla.
- El sinclinal de Barajas, cuyo núcleo está formado por las formaciones del Cámbrico Superior.
- El anticlinal de Cerezales, que sólo conserva parte del núcleo y el flanco N. por estar cortado por una falla de la orogénesis alpídica, y se puede pensar que originalmente estaba orientado E.-O.

2.1.1.1.2 Estructuras de detalle

Se clasifican las estructuras de detalle en los siguientes tipos:

- Estructuras plegadas.
- Estructuras planares.
- Estructuras lineales.

A) ESTRUCTURAS PLEGADAS

Son pliegues cuyos ejes están orientados generalmente E.-O.; contemporáneos del emplazamiento de pliegues de arrastre, desarrollados en las alternancias arenisco-pizarrosas de los diferentes pisos del Cámbrico. Se les ha denominado pliegues de ejes B_1 .

Los ejes B_1 se distribuyen según dos direcciones dominantes, una comprendida entre N. 6° E. y N. 115° E., y la otra entre N. 20° E. y N. 60° E., siendo la primera preponderante con respecto a la segunda. En el norte de la Hoja están orientadas E.-O.

Las variaciones de inclinación de los ejes de los pliegues B_1 oscilan entre ENE. y ESE., o bien ONO. y SO. Estas variaciones se deben a una segunda fase tectónica, que se manifiesta por los pliegues de escala centimétrica a decamétrica, que cortan a los pliegues de eje B_1 .

B) ESTRUCTURAS PLANARES

Los pliegues anteriores están acompañados de esquistosidades ligadas con su emplazamiento, y por esta razón se las denomina a las de la primera fase S_1 .

La S_1 se observa en las formaciones cámbricas de toda la Hoja. Se puede tratar de una esquistosidad de fractura, caracterizada únicamente por superficies limoníticas que cortan y fraccionan los estratos; o de una esquistosidad de flujo, puesta de manifiesto por las numerosas pajuelas de

filosilicatos secundarios, dispuestas paralelamente unas a otras, según planos paralelos, y oblicuas a la estratificación.

Al norte de la Hoja, y en la parte oeste, la esquistosidad de flujo y fractura coexisten.

En la parte oriental existe generalmente una esquistosidad de fractura oblicua a la estratificación.

C) ESTRUCTURAS LINEALES

En la parte norte de la Hoja, en el flanco sur del sinclinal del Najerilla, existe una lineación, por ordenación de minerales secundarios (minerales opacos), visible únicamente en las rocas de predominio pelítico; esta lineación visible sobre S_1 está orientada O. 10° E.

Otra lineación que aparece en la parte norte es la de intersección de los planos de esquistosidad S_1 con la estratificación S_0 .

2.1.1.2 Segunda fase

Esta fase afecta a un material cuya heterogeneidad inicial fue notablemente aumentada por los efectos de la primera fase.

Está presente en la Hoja sólo en la parte septentrional, y se caracteriza por la existencia de cabalgamientos de amplitudes comprendidas entre algunas docenas de metros y varios kilómetros, e igualmente se caracteriza por la superficie S_2 , que corresponde a una segunda esquistosidad, más borrosa, que deforma los minerales secundarios aparecidos durante y después de la primera fase.

2.1.1.2.1 Grandes estructuras

Son las superficies de cabalgamiento, bien claras, en la zona NE. de la Hoja, al sur de Viniegra de Abajo, que se prolonga en la Hoja de Villoslada de Cameros, situada al este de ésta.

Estos cabalgamientos están más claros en el valle del río Urbión, donde las areniscas de la base del Cámbrico, que buzan 40° hacia el sur, cabalgan a las pizarras verdes del Cámbrico Medio y a los niveles carbonatados del Cámbrico Medio e Inferior.

2.1.1.2.2 Estructuras de detalle

Esta segunda fase, que como se dijo sólo afecta al norte de la Hoja, no parece aportar estructuras plegadas, y se caracteriza por una esquistosidad S_2 .

La esquistosidad S_2 , más borrada e irregular que la S_1 , corresponde siempre a una esquistosidad de fractura. Está caracterizada por una com-

pactación de los filosilicatos primarios y secundarios a lo largo de las partículas limonitizadas, discontinuas, paralelas y oblicuas a la estratificación S_0 y a la esquistosidad S_1 , y se traduce igualmente por una ligera deformación de los minerales opacos, en los cuales las partes extremas están a veces hechas jirones. Esta esquistosidad corresponde a las superficies de cizallamiento de los cabalgamientos al sur de Viniegra de Abajo.

2.1.1.3 Tercera fase

La tercera fase del estilo hercínico que afectó al conjunto de la Demanda, por ser de carácter local, no se puso de manifiesto en la presente Hoja.

2.1.1.4 Cronología

Teniendo en cuenta las relaciones geométricas entre las diferentes estructuras observadas, es posible establecer una cronología de su emplazamiento, que comprende varias fases:

A) *La primera fase.*

Interesa al conjunto de la Hoja; durante la misma se han colocado en su lugar las grandes estructuras regionales y las estructuras de detalle con ellas relacionadas. a) Pliegues de arrastre de eje B_1 ; b) Esquistosidad S_1 ; c) Lineaciones de intersección entre S_1 y S_0 .

B) *La segunda fase.*

Se caracteriza por un nuevo juego de las estructuras procedentes, manifestado por: a) Las superficies S_2 ; b) Las superficies de cabalgamiento del sector NE.

C) *La tercera fase*, de todo el conjunto de la Demanda, que no parece tener aquí representación.

2.1.2 ESTILO PIRENAICO-ALPINO

Se trata igualmente de una tectónica polifásica, pero cuyas manifestaciones son de estilo diferente. Se puede, en efecto, observar la superposición de dos niveles estructurales:

- El zócalo, caracterizado por las estructuras paleozoicas.
- Su recubrimiento, que reúne el conjunto de las formaciones mesozoicas.

El zócalo no reaccionó de manera homogénea ante los esfuerzos terciarios.

rios, sino que se fragmentó en muchos compartimentos cuyos movimientos fueron de componentes variables según los sectores.

El recubrimiento no constituye un nivel estructural homogéneo. Se puede, en efecto, distinguir: el tegumento, o las formaciones conglomeradas y areniscas del Trías Inferior, constituyendo un primer nivel de despegue. El nivel plástico arcilloso-yesífero del Keuper, que es el de despegue principal. Y las formaciones jurásicas y cretácicas, cuya heterogeneidad litológica facilita manifiestamente el plegamiento.

El plegamiento de fondo de la Demanda determina en el recubrimiento una tectónica cuyo estilo varía según los sectores. Aparecen localmente bien pliegues de revestimiento, en los que las estructuras guardan estrecha relación con el zócalo, o bien una tectónica en pliegues de cobertera, caracterizada por una importante disarmonía entre zócalo y recubrimiento; esta última se pliega, sin embargo, según direcciones paralelas a las de los accidentes del borde del zócalo.

Estas manifestaciones tectónicas son características de una superestructura, y no van acompañados de recristalizaciones metamórficas ni de esquistosidades.

2.1.2.1 Tectónica de la mitad septentrional

Las relaciones entre el zócalo y la cobertera son de naturaleza tectónica, por medio de fallas E.-O., verticales o ligeramente inversas, de saltos débiles, que afecta aquí a los niveles de base de la serie mesozoica.

Se observan algunos contactos estratigráficos, en el norte de Viniegra de Abajo y en Mansilla, donde en las proximidades del pantano está bien clara la discordancia entre el Trías y las cuarcitas del Cámbrico y también en puntos aislados al norte de Canales y de Barbadillo de Herreros.

El sinclinal de Canales, de orientación E.-O., es un pliegue sensiblemente simétrico, con una arquitectura simple, y las capas de los flancos N. y S. convergen generalmente de forma regular.

Cerca de Canales aparecen calizas Dogger en el seno de los materiales Weald, debido a un pliegue falla. Es un anticlinal cortado por fallas longitudinales.

2.1.2.2 Tectónica de la mitad meridional

En el centro de la Hoja, al norte de Neila, el Paleozoico aparece fragmentado en muchos compartimentos por las fallas E.-O. y NO.-SE., y NE.-SO.

Y desaparecen al sur bajo los terrenos secundarios. En estas últimas no se presentan grandes pliegues; tan sólo alabeos, y presentan principalmente fallas en dirección NE.-SO.

En la parte este se instala una gran estructura cabalgante del paleo-

zoico, sobre el mismo y sobre los materiales mesozoicos, que ocupa gran parte del cuadrante II de la Hoja. En la superficie de cabalgamiento se encuentran pequeños afloramientos de Triásico Inferior, que ha servido de lubricante, favoreciendo el deslizamiento.

2.1.2.3 Conclusiones sobre la tectónica de la cobertera

El estudio revela que el paleozoico se comporta como un zócalo con respecto a los terrenos mesozoicos.

La orientación E.-O. del sinclinal de Canales es sensiblemente análoga a la de las grandes estructuras plegadas durante la primera fase de la orogenia hercínica; el cabalgamiento del cuadrante II es similar a las de la segunda fase de la hercínica; y la dirección de las grandes fallas NO.-SE. coincide con la de los pliegues de la tercera fase, en el resto del conjunto de la Demanda.

Las formaciones mesozoicas que constituyen el revestimiento del zócalo pueden subdividirse en varios niveles estructurales. El Triásico Inferior, solidario del sustrato sobre el que reposa, se comportó como un tegumento del zócalo. Los niveles de arcillas plásticas del Keuper representaron, como lo hacen habitualmente, el papel de nivel de despegue. Sobre él las formaciones calizas del Jurásico y parte de los continentales del Cretácico se plegaron con direcciones similares a las hercínicas.

El estudio de las relaciones entre las diferentes estructuras permite determinar la sucesión de tres fases tectónicas separadas por periodos de calma relativa, durante las cuales fueron parcialmente erosionados los relieves del antepaís.

El activo papel representado por el zócalo demuestra que es el motor esencial de la tectónica, pues las estructuras que se observan en la cobertera no son sino reflejos más o menos fieles de sus movimientos y de su comportamiento.

2.2 EVOLUCION TECTONICA

Por carecer de datos suficientes, al no aflorar materiales carboníferos ni terciarios, se ha establecido la evolución de esta tectónica en las dos Hojas de la zona norte del conjunto de la Demanda, de las que transcribimos su evolución.

Se pueden distinguir dos grandes períodos orogénicos. El primero está relacionado con la orogenia hercínica, y el segundo, con la pirenaico-alpina.

A) LA OROGENIA HERCINICA

No se ha podido comprobar la existencia de una tectónica precámbrica. Durante el Cámbrico sólo se han observado movimientos epirogénicos, evi-

denciados por la presencia de niveles de conglomerados en su base, y en su límite con el Ordovícico.

Antes de la deposición del Westfaliense se sucedieron tres fases orogénicas, que corresponden, como se ha visto anteriormente, a la sucesión de dos evoluciones orogénicas separadas por un período inactivo.

La importante laguna estratigráfica existente en el Tremadociense y el Westfaliense Inferior impide la adopción de criterios estratigráficos para la datación de estas fases orogénicas, lo que obliga a tener en cuenta únicamente las relaciones de la Sierra de la Demanda con los dominios tectónicos próximos a ella.

Así, por comparación con las fases orogénicas datadas en la Cordillera Cantábrica, y teniendo en cuenta las semejanzas tectónicas regionales, se han relacionado las manifestaciones existentes en la Sierra de la Demanda con la orogenia hercínica. Las dos primeras fases habrían acontecido dentro de un período comprendido entre el Namuriense y el Westfaliense, atribuyéndose a alguna de las subdivisiones de la fase sudética.

La tercera fase, relacionada con el rejuvenecimiento de relieves que originó el depósito de conglomerados del Westfaliense, debe asimilarse a la fase de Curavacas o palentina.

Durante el Westfaliense se debieron producir movimientos epirogénicos, como lo demuestra la presencia de varios niveles de conglomerados alternando con otros marinos.

La discordancia cartográfica observada en el Triásico y el Westfaliense, y el hecho de que los cantos carboníferos estén más fracturados que los terciarios, hace que se consideren estos movimientos como débiles repercusiones de las fases astúrica y saálica al final de la orogenia hercínica.

B) LA OROGENIA PIRENAICO-ALPINA

La discordancia observada en diversos puntos del borde septentrional de la Demanda, existente entre las formaciones mesozoicas plegadas y los conglomerados del Oligoceno, demuestra la existencia de una importante tectónica preoligocena. La ausencia de formaciones del Eoceno impide precisar con más detalle su edad. La débil discordancia entre las formaciones del Oligoceno y Mioceno revela la existencia de movimientos entre ambos períodos, de intensidad menor que las precedentes.

El rejuvenecimiento de relieves, fosilizado por los depósitos pliocuaternarios, y los diversos niveles de cuaternarios observados, evidencian la existencia de movimientos epirogénicos recientes.

3 HISTORIA GEOLOGICA

Al referirnos a la Geología Histórica del paleozoico de esta Hoja lo haremos al conjunto del de la Sierra de la Demanda, pues en el contexto

reducido de esta Hoja no se pueden sacar conclusiones para reconstruirla. Estudiada por W. SCHRIELL (1930) y F. LOTZE (1959), el último estudio importante sobre el Macizo de la Demanda fue el realizado en la Tesis Doctoral de M. COLCHEN (1970), al que nos referiremos continuamente. Remitimos a los lectores interesados en este tema a la lectura de las Hojas de Pradoluengo, núm. 239, y Ezcaray, núm. 240, en las que por estar el Paleozoico representado en su totalidad contienen un estudio más amplio.

La sedimentación paleozoica empieza probablemente en el Cámbrico Inferior, aunque no hay datos paleontológicos que permitan esta datación. Es continuación de una sedimentación precámbrica sin grandes cambios paleogeográficos.

La presencia de arenisca conglomerática, que en el norte de la Sierra es un conglomerado fundamentalmente cuarcítico en la base, sugiere que proceden de la erosión de un antepaís probablemente cristalino, cuyos materiales de erosión, removidos durante mucho tiempo, han sido transportados a una cuenca de sedimentación parecida a la precámbrica. Por consiguiente, los cantos de estos sedimentos, que tienen una composición petrográfica totalmente distinta de las de las pizarras precámbricas de Anguano, sobre las que reposan, no pueden considerarse consecuencia de la erosión de éstas.

La rápida disminución de potencia de Este a Oeste hace pensar que los aportes procedían del Este. Esta sedimentación detrítica evoluciona progresivamente en el tiempo, lo que se traduce en una disminución en el tamaño de los elementos detríticos en la zona Norte, no observándose esto en esta Hoja, y existe un porcentaje menor de feldespatos en las rocas de los niveles superiores.

Las diferencias de litofacies entre las formaciones detríticas del Cámbrico Inferior, al norte y sur de la Demanda, demuestran que los aportes no eran homogéneos, y en general, parece que el material detrítico, después de la sedimentación de los conglomerados de base en el Norte, parece que es más fino y está mejor clasificado en el Norte que en el Sur. En consecuencia, podemos deducir que en el norte del Macizo la sedimentación fue epicontinental, pero con una cuenca lo suficientemente profunda para que las aguas pudieran distribuir regularmente el material detrítico. En el Sur, en esta Hoja, el medio sedimentario debió de controlar muy poco las descargas de los materiales detríticos que le llegaban de un continente cercano, el mismo que el de la zona Norte.

A este período le sigue una sedimentación más pelítica, constituida por las «pizarras de Riocabado», y a continuación, llevando el ritmo normal del ciclo, aparecen los primeros carbonatos, la «dolomía de Mansilla», cuya sedimentación se generaliza en toda la cuenca, recibiendo escasos sedimentos clásticos. Aquí hacen su aparición los primeros restos de fauna, que no se han podido clasificar.

A continuación, en el Cámbrico Medio, sigue la sedimentación carbonatada simultáneamente con la de sedimentos arcillosos y clásticos que forman las «pizarras verdes de Gatón».

Las «pizarras carbonatadas de Mansilla», a pesar de tener un carácter episódico, tienen gran importancia, pues es donde se encuentra la escasa fauna de trilobites.

Culmina la serie del Cámbrico Medio con un episodio, también discontinuo, de sedimentos clásticos finos, que son las «metareniscas de Viniegra», que sólo indican leves cambios paleogeográficos.

Continúa después la sedimentación durante el Cámbrico Superior con unas alternancias de metareniscas y pizarras, y al final viene una fase conglomerática, muy poco representativa en la Hoja, que indica un rejuvenecimiento del relieve del antepaís en alguna etapa Hercínica y sobre el conglomerado se situaría el Ordovícico, que aquí no está representado posiblemente debido a la erosión.

Al final del Tremadoc se producen las tres fases orogénicas hercínicas que rejuvenecen el relieve y da lugar en el norte y noroeste de la Sierra a la deposición de un Carbonífero inexistente en la zona sur.

Antes de la deposición del Triásico hay unos movimientos que rejuvenecen el relieve y cuyos materiales de erosión se encuentran en los conglomerados y areniscas rojas de la base del Triásico. Es razonable pensar que una parte de la Demanda estaba emergida en el Trías. Se encuentran elementos paleozoicos en los cantos de los conglomerados basales y las constantes variaciones de potencia sugieren que los relieves paleozoicos existían ya en la parte central del actual macizo. Tras este período de fuerte erosión, y una vez devastado el relieve que es conducido a un estado más o menos senil, a continuación se inicia una transgresión marina en el Muschelkalk, muy leve, y que tiene carácter discontinuo en algunos sitios. Esta transgresión afectó mucho más a la zona oriental, pues da más potencia en el Muschelkalk. Al finalizar el Muschelkalk se retiran las aguas en parte, dejando un mar muy somero y restringido, al tiempo que el clima se hace de mayor sequedad. Estas nuevas condiciones de la cuenca del Keuper permiten el depósito de evaporitas. De cuando en cuando sobrevinieron, además, aportes terrígenos, arcillas y limos de colores rojizos, que probablemente pudieron proceder de antiguos paleosueños tropicales lavados y transportados hasta la cuenca, donde se difunden ampliamente.

En el Rhetiense-Hettangiense comienza, con las facies carbonatadas, la importante transgresión marina del Jurásico.

Las dolomías y carniolas estarían situadas en una zona próxima a la costa, entre la zona intermareal y supramareal, con un clima árido o semiárido. Con el Sinemuriense continúa la transgresión, estando ya en un medio claramente marino que debe de corresponder a la parte exterior de una plata-

forma y en una profundidad en la que no alcanza la luz, puesto que las calizas no presentan restos de algas y son muy micríticas.

Continúa después la sedimentación en la zona externa de la plataforma durante el Lías Superior, pero perdiendo profundidad paulatinamente hasta llegar en el Dogger Inferior a una zona de influencia del oleaje, al desarrollarse los bancos de corales y esponjas. A partir de estos bancos del Dogger Inferior, se manifiesta claramente la regresión marina, pues las facies quedan ya en una zona de influencia continental, perdiendo profundidad paulatinamente, desde una zona submareal poco profunda, cada vez con mayores aportes areniscosos y elevado porcentaje de algas, encontrándose a veces en el techo un microconglomerado calizo de cantos de cuarzo que indica ya claramente una escasa profundidad y un acercamiento al continente muy marcado.

Durante el Calloviense, posiblemente al final del mismo, se retira completamente el mar Jurásico y se dan unos movimientos orogénicos leves que dan lugar a un rejuvenecimiento del relieve muy suave regionalmente, pero que localmente, en las proximidades de Monterrubio, da lugar a que, antes de depositarse las facies continentales, se erosione todo el Dogger, el Lías e incluso parte de las carniolas del Rhetiense-Hettangense.

A continuación, y probablemente en el Kimmeridgiense, en la zona oriental y en el Portlandiense en la zona occidental, se instala un nuevo ciclo de sedimentación continental correspondiente a un gran delta.

Aunque los motivos tectónicos no están actualmente muy claros, parece ser que durante el Oxfordiense se levantó el «Macizo Castellano» de cuya erosión se formarían estos materiales.

Estos sedimentos forman parte del conjunto llamado Sierra de los Cameros, que no es sino una gran cuenca deltaica alargada en la dirección E.-O., con direcciones de aportes que regionalmente muestran un área madre situada al SO.

La sedimentación continental empieza primero en la zona oriental, en el Kimmeridgiense, al estar más en el centro de la cuenca y se extiende sobre las demás zonas desde el final del Portlandiense, trazando así en la discordancia una línea diácrona. Siempre en las proximidades de la discordancia hay pequeños tramos carbonáticos, de facies limnico-salobres, que indican una influencia marina presente todavía en el borde de la cuenca. Sigue así la sedimentación de los grupos Tera y Oncala. Comienza al final del Portlandiense un movimiento epirogénico en el «Macizo Castellano», que rejuvenece el relieve y manda una descarga de material conglomerático, que se deposita desde dicha edad hasta el Valanginiense en esta Hoja y el Hauteriviense en la del Oeste (Covarrubias, núm. 277). Sigue después una mayor estabilidad, como indica la disposición de los materiales del Grupo Urbión Superior, prosiguiendo la sedimentación durante buena parte del Hauteriviense. A partir de aquí, en la Sierra de los Cameros, siguen otros ciclos

sedimentarios que no se reflejan en esta Hoja. Hay falta de deposición o hay erosión. No hay datos para confirmar lo uno o lo otro (ver figura 3).

Termina, pues, la sedimentación más o menos al final del Hauteriviense y en esta Hoja no tenemos ningún otro episodio sedimentario de importancia.

Se producen las diferentes fases de la Orogenia Alpina que configuran un relieve muy parecido al actual. Al final del Plioceno y principio del Cuaternario existen unos depósitos tipo Raña hacia el Noroeste, que indican una antigua superficie de erosión que tiene una inclinación en la misma dirección que la de la Sierra.

En el Cuaternario, el relieve de esta zona queda remodelado durante las glaciaciones, sobre todo la zona Sur, correspondiente a la Sierra de Urbión. Se han reconocido por fotogeología 29 glaciares del tipo de Circo con numerosos depósitos morrénicos, la mayoría de los cuales están remodelados por la red fluvial actual. El más alto, en el Pico Urbión, está a 2.100 m. de altura y el más bajo está en la cota 1.620 m.

La mayoría de ellos están en la línea de cumbre y 26 en la vertiente norte, mientras sólo hay tres en la vertiente Sur. También se ha reconocido por fotogeología la existencia de un valle glaciar en U, remodelado actualmente y sin poder asignárselo exactamente a algún Circo determinado. En la esquina Suroriental, el emplazamiento de cinco circos en direcciones opuestas alrededor del Pico Urbión, hacen pensar que se tratara de un antiguo Horn. Dada la abundancia de precipitaciones y la baja temperatura de esta zona en gran parte del año, puede ser que algunos de estos circos estén actuando en la actualidad.

Por último, añadiremos que la red fluvial actual remodela el relieve glaciar y da lugar a los depósitos actuales.

4 PETROGRAFIA

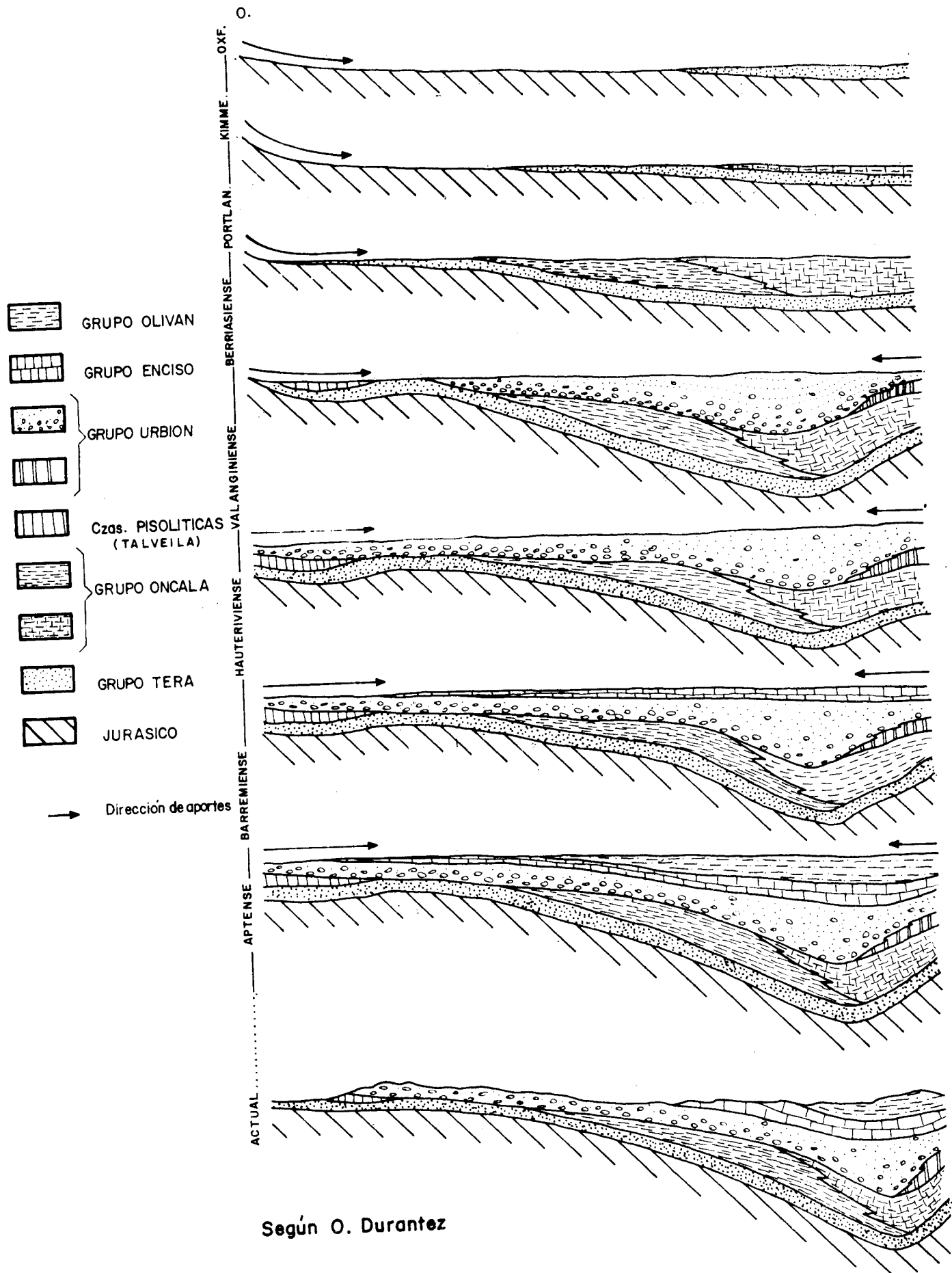
En este apartado se hace una descripción microscópica de las rocas más características que forman cada uno de los tramos que componen la geología de la Sierra de la Demanda. Se seguirá la columna estratigráfica de muro a techo.

INTRODUCCION A LAS ROCAS DEL CAMBRICO

Dentro de estas dos series se diferencian tres tipos de rocas, además de las dolomías del tramo superior del Cámbrico Inferior. Se repiten a lo largo de todo el Cámbrico, lo que indica fluctuaciones periódicas de la cuenca sedimentaria.

ESQUEMA DE SEDIMENTACION DE LAS FACIES "PURBECK-WEALD" DE LA SIERRA DE CAMEROS

E.



Según O. Durantez

Figura 3

Los tres tipos de rocas son:

- a) Filitas (pizarras, según descripción macroscópica).
- b) Areniscas de grano fino.
- c) Areniscas de grano medio y grueso.

a) FILITAS

Se reúnen bajo esta denominación rocas de metamorfismo extremadamente débil, aunque variable, constituidas casi exclusivamente por material grosero; en especial, el cuarzo es poco o nada importante.

b) ARENISCAS DE GRANO FINO

De esta forma se denomina a un conjunto de rocas en las que el cuarzo es ya un constituyente importante. Puede haber además feldespatos y micas detríticas en una matriz pelítica más o menos abundante.

El tamaño de grano es muy fino, y macroscópicamente pueden ser confundidas con las filitas (pizarras en algunos casos).

El metamorfismo puede apreciarse por el grado de reorganización del material pelítico.

c) ARENISCAS DE GRANO MEDIO A GRUESO

La granulometría de estas rocas es sensiblemente mayor que la de las anteriores, hasta encontrar términos que pueden ser clasificados como conglomerados.

El cuarzo es muy frecuente. Suele haber también feldespatos, y la matriz es variable en su composición.

El grado de metamorfismo en este tipo de rocas se manifiesta menos que en el anterior; esto es debido a sus características texturales y mineralógicas.

4.1 CAMBRICO

4.1.1 «METARENISCAS DE BARBADILLO DEL PEZ»

Son areniscas de grano fino y medio.

Minerales esenciales: cuarzo, moscovita y, a veces, plagioclasa, feldespato potásico y sericita.

Minerales accesorios: turmalina, circón y, a veces, apatito, esfena y leucoxeno, también opacos.

Textura: blastosamítica.

Clastos fundamentalmente de cuarzo de hasta 2 mm. de longitud, a veces con marcada extinción ondulante, elongación y aplastamiento. Cuando la

pasta es silíceas, los clastos y granos de la matriz están suturados por cuarzo. En menor cantidad, y no siempre presentes, hay plagioclasa (maclada y sin zonar) y microclina (macla de enrejado).

Se observan a veces moscovitas y, raramente, biotitas detríticas. Los opacos suelen disponerse en los planos de fisibilidad.

4.1.2 «PIZARRAS DE RIOCABADO» (CA₁₂)

Minerales esenciales: moscovita, sericita, cuarzo, carbonato (a veces).
Minerales accesorios: turmalina, opacos, óxidos de hierro.

Textura: lepidoblástica de grano muy fino.

Constituyen un agregado orientado de moscovita-sericita, a veces con algunas moscovitas detríticas, pequeños granos de cuarzo y carbonato, que suelen estar orientados con la pizarrosidad, o también este último en pequeños lentejones. Es típico y distintivo de estas filitas el carbonato, así como la impregnación de óxidos de hierro que, a menudo, siguen los planos de pizarrosidad.

4.1.3 «DOLOMIA DE MANSILLA»

Son rocas bastante puras, constituidas casi esencialmente por carbonato magnésico. El tamaño de grano es variable de unas a otras, pero en cada lámina es homogranular. Se atribuye este hecho a la recristalización de la roca y no a un carácter primario de la misma.

Su porosidad es muy baja, presentando con frecuencia fracturillas con cuarzo. Hay pequeños cuarzos que, en la mayor parte de las veces, evidencian un proceso de silicificación y no una procedencia detrítica.

Se observan, además, otras pequeñas fracturas en las que se disponen óxidos de hierro. En zonas donde la trama de fractura es más apretada, hay cristales de siderita.

La calcita no aparece en ninguna de las muestras estudiadas, ni siquiera secundaria.

4.1.4 PIZARRAS CON LENTEJONES CARBONATADOS DE MANSILLA (CA₂₁)

- a) Filitas (macroscópicamente, pizarras carbonatadas). Semejantes a las anteriores.
- b) Areniscas de grano fino.

Minerales esenciales: cuarzo, moscovita, sericita, plagioclasa y feldespato potásico.

Minerales accesorios: carbonato (a veces), biotita (clorita), turmalina, circón, apatito y opacos.

Textura: blastosamítica de grano fino.

Pequeños clastos equigranulares de cuarzo, y también microclina y, a veces, plagioclasa, en una matriz sericítico-arcillosa más o menos apizarrada.

A veces hay micas detríticas alargadas y flexionadas, y granos de carbonato rodeados por óxidos de hierro.

4.1.5 PIZARRAS Y ARENISCAS DEL RIO GATON (CA₂)

a) Areniscas de grano fino.

Minerales esenciales: cuarzo, moscovita-sericita.

Minerales accesorios: plagioclasa, turmalina, circón, esfena y carbonato, a veces, y opacos.

Textura: blastosamítica.

Existe una variación en la proporción relativa clastos-matriz. En ocasiones, esta última llega a ser dominante, pero parece que siempre se conservan elementos detríticos groseros.

No existen rasgos significativos que diferencien estas rocas de otras del mismo tipo, en distintos niveles del Cámbrico.

b) Areniscas de grano medio.

Minerales esenciales: cuarzo, plagioclasa y feldespato potásico.

Minerales accesorios: moscovita, sericita, circón y opacos. A veces leucoxeno y biotita.

Textura: samítica.

Clastos de cuarzo dominantes, de hasta 2 mm. de longitud, generalmente monocristalinos, con extinción ondulante acusada. Feldespatos de menor tamaño con microclina, y también plagioclasa, que pueden constituir hasta un 15 por 100 del total. Sericita intergranular, sin definir una orientación determinada.

El tamaño de grano puede ser a veces menor y más uniforme. Asimismo, la matriz sericítica puede llegar a ser prácticamente inexistente y los granos presentan entonces suturación en los bordes.

Se observan algunas micas alargadas y curvadas, de procedencia detrítica.

Es destacable aquí el porcentaje en feldespatos y la escasez de matriz.

4.1.6 «METARENISCAS DE VINIEGRA» (CA₂₃)

Areniscas cuarcíticas.

Semejantes a las anteriores (CA₂); quizá su rasgo más característico sea la menor cantidad de feldspatos. Al igual que en aquéllas, la matriz es muy escasa.

4.1.7 «ALTERNANCIAS DEL NAJERILLA» (CA₃)

Areniscas de grano fino.

Minerales esenciales: cuarzo, moscovita y clorita.

Minerales accesorios: opacos y circón.

Textura: granolepidoblástica.

Presentan a veces el tipo intermedio entre las típicas filitas del CA₁₃ y CA₂₁, y las areniscas propiamente dichas. A diferencia de las primeras hay aquí una mayor proporción en cuarzo y no presentan carbonatos.

Debido a la frecuencia de los granos de cuarzo (30 por 100 aproximadamente) y escaso desarrollo de las micas, la esquistosidad está mal definida. El cuarzo puede ser también de segregación.

Las muestras más detríticas no presentan diferencia apreciable con las del resto del Cámbrico.

5 METALOGENIA

Existen en la presente Hoja mineralizaciones de hierro, plomo y cobre, algunas de las cuales han sido objeto de pequeñas explotaciones. Encajan en el Cámbrico, Triásico y facies Weald. A continuación se describen agrupadas según la edad de las rocas en que encajan.

5.1 CAMBRICO

En el Cámbrico encajan mineralizaciones de las tres sustancias reseñadas, que clasificamos según mineralizaciones y génesis.

5.1.1 MINERALIZACIONES SINGENETICAS DE HIERRO EN LOS NIVELES DE DEPOSICION QUIMICA DEL CAMBRICO

En el ámbito sedimentario formado por los depósitos de dolomías y pizarras carbonatadas se formaron minerales de hierro como pirita, siderita-ankerita, oligisto y magnetita, cuyos campos de estabilidad son contiguos y necesitan condiciones similares de Ph y Eh.

La pirita idiomorfa aparece en la mayor parte de los afloramientos carbonatados, diseminada o en pequeños lentejones. Los carbonatos de hierro y el oligisto son también frecuentes y aparecen generalmente diseminados.

La magnetita presenta estructuras globulares de origen coloidal, que denotan una formación a baja presión y temperatura. Es de formación temprana y ha sufrido la tectónica, por lo que los lechos de magnetita aparecen plegados, cortados y desplazados por fallas. Parte de la magnetita observada por el microscopio presenta secciones idiomorfas y procede de la removilización y recristalización de la anterior, por efecto del metamorfismo regional. Estos yacimientos primarios no han constituido en sí objeto de explotación.

5.1.2 YACIMIENTOS DE HIERRO RELACIONADOS CON FILONES DE CUARZO

Al sur del sinclinal de Canales existen varios filones de cuarzo de rumbo N. 80° O., dispuesto según una alineación E.-O.

La corrida de cada uno varía de 1 a 3 km., sufriendo ramificaciones que alcanzan en algunos puntos una potencia aparente de 50 m. Los de mayores dimensiones son el de Bezares, al sur de Bezares; el del Collado Brinzola o Peña Retiñidera, al SE. de Huerta de Arriba; el de Fuente Esola, al sur de Villavelayo, que es cortado por el río Najerilla y cubierto en su parte más occidental por terrenos mesozoicos, y el del Collado Gomicete o La Inglesa, al sur de Viniegra de Abajo y oeste de Viniegra de Arriba. Existen otros filones poco mineralizados, como el del Collado de la Esculca, al norte de Neila, y también otros de menores dimensiones.

Su origen es el relleno por cuarzo de fracturas de edad hercínica. En parte silicifican la roca de caja.

La mineralización está constituida por hematites laminar, de estructura trigonal con la base (0001) muy desarrollada, y de temperatura reducida. El cuarzo, que es prismático, aparece muy tectonizado, siendo por tanto de naturaleza pretectónica y se presenta con algo de plagioclasa. La especularita es esencialmente posterior al cuarzo, se presenta rellenando o tapiando espacios huecos y apenas si aparece deformada.

Se puede proponer, como hipótesis genética, la de disoluciones hidrotermales de origen metamórfico que han removilizado y posteriormente depositado en fracturas, un material de origen probablemente sedimentario. Esto queda corroborado por los datos de campo, observándose una relación especial entre las dolomías del techo del Cámbrico Inferior y los filones de cuarzo. Esta dolomía presenta, en el norte de la Sierra de la Demanda, abundantes mineralizaciones singenéticas de hematites-magnetita. En el sur presenta también, aunque en menor proporción, hierro, que pudo ser removilizado y depositado en los huecos del filón de cuarzo.

La mineralización se encuentra de forma arrosariada dentro del filón y

ha sido objeto de pequeñas explotaciones superficiales. La media de las leyes medidas en diversos puntos mineralizados en los filones son:

	%
Fe	40,29
SiO ₂	37,35
P	0,04
K ₂ O	0,48
Na ₂ O	0,88

5.1.3 YACIMIENTOS DE HIERRO ASOCIADOS A FRACTURAS EN LAS DOLOMIAS DEL CAMBRICO

En algunos puntos del nivel de dolomías del Cámbrico aparecen concentraciones de hierro asociadas a fracturas. Estas debieron actuar como zonas de descompresión y que, al igual que en los filones anteriormente descritos, fluidos de metamorfismo, disolverían parte del mineral primario volviéndolo a depositar a favor de estas fracturas, en zonas próximas al yacimiento primario. No sería de descontar la posibilidad de una superposición con fenómenos cársticos. Los minerales presentes son hematites, oligisto, ankerita y magnetita. Esta última no es el mineral principal, al revés de lo que ocurre en los yacimientos del mismo origen situados al norte de la Hoja, en el paraje de Azarrulla, al sur de Ezcaray. Han sido objeto de explotación al norte de Barbadillo de Herreros.

5.1.4 FILONES DE CUARZO CON PLOMO

En el Paleozoico encajan varios filones de cuarzo con mineralización de galena, todos con pequeñas corridas y potencias. En el paraje El Pinarcito, en el municipio de Neila, aflora un filón que ha sido objeto de explotación. El mineral principal es galena con sólo trazas de plata, al que acompañan blenda, pirita y calcopirita como accesorios. La ganga es fundamentalmente de cuarzo, al que acompañan calcita y siderita. El filón presenta un rumbo N. 45° O. Otros filones mineralizados, alineados en lantejones de pocos metros de corrida y pocos centímetros de potencia, pueden verse arrumbados N. 70° O. junto a la pista de Neila a Villavelayo.

5.1.5 FILONES MINERALIZADOS EN COBRE

Igualmente a los anteriores encajan en el Paleozoico. El de mayor entidad es el que se extiende a este y oeste de Mansilla. Es una falla directa con buzamiento al Sur, que pone en contacto al Triásico con el Cámbrico y se extiende en profundidad. Está mineralizada por calcopirita con ganga de

baritina y algo de cuarzo. Esta falla es posterior a la deposición del Triásico y la mineralización se encuentra tanto en el contacto como en cada una de las formaciones. Más al Oeste, en el paraje del Campo de las Cuevas, en Canales de la Sierra, encaja otro filón de las mismas características que ha sido objeto de explotación.

En los parajes de Peña Moreta y Sancho Viejo, en Neila, aparecen filones de cuarzo con calcopirita y pirita como minerales principales y galena como accesorio, arrumbados N. 30° E. y N. 80° E., respectivamente. Presentan escasa entidad y el segundo fue objeto de pequeñas labores de investigación.

Todas estas mineralizaciones presentan azurita y malaquita en superficie como minerales secundarios. Se observa una proximidad especial con las dolomías del Cámbrico, con las que pudiera tener una relación genética por removilización. Hay que tener presente que no existe ningún granito aflorante en la región y que todos los filones han de estar asociados a procesos de metamorfismo.

5.2 TRIASICO

5.2.1 MINERALIZACIONES DE HIERRO EN LA BASE DEL TRIASICO

La base del Buntsandstein está constituida por un conglomerado de cantos centimétricos a decimétricos, con el cual va asociada una mineralización de hierro formada por óxidos e hidróxidos. Se presentan formando estructuras típicas de desecación, formadas por costras, estructuras arriñonadas y anillos formados por evaporación de aguas muy ferruginosas en bordes de cuencas de sedimentación. En algún punto han sido objeto de explotación, encontrándose las zonas mejores y más ricas siempre muy próximas a mineralizaciones en el Cámbrico, de donde procede el hierro. Así, junto al filón de cuarzo mineralizado de Peña Retiñidera, aparece una mineralización de este tipo que fue objeto de labores de investigación. Al norte del sinclinal de Canales, en su zona oeste, aparecen igualmente estas mineralizaciones en la proximidad de las dolomías cámbricas más o menos ricas en hierro.

También se observan fracturas abiertas en el Cámbrico, con un relleno mecánico de hierro de esta formación.

5.3 FACIES WEALD

5.3.1 MINERALIZACIONES SINGENETICAS DE COBRE

Se localizan en la base de la formación de facies Weald, próximo a las calizas jurásicas. Han sido objeto de explotación en la proximidad de la ermita de San Juan de Canales de la Sierra, donde se presenta un nivel de margas con nivelillos de carbón que contienen cierta proporción de minerales de cobre, malaquita y azurita. La formación está muy meteorizada, por

lo que no se ve el mineral primario, probablemente singenético, formado en un ambiente reductor.

6 GEOLOGIA ECONOMICA

6.1 ROCAS INDUSTRIALES

Es escasa la utilización con fines industriales de la litología de la región, limitándose a las calizas jurásicas, que se han aprovechado para la construcción del firme de las carreteras locales.

También nos encontramos con filones de cuarzo, de regular tamaño, que actualmente no se han utilizado para fines industriales prácticos, pero que en un futuro con el avance técnico pueden suponer una fuente de materia prima de cierta magnitud.

6.2 MINERIA

La minería en la zona cubierta por la Hoja ha presentado escaso desarrollo, aun cuando ciertos indicios podrían hacer pensar otra cosa. Por ejemplo, existe la traza de un ferrocarril minero, actualmente desmantelado, que se extiende desde Monterrubio a Burgos pasando por el puerto del Manquillo. Toda esta obra, que costó varios años de trabajo, tan sólo sirvió para hacer un par de viajes. El trazado pasa por la proximidad de varias minas de hierro de pequeña entidad, cuyas reservas debieron supervalorarse. Una de ellas es la mina de Bezares, situada a SE. de la aldea de Bezares (extremo NO. de la Hoja). Se excavaron dos socavones y se explotó por medio de pozos «Glory Hole». Al norte de Barbadillo de Herreros también se montaron explotaciones de hierro en las dolomías cámbricas y en la base del Triásico. En esta última formación, en retazos que quedan colgados al N. de la falla de Monterrubio, también se montaron pequeñas labores superficiales. En Peña Retiñidera (Huerta de Arriba) y Collado Gomicete (Viniestra) se montaron explotaciones superficiales sobre filones de cuarzo con hematites.

Labores subterráneas, todas ellas con recorridos inferiores a los 100 m., se montaron en los siguientes parajes: Pincito (Neila) y Fuente Abellano (Viniestra de Abajo) para plomo; Campo de las Cuevas y Minas de Plata (Canales de la Sierra), Mansilla, Sancho Viejo (Neila) para cobre en filones encajados en el Cámbrico; Nuestra Señora de la Vega (Valdelaguna) y San Juan (Canales) para cobre en la base de las facies detríticas.

De todas las labores mencionadas podría decirse que sólo las de hierro constituyeron una verdadera explotación y desde luego muy pequeñas para las habituales en las de este tipo de sustancia. Las restantes se debieron desarrollar por la presencia de algún indicio prometedor y su continuación

con la esperanza de algún éxito fallido o abandonados después de haber localizado y explotado alguna bolsada.

6.3 HIDROGEOLOGIA

Dentro del estudio hidrogeológico de la zona, vemos que el conjunto Dogger Inferior-Medio nos presenta un espesor variable, oscilando entre 80 y 160 m. en la base, con calizas arenosas e intercalaciones de caliza margosa, pasando rápidamente a calizas masivas, negras, muy karstificadas en superficie, con zonas brechoides abundantes y con marcado carácter transgresivo. Material muy compacto, pero fuertemente fisurado y con gran permeabilidad secundaria de tipo kárstico, dando manantiales de hasta 100 l/seg. Alimentación directa generalmente, con buenos afloramientos y estructuras muy favorables en el sinclinal alargado de Canales.

El Dogger Superior nos presenta un tramo superior poco potente de 10-15 m. de calizas arenosas, con facies arrecifales; el resto de la serie es muy impermeable, con fuentes escasas y de caudal mínimo.

Las facies Purbeck-Weald se nos presentan como series complejas de tipo continental con varios miles de metros de espesor. Comienzan con capas de conglomerados, areniscas, arcillas arenosas finas y arcillas abigarradas, areniscas silíceas (ortocuarcitas) a veces conglomeráticas, limolitas, margas, conglomerados y cuarzo-areniscas, ortocuarcitas y arcillas arenosas finas en el techo. Debido a los abundantísimos cambios laterales de facies, propios de una sedimentación deltaica en cuenca parálida, las condiciones hidrogeológicas de los materiales son muy difíciles de predecir. Se precisan estudios muy completos y exhaustivos, que pudieran resultar rentables si tenemos en cuenta que el conjunto de la cuenca Purbeck-Weald esboza un macrosinclinorio cruzado en suave plegamiento y violentamente levantado sobre sus bordes. No obstante, dada la abundancia de las facies arcilloso-margosas, y el cemento silíceo de las facies arenosas, en términos generales, este conjunto se puede considerar, en principio, como impermeable.

7 BIBLIOGRAFIA

- AITKEN, R. (1942).—«The Sierra de la Demanda (Burgos, Spain)». Note of the tectonics of the Northern Margin. *Geol. Mag.*, pp. 33-48.
- ASSENS, J. (1971).—«Notas sobre el Jurásico de la zona de Cameros». *Cuadernos Geol. Iber.*, núm. 2, pp. 637-41.
- BEUTHER, A., y DAHM, A. (1966).—«Der Jura und Wealden in Nordost Spanien». *Beihefte zum Geologischen Jahrbuch*, heft. 44.
- (1967).—«Geologische Untersuchung in Wealden und Utrillas-schichten

- im westteil der Sierra de los Cameros». *Beith. Geol. J. B.*, N. 44, pp. 103-122.
- BOQUERA, J.: GIL SERRANO, G., y ZUBIETA, J. M. (1976).—«Hoja Geológica 1:50.000, núm. 21-11 (Ezcaray)» (en prensa). *IGME*.
- BRENNER, P. (1973).—«Ostracoden und Charophiten des Nordspanischen Wealden (Systematik, Oekologie, Stratigraphie, Palaogeographie)». *Inauy. Diss. Tubingen*, 150 p.
- BRENNER, P. y WIEDMANN, J. (1974).—«Nuevas aportaciones al conocimiento del "Weald" Celtibérico Septentrional y sus relaciones paleogeográficas». *Primer Symposium sobre el Cretácico de la Cordillera Ibérica*, Cuenca, pp. 125-134.
- COLCHEN, M. (1960).—«Observations sur le Cambrien de la region d'Ezcaray (Sierra de la Demanda, prov. de Logroño, Espagne). *C. R. somm. S. G. Fr.*, pp. 135.
- (1963).—«Sur la tectónique de la bordare nord de la Sierra de la Demanda (Chaines Iberiques, Espagne)». *Extrait de C. R. somm des seanc de la Soc. Geol. de France*, fasc. 6, pp. 196, Caja núm. 10.
- (1963).—«Etude tectonique du secteur Pradoluengo-Alarcia Sierra de la Demanda (Chaines Iberiques, Espagne)». *Extrait du Bull. de la Soc. Geol. de France*, t. V, pp. 1068-1075, caja núm. 10.
- (1964).—«Sur les formations carboniferes du nord de la Sierra de la Demanda (Chaines Iberiques, Espagne). *Extrait des comp. rendus des seanc. de l'Acord. del Scienc*, t. 258, pp. 2863-2865, caja núm. 10.
- (1964).—«Sur une coupe a travers les formations paleozoiques de la Sierra de la Demanda (Burgos, Logroño, Espagne)». *Extrait du C. R. Somm. des seanc. de la Soc. Geol. de France*, fasc. 10, pp. 422, caja número 10.
- (1964).—«Sobre la tectónica del borde norte de la Sierra de la Demanda (Cadena Ibérica, España)». *Notas y Comun. IGME*, núm. 73, pp. 217-220.
- (1964).—«Successions Lithologiques et niveaux repères dans le paleozoique antecarbonifere de la Sierra de la Demanda (Burgos, Logroño, Espagne)». *Extrait des comp. vendus des seanc. de l'Acord. des scienc.*, t. 259, pp. 4758-4761, caja núm. 10.
- (1965).—«Nouvelles donneon sur le carbonifere de la Sierra de la Demanda (Burgos, Espagne)». *Extrait des comp. vend. des seanc. de l'Acord. des Scienc.*, t. 260, pp. 1696-1699, Armonio V, Estante 7.
- (1966).—«Sur la tectonique terciare du massif paleozoique de la Sierra de la Demanda (Espagne) et de sacouverture mesozoique et cenozoique». *Bull. Soc. Geol. France*, t. VII, pp. 87-97.
- (1967).—«Sur la presence du Cambrien Superieur a "Prochuangia" et "Chuangia" dans la Sierra de la Demanda (Logroño)». *C. R. Acord. Sci. Paris* 264, pp. 1687-1690.

- (1968).—«Le Cambrien et ses limites dans la Sierra de la Demanda (Burgos, Logroño, Espagne)». *Comptes Rendu. Soc. Geol. de France*, fascículo 6, pp. 180-182.
- COLCHEN, M., y HAVLICEK, V. (1968).—«Le nivea a Billingsella of. *Pingulaeformis Nikitin* du Cambrien de la Sierra de la Demanda (Logroño, Espagne)». *Compte. Rendu. Soc. Geol. de France*, fascículo 4, pp. 116.
- DURANTEZ, O., y CAMARA, P. (1976).—«Hoja geológica 1:50.000 núm. 22-12 (Villoslada de Cameros)» (en prensa). *IGME*.
- GIL SERRANO, G.; ZUBIETA, J. M., y BOQUERA, J. (1976) (en prensa).—«Hoja geológica 1:50.000, núm. 20-11 (Pradoluengo)». *IGME*.
- GIL SERRANO, G., y ZUBIETA, J. M. (1976).—«Hoja Geológica 1:50.000 número 20-12 (Covarrubias)». *IGME*.
- KNEUPER-HAACK (1967).—«Ostracoden aus dem Wealden der Sierra de los Cameros (Nordwestliche Iberische Ketten)». *Beith Geol. J. B.*, núm. 44, pp. 165-209.
- LOTZE, F. (1960).—«Sobre la tectónica de la parte oriental de la Sierra de la Demanda». *Notas y Comunicaciones. IGME*, núm. 57, pp. 183-192, 5 figs.
- MORILLO VELARDE, M. J., y MELENDEZ HEVIA, F. (1972).—«La falla de San Leonardo». *Interpretación paleogeográfica. Est. Geol.*, núm. 28, pp. 65-76.
- PALACIOS, P., y SANCHEZ LOZANO (1885).—«La formación Wealdense en las provincias de Soria y Logroño», t. XII, Madrid.
- SCHMIDT, R. (1969).—«Stratigraphische Vutersuclungen im Jura und Wealden von Salas de los Infantes». *Dipl. Arbeit tubinger*, 80 pp.
- TISCHER, G., y BEATHER, A. (1957).—«Die Wealden-Ablagerung der Sierra de los Cameros (Iberischen Ketten, Spanien)». *Beiheft. 44 zum. Geol. Ichrbuch*, hoja 37, caja núm. 37.
- TISCHER, G. (1967).—«Über die Wealden-Ablagerungen und die Tectonik der Ostlichen Sierra de los Cameros im der nordwestlichen Iberischen Ketten (Spanien)». *Beith. Geol. J. B.*, núm. 44, pp. 123-164.
- TISCHER, G. (1966).—«El delta Wealdico de las montañas Ibéricas occidentales y sus enlaces tectónicos». *Notas y Comunicaciones. IGME*, núm. 81, pp. 53-78.
- VALLADARES, M. I. (1976).—«Sedimentología del Jurásico y Cretácico al S. de la Sierra de la Demanda (Provincias de Burgos y Soria)». Universidad de Salamanca, Facultad de Ciencias. Tesis doctoral.
- WIEDMANN, J. (1965).—«Sur la possibilité d'une subdivision et des correlations du Cretace Inferieur Iberique». *Mem. Bur. Rech. Geol. Min.*, 34, páginas 819-823.