



IGME

308

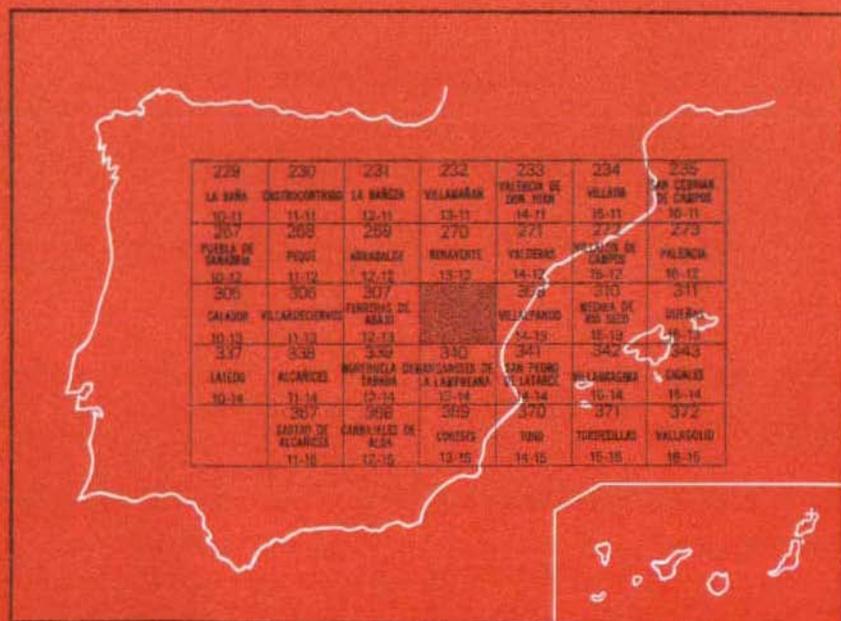
13-13

MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA

E. 1:50.000

VILLAFAFILA

Segunda serie - Primera edición



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA
E. 1:50.000

VILLAFILA

Segunda serie - Primera edición

SERVICIO DE PUBLICACIONES
MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA

La presente Hoja y Memoria han sido realizadas por IBERGESA, bajo normas, dirección y supervisión del IGME, en colaboración con el Departamento de Cristalografía y Mineralogía de la Universidad de Salamanca.

La geología de campo y la confección de la Memoria ha sido realizada por MARTIN-SERRANO GARCIA A. y PILES MATEO, E., Geólogos de IBERGESA.

Las técnicas y estudios realizados han sido los siguientes:

Personal de IBERGESA: Sedimentología y Petrología; Cabra Gil, P.

Se ha contado también con la colaboración de Maura Amunategui, C., Ingeniero Técnico de Minas, y Mena Inglés, J. M., Geólogo, en la realización del capítulo referente a la Geología Económica.

Por el Departamento de Mineralogía y Cristalografía de la Universidad de Salamanca intervinieron en la realización de los estudios sedimentológicos: García Sánchez, A., Dr. en Ciencias Químicas, y Cembranos Pérez, M. L., Licenciado en Ciencias Químicas, bajo la supervisión de Saavedra Alonso, J., Dr. en Ciencias Químicas y Geológicas.

Micropaleontología: Granados, L., Geólogo.

INFORMACION COMPLEMENTARIA

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

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

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

Depósito Legal: M - 2.943 - 1982

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

INTRODUCCION

La Hoja pertenece en su totalidad a la provincia de Zamora y está ubicada en su extremo noroccidental entre las de Valladolid y León.

Geológicamente, se encuentra situada en el límite occidental de la cuenca del Duero, apareciendo ya en la mitad oeste de la misma las primeras estribaciones montañosas del bloque hercínico de Sanabria. La parte oriental está ya ocupada por los depósitos neógenos detríticos de la facies «Tierra de Campos», aunque tienen especial significación los depósitos cuaternarios muy bien representados por los sistemas de terrazas de los ríos Orbigo, Esla y Tera, que confluyen en la Hoja, procedentes de la Cordillera Cantábrica los dos primeros y del macizo de Sanabria el segundo.

En relación a los antecedentes bibliográficos referentes al Terciario y Cuaternario de la cubeta del Duero, los trabajos concretos sobre la zona son inexistentes, por lo que habrá que referirse a aquellos que traten problemas generales o ya particulares de un sector y que de alguna forma contribuyen al esclarecimiento de los problemas que se nos presentan.

Primeramente hay que citar a E. HERNANDEZ-PACHECO (1915), que estudia ya la Cuenca del Duero y define por primera vez la facies «Tierra de Campos».

Paleontológicamente señalaremos J. ROYO GOMEZ (1922, 1926) y especialmente los trabajos de M. T. ALBERDI y E. AGUIRRE (1970) sobre algunos ejemplares en el yacimiento cercano de Benavente.

Por último, indicar la importancia de los estudios realizados por J. M. MABESOONE (1961), sobre todo desde el punto de vista sedimentológico, y del mapa geológico de la cuenca del Duero del informe para aguas subterráneas, de AEROSERVICE (1967).

1 ESTRATIGRAFIA

1.1 INTRODUCCION

El estudio estratigráfico de la zona va a estar separado en dos bloques caracterizados por una independencia total. Uno será el relativo a las series antehercínicas de los últimos afloramientos del zócalo antiguo de la Meseta antes de sumergirse bajo los materiales neógenos de Castilla la Vieja, que serán los que integren el segundo conjunto.

Desde los últimos niveles prehercánicos representados hasta la serie detrítica del Mioceno Superior existe un gran hiato, ya que no existe traza alguna de representación mesozoica en toda la región, que abarca hasta el Terciario Superior, aunque el Paleógeno está ya bien representado hacia el sur, en las proximidades de Zamora.

Todos los materiales detríticos recientes (neógenos y cuaternarios) están también caracterizados por la nula o escasa significación de su microfauna. Igualmente ocurre en relación a su macrofauna, pues aunque hemos encontrado restos de huesos son inclasificables. Por tal motivo se hace necesario recurrir, aunque entraña dificultades de correlación derivada de las características litoestratigráficas y de la mala calidad de los afloramientos, a dataciones definidas en importantes yacimientos localizados en regiones próximas (Benavente).

En relación con los materiales paleozoicos, éstos están escasa e irregularmente repartidos en la zona, razón por la cual nos referiremos frecuentemente a zonas limítrofes en ejecución o bien a la bibliografía regional.

Dentro del contexto regional estas formaciones forman las estribaciones noroccidentales de la zona Galaico-Castellana de LOTZE (1961), y a la zona IV de MATTE (1968), en dominio «Olla de Sapo».

A grandes rasgos los materiales presentes corresponden a: Las partes altas de los profiroides «Olla de Sapo», un conjunto de pizarras y areniscas limitadas a techo por un tramo cuarcítico, que pertenecen al Ordovícico Inferior. La serie termina con una serie de pizarras y cuarcitas ordovícicas medio y superior.

Es en la esquina SO en donde están mejor representados estos tramos litológicos, sobre todo los últimos, puestos de manifiesto en el cauce excavado por el río Tera. La prolongación del curso del Esla limita los afloramientos de los materiales hercánicos.

1.2 FACIES DE MEGACRISTALES «OLLO DE SAPO» (PC-CAÇ)

Los únicos puntos en que aparece esta formación es en las proximidades de las localidades de Milles de la Polvorosa y Omlillos de Valverde,

en el escarpe de dos niveles de terraza, con lo cual no alcanzan una gran extensión superficial.

Se trata de una roca de aspecto masivo, de color grisáceo, con esquistosidad cuya característica fundamental es la presencia de abundantes fenocristales idiomorfos de plagioclasas, que llegan a alcanzar hasta 10 cm. Estos fenocristales aparecen orientados con su eje mayor paralelo a la esquistosidad visible. Igualmente es de destacar la presencia de cuarzos de tonos azulados dispersos en la masa.

Dado el grado de alteración de los afloramientos, no es posible la obtención de muestras superficiales, por lo que para su composición mineralógica nos remitimos a los estudios realizados en las Hojas limítrofes. Según esto, presenta como minerales principales cuarzo, plagioclasa, biotita y moscovita, y como minerales accesorios feldespato potásico, epidota, circón, apatito, etc.

Con relación a la textura destaca la presencia de cuarzos estallados, con bordes irregulares, característicos de origen volcánico, así como feldespatos rodados.

De la observación de estos caracteres, así como de los estudios de otros autores, MARTINEZ GARCIA (1973) y MATTE (1968), entre otros, indica un origen sedimentario, arcosas y sedimentos volcánico detríticos, para la formación «Ollo de Sapo». No obstante, para CAPDEVILLA (1969) no toda esta formación tendría un origen de sedimentos volcánicos, sino que parte derivaría de un zócalo Precámbrico granítico.

En relación a la datación existe una cierta imprecisión, pues para unos autores, MATTE (1968) sería Precámbrico, para FERRAGNE, A. (1972) se situaría en la base Cámbrico-Ordovícico, para MARTINEZ, E. (1973) Cámbrico, entre otros. Ante la imposibilidad de poder tomar un criterio suponemos una edad Precámbrico-Cámbrico.

1.3 FILITAS NEGRAS Y CUARZO ARENITAS (O₁₂¹)

A techo de la formación anterior aparece un conjunto pelítico con intercalaciones cuarcíticas de potencia variable, y con marcado carácter lenticular. Se trata de una serie de cuarzo-esquistos arenosos, en general de color negro, que en algunos puntos toman tonos gris-rosáceos. Intercalados con esta serie aparecen bancos de cuarcita de potencias variables, más abundantes en la base de la serie, de colores blancos a gris claro, de grano fino, generalmente micáceos. Son frecuentes la presencia de estructuras sedimentarias; estratificaciones oblicuas.

No aparecen criterios suficientes en la Hoja para datar este conjunto de filitas-cuarcitas, y de nuevo nos hemos de referir a zonas limítrofes para su datación, ya que en la Hoja de Peque, núm. 268, han aparecido hacia

la mitad de la formación, y dentro de un nivel cuarcítico, crucianas cuya clasificación las enmarca en el Skidaviense. Puesto que a techo de esta serie se encuentran cuarcitas Arenig, pensamos que el conjunto que nos ocupa ha de pertenecer al Ordovícico Inferior.

El fuerte plegamiento de esta serie, unido a lo aislado de los afloramientos y dificultad de control tectónico, hace difícil el precisar una potencia de este tramo, si bien un valor estimado y promedio regional da unos 300-400 m. de potencia, E. MARTINEZ (1973).

1.4 CUARCITAS EN BANCOS «FORMACION CULEBRA» (O₁₂³)

Sigue a la formación anterior un conjunto de cuarcitas en bancos de 1,5 a 2 m. de potencia. La zona en que se encuentran mejor representadas es en las proximidades de El Cañal del Puente, al SO de la zona, donde aparecen formando un gran pliegue isópaco concéntrico, puesto de manifiesto por el valle formado por el río Tera.

Se trata de una ortocuarcita de grano fino de color blanco a gris claro, donde es posible encontrar estructuras sedimentarias como laminación oblicua, estratificación cruzada, etc. Esta formación se encuentra muy replegada en pliegues estirados que resaltan en el paisaje de la zona, recibiendo por esta causa el nombre de Sierra de las Culebras una región próxima, denominándose, por tanto, a esta serie como formación Culebra.

Mineralógicamente se trata de una proto-cuarcita de grano fino con moscovita, sericita, zircón, turmalina y opacos como accesorios.

Las cruzianas encontradas en zonas próximas a la Hoja dentro del mismo nivel indican que pertenecen al Skidaviense, por lo tanto se trata de las «cuarcitas armoricanas».

A partir del anticlinal de El Cañal del Puente se puede deducir una potencia de unos 80 m., si bien en algunas zonas dicha potencia puede aparecer repetida varias veces como consecuencia del estilo tectónico de plegamiento de las mismas, E. MARTINEZ (1973).

1.5 CUARCITAS Y FILITAS NEGRAS Y ASALMONADAS (O₂₋₃)

A continuación de la serie de cuarcitas se presenta un conjunto de pizarras de colores salmón a rojizas y negras que equivalen a parte de la serie conocida como formación de «San Pedro de las Herrerías». En las partes bajas de la serie se presentan intercalaciones cuarcíticas similares a las vistas en los tramos anteriores.

Estas filitas se han clasificado como filitas de cuarzo y micas de textura granolepidoblástica.

Por su posición con respecto a la serie anterior y de acuerdo con la bibliografía regional, las atribuimos al Ordovícico Medio y Superior.

Dado que representan los últimos afloramientos paleozoicos de la zona, y que como es natural sobre éstos se ha formado un relieve, el cual se encuentra fosilizado por materiales neógenos y cuaternarios. No nos es posible hablar de potencias para este tramo, si bien, y de acuerdo con datos regionales se le supone una potencia de 300 m.

1.6 MIOCENO

Ocupan más de las tres cuartas partes de los afloramientos de la Hoja, aunque están en gran parte tapizados por depósitos fluviales recientes. Tan solo en el tercio oriental estos afloramientos no están cubiertos.

Se han diferenciado dos facies, una correspondiente a la mitad occidental y otra a la oriental. Aunque asimilables, la razón de su separación estriba en la evolución decreciente del tamaño y frecuencia de detriticos groseros al acercarnos hacia el límite este. El tránsito de una a otra lógicamente es gradual, por lo que el contacto es susceptible de modificación en uno u otro sentido.

1.6.1 FACIES «MONTAMARTA» ($T_{c11-12}^{Bc-Bc^1}$)

Esta facies es la más occidental de las dos separadas y está en contacto con los macizos paleozoicos del bloque hercínico zamorano. Está compuesta fundamentalmente por arcillas, arcillas arenosas y arenas de colores ocres o rojizos, siendo característico de estas facies la aparición de numerosos niveles detriticos. Estas facies es asimilable a las facies de Montamarta (AEROSERVICE, 1967).

Un corte representativo es el realizado a 2 km. de Frieria de Valverde, en el paraje denominado Hornolargo; de muro a techo se observa los siguientes:

- 4,00 m. de arcillas ocre rojizas algo arenosas.
- 6,50 m. de arenas finas de colores amarillentos y blancos.
- 1,80 m. de arenas gruesas con los mismos colores en los que se observan laminaciones cruzadas.
- 0,70 m. de arcillas algo arenosas.
- 2,00 m. de arenas gruesas y finas y microconglomerados con abundantes pasadas de cantos. En la base existe un nivel de conglomerados de cuarcita de tamaños que oscilan entre los 0,5 y 2 cm. con matriz arenosa y cemento ferruginoso.
- 0,80 m. de arcillas de colores ocre-rojizos.

- 6,00 m. de arenas gruesas y microconglomerados con pasadas de cantos. Abundan las laminaciones cruzadas a pequeña y gran escala.
- 4,00 m. de arenas amarillentas de grano medio con aspecto masivo.
- 4,50 m. de arenas arcillosas de tonos amarillentos.
- 0,60 m. de arenas gruesas y microconglomerados en donde se ven laminaciones cruzadas.
- 1,20 m. de arcillas ocreas algo arenosas.

Los niveles detríticos, tan frecuentes en toda la zona, son fundamentalmente arenosos, aunque también existen muchos microconglomerados y niveles de cantos.

Todos estos niveles arenosos se presentan intercalados con otros niveles detríticos más groseros y arcillas dispuestas según unas ciertas secuencias más o menos completas que indican un cierto régimen fluvial. Los niveles detríticos más groseros son conglomerados de cantos generalmente de cuarzo blanco, bastante subangulosos, formando pequeñas hiladas y lentejones en laminación cruzada.

Estos tramos se pueden presentar con aspecto masivo, aunque son muy frecuentes las apariciones de laminaciones cruzadas a pequeña y gran escala.

Se ven con frecuencia costras ferruginosas empastando diversos niveles detríticos, con frecuencia allí donde ha existido una interrupción sedimentaria.

Esta facies representaría el tránsito entre una típica facies de borde que se encuentra un poco más al oeste, en las Hojas próximas, y la facies «Tierra de Campos».

En realidad, exceptuando la mayor proliferación de niveles detríticos y el escaso desarrollo de las concreciones, sobre todo calcáreas, el resto es de características muy similares a las de la facies diferenciadas en el resto de la Hoja y en zonas próximas.

La potencia de esta facies, según datos de sondeos, puede superar en esta zona el centenar de metros, siempre, claro está, en los sectores más occidentales, aunque hay que señalar de que por la circunstancia de fosilizar un relieve preterciario de características muy particulares la profundidad del zócalo se alcanzará a cotas variadas.

Dada la inexactitud de las descripciones litoestratigráficas de los sondeos no podemos asegurar la existencia de niveles infrayacentes de edades diferentes, aunque parece mantenerse la misma tónica litológica que en superficie.

El contacto entre esta facies del Terciario continental y el bloque Paleozoico es lógicamente discordante, estando el Terciario fosilizando un antiguo relieve antes mencionado.

En cuanto a flora o fauna sólo hay que señalar la inexistencia de restos

clasificables, aunque se encuentran trozos de huesos y restos carbonosos que muy bien pudieran identificarse con materia vegetal.

1.6.2 FACIES «TIERRA DE CAMPOS» s. l. (T_{cl1-12}^{Bc-Bc¹})

Estas facies ocupan el tercio oriental de la Hoja, formando parte de la comarca de la «Tierra de Campos».

El informe geológico de AEROSERVICE (1967) incluye estos materiales dentro de lo que llama facies de «Villalpando-Sahagún», que considera como tránsito de la de «Montamarta» a la de «Tierra de Campos», aunque se inclina por incluirla dentro de la segunda. De acuerdo con esta última puntualización no hemos creído oportuno su separación por estimar la analogía entre ambas facies.

En el conjunto abundan las arcillas arenosas de colores ocres característicos, aunque también son muy frecuentes los niveles arenosos e incluso de microconglomerados, aunque con mucha menor proporción que en la facies anterior.

Aunque se presentan muy semejantes a la facies de «Montamarta» existen algunas diferencias que han motivado su separación. Estas diferencias son esencialmente de la disminución de los niveles detríticos y la aparición de niveles carbonatados y concreciones.

Estos tramos detríticos se repiten con cierta periodicidad, por lo que se pueden comparar a una secuencia más o menos completa que podríamos asimilar a una serie fluvial.

El significado genético de estos niveles detríticos sería el de avenidas más o menos canalizadas con aportes detríticos más groseros que arrancarían y removilizarían parte de los sedimentos depositados anteriormente bajo un régimen lagunar (?).

Una de las características más notables es la aparición de interrupciones sedimentarias en los que son fácilmente observables muchos de colores oscuros, así como concreciones y pequeñas costras ferruginosas. Precisamente una característica generalizada en todas estas facies es la abundancia de material limonítico que da a la región un color ocre-amarillento típico.

Otra circunstancia, que es precisamente una de las que han motivado la diferenciación entre estas facies y la facies anterior, es la aparición de carbonatos.

Estas concreciones calcáreas se presentan en formas irregulares, formando concreciones y cementando niveles de los tramos arenosos indicados anteriormente. Las concentraciones carbonatadas de formas pseudoestratiformes es probable que se deban a procesos de encalichamiento. Existen otras en forma de raíces que es probable que sean el resultado de

concentraciones en torno a las raíces de los arbustos bajo el influjo de la transpiración de la planta sobre los cercanos niveles freáticos. Otras son de forma redondeadas o irregulares, en cualquier caso ligadas a procesos edáficos.

La potencia total de estas facies, al faltar techo y muro, no se pueden determinar, aunque por datos de sondeos parece ser que en estas Hojas se puede alcanzar profundidades superiores a los 180 m.

Entre los materiales arcillosos se encuentran restos orgánicos inclasificables, posiblemente vegetales, aunque lo que si son más frecuentes son trozos de huesos de vertebrados, generalmente en esas áreas de removilización mencionadas anteriormente.

1.6.3 DATACIONES

Las dos facies diferenciadas, tanto la llamada de «Montamarta» como la de la «Tierra de Campos», son isócronas.

Los estudios micropaleontológicos realizados no se observan restos claros, aunque aparecen tubos formados por aglutinación de granos de cuarzo con cemento (matriz) arcillosa y que podrían corresponder a tallos de algas.

Dada la imposibilidad de datación por este medio y ante la inexistencia de microfauna o macroflora clasificable debemos recurrir a correlaciones con otros autores que realizaron estudios similares en otros sectores de la cuenca del Duero.

F. BERGOUNIOUX y F. COUZEL (1956) estudian varios yacimientos de mastodontes en la cuenca del Duero. Los más cercanos son los de Santa María de Páramo, el de Castroverde de Campos y el de Benavente. En el primero de ellos encontraron *Trilophodon angustidens* CUVIER y *Trilophodon olisiponensis* ZBYSXEWISKY y en el tercero *Zygodon pyrinaicus*. El primer yacimiento lo atribuye a un Vindoboniense Superior y el segundo a un Vindoboniense Medio probable.

En el último yacimiento (Benavente) M. T. ALBERDI y E. AGUIRRE (1970) encuentran *Tetralophodon longirostris* KAUP, *Zygodon pyrinaicus* LA-RETT, *Trilophodon angustidens* CUVIER. Además de Mastodonte contiene un Jiráfido (*Decennatherium pachecoi*, CRUSAFONT) y restos de *Rhinocerotidae* (indeterminable). Estos autores atribuyen una posible correspondencia con capas altas del Mioceno (Vallesiense).

Ante tales hechos nos vemos forzados a optar para dichas facies una cronología que oscilaría entre Vindoboniense Superior y Pontiense Inferior (Vallesiense).

1.7 CUATERNARIO

Los materiales cuaternarios son de gran importancia regional, no sólo

por su extensión, sino por el significado genético que tienen en la reciente evolución de la cuenca del Duero. Además se da el hecho de que en este sector concurren los más importantes ríos de la zona occidental de la depresión, todos ellos jaloados de gran número de terrazas que tapizan los materiales antehercínicos y terciarios de los dos tercios occidentales de la Hoja.

Aunque también hay depósitos de variadas génesis, como lo son conos de deyección, coluviales, glaciares, etc., la importancia de la sedimentación cuaternaria radica en los depósitos de origen fluvial, existiendo en toda la región un sistema de terrazas ampliamente desarrollado.

1.7.1 TERRAZAS FLUVIALES

Ya nos hemos referido a la importancia relevante de los depósitos fluviales de la región. Por su extensión e importancia, no sólo en su totalidad, sino también por las particularidades de cada uno de estos cursos de características definidas por sus áreas de procedencia y recorrido, hemos creído conveniente sistematizar su análisis haciendo un estudio por separado sin olvidar las analogías y diferencias entre cada uno de ellos.

Hay que precisar que la aparente anarquía en la numeración de los subíndices de las siglas de los niveles de terraza vienen motivadas por los procesos de reajuste en la unificación de la totalidad de las terrazas de las Hojas que abarcan esta zona. También señalaremos las dificultades derivadas del encaje entre los diversos aterrazamientos, pues su semejanza litológica y la inconstancia de los desniveles, tanto absolutos como relativos, plantea muchos problemas, y aunque la asimilación entre niveles se ha hecho con la mayor precisión posible, dentro de los medios disponibles, estimamos que es susceptible de modificación.

1.7.1.1 Río Tera

Procede de los montes de Sanabria y discurre en la actualidad entre materiales antehercínicos y terciarios, confluyendo con el Esla en su salida a la altiplanicie castellana. Este sistema fluvial es el culpable de la desmantelación de gran parte de los sedimentos neógenos depositados sobre los paleorrelieves de la región sanabresa.

Aunque algunos autores estiman la inexistencia de terrazas en dicho río (LEGUEY y RODRIGUEZ, 1971), se han podido separar hasta ocho niveles distintos en el sector comprendido dentro de los límites de la Hoja. Estos depósitos están situados a 2-5, 5-10, 15-30, 25-40, 40-50, 55-70, 65-85 y 90-100 metros sobre el nivel actual del río y corresponden respectivamente a los

niveles Q_1T_{10} , Q_1T_9 , Q_1T_8 , Q_1T_7 , Q_1T_6 , Q_1T_5 , Q_1T_4 y Q_1T_3 , separados en la totalidad del contexto regional.

El conjunto de terrazas del Tera se localiza en el sector occidental de la Hoja, situándose las más altas siempre al SO, procediendo el escalonamiento hacia los niveles inferiores siempre al NE.

Se apoyan indistintamente sobre materiales paleozoicos o sobre terciario, siendo los niveles superiores los que suelen estar adosados a los antiguos paleorrelieves prehercínicos y en muchos casos coronando las cimas a modo de canturrales dispersos, donde los materiales arcillo-arenosos han desaparecido por lixiviación.

Estos sedimentos están formados por lentejones de conglomerados, arenas, areniscas y arcillas de tonos rojizos, sobre todo en los niveles superiores.

Los cantos de los conglomerados son de cuarcita en su mayoría y su grado de redondeamiento no es muy grande, siempre menor que en los depósitos del Orbigo y por supuesto del Esla. Su tamaño medio, mayor que en los otros ríos, puede oscilar entre los 5 y 10 cm., aunque existen bloques de hasta 25 cm. Puede apreciarse una disminución del tamaño de los cantos conforme ha evolucionado el río, pero no de forma muy acusada. Su matriz es arenocilicosa y, aunque compactos, rara vez están cementados.

Más abundantes que la fracción arenosa son las arcillas de tonos muy rojos, intensas en los niveles superiores, siendo a veces el único constituyente de ciertos sectores de algunos niveles de terraza (Q_1T_6) en las cercanías del paraje llamado Canal Mora, frente a Villaveza de Valverde. Esta proporción de cantidad y coloración en el total del depósito disminuye conforme descendemos a nivel actual del río tornándose a tonos más parduzcos.

Están compuestos fundamentalmente por caolinita e illita, cuya proporción se invierte conforme descendemos en los diversos niveles, con algunas pequeñas proporciones de goethita.

Las potencias son muy variables y aunque se mantienen entre los 1 y 5 metros, en casos excepcionales pueden alcanzar hasta los 25 ó 30 metros. Las potencias longitudinales de los aterrazamientos son mucho más acusadas que las de los otros ríos, observación esta que concuerda con las otras características de este tramo del río.

En el tramo del Tera, desde su entrada en la Hoja hasta su confluencia con el Esla, se han desarrollado dos afluentes que tienen su prolongación en la Hoja adyacente (12-13, Micereces de Tera). Estos afluentes, de escasa importancia en la actualidad, son el arroyo de Castrón y el arroyo del Riego. Presentan terrazas a partir del nivel Q_1T_7 , aunque es probable que este último se estableciera en el nivel Q_1T_8 . Aunque los depósitos de los aterrazamientos no presentan unas características muy diferentes a la de

su colector es muy probable que la mayoría sean materiales heredados de las terrazas superiores, pues no creemos que nunca tuvieron mucha mayor importancia de la que presentan en la actualidad, ya que su zona de drenaje no parece tener gran extensión.

Los depósitos paraquales del Tera son de análogas características a sus predecesores, aunque hay que señalar la aparición de frecuentes cantos de gneises («Ollo de Sapo»), hecho éste no observado, al menos con tanta frecuencia, en los aterrazamientos anteriores. Aunque las características estratigráficas de todo aluvial son semejantes, razones morfológicas han motivado la separación de éste en llanura de inundación (Q_2Al_3) y lecho mayor actual del río (Q_2Al_2). En el arroyo del Castrón hemos procedido de igual forma.

1.7.1.2 Río Orbigo

Procede de la zona de la Cordillera Cantábrica situada al NO de León, descendiendo actualmente por la llanura al borde de las estribaciones hercínicas en contacto con la cuenca del Duero, por donde se le unen primero el río Tuerto en la Bañeza y después, casi en Benavente, el Eria, que proceden de los montes de León y macizo de Sanabria, respectivamente.

En el tramo comprendido desde su entrada en la Hoja hasta su confluencia con el Esla, hemos separado siete niveles distintos de terrazas, todos en la margen derecha del mismo. Aunque las analizaremos como pertenecientes al sistema de terrazas del Orbigo parte de ellas es muy posible que ya hayan pertenecido a la confluencia de éste con el Esla.

Los niveles separados se encuentran a 2-3, 5-12, 10-20, 18-30, 40-50, 55-70 y 70 metros, y corresponden respectivamente a las terrazas Q_1T_{10} , Q_1T_9 , Q_1T_8 , Q_1T_7 , Q_1T_6 , Q_1T_5 y Q_1T_4 .

Los tramos de terrazas están apoyados sobre Terciario continental de la cuenca del Duero y adosados en su terminación a una alineación hercínica en las cercanías de Milles de la Polvorosa y son continuación de los observados en la Hoja superior (12-13, Benavente). Las más altas están siendo socavadas por el Tera entre Vecilla de Trasmonte y Mozar. Sus desniveles no sobrepasan casi nunca los 5 ó 6 metros a excepción hecha del escalón existente entre la Q_1T_6 y Q_1T_7 , que llega a sobrepasar 25 metros. Si tuviéramos que establecer una separación entre las terrazas, que agrupase a las inferiores de una parte y a las superiores por otra, dicho escalón será el límite más idóneo. De todas formas las diferencias no son muy acusadas.

Están formados en su mayor parte por conglomerados con menores proporciones de arcillas y arenas.

Los niveles conglomeráticos son casi exclusivamente de cuarcita, bien rodados, cuyos tamaños medios oscilan alrededor de los 7 cm. de diámetro.

Las terrazas superiores suelen presentar tamaños más grandes, pero las diferencias existentes no son muy acusadas.

La matriz es arenoso-arcillosa, mucho más roja para los tres superiores, y aunque compactos rara vez se encuentra cementados.

Más abundantes que las arenas son las arcillas, parece predominar la misma relación de proporciones de illita-caolinita que en los aluvionamientos del Tera.

El espesor de los aluvionamientos es variable, oscilando normalmente entre 1 y 5 metros, pero puede llegar en algunos puntos a sobrepasar los 20 metros.

En esta zona, el Orbigo, ya próximo a su desembocadura en el Esla, presenta una planicie aluvial muy extensa, pues llega a alcanzar los 5 km. Las características de los aluvionamientos paractuales son muy semejantes a las de sus más inmediatos niveles de terrazas.

Al igual que en el Tera, razones morfológicas han hecho que separemos las zonas de llanura aluvial (Q_2Al_3) del cauce del río en la actualidad (Q_2Al_2).

1.7.1.3 Río Esla

Este río, que da nombre a toda la cuenca hidrográfica de este sector de la meseta castellana septentrional, tiene su origen en la Cantábrica, alimentado en el nudo que forman los ríos Bernesga, Torio, Porma y el propio Esla. Más adelante, a la altura de Benavente y en el límite noroccidental de esta misma Hoja, se le une el Cea, también procedente de la Cantábrica, al N de Prioro [León].

Al contrario que el Tera y el Orbigo, el Esla, en el tramo comprendido en la Hoja, no tiene bien definidos la totalidad de sus niveles.

Las confluencias del Orbigo y Tera en la mitad superior del tramo del Esla que atraviesa la Hoja motiva la confusión existente. Una vez realizada la unión de los tres cauces se vuelve a definir el sistema de terrazas.

Los niveles separados, bien definidos en el tramo más meridional, son los mismos que para el Tera, ya que en este sector no son sino una continuación del río anterior. Están a 3-5, 10-20, 20-25, 20-35, 40-48, 50-70, 70-85 y 90-100 metros sobre el nivel del Esla actual y corresponden respectivamente a Q_1T_{10} , Q_1T_9 , Q_1T_8 , Q_1T_7 , Q_1T_6 , Q_1T_5 , Q_1T_4 y Q_1T_3 .

Las características globales de la sedimentación en dichos niveles son, claro está, muy semejantes a las de los otros dos ríos; lógicamente el resultado de su combinación aunque hay que contar con la naturaleza de los aportes del conjunto oriental de la cuenca del Esla.

Estos niveles están, como los anteriores, compuestos fundamentalmente de conglomerados con mucha menor proporción de detríticos finos. No

repetiremos sus características litoestratigráficas, puesto que son análogas a las ya estudiadas. En la margen izquierda del Esla se desarrollan varias terrazas (Q_1T_7 , Q_1T_8 y Q_1T_9) que corresponden a niveles que están a 31-35, 25-20 metros sobre el cauce actual. El hecho más significativo de estas terrazas, aparte del amplio desarrollo que alcanza el nivel Q_1T_8 , estriba en que los conglomerados, también en su totalidad cuarcíticos, tienen los cantos de menor dimensión y mayor redondeamiento. Este hecho viene lógicamente motivado por el gran recorrido realizado por el Esla, gran parte de él por la planicie castellana, que origina unos depósitos con mayor grado de madurez.

En el ángulo NE de la Hoja se nota la influencia del río Cea, puesto que aumenta la proporción de detríticos finos (Q_1T_7a y Q_1T_8a). Las arcillas de estos últimos depósitos presentan coloraciones rojizas al igual que las de niveles semejantes de los otros ríos, aunque la proporción ilita-caolinita ha aumentado notablemente, hecho éste probablemente heredado del neógeno, ya que los ríos que forman el conjunto del Esla han tenido que discurrir largo trecho por la planicie terciaria.

En el ángulo SO de la Hoja existen una serie de aterrazamientos secundarios ubicados en dos amplios valles, entre estructuras hercínicas, por donde discurren hoy pequeños arroyos de régimen irregular. Dichos aterrazamientos se presentan en pequeños afloramientos dispuestos a lo largo de dichos valles. Hemos diferenciado cuatro niveles que están aproximadamente a 65-80, 45-55, 35-50 y 25-35 metros, sobre el nivel actual del Esla y que hemos diferenciado en la cartografía con las siglas Q_1T_5as , Q_1T_6as , Q_1T_7as y Q_1T_8as . Por análogas topografías creemos que estos depósitos están nivelados con los observados en el Esla (Q_1T_5 , Q_1T_6 , Q_1T_7 y Q_1T_8).

Litológicamente están compuestos por conglomerados, de cantos de cuarcita, arenas y arcillas. Los conglomerados son, como ya hemos indicado, fundamentalmente de cuarcita, aunque existen también de cuarzo y pizarra. No tienen prácticamente apenas redondeamiento, salvo algunos heredados de otras terrazas y se presentan en hiladas aisladas entre materiales arenosos y microconglomerados que forman laminaciones cruzadas. Existen también sectores limo-arcillosos, aunque éstos son menos frecuentes. La coloración de todos estos depósitos es grisáceo amarillenta.

Su potencia no parece exceder en ningún caso de los 5 metros.

La significación de estos pequeños depósitos parece ser la de ríos o arroyos de escaso recorrido que drenaban los relieves paleozoicos cercanos.

A veces dichos niveles y concretamente los próximos al ángulo SO se encuentran yuxtapuestos a otros con cantos cuarcíticos muy evolucionados. Este hecho, sin duda alguna, nos indica las diversas fluctuaciones del Esla en su evolución a un lado u otro de la planicie por la que discurría.

Es precisamente en esta zona, en los alrededores de Bretó y Bretocino, donde el Esla se empieza a encajar, a partir del tercer nivel de terraza, en

los antiguos relieves preneógenos, una vez exhumados los depósitos terciarios que lo fosilizaban. Se produce una superposición con la que se desarrollan meandros encajados, aunque a veces el río se adapte a direcciones estructurales (Hoja 13-14, Manganeses de Lampreana).

Como en los otros dos ríos anteriores, se han separado dentro de la totalidad del aluvial actual la zona de la llanura de inundación (Q_2A_3) y la del cauce del río propiamente dicho (Q_2A_2). Este aluvial está compuesto por conglomerados, arenas y limos arcillosos.

1.7.2 GLACIS (Q_1G)

En la Hoja se encuentran retazos de un glacis guardando relación con el nivel de terraza (Q_1T_8). Estos restos están situados en dos sectores. El más desarrollado al sur de Santovenia formando un abanico alrededor del cerro El Picón. El otro se encuentra localizado sobre la margen izquierda del río Tera entre Vecilla de Trasmonte y Mozar.

Tanto uno como otro forman un glacis de cobertera o cubierto, es decir, con depósitos, pero su espesor no sobrepasa en casi ningún caso el metro y medio de espesor.

Se encuentran muy disecados, quedando, como ya comentamos con anterioridad, sólo algunos retazos «colgados». Están compuestos por cantos de cuarcitas redondeados procedentes de las terrazas más elevadas agrupados en una matriz areno-arcillosa igualmente originaria de las terrazas y del terciario infrayacente.

Se encuentra enrasado con el nivel de terraza Q_1T_8 , por lo que le hemos atribuido una cronología semejante.

Cuaternario paractual (Holoceno)

Aluvial (Q_2A_1 , Q_2A_2 , Q_2A_3)

Dentro de los aluviales de los ríos de la Hoja se han separado tres tipos distintos.

Los primeros (A_1) que son fundamentalmente limos, arcillas y arenas que quedan restringidos a todos los cauces y arroyos de poca importancia y de carácter intermitente, originarios todos ellos en los materiales terciarios.

La similitud de caracteres de estos aluvionamientos con las de los depósitos infrayacentes hace a veces difícil su identificación, habiéndose utilizado para su cartografía criterios geomorfológicos, lo que no descarta la posibilidad de su inexistencia en algunos sectores.

La actividad de estos cauces es casi inexistente, pues sólo hay arrastres

de cierta consideración durante las lluvias intensas, generalmente de carácter tormentoso.

En cuanto a Q_2A1_2 y Q_2A1_3 pertenecen al cauce actual y llanura aluvial de los grandes ríos de montaña, cuyas características ya comentamos con anterioridad.

1.7.3 COLUVION (Q_2C)

Está bien representado, sobre todo en el tercio noroccidental de la Hoja, constituyendo extensos derrubios que se acumulan en derredor de los relieves paleozoicos.

Son acumulaciones de cantos y bloques de cuarcita con trozos de pizarras desprendidos de los relieves hercínicos aflorantes. Suelen estar más o menos empastados en una matriz arcillo-arenosa procedente de los mismos materiales antiguos y de los más recientes de la cobertera neógena y cuaternaria.

Cronológicamente los consideramos paractuales, aunque no desestimamos la posibilidad de que muchos de ellos ya se hubiesen empezado a establecer mediada la evolución fluvial de la región.

1.7.4 ELUVION (Q_2E)

Muy poco representado en la Hoja. Sólo son pequeñas acumulaciones de arcillas y cantos establecidos en pequeñas depresiones producidas muchas de ellas por hundimiento, en alguna terraza (Q_1T_8).

Existen otro tipo de eluviales en relación con los materiales paleozoicos, localizados, claro está, en el borde SO de la Hoja. Constituyen bloques y cantos de cuarcitas y algunos de pizarras con matriz arenoarcillosa.

1.7.5 CONOS DE DEYECCION (Q_2Cd)

Se encuentran en la desembocadura de los arroyos y barrancos a lo largo de los valles del Tera, Orbigo y Esla, principalmente. La naturaleza de estos materiales es generalmente areno-arcillosa con cantos de cuarcitas dispersos, pues su procedencia es siempre de los depósitos terciarios y sus aterrazamientos suprayacentes.

De todas formas no son acumulaciones muy grandes, pues, aunque por su extensión lo parezcan, sólo son delgadas películas de materiales finos que se esparcen en su salida al valle principal.

1.7.6 LIMOS SALINOS (O₂Li)

Estas acumulaciones limosas con altas proporciones de sales se localizan en el ángulo SE de la Hoja, en las proximidades de Villafáfila. Esta constituye una zona deprimida que se prolonga hacia el SO de las Hojas de Manganeses de Lampreana (13-14). En esta región la salida de aguas hacia ríos importantes se hace dificultosa, razón por la que se producen acumulaciones endorréicas con precipitaciones de sales, por procesos de evaporación durante los meses de estiaje. De todas formas los materiales limosos parecen contener ya alto contenido en sales procedentes de algún nivel salino de la sedimentación neógena. Según estos datos proporcionados por el IGME la mayor proporción la tienen los cloruros y los sulfatos. He aquí los resultados de análisis realizados en aguas de la laguna Salina Grande (Villafáfila).

	<i>mgr/l</i>	<i>Meq/l</i>
Cl ⁻	6.736,0	190,00
SO ₄ ⁼	2.136,5	44,00
CO ₃ H ⁻	207,4	3,39
CO ₃	—	—
NO ₃ ⁻	Trazas	
Na ⁺	3.941,2	171,39
Mg ⁺⁺	291,8	24,00
Ca ⁺⁺	521,0	26,00
K ⁺	111,3	2,89
Li ⁺	7,0	1,00

Cronológicamente existe la posibilidad de que estos procesos comenzaran ya durante el Pleistoceno.

1.7.7 DATACIONES

Ante la imposibilidad de dataciones cronológicas precisas, incluiremos dentro del Pleistoceno, aunque apuntando que no excluimos la posibilidad de que algún nivel de aterrazamiento alto pueda incluirse dentro de un Villafranquiense s. l., todos aquellos depósitos de terraza fluvial o no, que se encuentren en la actualidad «colgados» sobre las acumulaciones actuales. Estos últimos han quedado englobados dentro del Holoceno, aunque con toda posibilidad algunos de ellos comenzaron a desarrollarse ya en el Pleistoceno.

2 TECTONICA

Resulta imposible establecer la serie de eventos tectónicos por los cuales han pasado los materiales hercínicos presentes en la Hoja sin recurrir a datos bibliográficos regionales y comparación con los datos obtenidos en Hojas limítrofes en ejecución, donde estos materiales se encuentran más ampliamente desarrollados.

Haremos, por tanto, una descripción de las diferentes fases presentes regionalmente. Seguiremos fundamentalmente los datos de E. MARTINEZ (1973), cuyos trabajos son los más próximos al área en estudio. A continuación expondremos los datos observados en campo, intentando correlacionar estos con los anteriores.

Según esto, tenemos:

Fase I.—Formación de pliegues isoclinales vergentes al E, con esquistosidad de flujo.

Fase II.—Formación de pliegues isoclinales vergentes al NE con esquistosidad de flujo.

Fase III.—Pliegues subverticales y formación de pliegues falla.

Fase IV.—Grandes estructuras (anticlinorio de Sanabria, de dirección NO-SE) y formación de crenulaciones.

Fase V.—Pliegues concéntricos.

Fase IV.—Formación de Kink-bands y posterior fracturación y diaclasado.

A nivel de afloramiento se mide una esquistosidad principal asociada a pliegues vergentes al NE. Estos caracteres pueden corresponder a la fase II.

En la zona ya citada de El Cañal del Puente, existe un gran pliegue en las cuarcitas del Skidaviense cuya superficie axial es subvertical del tipo isopaco. Existen otros pliegues de este estilo en otras zonas, como el situado en las proximidades de la localidad de Millas de la Polvorosa, en la «Casa del Socastro», en la que aparece un sinclinal concéntrico de dirección de eje NO-SE, y también de superficie axial vertical.

La primera duda surge en si este tipo de plegamiento es contemporáneo con la fase anterior, o forma parte de otra fase de deformación. Hemos de reseñar que la falta de vergencia de la superficie axial y el estilo de plegamiento, parece señalar que corresponde a una fase distinta. No obstante, y según MARCOS, A. (1973), ambos tipos de pliegues pueden ser contemporáneos, fundamentándose en el distinto comportamiento de tramos competentes (cuarcitas) frente a otros más incompetentes (pizarras superiores e inferiores), por lo que es admisible la contemporaneidad de ambos pliegues. En caso contrario correspondería con la fase III.

De la cartografía obtenida se deduce la existencia de un anticlinorio con dirección aproximada NO-SE y que pertenecería, por tanto, a la fase IV.

Igualmente pertenecería a esta fase las crenulaciones existentes en los niveles de pizarras, en forma de lineaciones en el plano de pizarrosidad.

Por último, las fracturas y diaclasado, muy manifiestas en los niveles cuarcíticos, completan los principales rasgos tectónicos, perteneciendo a la última fase.

El resto de la Hoja queda definido precisamente por su carácter atectónico, aunque no descartamos la posibilidad de que existan ciertos movimientos de bloques del zócalo que hayan motivado modificaciones dentro del conjunto terrígeno reciente.

De todas formas, esta circunstancia no es fácil de apreciar y sólo un estudio regional podría esclarecer algo este hecho. No obstante, por una serie de circunstancias que exponemos a continuación, creemos en la existencia de basculamientos postneógenos de bloques dentro de la cuenca del Duero.

Así, y aunque no se observan ni saltos ni escalonamientos ni ningún dato tectónico directo en los materiales aflorantes, sí se pueden intuir mediante análisis morfológicos ciertas influencias estructurales del zócalo sobre los sedimentos suprayacentes.

Aunque la observación morfológica es preciso realizarla a escala regional, ya en la reducida extensión de la Hoja se observa el trazado rectilíneo de gran parte de los cursos fluviales y el paralelismo entre unos y otros, dispuestos según unos sistemas de orientaciones que nos hacen pensar en su relación con sistemas de fracturación del zócalo hercínico.

A primera vista la dirección más significativa es la NNE-SSO, a la que se adaptan el Esla, el arroyo Prado del Valle y el propio conjunto de lagunas de Villafáfila en su prolongación a la Hoja 13-14, Manganeses de Lampreana.

Otra dirección significativa es la NO-SE que llevan los ríos Tera y Orbigo, prolongándose en este último en la Hoja 13-12, Benavente, al confluir con el Esla. También está definida otra dirección que coinciden aproximadamente con la N-S y NES-OSO.

Todas estas direcciones parecen coincidir con sistemas de fracturación vistas en el zócalo hercínico próximo [Hojas 11-12, 12-12, 12-13, 12-14 y 13-12, en realización por IBERGESA], algunas de ellas ya citadas por MARTINEZ GARCIA (1973).

El otro aspecto a considerar desde el punto de vista morfológico, es el sentido que deriva de las terrazas de los ríos. En el río Tera, al igual que en el Orbigo, todo el sistema de terrazas está situado en la margen derecha de los mismos. El sentido de la evolución del Tera apunta una dirección aproximada de SO-NE, mientras que en el Orbigo este sentido es casi aproximadamente O-E. En cualquier caso, se observa una clara migración de ambos ríos hacia el E, que podría interpretarse como motivado por un basculamiento hacia dicha dirección.

3 HISTORIA GEOLOGICA

La columna empieza con una serie de metasedimentos en los cuales ha sido posible reconocer estructuras sedimentarias primarias en zonas limítrofes, así como sus características petrológicas, indican un origen volcánico fundamentalmente con aportes intercalados detríticos, depositados en un mar somero.

Continúa la serie con un conjunto de niveles pelíticos, índice de un ambiente sedimentario más profundo, con fluctuaciones intermedias de mares más someros, representados por los niveles arenosos, cuarcitas del Skidaviense Superior, que conservan estructuras sedimentarias.

La falta de materiales superiores paleozoicos y mesozoicos impiden la total localización de las distintas fases tectónicas y de metamorfismo, por lo que hemos de situar éstas dentro del ciclo Hercínico, junto con la cratonización de estos materiales.

Según SOLE SABARIS (1952, 1954 y 1958) durante el transcurso de la orogenia alpina (fases Sálica y Estaírica), cuando se producen la formación de los bordes montañosos con el hundimiento de la depresión de Castilla la Vieja.

A partir de este punto y siguiendo las conclusiones de este mismo autor se inicia la sedimentación neógena que fosiliza el relieve anterior, hasta la culminación del ciclo con las facies de los Páramos.

MABESOONE (1961) cree que la fase pirináica produce una serie de depósitos de borde generalmente calcáreos de donde derivan los depósitos de lo que llama facies de las Cuevas (Oligoceno Medio o Inferior).

Durante la fase Sálica se produce el plegamiento de estos depósitos y es a continuación cuando se produce la sedimentación de la facies de «Vega de Riacos», de tonos rojizos, lo que hace pensar en un clima relativamente húmedo.

Es en este momento cuando cree que la erosión de los bordes montañosos y de los depósitos terciarios ya formados produce la «superficie de erosión fundamental de la meseta, que tiene lugar al mismo tiempo que la facies de la «Tierra de Campos» y de los depósitos terciarios más recientes.

En el centro de la cubeta (NUÑEZ, COLODRON y otros, 1972), se encuentran bajo los materiales detríticos de las facies de «Tierra de Campos» unos sedimentos carbonatados con yesos del mismo tipo de la que antecede a la facies de «Los Páramos» en el centro de la cuenca y que indicará, según estos mismos autores, «unas condiciones de aguas, muy someras, bajo un clima árido que permitió la génesis de suelos con costras calcáreas y yesos».

En la zona no hemos encontrado tales niveles y consideramos que

dichas facies quedaron restringidas a las zonas centrales de la depresión.

En nuestro caso, el carácter detrítico de la facies «Tierra de Campos», y más aún de la facies de «Montamarta», a priori están marcados por su proximidad al borde de cuenca, aunque la significación de dicha facies debida a su gran desarrollo (llega a alcanzar el centro de la depresión) no puede quedar limitada a tal circunstancia. Un posible levantamiento orogénico unido a una climatología de una cierta pluviosidad, posiblemente en las montañas, y en cualquier caso, una serie de cambios tectónicos y climáticos que crean una relativa desforestación y favorecen al acarreo de abundante material detrítico a la cuenca, son las circunstancias que concurren durante este período.

Estas acumulaciones se encuentran fosilizando un relieve preneógeno sobre materiales antehercinicos de edad Semicretácica a Preluteciense (SOLE, 1958) y (JIMENEZ, 1970) en el que se puede apreciar el desarrollo de formas y suelos típicos de climas tropicales húmedos.

Volviendo a la sedimentación neógena, hay que decir que tienen un marcado carácter fluviolagunar (más fluvial en esta zona), y expuesto en épocas a un régimen subaéreo, como lo corroboran la aparición de paleosuelos, concreciones y costras ferruginosas y calcáreas.

El área fuente, en nuestro caso, habría que buscarlo en el macizo de Sanabria y en un grado menor en la Cordillera Cantábrica.

De acuerdo con otros autores que han trabajado en otros sectores de la cuenca (MABESONE, 1958, y NUÑEZ COLODRON y otros, 1972) consideramos este tipo de facies fluviales y en un grado menor de régimen lagunar. El carácter masivo de los sedimentos finos en muchas mayores proporciones con relación a otros detríticos más gruesos poseedores de estructuras propiamente fluviales, nos hace suponer la existencia de amplias llanuras inundadas temporalmente, en las que cauces irregulares socavarían sus canales ocasionalmente. En gran parte de los casos estos canales más que los de un régimen fluvial regularizado (también existirían) serán canales irregulares que se perderían al adentrarse en la llanura, provocando removilizaciones, que arrancarían y volverían a resedimentar más adentro.

La existencia en los sedimentos de restos de sílex y algunas costras calcáreas y ferruginosas, a la vez indicadoras de períodos emergidos, nos llevan a un clima cálido caracterizado por una cierta aridez. (MABESONE encuentra en facies similares fracción loessica.)

La aparición de paleosuelos, concreciones calcáreas, muchas de ellas edafológicas, formadas algunas por la transpiración de las plantas y concentradas en torno a las raíces de arbustos, restos vegetales, huesos de vertebrados (en la localidad de Benavente existe un yacimiento de mamíferos en el que ALBERDI y AGUIRRE en 1970 han determinado mastodon-

tes, un jiráfido y restos de rinocerotídeos), así como la existencia de fracciones loesicas, anteriormente mencionadas, y encontradas por MABESOOONE en otro sector de la cuenca, junto con otras circunstancias anteriormente expuestas llevan a considerar este ambiente de particularidades muy semejantes a las de zonas peridesérticas de tipo sabana, dentro de un régimen hidrográfico endorréico. Aunque ya no aflora otro tipo de materiales neógenos, con posterioridad (ver Hoja 14-13, Villalpando, u otras ubicadas más al centro de la cuenca), se inicia en el centro de la cubeta una sedimentación carbonatada y yesífera correspondiente a un clima más árido y a continuación se produce la evolución durante el Pontiense a un régimen típicamente lacustre, produciéndose la deposición de la facies de «Los Páramos».

Con este proceso finaliza el ciclo sedimentario neógeno, iniciándose seguidamente un nuevo ciclo, fundamentalmente erosivo, que aún continúa en la actualidad. El comienzo de esta nueva etapa morfogenética parece ser que fue ocasionado por el levantamiento de los macizos circundantes durante la fase Rodánica, al mismo tiempo que fue basculada hacia el Oeste, proceso éste aún no acabado (MABESOOONE, 1961).

Se inicia un arrasamiento estableciéndose los primeros depósitos en relación con el nuevo ciclo morfogenético. Estos procesos iniciales parecen estar marcados por su acentuación energética y por su irregularidad. Probablemente no tendrían cursos definidos y se extenderían en mantos en derredor de los relieves de procedencia, alcanzando rara vez lugares muy alejados.

La evolución de estos procesos es de una clara tendencia hacia la estabilización del régimen que tiende a ser fluvial más regularizado.

Las características que más diferencian globalmente las terrazas superiores de las inferiores son su coloración más roja, su mayor cantidad de arcillas y las mayores dimensiones de sus cantos. Ante estos hechos se deduce inmediatamente un claro decrecimiento energético.

En cuanto a la cantidad de arcillas y la relación caolinita-ilita, una posible explicación puede estribar en la deforestación de regiones periféricas con el consiguiente arrastre de arcillas de neoformación de suelos relacionados con antiguos climas más cálidos y húmedos que los actuales.

Durante la formación de las últimas terrazas los cauces ya están totalmente regularizados, alimentados por un régimen pluvionival, tónica que se mantiene hasta la actualidad.

El desarrollo de un glacis, bastante bien representado en la Hoja, puede indicar la existencia de al menos un período interpluvial de una cierta aridez.

4 GEOLOGIA ECONOMICA

4.1 MINERIA Y CANTERAS

La importancia de la geología económica de la zona se reduce casi exclusivamente a aplicaciones dirigidas a la industria de la construcción, es decir, canteras de arcillas y arenas del Terciario y conglomerados y gravas en las terrazas y aluviales actuales.

De las explotaciones de canteras de la zona estudiada solamente se encuentran en actividad dos de grava para la fabricación de hormigón en el término municipal de Santa Cristina de la Polvorosa, así como en las cercanías de Mozar, situadas en el Pleistoceno, y otra de arcillas para la fabricación de productos cerámicos en el término municipal de Castrogonzalo y ubicado en el Mioceno.

Aparte de estas canteras se encuentran otras para áridos, que ya fueron explotadas, encontrándose hoy abandonadas.

Hay que apuntar también la existencia de zonas caoliníferas, localizadas muy irregularmente en las cercanías del término de Santovenia.

4.2 HIDROGEOLOGIA

El Instituto Geológico y Minero de España, a través de la División de Aguas Subterráneas, y dentro del Programa de Investigación de Aguas Subterráneas, comenzó, en el año 1972, el estudio geológico de la Cuenca del Duero, aunque anteriormente había realizado estudios parciales en colaboración con diversas Diputaciones Provinciales.

Para el estudio a gran escala de esta extensa cuenca hidrogeológica, se comenzó por realizar una puesta al día de los conocimientos hidrogeológicos básicos, indispensables para la preparación de programas de investigación ambiciosos, cuyo fin será determinar los recursos de aguas subterráneas de la cuenca, las zonas apropiadas de explotación, los métodos y régimen apropiados de explotación. Se centró el interés, en primer lugar, de los acuíferos cautivos del Terciario, que son los más importantes.

Para ello se han seleccionado 504 sondeos, en los que se realizan medidas periódicas al objeto de observar la fluctuación de niveles de agua. En la zona se ha observado que entre noviembre de 1972 y marzo de 1973, hay un ascenso de los niveles de hasta 2 m. en el sector noroccidental. Para conocer los parámetros hidrodinámicos se han ejecutado 30 ensayos de bombeo, con los que se ha obtenido los primeros valores de transmisibilidad y coeficiente de almacenamiento. En estos trabajos ha colaborado el IRYDA, a través de su Parque de Maquinaria. También se hicieron análisis de contenido de tritio, para estudiar el tiempo de permanencia del

agua en los acuíferos; análisis de datos hidrológicos (pluviometría, evapotranspiración y caudales base de los ríos) y una primera evaluación de los volúmenes de agua extraída (se estima del orden de 135 Hm³/año en la cuenca).

En función de estos datos, se han establecido unas primeras conclusiones que pueden resumirse en:

- Los niveles permeables (arenas arcillosas, gravas, arenas y conglomerados), se disponen en forma irregular.
- En la circulación del agua, juega un importante papel el drenaje vertical a través de los niveles arcillosos.

Con las medidas realizadas en la red piezométrica establecida se construyó un mapa piezométrico de la Cuenca Terciaria del Duero, que ha permitido obtener una serie de conclusiones respecto al comportamiento hidrodinámico de la cuenca. Consultada la bibliografía mundial existente sobre acuíferos análogos se llegó a la siguiente conclusión (J. PORRAS MARTIN, 1973).

«La circulación de acuíferos cautivos profundos tiene lugar sin el mantenimiento del caudal horizontal circulante, o lo que es lo mismo, existe un drenaje vertical, a través de los niveles arcillosos, debido a las diferencias de presión entre el agua en el acuífero o acuíferos cautivos y los niveles libres superiores.

Esta pérdida de caudal cambia por completo la interpretación del mapa piezométrico obtenido, ya que, en nuestro caso, las áreas bajo los ejes de los ríos, que en una interpretación clásica representarían zonas con una circulación horizontal preferente, representan más bien bandas de caudal nulo, en las cuales, en profundidad, horizontalmente y en dirección del río, no circula caudal hacia la salida de la cuenca, a pesar de las consideraciones que se pueden hacer sobre las diferencias de energía potencial.

De esta forma se explica la relación de la piezometría con los niveles topográficos, ya que éstas son las que gobiernan la piezometría profunda, al representar, en último término, el drenaje de los acuíferos cautivos.

La evapotranspiración es muy alta, con valores que superan el 80 por 100 de la pluviometría. La lluvia útil, es decir, aquella que escapa de la evapotranspiración, y, por lo tanto, la que alimenta los acuíferos y surte los cursos de agua superficiales, es del orden de los 50 mm. anuales.

Esta consideración cambia por completo el enfoque del problema, sobre todo desde el punto de vista hidrodinámico, ya que se pone en juego un nuevo parámetro, la permeabilidad vertical, y anula, además, el sistema de interpretación intuitivo clásico de las curvas piezométricas, que en este caso sólo podrán estudiarse a base de modelos matemáticos de dos o más capas con intercambio vertical y niveles impuestos en la capa superior.»

La pluviometría de esta zona no es muy alta, teniendo los valores más

altos, en los bordes oriental y occidental, unos 520-540 mm., y el mínimo en la parte central, donde se recogen unos 480 mm. de media anual.

El clima es extremado. Los inviernos son fríos, registrándose una temperatura media mensual en el mes de enero, en la estación termopluviométrica de Santa Cristina de La Polvorosa de 2,6° C, y lluviosos, el verano es cálido y seco, se superan los 20° C.

La evapotranspiración es muy alta, muchas veces supera al 80 por 100 de la pluviometría, quedando un remanente de lluvia útil, del orden de los 50 mm. anuales.

Como se dijo anteriormente, la formación más interesante desde el punto de vista hidrogeológico, es el Terciario. En ella se encuentran los sondeos más profundos, aunque raramente alcanzan profundidades mayores de los 150 m., pues el Paleozoico suele encontrarse a estas profundidades en la parte más occidental de la Hoja. Los caudales son altos, algo más de los 30 l/s. en algunos sondeos, con valores medios de unos 10 l/s.

La calidad de las aguas subterráneas en esta zona es baja, debido a la cantidad de sales con que están impregnados los materiales terciarios, por lo menos en los primeros 150 m., y que hacen que la explotación de los acuíferos tengan por estas causas poco interés hidrogeológico.

Las aguas son surgentes en algunas zonas, principalmente desde el río Esla hacia el borde occidental de la Hoja. También en el borde meridional hay otra zona con aguas surgentes. Hay una divisoria de aguas subterráneas, cuyo eje tiene una dirección NE-SO (véase gráfico adjunto).

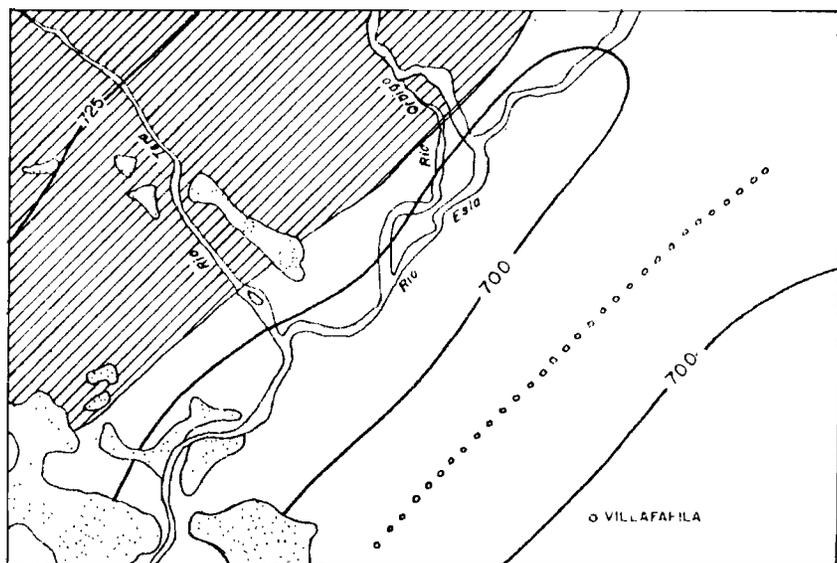
El IGME, a través de su División de Aguas Subterráneas, realizó un ensayo de bombeo, con el objeto de conocer datos de la transmisibilidad de los acuíferos, dando unos valores que oscilaran entre los 7 y 8 m²/h.

En el Cuaternario, la formación más interesante, desde el punto de vista hidrogeológico, son los aluviales de los ríos que recorren la zona, especialmente Esla, Orbigo y Tera. Aquí las obras de captación son de gran diámetro y poca profundidad (alrededor de los 5-10 m.), siendo los caudales variables y generalmente menores que los que pueden ofrecer los acuíferos Terciarios. La calidad de las aguas no suele ser buena y su utilización fundamental es para el regadío.

Los niveles de terrazas sólo tienen importancia local, pues aunque las litologías que lo integran son adecuadas, su pequeño espesor y el estar hídricamente desconectados entre ellas, no las hacen aptas para la extracción de grandes caudales.

Las formaciones Paleozoicas tienen poca importancia y sólo las cuarcitas, cuando se presentan en potentes bancos y debido a su fracturación, pueden tener algún interés.

La División de Aguas Subterráneas del IGME, tiene en esta Hoja censados 247 puntos de agua, cuyos datos se encuentran codificados en fichas especiales, para su tratamiento por ordenador.



(Tomado del mapa piezométrico Octubre - Noviembre 1972)

-  Paleozoico
-  Área surgente
-  — 700 — Curva isopiezométrica - Cota sobre el nivel del mar
-  - - - - - División de aguas subterráneas

5 BIBLIOGRAFIA

- AEROSERVICE L. T. D. (1967).—«Mapa Geológico de la Cuenca del Duero, Escala 1:250.000». *Inst. Nac. de Colonia & IGME*. Madrid.
- ALBERDI, M. T., y AGUIRRE, E. (1970).—«Adiciones a los Mastodontes del Terciario español». *Est. Geol.*, vol. XXVI, núm. 4, pp. 401-415. Madrid.
- ARCE, M., y ESTEVEZ, C. (1976, en prensa).—«Hoja Geológica 1:50.000, núm. 12-12 (Arrabalde)». *IGME*.
- ARCE, M.; GONZALEZ, J. C., y MONTESERIN, V. (1976, en prensa).—«Hoja Geológica 1:50.000, núm. 11-12 (Peque)». *IGME*.
- ARCE, M., y NUÑO, C. (1976, en prensa).—«Hoja Geológica 1:50.000, número 12-13 (Micereres de Tera)». *IGME*.

- BARBA, A. (1976, en prensa).—«Hoja Geológica escala 1:50.000, núm. 13-12 (Benavente)». *IGME*.
- BERGOONIOUX, F., y CROUZEZ, F. (1958).—«Los mastodontes de l'Espagne». *Est. Geol.*, t. 14, pp. 223-365. Madrid.
- FERNANDEZ, F., y NUÑO, C. (1976, en prensa).—«Hoja Geológica escala 1:50.000, núm. 12-14 (Moreuela de Tabara)». *IGME*.
- HERNANDEZ-PACHECO, E. (1915).—«Geología y Paleontología del Mioceno de Palencia». *Com. de Inv. Pal. y Prehist.* 5. Madrid.
- IGME (1970).—«Estudio Hidrogeológico del Cuaternario del río Duero entre Toro y Zamora». *División de Aguas Subterráneas del IGME* (inédito). Madrid.
- (1971).—«Estudio Hidrogeológico de la Cuenca Terciaria de la provincia de Zamora». *División de Aguas Subterráneas del IGME* (inédito). Madrid.
- «Inventario de puntos de agua de la Cuenca del Duero». *Archivo Central de la División de Aguas Subterráneas del IGME*. Madrid.
- «Mapa Hidrogeológico de España, escala 1:1.000.000, IGME». *Mapa de Síntesis de sistemas acuíferos, IGME*. Madrid.
- JIMENEZ FUENTES, E. (1970).—«Estratigrafía y Paleontología del borde Sur-occidental de la Cuenca del Duero». *Tesis doctoral* (inédita). Salamanca.
- LEGUEY, S., y RODRIGUEZ, J. (1970).—«Estudio de las terrazas y sedimentos de la Cuenca del Esla». *Bol. R. Soc. Española Hist. Nat. (Geol.)*, 68, pp. 41-56. Madrid.
- MABESOONE, J. M. (1961).—«La sedimentación terciaria y cuaternaria de una parte de la Cuenca del Duero. [Provincia de Palencia]». *Estudios geológicos Inst. Lucas Mallada G. S. I. C.*, vol. XVII, núm. 2, pp. 101-130. Madrid.
- MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA, Escala 1:200.000, núm. 19 [1970].—«Síntesis de la cartografía existente, León». *Publicaciones del IGME*. Madrid.
- MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA, Escala 1:200.000, núm. 29 [1970].—«Síntesis de la cartografía existente, Valladolid». *Publicaciones del IGME*. Madrid.
- MARTIN-SERRANO, A. (1976, en prensa).—«Hoja Geológica 1:50.000, número 14-13, Villalpando». *IGME*.
- MARTINEZ GARCIA, E. (1973).—«Deformación y Metamorfismo en la zona de Sanabria (provincias de Zamora, León y Orense, Noroeste de España)». *Studia Geologica*, vol. V, pp. 7-106. Salamanca.
- MORA HURTADO, P. (1974).—«Hipótesis hidrogeológica sobre la Cuenca terciaria detrítica del río Duero». *Revista Agua*, núm. 84, mayo-junio, pp. 28-33. Barcelona.
- MOP (1967).—«Balance hídrico». *MOP*, t. I y II. Madrid.
- NUÑEZ, A.; COLODRON, I.; ZAZO, C., y GOY, J. L. (1972).—«Hoja Geológica 1:50.000, núm. 17-12 (Torquemada)». *IGME*.

- PLANS, P. (1970).—«La Tierra de Campos». *Inst. de Geograf. aplic. Patr. Alonso de Herrera*. C. S. I. C., p. 1. Madrid.
- PORRAS, J. (1973).—«Estudio hidrogeológico de la Cuenca del Duero». *Boletín Geológico y Minero IGME*, t. LXXXIV. Madrid.
- ROYO GOMEZ, J. (1922).—«El Mioceno continental Ibérico y su fauna malacológica». *Com. Inv. Paleont. Prehist.*, mem. núm. 30, 230 pp. Madrid.
- (1926).—«Tectónica del Terciario Continental Ibérico». *Cong. Geol. Inst., C. R.*, 14 ss., fasc. 1, pp. 593-623. Madrid.
- SOLE SABARIS, L., y otros (1952).—«Geografía de España y Portugal. Tomo I: España, Geografía Física; el relieve». *Montaner y Simón*, 500 pp.
- SOLE, L., y BIROT, P. (1954).—«Recherches Morphologiques dans le NW de la Peninsule Iberique». *Pub. del Inst. Geol. de la Universidad de Barcelona*, 221, pp. 1-61. Barcelona.
- SOLE SABARIS, L. (1958).—«Observaciones sobre la edad de la penillanura fundamental de la meseta española en el sector de Zamora». *Brev. Gol. Ast.*, año II, núm. 1-2, pp. 3-8. Oviedo.

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



SERVICIO DE PUBLICACIONES
MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA