

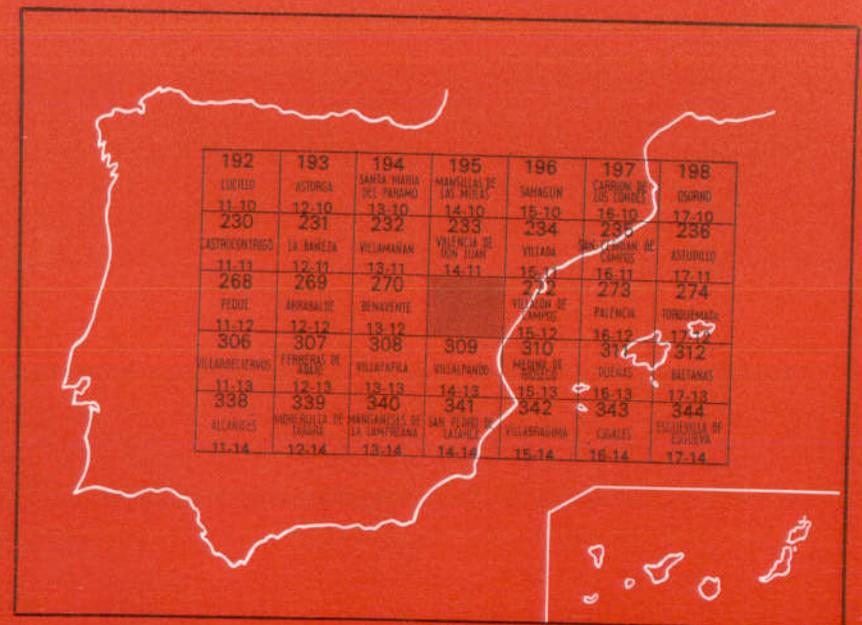
MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA

E. 1:50.000

VALDERAS

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

VALDERAS

Segunda serie - Primera edición

SERVICIO DE PUBLICACIONES
MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA

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

Por IBERGESA, BARBA MARTIN, A., en la confección de la Memoria y geología de campo, y CABRA GIL, P., y ALCALDE OÑATE, A., del Departamento de Petrología. La geología económica ha sido realizada por MENA INGLES, J. M., y MAURA, C.

Por la Universidad de Salamanca: CEMBRANOS PEREZ, M. L., y GARCIA SANCHEZ, A., bajo la supervisión de SAAVEDRA ALONSO, J., Doctor en Ciencias Químicas y Geológicas.

En Micropaleontología: GRANADOS, L.

En la confección de la cartografía se dispuso de la información suministrada por GARCIA ARGÜESO, J. M., y MANJON, M.

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-1.409-1981

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

INTRODUCCION

La presente Hoja corresponde al límite occidental de la cuenca terciaria del Duero, en las proximidades del área de inmersión de las últimas alineaciones hercínicas bajo la cobertera miocena.

La región está recorrida de NE a SO por los ríos Cea y Valderaduey. El primero proveniente de la Cordillera Cantábrica, y el segundo, ya dentro de la cuenca, de áreas más al norte de esta Hoja.

Han dejado depósitos dispuestos en terrazas, siendo muy importantes en el Cea por su extensión, y que junto con los aluviones de su valle actual cubren casi todo el área noroccidental de la Hoja. Mucho menor desarrollo tienen las del Valderaduey.

Las principales aportaciones bibliográficas para la confección de esta Hoja han sido, además de los clásicos estudios de PUIG y LARRAZ (1883), E. HERNANDEZ PACHECO (1915) y F. HERNANDEZ PACHECO (1930) en las provincias de Zamora, Palencia y Valladolid, respectivamente, el de J. M. MABESOONE (1961), para el Terciario, y el de R. ESPEJO y otros (1973), sobre las terrazas fluviales.

En la datación cronológica, dado el carácter azoico de los sedimentos miocenos, es donde la aportación bibliográfica ha sido nuestra única fuente de información. Se han seguido los trabajos de F. BERGOUNIOUX y F. CROUZEL (1958) y M. T. ALBERDI y E. AGUIRRE (1970).

1 ESTRATIGRAFIA

Los materiales representados en esta Hoja son terciarios y cuaternarios, quedando los segundos relegados, principalmente, al tercio noroccidental de la Hoja.

Las series terciarias, pertenecientes al Mioceno, son de carácter continental y en ellas se han distinguido dos facies que, aunque superpuestas, intuimos en cambio lateral en su contacto.

De los depósitos cuaternarios, son las terrazas fluviales los de mayor desarrollo, tanto por su extensión como por el número de aterrazamientos.

La datación cronológica, ante la banalidad de la macro y microfauna de las series, se ha basado en la bibliografía. Aquellos trabajos que proporcionaban una visión regional de los yacimientos de vertebrados han sido los más importantes. Estos yacimientos, dada la poca precisión en la cronoestratigrafía de la cuenca, unido a la imposibilidad de establecer correlaciones por lo precario de los afloramientos, nos proporcionaban al menos una datación para las facies. Algunos de ellos se sitúan en localidades próximas a esta Hoja.

1.1 MIOCENO

VINDOBONIENSE SUPERIOR - VALLESIENSE

Hacemos la descripción en función de las dos facies que los representan, ya que, debido a la gran monotonía de los materiales, no es posible una exposición por divisiones estratigráficas.

Ambas son detríticas, siendo más margosa y calcárea la superior. El límite entre ellas es difuso.

Al no existir una cronoestratigrafía establecida nos vemos obligados a hablar únicamente del Vindoboniense Superior y el Pontiense bajo para ambas facies.

1.1.1 «FACIES TIERRA DE CAMPOS» s.l. (T_{c11-12C}^{Bc-Bc¹})

Aflora ampliamente en el área abarcada por la presente Hoja y su serie es esencialmente arcilloso-margosa de tonalidades ocres y rojizas, presentando intercalaciones de conglomerados y areniscas con algunos episodios calcáreos.

Los buenos cortes o exposiciones de campo que nos permiten una visión detallada y completa de los escasos metros que de esta facies afloran son muy escasos, por lo que forzosamente nuestra visión es muy limitada.

Las arcillas y margas pueden presentar nódulos calcáreos de 1 ó 2 cm, bien dispersos o dispuestos en niveles. Menos frecuentes y de menor tamaño (4 mm) son los limoníticos.

Las intercalaciones de conglomerados se presentan en niveles lenticulares de escasa potencia (hasta 2 m) y cuya extensión lateral es difícil de precisar por lo precario de los afloramientos. Las estructuras sedimentarias son poco frecuentes en ellos, pudiendo presentar laminación oblicua planar.

Los elementos que los componen son nódulos calcáreos rodados, heredados de las margas y arcillas, que pueden llegar a los 5 cm. Solamente en algunas series (Castrobol) y en menor proporción los hay de cuarcita de unos 2 cm. Generalmente, están asociados a pequeños nódulos de limonita a los que atribuimos un origen análogo.

Estos conglomerados presentan cemento calcáreo y la matriz es una arenisca arcillosa de grano grueso con fragmentos calcáreos del mismo origen que los cantos.

Son especialmente abundantes en el área de Roales y Valdescorriel, pero habitualmente y dada la extensión de los cultivos, lo que se encuentra de ellos son fragmentos aislados en las tierras de labor.

Las intercalaciones de areniscas y arenas son más frecuentes que los conglomerados. Son generalmente de grano fino y cuarzosas, habiéndose observado en algunas series (Castrobol) fragmentos de filitas.

Un carácter frecuente en las areniscas es la presencia de delgadas intercalaciones calcáreas, dispuestas en nivelillos o nódulos según la estratificación. Estos últimos pueden llegar a anastomosarse.

En cuanto a estructuras sedimentarias, pueden presentar laminación cruzada a gran escala.

Se han podido realizar dos medidas de direcciones de corrientes en niveles conglomeráticos y de areniscas, que no consideramos dado el escaso número, representativas. Exponemos los datos por si en otros estudios de visión regional pueden aportar alguna luz en este sentido. Una de ellas realizada en conglomerados, en el mismo Castrobol (cortados del Cea), dio una dirección aproximada de N 130° E y sentido al SE. La otra realizada en areniscas al SE de Valdunquillo, en las afueras del pueblo, dio una dirección aproximada N 100° E y sentido al E. Esto implicaría unos aportes procedentes del O-NO.

Es de destacar también que los escasos restos fósiles hallados, fragmentos de huesos de vertebrados, lo han sido en los niveles conglomeráticos.

Las litologías descritas de conglomerados, areniscas y arcillas, forman una secuencia positiva que es completa cuando aparecen superpuestas en este orden de abajo a arriba. Lógicamente, la base de los niveles conglomeráticos es una superficie de discontinuidad y erosiva (carácter difícilmente perceptible), ya que los elementos que los componen son heredados de los

mismos sedimentos miocenos. Al mismo tiempo es indicio de que no existió una erosión profunda.

Por otra parte, el tipo de secuencia, o al menos los dos términos inferiores, representan facies de canal fluvial, de los que el término basal son los conglomerados de base de canal o depósitos de «channel lag». Van seguidos por los importantes paquetes de arenas y areniscas con estratificaciones cruzadas que asimilamos a facies de «pint bar» y que nos indicarían el carácter meandriforme de los canales.

Esta facies, en su techo y posiblemente en cambio lateral, pasa rápida, pero gradualmente, a otra más clara, formada esencialmente por margas amarillentas con nódulos calcáreos.

Nos queda, por último, apuntar la existencia de algunos episodios calcáreos en el techo de esta facies, que, a pesar de las precarias condiciones de afloramiento, suponemos muy localizados. Son intercalaciones lenticulares de calizas margosas nodulosas de hasta 2 m de potencia, gris-amarillentas y oquedosas que pueden presentar cierta estratificación en niveles de hasta 6 cm. Se observan claramente en la serie de Castrobol, en el corte que domina el arroyo de Reguerina, donde al mismo tiempo se tiene una visión del paso a la facies margosa con nódulos calcáreos ($T_{c11-12}^{Bc-Bc^1}$ m). De ella hablaremos en otro apartado.

La potencia de la facies «Tierra de Campos» (s. l.) es imposible de estimar con la simple observación de campo por no aflorar la serie en su totalidad. A este respecto, los datos de los sondeos más profundos realizados en esta Hoja nos aportan las siguientes potencias: uno realizado al NE de Valderas, en la Vega del Cea, alcanzó los 400 m, sin tocar zócalo, y otro localizado en Mayorga llegó a los 550 m con análogos resultados.

A este respecto es de destacar la existencia de una facies posiblemente marina en la base de los sedimentos continentales y puesta de manifiesto en un sondeo realizado al N inmediato de Valdunquillo, que alcanzó los 400 m. Estos datos aportados por DOMINGUEZ, A., y ARQUER PRENDES, F. (1971) indican la existencia en los metros finales del sondeo de una marga gris oscura con algún nivel calizo conteniendo restos de Pelecípodos, Equínidos y Briozoos, caracterizando un ambiente marino nerítico. La edad, muy imprecisa, tendría un límite cronológico inferior situado en el Senonense o en el Eoceno, quedando la duda de una posible resedimentación.

La denominación «Tierra de Campos» con que se conoce la facies continental se debe a HERNANDEZ PACHECO, E. (1915) y que empleamos s.l. abandonando las denominaciones del informe de Aeroservice. Lo hacemos así ya que no hemos encontrado criterios de ningún tipo para el establecimiento de más facies, ni tan siquiera mediante tránsito o límites más o menos difusos.

Por los estudios sedimentológicos realizados por MABESOONE, J. M.

(1961) en lo que él denomina facies Carrión de los Condes, que no es sino la facies «Tierra de Campos», llega este autor a la conclusión de que son depósitos fluviales con episodios lagunares, con un clima que provocaba fuerte evaporación (presencia de caliches) y con cierta acción eólica (porcentajes relativamente altos de fracciones loésicas).

Dado que la facies aquí descrita es muy similar a la de Carrión de los Condes y se encuentra en continuidad lateral con ella, las condiciones ambientales y de sedimentación han de ser análogas si no las mismas.

1.1.2 FACIES DE MARGAS AMARILLENAS CON NODULOS CALCAREOS

Bc-Bc^1
(T_{c11-12} m)

Sobre la facies anterior, y en tránsito gradual muy rápido, se sitúa una facies margosa, amarillenta, con gran abundancia de nódulos calcáreos, que se encuentran dispersos o bien dispuestos en niveles. Se trata por tanto de una facies carbonatada.

Hemos considerado oportuno hablar de facies y no de formación, aun cuando aparentemente se superpone concordante con la anterior, porque de la observación de campo se intuye un cambio lateral de facies hacia el E desde techo de la inferior a la base de ésta. Esta apreciación es difícilmente demostrable con ejemplos claros de campo; únicamente se observa una inmersión generalizada hacia el E del contacto, que experimenta caprichosas variaciones de cota sin motivo estructural aparente y que al mismo tiempo se difumina en muchos puntos.

Una de las áreas más problemáticas en este sentido es la de Mayorga, a la que hemos incluido en esta facies margosa aun cuando el predominio allí es de las areniscas en facies asimilable a la de «Tierra de Campos» (s.l.). Otras son: el área de Fuente de Piedra, al S de Urones de Castroponce y la del tramo de carretera entre Becilla de Valderaduey y Villavencio de los Caballeros.

Todo esto creemos oportuno exponerlo, pero lo hacemos con las naturales reservas, ya que por no tratarse de un contacto nítido, sino de un paso gradual rápido entre dos series margosas, sólo se hace perceptible en fotografía aérea. La delimitación viene ayudada por el contraste de tonalidades entre ambas; más oscura la inferior (ocre-rojiza) y más clara (blanco-amarillenta) la que nos incumbe, por su mayor riqueza en carbonatos.

Existe también cierto control morfológico para la delimitación de esta facies, ya que sus afloramientos determinan un resalte en la topografía plana propia de la facies «Tierra de Campos» (s.l.). Esto es especialmente claro en los afloramientos aislados por dar lugar a pequeñas elevaciones, que a modo de cerros testigo han quedado desenganchados del frente de retroceso de esta facies, situado más al E. Los ejemplos más claros son

Trasdemeño (795 m.) y la alineación que culmina en el Teso de San Vicente (837 m.).

Las cotas más elevadas a que se encuentra esta facies siempre coinciden con superficies planas, por lo que presenta gran tendencia a los relieves tipo mesa. Son buenos representantes las cotas anteriormente citadas. Esto, por otra parte, nos hace pensar en una posible primitiva superficie de colmatación muy retocada.

La serie, como ya dijimos, es esencialmente margo-arcillosa, pero presenta intercalaciones de areniscas, conglomerados y calizas.

Las margas y arcillas son de tonalidades ocres, con jaspeado gris o rojizas y con abundantes nódulos calcáreos que pueden llegar a los 5 cm. Estos pueden estar dispersos o concentrados en determinados niveles, cuya abundancia tiende a ser mayor hacia los tramos altos de la serie. Pueden estar asociados a nódulos de limonita.

Las intercalaciones de areniscas aparecen únicamente en el área NE de la Hoja, correspondiendo con el afloramiento más extenso de esta facies. Son areniscas de grano medio a fino que pueden contener delgados niveles calcáreos o nódulos siguiendo la estratificación.

Los conglomerados son muy escasos y análogos a los de la facies «Tierra de Campos» (s.l.), habiéndose encontrado en ellos algunos fragmentos de huesos inclasificables de vertebrados. Están asociados a las areniscas y se presentan en gruesos y cortos lentejones provistos de laminación cruzada a gran escala donde la base es claramente erosiva. Se trata por tanto de paleocanales.

Los niveles calizos son también muy poco frecuentes y, de aparecer, son intercalaciones lenticulares en los tramos más altos de la serie. El ejemplo más claro lo tenemos en el mismo Castrobol, en la cota 791 m que domina el corte del arroyo de Reguerina. Allí se trata de calizas nodulosas blancas con jaspeado amarillento.

Otros episodios calcáreos los representan los niveles con gran concentración de nódulos. Estos últimos, fundiéndose, les comunican aspecto grumoso, e incluso originan áreas vacuolares, porosas, de aspectos tobáceo. Intercalaciones de este tipo dominan el Teso de San Vicente. También se encuentran en Castrobol y al E de Villavicencio de los Caballeros, donde han llegado a ser explotados en una pequeña cantera.

Vemos por tanto que hacia el techo de la serie va habiendo un predominio cada vez mayor de la sedimentación calcárea y que debe culminar con el depósito de las calizas de los Páramos. El primer afloramiento de éstas se encuentra en un pequeño cerro testigo al S de Villalón de Campos, ya en la vecina Hoja de Villalpando.

La potencia de esta facies es difícil de estimar, pues va aumentando progresivamente hacia el E desde los 50 m que aproximadamente tiene en el Teso de San Vicente. Por otra parte, los sondeos realizados en ella la sobrepasan ampliamente y las descripciones de los niveles no son significativas como para permitir su separación de la facies «Tierra de Campos» (s.l.).

1.1.3 DATACIONES

Los resultados del estudio micropaleontológico realizado en las dos facies del Terciario, representadas en la Hoja, han sido prácticamente nulos debido a su carácter azoico o a la banalidad de la escasa microfauna contenida. Por tanto, tampoco hemos dispuesto de datos de biofacies.

Aparte de algunos fragmentos de tubos calizos de algas, la mayor abundancia corresponde a nodulitos (concreciones arcilloso-ferruginosas), algunos de los cuales presentan envueltas concéntricas y podrían corresponder a formas orgánicas (algas, *Sphaerocodium?*).

A falta de otros datos y puesto que la cronoestratigrafía del Neógeno continental se basa en la fauna de vertebrados, hemos recurrido a los datos bibliográficos sobre sus yacimientos. Los trabajos de F. M. BERGOUNIOUX y F. CROUZEL (1958) y M. T. ALBERDI y E. AGUIRRE (1970) han sido los más importantes a este respecto. En ellos se citan una serie de yacimientos relativos a esta región, algunos de los cuales se encuentran en áreas muy próximas (Benavente, Hoja 13-12).

En esta localidad, en la cantera de José Antonio Otero, citan los segundos la presencia de un Jiráfido (cf. *Decennatherium pachecoi* CRUSAFONT, 1952), Mastodonte (*Tetralophodon longirostris* KAUP, 1835 y *Zygalophodon pyrenaicus* LARTET) y restos de Rhinocerotidae (indeterminable) de gran talla, atribuyéndolos a un Mioceno Superior. Esta datación se basa en que la primera especie se encuentra también en el Vallesiense de los valles de Fuentidueña (Segovia) y en las capas de Relea y Saldaña (Palencia), pertenecientes al Vindoboniense Superior-Pontiense.

En el primero de los trabajos se citan otros yacimientos de la provincia de León, alguno de ellos próximo a esta Hoja, como el de Santa María del Páramo, que aportó *Trilophodon angustidens* CUVIER, que da una edad Vindoboniense Superior.

De acuerdo con esto y si los escasos metros de serie aflorante de la «Facies Tierra de Campos» (s.l.) son, por correlación con el yacimiento de Benavente, de su edad, la facies de margas amarillentas superpuestas y que intuimos en cambio lateral al techo de la primera debe ser de edad análoga, algo más adentrada en la parte baja del Pontiense (Vallesiense).

Los únicos hallazgos de vertebrados encontrados por nosotros estaban siempre, como ya se ha dicho, asociados a las facies de canal y han sido fragmentos inclasificables.

1.2 CUATERNARIO

Los depósitos cuaternarios cubren aproximadamente la cuarta parte del área abarcada por esta Hoja, siendo en su mayoría de origen fluvial. Corresponden a los extensos y numerosos aterrazamientos dejados por el río Cea y los más modestos de Valderaduey. Son conglomeráticos, excepto en los niveles más inferiores donde el predominio es arenoso y limoso. De estas últimas litologías son también las extensas llanuras de inundación por las que discurren y los lechos de los valles afluentes.

El resto de los depósitos corresponden a los conos de deyección y a algunos glacis cubiertos desarrollados entre niveles de terrazas.

1.2.1 TERRAZAS FLUVIALES (Q_1T_3a - Q_1T_6a ; Q_1T_7 y Q_1T_8a ó s; Q_1T_9s ; $Q_1T_{10}s$; Q_2Al_1 - Q_2Al_3)

La mayor extensión y desarrollo corresponde a las del Cea, donde se han identificado ocho niveles, aun cuando existen otros pequeños escalonamientos que por perder rápidamente su continuidad han sido incluidos en una misma.

Río Cea: nace en la Cordillera Cantábrica y corre con dirección N-S hasta Sahagún, a partir de donde adopta la NE-SO con que recorre el área noroccidental de esta Hoja. Con ella continúa hasta su confluencia con el Esla en la vecina Hoja de Benavente (13-12).

Su valle es asimétrico debido al enorme desarrollo que tienen las terrazas en su margen derecha, estando totalmente ausentes en la izquierda entre Mayorga y Valderas. A partir de este último punto están presentes también en esta margen, por lo que el valle es ya excepcionalmente simétrico hasta su desembocadura.

La asimetría se acentúa aún más por el hecho de que el río corre por su margen izquierda, a la que excava y acantilada.

Los ocho niveles de terrazas están presentes en la margen derecha a todo lo largo de su curso, excepto los dos más inferiores, que desaparecen en las proximidades del límite O de la Hoja. El más bajo va perdiendo poco a poco su individualidad, difuminándose en la llanura de inundación.

Son terrazas con depósito conglomerático, generalmente de abundante matriz arcilloso-arenosa, roja en las del curso principal y arenosa en las de los valles afluentes. Hacen excepción las dos más bajas entre las del curso principal, cuyo depósito es eminentemente arenoso.

Buenos ejemplos de las primeras se encuentran en las trincheras de las carreteras que las atraviesan. De las bajas no existen cortes en esta Hoja que permitan buenas observaciones en sección, pero sí en la vecina de Benavente (13-12). En ellas se comprueba que los conglomerados son meros episodios en una serie totalmente arenosa.

Los cantos, bien rodados, son de cuarcita y en pequeña proporción de cuarzo, como corresponde al desarrollo en Paleozoico de su cabecera.

Es corriente la cementación calcárea en la base de los conglomerados de las terrazas.

Los niveles representados son de antiguo a moderno:

Hacemos constar que la numeración de los niveles de terrazas está referida al conjunto de las Hojas 13-12, 14-12, 13-13, 14-13, 13-14 y 14-14, siendo el nivel más antiguo presente en ésta el (Q₁T₃a).

+ 80-90 m (Q₁T₃a); + 70-80 m (Q₁T₄a); + 60-70 m (Q₁T₅a);
+ 50-60 m (Q₁T₆a); + 40-50 m (Q₁T₇a); + 20-30 m (Q₁T₈a);
+ 10-20 m (Q₁T₉s); y nivel de + 5-10 m (Q₁T₁₀s).

De todos únicamente están presentes en la margen izquierda entre el (Q₁T₅) y el (Q₁T₉), ambos inclusive, muy desmantelados, hasta el punto de quedar en Valderas solamente pequeños retazos.

Muchos de los valles de la red afluyente del curso principal vienen heredados de antiguo, como lo demuestran sus niveles de terrazas que se enlazan con los correspondientes de este último. Las primeras pruebas de su existencia corresponden al nivel (Q₁T₆a) (arroyo de Semillana) y con probabilidad, dado lo reducido de los afloramientos, al (Q₁T₅a).

Estos valles son también asimétricos, estando bien desarrollado en su margen derecha el sistema de terrazas, mientras en la izquierda, escarpada, generalmente falta. Esta disposición provoca un extraordinario desarrollo de las terrazas en la confluencia con las del curso principal.

El carácter arenoso de los niveles de terrazas más bajos del Cea pone de manifiesto una disminución de la energía del régimen fluvial, haciéndose más patente la presencia de los aportes procedentes del Mioceno. El carácter se acentúa aún más en la composición limo-arcillosa de la llanura de inundación (Q₂Al₂). Esta, no obstante, contiene intercalaciones de arenas y conglomerados puestos de manifiesto en algunas cárcavas. Las causas de todo el proceso habría que buscarlas en una disminución progresiva de la pluviosidad.

En los valles afluentes este carácter, que en general afecta a todos los niveles, no habría que buscarlo solamente en la menor energía del medio, sino en que su cauce se abre totalmente en los sedimentos miocenos.

Los depósitos del lecho actual (Q₂Al₃) son conglomerados y limos arcilloarenosos.

Por último, los aluviones de la red afluyente (Q₂Al₁) son limos arcillosos

como corresponde a su desarrollo en los materiales miocenos, pudiendo contener cantos si procede de áreas de aterrazamientos.

Río Valderaduey: Tiene su nacimiento en los sedimentos terciarios y corre en dirección N-S hasta Sahagún, a partir de donde toma la NE-SO con que recorre el área suroriental de esta Hoja. Guarda, por tanto, cierto paralelismo en su recorrido con el Cea, pero al entrar en la provincia de Valladolid se separan paulatinamente.

El valle es rectilíneo y ligeramente asimétrico, carácter este último que no está más acentuado por la poca altura de sus márgenes.

Sus terrazas se distribuyen únicamente en la margen derecha, estando presentes cuatro niveles, de los que del más alto sólo se conserva un pequeño retazo en el Cerro Trasediebres (753 m), al SE de Valdunquillo.

El depósito de estas terrazas es conglomerático, pero con abundante matriz arenoso-arcillosa. Los cantos bien rodados y de pequeño tamaño, son en su mayor proporción de cuarcita, heredados de otros sistemas de terrazas de las partes altas de su curso. En menor proporción los hay calcáreos, que no son sino los nódulos, rodados, de las margas y arcillas miocenas. Recuerdan, por tanto, a las intercalaciones conglomeráticas de la facies «Tierra de Campos» (s.l.).

Los cuatro niveles que están presentes son, de antiguo a moderno: De + 35 m (Q_1T_7s); + 20-30 m (Q_1T_8s); + 10-20 m (Q_1T_9s) y nivel de + 5 m (Q_1T_{10s}).

Este río, por su génesis, es semejante a la red afluyente del Cea, siendo sus terrazas, por tanto, de análoga naturaleza.

El carácter limo-arcilloso de su vega (Q_2Al_1), con muy escasos cantos de cuarcita, nos pone de manifiesto una disminución de la energía del régimen fluvial al igual que en el Cea. Disminución provocada por una pérdida de caudal como queda patente en que la circulación sería hoy freática a no ser por el canal excavado y que recorre longitudinalmente la llanura de inundación.

Los aluviones de la red afluyente son de la misma naturaleza que la llanura de inundación del curso principal.

Uno de los hechos que más sorprenden del Valderaduey es el trazado rectilíneo de su curso, que forzosamente hay que asociarlo con algún sistema de fracturación. Posiblemente se trate de reflejo del zócalo, aun cuando en superficie no hay elementos que permitan asegurarlo.

Por otra parte, y ya hablando en conjunto para toda la Hoja, la acentuada asimetría de los valles, debida a una persistente migración lateral de los cursos fluviales hacia el SE, que aún hoy en día se manifiesta en su discurrir por la margen izquierda, hace pensar en la existencia de un posible basculamiento generalizado más que en accidentes tectónicos locales.

1.2.2 GLACIS CUBIERTO (Q₁G)

Está en su mayor parte disecado por los barrancos, quedando de él pequeños retazos enrasados con algún nivel de terraza.

El depósito es de gravas cuarcíticas procedente de la terraza inmediatamente superior.

1.2.3 CONOS DE DEYECCION (Q₂Cd)

Se encuentran en las desembocaduras de algunos valles afluentes o de grandes cárcavas excavadas en los materiales terciarios. Su naturaleza es arcillosa con cantos heredados de las terrazas.

1.2.4 DATACION

No hemos dispuesto de criterio para la datación precisa de los distintos niveles de terrazas, habiéndose hecho en ciertos sectores de la cuenca del Duero por comparación con otros datos de diferentes puntos de la Península, especialmente de la cuenca del Tajo. Pero generalmente se considera que han sido provocadas por alteraciones climáticas frías y templadas relacionadas con las glaciaciones en el transcurso del Pleistoceno.

Por esta razón hemos agrupado en él los ocho niveles y algunos glacis desarrollados entre ellos, reservando para el Holoceno los depósitos de las vegas, lechos actuales y restantes.

2 TECTONICA

Las series miocenas son peculiares por su carácter atectónico tanto en cuanto a plegamiento como a fracturación. La monotonía de las series y el extraordinario desarrollo de los cultivos dificultan la observación a excepción de en puntos muy localizados donde son perceptibles ligeros plegamientos de pequeño radio o tramos de serie basculados. Estos últimos asociados a estructuras de mayor radio. Pero aparte de estas pequeñas estructuras los sedimentos miocenos yacen horizontalmente.

Por otra parte, el trazado rectilíneo de los cursos fluviales, bien en su totalidad o por tramos y su disposición según determinados sistemas de orientación preferentes, llevan forzosamente a relacionarlos con sistemas de fracturación. Su repercusión en las series miocenas no es bien conocida, en parte por ser asentamiento de las extensas llanuras de inundación

y en parte por la uniformidad litológica y las precarias condiciones de observación.

El desarrollo a escala regional de estas líneas de debilidad parece reflejar influencias del zócalo. Sus direcciones son N-S, NO-SE y NE-SO, estas últimas con diferentes ángulos, siendo ortogonales las dos principales.

La distribución de los sistemas de terrazas en las márgenes derechas, tanto de los cursos principales como de los afluentes y teniendo presente su orientación, nos indican la existencia de un posible basculamiento hacia el E. Por otra parte, el desplazamiento de los cauces actuales hacia la margen izquierda de su valle y su persistente acción erosiva en ella (caso del Cea), parecen estar de acuerdo con esta idea, al mismo tiempo de su vigencia en la actualidad.

Las pequeñas o ligeras deformaciones de la serie miocena podrían corresponder a la fase Rodánica que afectó a la caliza de los Páramos (J. M. MABESONE, 1961).

3 HISTORIA GEOLOGICA

El hecho de que la serie miocena tenga muy escasa representación en superficie en relación con la potencia total obtenida en los sondeos, hace que la evolución histórica haya de ser forzosamente muy parcial.

La sedimentación comienza en el Mioceno a partir de un área fuente hercínica, que suponemos situada al O por la mayor proximidad de la región de Sanabria (a este respecto y a pesar de su poca representatividad son de destacar los datos de paleocorrientes en la facies «Tierra de Campos» (s.l.), que nos dan unos aportes del O-N). Esta, por la orientación de sus alineaciones oblicuas al borde de la cubeta, da un amplio área de interacción entre ambos dominios.

La sedimentación, siempre continental, es de régimen fluvial al menos en la facies «Tierra de Campos» (s.l.). Sufrió interrupciones esporádicas, posiblemente de variación estacional. Existirían cursos divagantes sobre una superficie de débil pendiente, como parecen indicar las arenas y areniscas con laminaciones cruzadas atribuidas a facies de «point bar». Cada vez que se instauraba un curso fluvial ése se abría paso en los sedimentos arrancando elementos de su cauce, pero sin ser profunda la erosión lineal. Sí, en cambio, sería más intensa la acción erosiva lateral de los canales debido a su carácter divagante.

Cierta sedimentación carbonatada que se produce en las últimas etapas de esta facies podría coincidir con áreas deprimidas y encharcadas.

Pulatinamente y comenzando por las áreas más orientales va instaurándose una sedimentación más fina y carbonatada que va progresivamente

desarrollándose hacia el O. Tiene posiblemente episodios lagunares (calizas tobáceas) que alternan con otros típicamente fluviales (conglomerados y areniscas) semejantes a los del régimen anterior. Representa el tránsito a las facies lacustres de las calizas de los Páramos (próximas al ángulo SE de la Hoja).

No existen elementos de juicio para probar la existencia de movimientos anteriores a la fase Rodánica, que pliega suavemente las calizas de los Páramos, ya que debieron manifestarse en rejuvenecimientos de relieve y aumento de la intensidad del aporte.

Así se da paso al Cuaternario, cuyos primeros depósitos corresponden a las terrazas fluviales con sus ocho niveles pertenecientes a otras tantas pulsaciones dentro de un movimiento generalizado de levantamiento con basculamiento hacia el E. Al mismo tiempo ha habido un paulatino decrecimiento de la energía del régimen fluvial.

4 GEOLOGIA ECONOMICA

4.1 CANTERAS

Son muy escasas las canteras en actividad en el ámbito de esta Hoja, aunque existen indicios y antiguas explotaciones de ellas.

Las activas son todas de arenas, de las que la más importante es la de Mayorga. Otras a modo de pequeñas excavaciones o areneros se encuentran al S de Campazas o al N de Roales (bajo una de las terrazas de la margen izquierda del Cea).

Las inactivas son de arcillas, arenas o calizas. De estas últimas sólo existe una pequeña excavación junto a la carretera de Villavicencio de los Caballeros a la de Adanero-Gijón.

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 medicadas 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 los 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, horizontal 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.

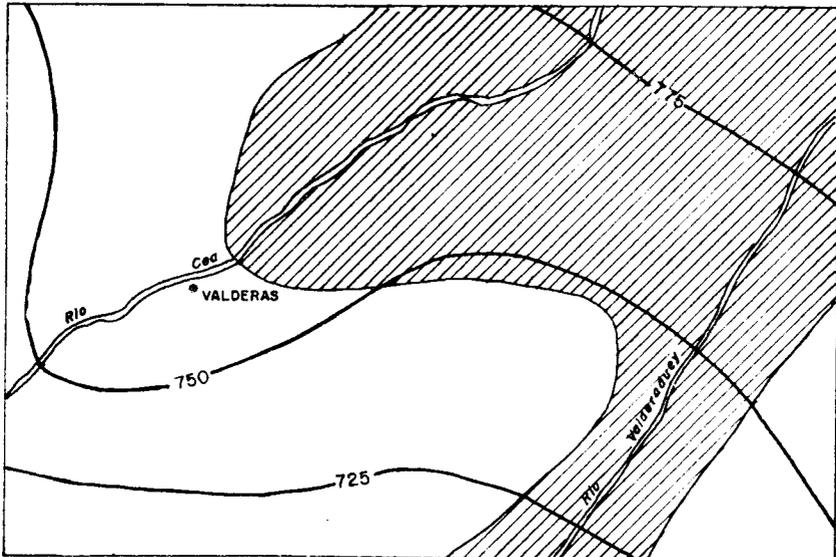
Esta consideración cambia por completo el enfoque del problema, sobre

todo desde el punto de vista hidrodinámico, ya que se pone en juego un nuevo parámetro, la permeabilidad vertical 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 es relativamente baja, oscila entre los 520 mm al S, para ir disminuyendo hacia el N, donde alcanza valores próximos a los 400 mm. El clima es continental extremado con inviernos fríos, en donde se presentan temperaturas medias mensuales entre los 2.º y 3.º; y veranos cálidos donde se alcanzan temperaturas medias superiores a los 20º.

La evapotranspiración es alta, del orden del 80% al 90% de la pluviometría, y la cantidad de lluvia útil, es decir, aquella que escapa de la evapotranspiración, de 50 mm anuales.

En esta Hoja las formaciones con interés hidrogeológico son el Terciario y los depósitos fluviales. Del comportamiento hidrodinámico del Terciario, ya hemos hablado anteriormente, y en él se ubican los sondeos más



(Tomado del mapa piezométrico Octubre - Noviembre 1972)

-  Área surgente
-  —750— Curva isopiezométrica - Cota sobre el nivel del mar

profundos, que llegan a alcanzar los 400 m de profundidad, y que en su mayor parte han sido ejecutados por el Instituto Nacional de Colonización. En total hay 17 sondeos en esta Hoja que explotan las aguas del Terciario en varios acuíferos. Este agua se emplea esencialmente para el abastecimiento urbano. Los caudales son muy variables y pueden oscilar entre el litro por segundo hasta los 30 l/s surgentes, en un sondeo del I. N. C., al S de Villavicencio de los Caballeros.

En algunas zonas, cuando afloran materiales detríticos más gruesos se pueden encontrar surgencias, que son de escasa entidad; apenas unos litros por minuto.

Se conocen valores de transmisibilidad, gracias a dos ensayos de bombeo realizados por la División de Aguas Subterráneas del IGME. Estos ensayos dieron los siguientes valores de transmisibilidad: 1,7 m²/h (valor ciertamente bajo, para el número de metros de acuíferos atravesados), y 14,6 m²/h.

En gran parte de la zona los sondeos que atraviesan los acuíferos terciarios son surgentes (véase gráfico adjunto).

En el archivo central de la División de Aguas Subterráneas del IGME existe ya codificado en fichas especiales para su tratamiento por ordenador, datos de puntos de agua de esta Hoja.

En el Cuaternario, las formaciones de mayor interés se encuentran en los aluviales de los ríos Cea y Valderaduey, principalmente, y en donde se ubican el mayor número de pozos, especialmente en las cercanías de los núcleos urbanos. Estas captaciones suelen ser de gran diámetro, 1,5 a 2 m, y de poca profundidad, siendo los caudales de extracción muy variables, cuya utilización es preferentemente para usos agrícolas. Los diversos niveles de terrazas no tienen un gran interés hidrogeológico, pues aparte de su pequeño espesor, están desconectados hídricamente.

5 BIBLIOGRAFIA

- AROSERVICE, LTD. (1967).—«Mapa geológico de la Cuenca del Duero. Escala 1:250.000». *Inst. Nac. de Coloniz. & 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. Inst. Lucas Mallada, C. S. I. C., Madrid.
- BERGOUNIOUX, F., y CROUZEL, F. (1958).—«Les mastodontes de l'Espagne». *Est. Geol.* vol. XIV, pp. 223-365. Inst. Lucas Mallada, C.S.I.C., Madrid.
- DOMINGUEZ, A. y ARQUER PRENDES, F. (1971).—«Comunicación sobre el hallazgo de una posible facies marina bajo los sedimentos terciarios continentales del occidente de la Cuenca del Duero». *I Congr. Hisp. Lus. Amer. de Geol. Econ.*, tomo I, sección I, Geología, pp. 157-160.

- ESPEJO, R.; TORRENT, J., y ROQUERO DE LABURU, C. (1973).—«Contribución a la caracterización de niveles superiores de terrazas fluviales en ríos españoles». *Bol. Real Soc. Esp. Hist. Nat. (Geol.)*, tomo 71, números 3-4, pp. 231-236.
- HERNANDEZ PACHECO, E. (1915).—«Geología y Paleontología del Mioceno de Palencia». *Com. de Inv. Pal. y Prehist.*, 5, Madrid.
- (1930).—«Fisiografía, geología y paleontología del territorio de Valladolid». *Com. de Inv. Pal. y Prehist.*, 37, Madrid.
- IGME (1970).—«Hoja núm. 19, León. Escala 1:200.000».
- (1971).—«Estudio hidrogeológico de la cuenca terciaria de la provincia de Zamora». División de Aguas Subterráneas del IGME (Inédito).
- (1971).—«Inventario de puntos de agua de la Cuenca del Duero». Archivo Central de la División de Aguas Subterráneas del IGME.
- (1972).—«Mapa hidrogeológico de España, escala 1:100.000 y Mapa de Síntesis de acuíferos».
- MABESOONE, J. M. (1961).—«La sedimentación terciaria y cuaternaria de una parte de la Cuenca del Duero (provincia de Palencia)». *Estudios Geológicos*, vol. XVII, núm. 2. Inst. Lucas Mallada, C.S.I.C., Madrid.
- PORRAS MARTIN, J. (1973).—«Estudio hidrogeológico de la Cuenca del Duero». *Boletín IGME*, tomo LXXXIV.
- PUIG Y LARRAZ (1883).—«Descripción física, geológica y minera de la provincia de Zamora». *Mem. Com. Mapa Geol. Esp.*, 1 vol., 488 páginas.