



MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA

Escala 1 : 1:50.000

Segunda serie - Primera edición



GÓMARA

Instituto Tecnológico
GeoMinero de España

MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA

Escala 1:50.000

GÓMARA

Primera edición

MADRID, 1.991

Fotocomposición: Cartografía Madrid, S.A.

Depósito Legal: M-38023-1991

NIPO: 232-91-001-4

La presente Hoja y su Memoria explicativa han sido realizadas por la empresa INTECSA, como parte de la Unión Temporal de Empresas (UTE). INTECSA-ENADIMSA, bajo normas, dirección y supervisión del ITGE. En la realización de esta Hoja han intervenido:

Dirección y supervisión

V. Gabaldón López (ITGE).
A. Martín Serrano (ITGE).

Jefe de Proyecto (UTE)

A. Lendínez González (INTECSA).

Autores

E. Ferreiro Padín (INTECSA).

Colaboradores

A. Lendínez González (INTECSA). Sedimentología del Terciario Continental.
J. L. Simón Gómez y Casas Sainz (Universidad de Zaragoza). Tectónica.
P. Cabra Gil. Geomorfología.
J. del Pozo (INTECSA). Hidrogeología.
ENADIMSA. Laboratorios.

Se pone en conocimiento del lector que en el ITGE existe para su consulta una documentación complementaria de esta Hoja y Memoria constituida por:

- Mapa geomorfológico E = 1:50.000.
- Muestras y sus correspondientes preparaciones.
- Informes sedimentológicos y micropaleontológicos de dichas muestras.
- Fichas bibliográficas, fotografías y demás información.

El Instituto Tecnológico GeoMinero de España, ITGE, que incluye, entre otras, las atribuciones esenciales de un «Geological Survey of Spain», es un Organismo autónomo de la Administración del Estado, adscrito al Ministerio de Industria Comercio y Turismo, a través de la Secretaría General de la Energía y Recursos Minerales (R.D. 1270/1988, de 28 de octubre). Al mismo tiempo, la Ley de Fomento y Coordinación General de la Investigación Científica y Técnica le reconoce como Organismo Público de Investigación. El ITGE fue creado en 1849.

ÍNDICE

| | |
|---|----|
| 0. INTRODUCCIÓN | 7 |
| 1. ESTRATIGRAFÍA | 10 |
| 1.1. Terciario | 10 |
| 1.1.1. Areniscas silíceas y arcillas (1). Oligoceno (Sueviense) | 11 |
| 1.1.2. Arcillas, niveles de areniscas y conglomerados calcáreos (2). Oligoceno-Mioceno inferior (Sueviense-Ageniense) | 11 |
| 1.1.3. Conglomerados, areniscas calcáreas y arcillas (3). Oligoceno | 12 |
| 1.1.4. Areniscas calcáreas, calizas y arcillas (4). Oligoceno superior-Mioceno inferior (Arveniense-Ageniense) | 13 |
| 1.1.5. Conglomerados calcáreos y arcillas (5). Oligoceno superior-Mioceno inferior (Arveniense-Ageniense) | 14 |
| 1.1.6. Conglomerados y arcillas (6). Mioceno inferior-Mioceno medio (Ageniense-Aragoniense) | 14 |
| 1.1.7. Conglomerados de cantos cuarcíticos, areniscas silíceas (7). Mioceno medio-Plioceno | 15 |

| | | |
|---------|---|----|
| 1.1.8. | Conglomerados poligénicos y arcillas (8). Mioceno medio-Mioceno superior..... | 16 |
| 1.1.9. | Conglomerados, areniscas y arcillas (9). Plioceno | 17 |
| 1.1.10. | Cantos silíceos sueltos y arenas (10). Pliocuatrnario | 17 |
| 1.2. | Cuatrnario | 18 |
| 1.2.1. | Terrazas: Gravas cuarcíticas y arenas (11) | 18 |
| 1.2.2. | Aluviales: Gravas, arenas y limos (12) | 18 |
| 1.2.3. | Conos de deyección (13) | 18 |
| 1.2.4. | Coluviones (14) | 18 |
| 1.2.5. | Depósitos lacustres limo-arcillosos (15) | 19 |
| 2. | TECTÓNICA | 20 |
| 2.1. | Descripción macroestructural | 20 |
| 2.2. | Datos microestructurales | 21 |
| 2.3. | Interpretación tectónica | 22 |
| 3. | GEOMORFOLOGÍA | 26 |
| 4. | HISTORIA GEOLÓGICA | 28 |
| 5. | GEOLOGÍA ECONÓMICA | 28 |
| 5.1. | Minería y canteras | 28 |
| 5.2. | Hidrogeología | 29 |
| 6. | BIBLIOGRAFÍA | 34 |

INTRODUCCIÓN

La Hoja a escala 1:50.000 número 379 (Gómara) está situada en la provincia de Soria. Ocupa la parte Norte de la depresión de Almazán que, a su vez, es la prolongación oriental de la cuenca del Duero.

La bibliografía existente sobre la zona es escasa y de carácter muy general. Únicamente cabe reseñar la Hoja geológica de síntesis a escala 1:200.000, número 31 (SORIA), y los trabajos de SÁNCHEZ DE LA TORRE (1.963 y 1.974) y MELÉNDEZ *et al.* (1.982). En los primeros se abordan aspectos generales, mientras que en la publicación de MELÉNDEZ se estudia la relación entre las cuencas de Calatayud y Almazán durante el Mioceno superior. El marco geológico regional de la cuenca de Almazán, y por tanto de la Hoja de Gómara, lo constituye el extremo NO de la Cordillera Ibérica, que entre sus dos ramas, la Castellana y la Aragonesa, permite la instalación de abanicos aluviales que originan el relleno terciario de esta Cuenca.

Los materiales que componen este relleno corresponden, dentro de la Hoja, al Paleógeno y al Neógeno. A ellos se le superponen sedimentos cuaternarios depositados, sobre todo, por el río Duero en forma de aluviales y terrazas.

Los materiales neógenos se distribuyen por el O y S y los paleógenos ocupan el resto. Todos ellos representan depósitos de abanicos aluviales en facies proximales, medias y distales, de naturaleza silíceo o calcárea, dependiendo del área de procedencia.

La morfología del área es muy suave. En el caso de los materiales paleógenos es una llanura en la que se destacan algunas lomas de reducida elevación, correspondientes a lentejones de conglomerados y areniscas. En el dominio Neógeno son relieves tabulares con sus bordes más o menos escarpados como consecuencia de la actividad erosiva actual.

El Paleógeno se encuentra plegado con bastante intensidad, sobre todo en el entorno de Gómara, según pliegues de orientación 120 E en la mitad oriental de la Hoja y casi E-O en el resto. La vergencia es ligeramente hacia el Norte. El Neógeno se dispone formando abanico de capas sobre el Paleógeno (discordancia progresiva). En el Sur de la Hoja está prácticamente horizontal o con un leve basculamiento hacia el SO.

Todos estos estudios se han completado con la interpretación en profundidad de las cubetas terciarias y del funcionamiento de los acuíferos, mediante la información geofísica, ya existente, o las nuevas campañas que como documentación complementaria se han realizado. En la figura 1 se indica la situación de los perfiles sísmicos y de los sondeos eléctricos verticales que se han reinterpretado y realizado, respectivamente.

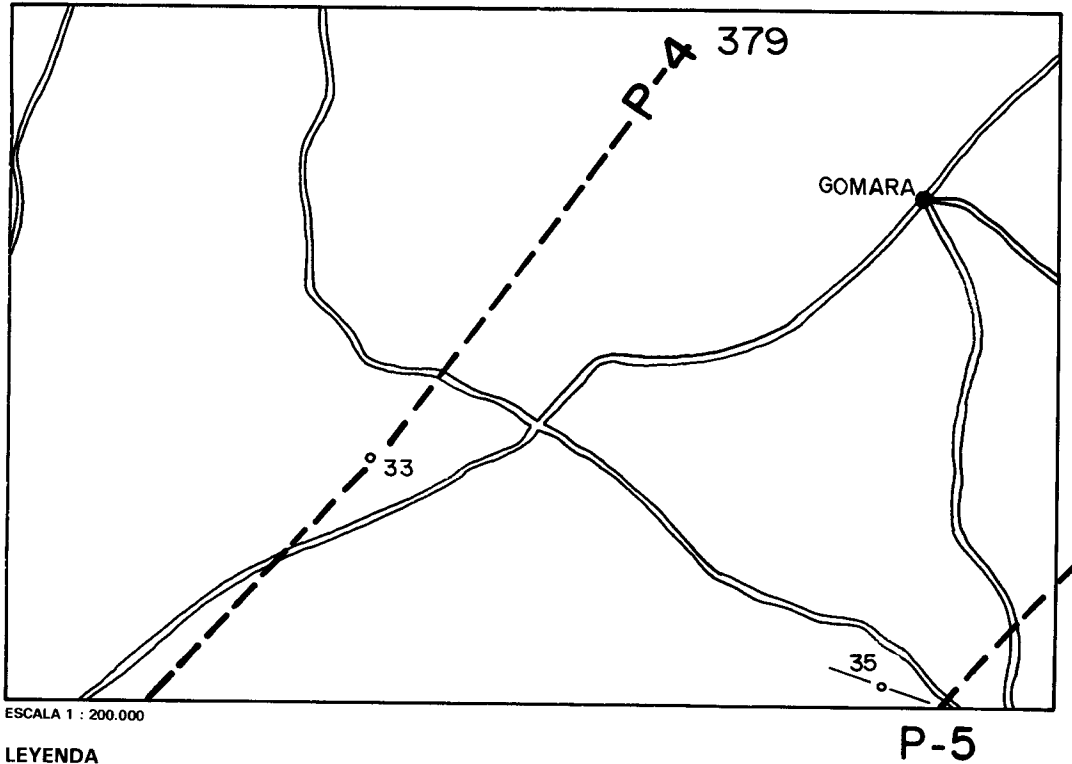


Fig.-1 Esquema de situación de los sondeos eléctricos verticales (sev) y perfiles sísmicos utilizados y reinterpretados

1. ESTRATIGRAFÍA

1.1. TERCIARIO

En la Hoja de Gómara están representados el Paleógeno y el Neógeno. Son en su totalidad sedimentos continentales cuya estratigrafía era poco conocida hasta la actualidad.

El análisis estratigráfico de los materiales terciarios de la cuenca de Almazán se ve obstaculizado por tres problemas básicos: Monotonía de facies (frecuentemente detríticas), escasez de registro fósil al que recurrir para asignar edades con criterios bioestratigráficos y falta de continuidad de afloramiento entre muchas de las unidades.

Estos hechos condicionan los resultados de dicho análisis, puesto que se carece de criterios cartográficos y bioestratigráficos suficientemente fiables para correlacionar las unidades que se establecen en las diferentes áreas de la cuenca.

Sin embargo, debido al conocimiento que se posee de las unidades tectosedimentarias (UTS) de la fosa de Calatayud-Teruel y a su proximidad geográfica a la cuenca de Almazán, que permite suponer la simultaneidad de sucesos tectónicos y, por tanto, de los dispositivos sedimentarios correlativos a ellos, se ha recurrido a la correlación de las unidades de la cuenca de Almazán con las de la citada fosa, cuya evolución secuencial y temporal es mucho mejor conocida. Por otra parte, se han tenido en cuenta las dataciones efectuadas en las Facies «Páramo» que aportan datos cronoestratigráficos fiables. Yacimientos conocidos son el de Cetina (ARENAS *et al.*, 1.987) situado en la Hoja 436 (Alhama de Aragón) y el de Escobosa de Calatañazor (LÓPEZ MARTÍNEZ *et al.*, 1.977) que se encuentra en la Hoja 378 (Quintana Redonda). En ambos casos no se tiene constancia de su verdadera situación y, para el yacimiento de Escobosa de Calatañazor, la bibliografía indica que se trata de un relleno situado en una fisura kárstica, por lo que la edad determinada no necesariamente debe coincidir con la de los materiales suprayacentes.

La correlación llevada a cabo con los criterios expuestos se ha aplicado a la totalidad de las Hojas que componen la cuenca y, en consecuencia, las atribuciones de los materiales a las distintas UTS pueden aparentemente no tener justificación si sólo se considera una Hoja.

Las UTS identificadas y sus edades respectivas son:

UTS T₁: Paleoceno (su base puede pertenecer al Cretácico terminal) (Maastrichtiense).

UTS T₂: Paleoceno-Oligoceno inferior.

UTS T₃: Oligoceno (Sueviense-Arverniense).

UTS T₄: Oligoceno-Mioceno inferior (Arverniense-Ageniense).

UTS T₅ y T₆: Mioceno medio (Ageniense-Aragoniense). Están constituidas por dos hemicírculos cuya separación no es siempre clara. En algunas Hojas de la cuenca se representa como una sola unidad y en otras se separan.

UTS T₇: No se ha identificado con claridad, aunque probablemente corresponde a los materiales basales de la Facies «Páramo inferior».

UTS T₈: Mioceno superior-Plioceno (Turolense-Rusciniense). Corresponde a la unidad cuyas facies terminales constituyen el Páramo inferior o Páramo 1.

UTS T₉: Plioceno. Comprende los materiales que componen la secuencia del Páramo superior o Páramo 2.

1.1.1. Areniscas silíceas y arcillas (1). Oligoceno (Sueviense)

Los materiales que forman esta unidad se distribuyen por el sector central de la mitad Norte de la Hoja. Los mejores afloramientos están en Ribarroja y en el Alto del Pecho, 1 km al SSE de la población de Ituro. Su expresión morfológica es poco llamativa debido a la naturaleza fácilmente erosionable de las areniscas.

Su litología es de areniscas versicolores, aunque con predominio de los tonos rojizos. Los granos son de cuarzo y cuarzo fundamentalmente. Están débilmente cementadas y el tamaño de grano oscila de fino a medio, en general con una buena clasificación. Entre los estratos de areniscas se intercalan ocasionalmente arcillas rojas.

La potencia de la unidad no se ha podido medir, pues no aflora la base ni hay cortes continuos. El cálculo basado en medidas indirectas da un espesor de unos 1.200 m, que es del mismo orden de magnitud que el detectado en perfiles sísmicos realizados con fines de exploración de petróleo.

Las relaciones de esta unidad con la o las subyacentes se desconocen. Con la unidad suprayacente se relaciona mediante un solapamiento retractor (*off lap*) con indentaciones.

Estos materiales se organizan en estratos de orden métrico, granodecipientes, con la base canalizada y estratificación cruzada en surco y planar. La bioturbación producida por raíces es muy frecuente y borra en gran medida las estructuras sedimentarias. El contenido faunístico es nulo.

Estos depósitos se pueden interpretar como correspondientes a un sistema de abanico aluvial en sus facies medias depositadas por cursos *braided* arenosos.

Por correlación con las unidades tectosedimentarias de la cuenca de Calatayud-Teruel se hace equivaler esta unidad con la UTS T₃, que tiene una edad Oligoceno (Sueviense).

1.1.2. Arcillas, niveles de areniscas y conglomerados calcáreos (2). Oligoceno-Mioceno inferior (¿Sueviense?-Ageniense)

Esta unidad cartográfica se extiende por el tercio oriental de la mitad Norte del mapa y en una franja al Sur del río Duero, donde desaparece fosilizada por sedimentos miocenos. No hay buenos afloramientos por su naturaleza predominantemente arcillosa. Su morfología es plana y en ella

resaltan las intercalaciones de areniscas y conglomerados.

La composición litológica es básicamente de arcillas de tonos marrones en las que se incluyen areniscas calcáreas y conglomerados igualmente calcáreos. También en ocasiones se han visto algunas capas micríticas.

Los granos y cantos de las intercalaciones son heredados de las Formaciones Mesozoicas, sobre todo jurásicas.

La potencia de la formación no se ha podido medir directamente, pues no hay afloramientos continuos. Se puede estimar en próxima a los 1.200 m. Aquí se incluyen los equivalentes laterales de la unidad, es decir, las unidades cartográficas (3) y (4).

Se apoya sobre la unidad (1) mediante un solapamiento retractivo (*off lap*) con indentaciones entre ambos conjuntos litológicos.

Las areniscas y conglomerados que se han cartografiado dentro de este conjunto presentan bases erosivas, depósitos de lag y cicatrices internas.

No se ha detectado contenido faunístico en los niveles arcillosos investigados.

El medio de depósito se ha interpretado como un sistema de abanico aluvial. Los materiales arcillosos corresponderían a sedimentos de llanura de inundación. Los conglomerados y areniscas representarían los canales que la surcaban y las calizas serían depósitos de áreas encharcadas dentro de la llanura citada.

Corresponde a las UTS T_3 y T_4 , de edad Oligoceno-Mioceno inferior. En esta unidad la separación de estas UTS no es posible debido a la similitud de Facies Detríticas entre ambas.

1.1.3. **Conglomerados, areniscas calcáreas y arcillas (3). Oligoceno**

Este tramo litológico aparece bien representado en la esquina NE de la Hoja, en los alrededores de Gómara y en las cercanías de Rabanera del Campo en el NO.

Se relaciona estratigráficamente con la unidad cartográfica (2), dentro de la cual forma lentejones en cambio lateral de facies con arcillas.

El espesor es del orden de 600 m.

Litológicamente consta de conglomerados de cantos predominantemente calizos (jurásicos), muy redondeados, con un centil que llega a alcanzar los 50 cm en los términos estratigráficamente más altos. La matriz es arenosa, de grano medio a grueso y el cemento es carbonatado.

Forman cuerpos cuya continuidad lateral puede llegar a algunos cientos de metros y excepcionalmente algunos kilómetros. Las bases son erosivas y canalizadas, muestran cicatrices internas y estratificación cruzada en surco.

La tendencia individual de los canales conglomeráticos es granodecreciente, aunque el conjunto de la unidad se muestra estrato y granocreciente.

Las areniscas que forman parte del conjunto son calcáreas, de cemento carbonatado, se disponen en cuerpos de potencia métrica de escasa continuidad lateral o a techo de los conglomerados descritos anteriormente. Son granodecrecientes y presentan cicatrices internas, laminaciones paralelas, bioturbación producida por raíces y estratificación cruzada en surco. Los colores son grises y ocre.

En ambos grupos litológicos se intercalan arcillas ocre y a veces, coronando secuencias conglomerado-arenisca-arcilla, se encuentran calizas micríticas beige o rosadas, en la zona situada a NO de Gómara.

La génesis del conjunto se interpreta como producida por abanidos aluviales en los que estarían representadas las facies proximales (conglomerados), medias (areniscas) y las distales (arcilla y calizas).

Por correlacionarse con la UTS T₃ su edad es Oligoceno (Sueviense).

1.1.4. **Areniscas calcáreas, calizas y arcillas (4). Oligoceno superior-Mioceno inferior (Arverniense-Ageniense)**

Este tramo litológico es cambio lateral de facies de la unidad anterior, aflora en la esquina NE del mapa, en la zona comprendida entre Gómara, Buberos y Aliud, aunque aquí se ha incluido en la cartografía de la unidad(3). En el área de Sauquillo de Boñices, donde su extensión lo ha permitido, se ha cartografiado separadamente.

La unidad está formada por areniscas calcáreas, arcillas y calizas.

Las areniscas son de grano medio a fino, con cemento calcáreo y los granos son en su mayor parte de naturaleza caliza. El espesor individual de los estratos está comprendido entre 0,5 y 1 m. La potencia máxima del tramo es de unos 400 m.

Las arcillas constituyen el cuerpo en el que se intercalan las areniscas y las calizas. Son de color marrón y con frecuencia contienen concreciones carbonatadas que ocasionalmente llegan a pasar hacia el techo a calizas.

Las calizas forman capas cuyo espesor puede llegar al metro. Son de color blanquecino, rosado o beige y de naturaleza micrítica.

Las tres litofacies descritas se disponen formando secuencias de orden Métrico constituidas por arcillas y areniscas coronadas por calizas. Las estructuras sedimentarias son prácticamente inexistentes y las capas tienden a una geometría planoparalela.

Sedimentológicamente parecen representar facies distales de la unidad (5), formadas por depósitos de una llanura lutítica en la que existen canales arenosos y zonas encharcadas con depósitos de carbonatos. No se han encontrado restos fósiles.

Esta unidad se relaciona con la UTS T₄ de la cuenca Calatayud-Teruel, por lo que su edad es Oligoceno-Mioceno inferior.

1.1.5. **Conglomerados calcáreos y arcillas (5). Oligoceno superior-Mioceno inferior (Arverniense-Ageniense)**

Esta unidad cartográfica se distribuye por el cuadrante SE de la Hoja, formando una banda que se extiende desde Zárabes hasta Sauquillo de Boñices.

Morfológicamente forma una alineación de relieves en la que destacan las intercalaciones de las capas duras que posee. A la cota 1.100 se ha desarrollado una superficie de erosión que arrasa los niveles de conglomerados.

Se relaciona estratigráficamente con la unidad (2), a la que se superpone mediante un solapamiento retractivo (*off lap*). Está en cambio lateral de facies con (4). La formación que se le superpone, es decir la número (6), lo hace con una fuerte discordancia erosiva y formación de abanicos de capas.

Su litología es de conglomerados de cantos y calizos (jurásicos) redondeados, con textura grano-sostenida, centil de hasta 40 cm y matriz arenosa. Las facies se hacen más distales en dirección NO, donde son más abundantes las intercalaciones de arcillas marrones que existen entre los conglomerados.

Los paquetes conglomeráticos tienen espesor métrico, son granodecrecientes, con bases erosivas y cicatrices internas.

Se han formado en medios proximales de un abanico aluvial desarrollado a partir de los relieves mesozoicos de la Rama Castellana de la Cordillera Ibérica. El sentido de progresión de las facies es de SE a NO.

Al corresponder al cambio lateral de facies de la unidad (4), se relaciona con la UTS T₄ con edad Oligoceno-Mioceno inferior.

1.1.6. **Conglomerados y arcillas (6). Mioceno inferior-Mioceno medio (Ageniense-Aragoniense)**

Los materiales que constituyen este conjunto afloran en la zona SE de la Hoja, desde donde continúan en dirección ONO, interrumpidos ocasionalmente por sedimentos posteriores que los recubren. Los mejores afloramientos están en la carretera de Serón de Nájima a Gómara, entre los kilómetros 17 y 20. Otro afloramiento, más inaccesible pero con mejor exposición, está situado en la margen izquierda del río Campillo, en el paraje denominado Peña de las Abejas.

Debido a su extensión relativamente reducida y a estar recubierta por otros materiales, la expresión morfológica de la unidad es poco significativa. En Torrejalba y Alparrache forma relieves en cuesta constituidos por conglomerados que destacan en las arcillas en la que están contenidos.

La litología es de conglomerados de cantos calizos, de procedencia jurásica y cretácica, muy redondeados, con textura granosostenida, centil de hasta 35 cm y matriz areno-arcillosa roja. Entre las capas de conglomerados existen intercalaciones de arcillas rojas. En general, se nota un cambio de color entre esta unidad y las inferiores, y así se pasa de tonos grises a tonos rojizos.

Se apoya sobre los conjuntos cartográficos (2), (3) y (4) formando un abanico de capas cuya base es fuertemente erosiva. Hay una tendencia a la distalidad de las facies en sentido NO, por lo que hacia el centro de la Hoja son más abundantes las arcillas.

Los conglomerados son granodecrecientes, poseen bases erosivas, canaliformes y algunas cicatrices internas. Son masivos, de pocos metros de potencia y con frecuencia imbricados. El espesor total es de unos 50 m.

El medio sedimentario en el que se han depositado es un sistema de abanicos aluviales nutrido por los relieves mesozoicos y paleógenos situados al E. Las facies representadas en la Hoja son proximales y medias.

Se relaciona con las UTS T_5 y T_6 que en esta Hoja no se pueden separar y que indican una edad Mioceno inferior-medio.

1.1.7. **Conglomerados de cantos cuarcíticos, areniscas silíceas (7). Mioceno medio-Plioceno**

Esta formación se extiende por el tercio occidental de la Hoja. El mejor afloramiento está situado en la margen izquierda del río Duero, en las cercanías del molino de Velacha, donde se ha levantado una columna estratigráfica.

Forma una amplia meseta de bordes relativamente poco escarpados, excepto en las márgenes del río Duero, donde los taludes son más abruptos.

Se apoya discordantemente sobre las unidades paleógenas, y sobre el tránsito Paleógeno-Neógeno (unidad cartográfica 6), según un paleorrelieve suave, pero que fosiliza estructuras de plegamiento. Cambia lateralmente de facies a la unidad (8), interpretándose esto como la interdigitación de dos abanicos aluviales coetáneos que drenan áreas fuente de distinta litología. El conjunto cartográfico (9) se apoya sobre la unidad que se comenta según una paraconformidad.

Litológicamente consta de conglomerados, areniscas y arcillas. Los conglomerados son de cantos cuarcíticos y en menor proporción de areniscas y cuarzo. Destacan por el gran tamaño de alguno de sus clastos que llegan a alcanzar dimensiones de hasta 2 m de eje mayor. La procedencia de todos ellos parece ser del desmantelamiento de las Facies Weald situadas al N de la Hoja, en las estribaciones meridionales de la Sierra de la Demanda.

Presentan una gran heterometría y matriz arenosa poco compacta de color rojizo. Forman cuerpos de espesor métrico con una continuidad lateral del orden del centenar de metros, y con grano-clasificación positiva.

Las areniscas son de granos de cuarcita y cuarzo, a veces microconglomeráticas y débilmente cementadas. Su base es canaliforme y en los términos superiores del conjunto presentan bioturbación por raíces, alguna estratificación cruzada planar y cicatrices internas.

Las arcillas son escasas en la base de la formación y en el techo se presentan en forma de intercalaciones de 1 a 2 m de potencia. Su color es marrón y ocasionalmente poseen concreciones calcáreas.

Los tres términos descritos se ordenan en secuencias *finning* que a su vez forman en toda la unidad un conjunto granodecreciente, de espesor algo superior a los 100 m.

La génesis de estos materiales responde a la actuación de un sistema de abanicos aluviales, de los que en la Hoja están presentes las facies proximales en la base de la unidad y las medias en el techo.

Por sus características se atribuye a las UTS T_7 y T_8 con edad Micoeno medio-Plioceno, debido a que los términos basales de esta unidad pueden corresponder a la UTS T_7 .

1.1.8. **Conglomerados poligénicos y arcillas (8). Mioceno medio-Mioceno superior**

Los materiales que forman este conjunto cartográfico se extienden por la mitad Sur de la Hoja. En general, sus afloramientos son malos debido a estar muy recubiertos de suelo o en sectores con abundante vegetación arbórea. La morfología que poseen es plana.

Se relacionan con la unidad cartográfica (9) mediante cambio lateral de facies o, mejor expresado, por indentación de dos abanicos aluviales contemporáneos procedentes de áreas fuente de diferente litología. Se superpone a las unidades (2), (3), (5) y (6). Al formar esta última un abanico de capas, la discordancia con los términos inferiores se transforma en una paraconformidad al apoyarse (8) sobre los términos más altos de (6).

La unidad, que posee una potencia máxima de unos 60 m en la Hoja, está compuesta por conglomerados y arcillas.

Los conglomerados son de color rojizo con cantos de múltiple procedencia. Predominan los calcáreos, aunque también están presentes fragmentos pizarrosos en las proximidades del borde E de la Hoja. Las arcillas son rojas y se encuentran intercaladas entre los conglomerados. La proporción arcilla-conglomerado aumenta hacia el O, en relación con una mayor distalidad de las facies.

El medio sedimentario corresponde a un sistema de abanico aluvial procedente de los relieves paleozoicos y mesozoicos situados al E y que forman parte de la rama Aragonesa de la Cordillera Ibérica.

Al considerar cambio lateral de la unidad (7), por las mismas razones corresponde a la UTS T_8 con edad Mioceno medio-Plioceno.

1.1.9. Conglomerados, areniscas y arcillas (9). Plioceno

Esta unidad aflora en el Sur de la Hoja. Se puede observar en la carretera de subida a Moñux, en el SO de la Hoja y en las inmediaciones de Nolay y Bliccos, al S.

Morfológicamente dibuja un talud suave desde la llanura formada por las unidades inferiores. Los conglomerados basales pueden constituir pequeñas mesas.

Su litología es de conglomerados, areniscas y arcillas. Los primeros son poligénicos (calcáreos y cuarcíticos) y con matriz arenosa. Los cantos son, en general, redondeados y heterométricos, con un centil de 20 a 30 cm. La potencia individual de los paquetes oscila entre 1 y 3 m. Como estructuras más notables presentan bases erosivas y cicatrices internas.

Las areniscas son de composición fundamentalmente calcárea, aunque existan algunas silíceas. Ello es debido a la interdigitación de facies de abanicos aluviales procedentes del N (silíceos) y del E (calcáreos). Su tamaño de grano oscila de medio a grueso y como estructuras más corrientes se encuentran estratificación cruzada planar y en surco y bioturbación por raíces. Ocasionalmente poseen depósitos de *lag*. Son bastante compactas y de colores grises a blancos.

Las arcillas intercaladas en la unidad son de color marrón y con frecuencia presentan nódulos calcáreos de pequeño tamaño y de formas muy irregulares.

El espesor total de la serie es de unos 80 m.

Todos estos materiales se pueden interpretar como depósitos de un sistema aluvial en sus facies medias, con un dispositivo de llanura lutítica atravesada por canales sinuosos.

Se identifica como la UTS T₉ con edad Plioceno, exclusivamente debido a criterios de correlación.

1.1.10. Cantos silíceos sueltos y arenas (10). Pliocuaternario

Estos materiales afloran en el margen occidental de la Hoja, teniendo un desarrollo mayor en la de Quintana Redonda (378). Se disponen con cierta pendiente deposicional hacia el S y en discordancia sobre las unidades inferiores. Litológicamente se trata de conglomerados poco cementados o cantos silíceos totalmente sueltos. Los cantos son redondeados, de naturaleza silícea (cuarcítica y areniscosa), heterométricas, con centil de 12 cm y un tamaño medio dominante de 3-4 cm. La matriz es arenosa, de color ocre y con algún contenido en arcilla. Tienen textura matrizsoytenida.

Por las características texturales, el emplazamiento de estos materiales ha tenido lugar mediante un transporte en masa del tipo *debris flow*, en el que la arcilla ha desaparecido en gran parte por el lavado posterior. Corresponden a facies proximales de un abanico aluvial.

Su edad es Pliocuaternario al encontrarse sobre materiales Pliocenos y bajo materiales cuaternarios.

1.2. CUATERNARIO

1.2.1. Terrazas. Gravas cuarcíticas y arenas (11)

Los niveles principales de terrazas corresponden al río Duero y se encuentran situados a diferentes alturas con relación a su cauce, aunque cartográficamente se han incluido todos en una sola unidad. Las alturas son: +1 m, +10-12 m, +15-18m, +22-25 m, +30 m, +35-40 m, +40-50 m, +55-60 m y +65-68 m. La composición litológica es muy homogénea y se trata de gravas de naturaleza fundamentalmente cuarcítica con matriz arenosa gruesa y muy escasa proporción de limos y arcillas. Hay una tendencia hacia el aumento de tamaño de grano en las gravas a medida que los niveles de aterrazamiento son más modernos.

1.2.2. Aluviales: Gravas, arenas y limos (12)

Se incluyen en este apartado una serie de depósitos de carácter fluvial relacionados con las últimas etapas de funcionamiento de los ríos. Comprenden llanuras de inundación, fondos de valle y sedimentos fluviales actuales.

Las llanuras de inundación acompañan al río Rituerto y están cubiertas de arenas finas con alto contenido en limos y arcillas. El sustrato más profundo está constituido por gravas.

Los fondos de valle son depósitos de origen mixto aluvial-coluval que tapizan las partes más bajas de los valles de la red fluvial secundaria. La litología que poseen es arcillo-limosa con mezcla de arenas y gravas poco ordenadas.

Los sedimentos fluviales actuales aparecen sobre todo en el río Duero. Forman barras de meandro de gravas muy lavadas y algunos cauces abandonados.

1.2.3. Conos de deyección (13)

Son relativamente abundantes en la Hoja, aunque sólo se han cartografiado aquellos cuya extensión se ha considerado significativa a la escala del mapa.

Se han formado en las desembocaduras de los pequeños cursos de agua cuando llegan a una zona llana o a la confluencia con otro río. La litología de estos sedimentos varía, dependiendo de su área fuente. En general, se trata de gravas de naturaleza cuarcítica y matriz arenosa.

1.2.4. Coluviones (14)

Estos depósitos son muy numerosos y recubren gran parte de los pies de las vertientes de la zona. No se han cartografiado para no enmascarar la cartografía geológica, excepto el situado en la vertiente N del cerro de Torrejalba. La litología depende de la naturaleza del sustrato, con un alto contenido en finos.

1.2.5. **Depósitos lacustres limo-arcillosos (15)**

Se forman en áreas endorreicas. Por la misma razón que en la unidad anterior, únicamente se han cartografiado dos pequeñas manchas situadas en el N de la Hoja. Se trata de unas lagunas de carácter estacional cuyo fondo está recubierto de sedimentos finos: limos y arcillas de colores grises o negruzcos.

2. TECTÓNICA

2.1. DESCRIPCIÓN MACROESTRUCTURAL

La totalidad de la Hoja de Gómara se halla incluida en la unidad estructural de la cuenca de Almazán, y ocupada exclusivamente por materiales terciarios y cuaternarios. De acuerdo con la distribución especial de las distintas unidades terciarias aflorantes, cabe diferenciar en la Hoja dos sectores: uno septentrional, donde predominan los materiales paleógenos, y otro meridional, en el que sólo aflora el Neógeno. La línea de contacto discurre a lo largo de la alineación de relieves que se extiende por el centro de la Hoja, entre las localidades de Valdespina, Almarail, Sauquillo de Boñices, Castil de Tierra y Sur de Zárabes.

El Paleógeno se encuentra plegado con bastante intensidad, especialmente en el entorno de Gómara. Se trata de pliegues isópacos de desarrollo kilométrico y de dirección dominante entre 110 y 120° E, con flancos que presentan buzamientos máximos de entre 20 y 65°. Los flancos septentrionales de las antiformas tienen en general mayor inclinación que los meridionales, lo cual confiere a los pliegues una cierta vergencia hacia el Norte. Cabe destacar como más importantes un anticlinal cuyo eje pasa por la localidad de Paredesroyas y presenta un cierre periclinal justo al O de Gómara, un sinclinal que discurre al N de esta localidad, y otro anticlinal y sinclinal que se extiende al SE de Aliud.

Hacia el O de la Hoja las facies que afloran del Paleógeno son más arcillosas, dificultando la observación de la estratificación y, consiguientemente, de la estructura. No obstante, todavía se distinguen con claridad un anticlinal y un sinclinal a la altura de Rabanera del Campo, con buzamientos de flancos de hasta 35° y una dirección ENE sensiblemente distinta de la que domina en el sector de Gómara. No son éstos los únicos pliegues con orientación atípica. Al NO y NE de la localidad de Paredesroyas aparecen varios ejes de pliegues orientados también según ENE, si bien son todos ellos de escasa longitud, a excepción del que discurre por los altos del Coto. Al NE de Abián se observa un repliegue anómalo cuya traza axial se orienta según una dirección NE, y que parece alterar la disposición normal del flanco Sur de un anticlinal de dirección 120°. Al menos en este último caso la geometría de la estructura de superposición resultante sugiere que los ejes NE son posteriores a los de la familia dominante ESE.

En la mitad meridional de la Hoja no se reconoce ya ningún eje de pliegue, pero sí un buzamiento sistemático hacia el S o SSO de toda la serie terciaria, cuyo valor tiende a ir disminuyendo progresivamente en ese mismo sentido. Se pasa así, sin apreciarse prácticamente ninguna discordancia angular, de los materiales paleógenos a los neógenos de la parte meridional de la Hoja. En estos últimos se mantiene la inclinación de las capas hacia el Sur, aunque con valores más pequeños (hasta 5° en la parte occidental y hasta 15-20° en el resto). Existen áreas donde la estratificación llega a ser completamente horizontal, sobre todo en el Mioceno superior del límite meridional de la Hoja (área al Sur de Nepas-Nolay-Bliccos).

Así descrita, la estructura del tránsito Paleógeno-Neógeno en esta área no es sino la prolongación de la misma discordancia progresiva que se observa perfectamente desarrollada en las vecinas Hojas, situadas al E y SE: Borobia, Torrijo de la Cañada y Alhama de Aragón. La única diferencia es que en estas últimas se aprecia claramente su relación con los pliegues de dirección 140° a

150° del borde de la Cordillera Ibérica, mientras aquí ese borde se difumina y la dirección de las estructuras pasa a ser más próxima a E-O.

Ni en los depósitos detríticos que aparecen en el área al Sur de Lubia, en el límite occidental de la Hoja, ni en las terrazas cuaternarias del Duero se ha observado ningún tipo de deformación.

2.2. DATOS MICROESTRUCTURALES

La ausencia de formaciones carbonatadas mesozoicas en la Hoja ha impedido casi por completo la localización de afloramientos donde poder observar y medir microestructuras frágiles (estilolitos, microfallas, juntas de extensión) con el fin de profundizar en el conocimiento de las sucesivas etapas tectónicas habidas en el área y en sus mecanismos de deformación. Un rastreo prolongado por los niveles de conglomerados calcáreos, tanto paleógenos como neógenos basales, ha aportado algunos datos microestructurales acerca de la compresión que afectó a estos materiales.

Se han medido numerosas fracturas, con y sin desplazamientos relativos aparentes, en varios afloramientos de conglomerados situados al Sur de Gómara (área de Abi3n-Zárabes). Es ésta una zona en la que la fotografía aérea de escala 1:33.000 revela la existencia de una densa red de fracturación, con una familia dominante N a NNE y otra transversa menos desarrollada, que, en lo esencial, han sido confirmadas a escala de afloramiento. En la figura 2 aparecen representados en sendos estereogramas los planos de fractura medidos en tres de estos afloramientos (estaciones 1, 2 y 3), junto con dos rosas de fracturas correspondientes a localidades donde no afloraban bien los planos y sólo han podido determinarse sus direcciones (estaciones 4 y 5). En la estación 1, situada en el kil3metro 22 de la carretera que va de Gómara a Ser3n de Nágima, aparecen dos familias dominantes de fracturas NE y SE, con longitudes entre métricas y hectométricas. En algunas de ellas se han observado pequeños desplazamientos afectando a cantos individuales que indican sentidos de movimiento sinestrales en diaclasas de orientación NE y dextrales en una de orientación SE. En esta estación aparecen adem3s numerosos cantos parcialmente disueltos por juntas estilolíticas que presentan picos horizontales de direcci3n NE-SO. Unas estructuras y otras no pueden ser singenéticas, puesto que mientras las dos familias de fracturas de cizalla son compatibles con un eje de compresión cercano a N-S, los estilolitos los son con uno NE-SO (Fig. 2.1). En uno de los cantos disueltos puede observarse que una fractura con desplazamiento sinistral corta y desplaza a la superficie estilolítica, lo cual sugiere, a falta de otros indicadores más fiables, que la compresión en direcci3n NE es anterior a la N-S.

En las fracturas halladas en las demás estaciones no han podido determinarse en ningún caso los sentidos de movimiento. En todas ellas se cumple que la línea de corte entre las familias con diferentes orientaciones es subperpendicular al plano de estratificación, pero las orientaciones de dichas familias varían ligeramente de unos puntos a otros. En la estación 2 (carretera de Zárabes) se mantiene la fracturación con orientaci3n SE, pero la otra familia presenta direcci3n E-O. En la estación 3, situada unos 2 km al S de Abi3n, las direcciones dominantes son también NO y NE, pero existe un número importante de fracturas en direcciones intermedias.

En las estaciones 4 y 5 se han medido únicamente las líneas de fractura sobre la superficie del terreno, más o menos coincidentes con los accidentes visibles en la fotografía aérea. En ambos

casos aparece una familia principal N a NNE y otra secundaria ESE. La familia N-S de la estación 5 se observa en la fotografía aérea desplazando en sentido sinistral algunas capas, lo cual significa que sería compatible con una dirección de compresión en torno a NO-SE, distinta de las dos encontradas en la estación 1.

En los materiales neógenos, especialmente en los más recientes, se ha detectado una fracturación sistemática según direcciones bastante persistentes, aunque siempre sin estrías de fricción sobre los planos. Se trata de fracturas o diaclasas con un probable origen extensional. Éstas han sido analizadas en dos estaciones, una de ellas en el límite meridional de la Hoja (estación 6) y otra situada unos 3,5 km al Sur del mismo, en la vecina Hoja de Morón de Almazán (407) (estación 7). Los diagramas en rosa correspondientes a dichas estaciones se incluyen también en la figura 2. En ambas se observa el mismo esquema de fracturación: dos familias mutuamente perpendiculares, una NNO y otra próxima a ENE, además de otra N-S. Estos resultados son muy similares a los hallados por SIMÓN GÓMEZ (1.988) en el centro de la Depresión del Ebro, en unos materiales y una situación estructural también análogos, lo que permitirá ensayar una interpretación de este sistema de fracturas dentro de un campo de esfuerzos regional de tipo distensivo.

2.3. INTERPRETACIÓN TECTÓNICA

Esta variación en las direcciones de compresión compatibles con las microestructuras del área es reflejo de las variaciones del campo de esfuerzos compresivo a escala regional, detectado con mayor precisión en las Hojas vecinas, entre NNO y NO-SE.

Las principales estructuras compresivas son los pliegues de dirección 110-130° que afectan al Paleógeno de la mitad Norte de la Hoja. Esta dirección de plegamiento no coincide exactamente con la dominante en el ámbito de la Cordillera Ibérica y su borde con la cuenca de Almazán, donde las estructuras se orientan en torno a los 140-150°. En la cercana Hoja de Torrijo de la Cañada (408) existen pliegues orientados según 110-120° que parecen constituir una generación distinta de la de 150°, que coexiste con esta pero parece desarrollarse hasta tiempos algo más tardíos. En efecto, el cese de la actividad de los primeros se sitúa probablemente en el inicio del Mioceno, ya que en el tránsito de las capas sin-a posttectónicas de la discordancia progresiva que forma el límite de la Cordillera Ibérica con la cuenca de Almazán se ha encontrado fauna del Ageniense (Yacimiento de Cetina; DAAMS, 1.976). Por el contrario, los pliegues ESE afectan aún a una parte importante de la serie miocena. Esto último también parece ocurrir, aunque muy tenuemente, en la Hoja de Gómara, a juzgar por los buzamientos sistemáticos que presenta la serie neógena en la parte Sur de la misma. En la Hoja contigua de Morón de Almazán (407) también se han reconocido varios ejes de pliegues con la misma dirección ESE.

Todo lo anterior no significa que los pliegues de Gómara puedan atribuirse, sin más, a esa posible segunda generación de pliegues, máxime cuando todos ellos no afectan más que al Paleógeno. Es probable que el desarrollo de una y otra dirección de plegamiento haya sido simultáneo durante un cierto lapso de tiempo, y que los pliegues de Gómara se sitúen en el tránsito espacial entre las estructuras 150° que forman el borde de la cuenca de Almazán en el sector de Alhama-Torrijo y las E-O que dominan en el sector de Soria.

Capítulo aparte lo constituyen los pliegues transversos ENE y NE, que sí parecen corresponder a una etapa posterior de plegamiento, a juzgar por la geometría de sus interferencias.

Las microestructuras compresivas relacionables con estas familias de pliegues son ciertamente escasas en el ámbito de la Hoja. De todos modos, los datos obtenidos están en perfecta concordancia con los procedentes de Hojas vecinas, donde tales microestructuras se han encontrado de forma abundante tanto en los materiales mesozoicos como en ciertos tramos calcáreos del Mioceno basal. En general, se detecta una compresión NE a ENE seguida de otra más noroesteada (entre 0° y 30°), ambas representadas por estilolitos de picos subhorizontales y sistemas de microfallas direccionales e inversas. También aquí se ha encontrado (estación 1) una compresión a 40°(estilolitos) que parece ser anterior a la de 10° que indican las fracturas conjugadas. En áreas vecinas, analizando poblaciones de microfallas mediante métodos estadísticos como el de ETCHECOPAR *et al.* (1.981) y el diagrama y-R de SIMÓN GÓMEZ (1.986), se han construido los tipos de elipsoides de esfuerzos que corresponden a cada una de dichas etapas. En general, para la primera aparecen estados de compresión triaxial (σ_3 vertical) a uniaxial ($\sigma_2\sigma_3$), mientras la segunda suele ser una compresión en régimen de desgarre (σ_2 vertical).

La primera de estas etapas compresivas corresponde a la que es sin duda la principal en toda la Cordillera Ibérica, desarrollada regionalmente a lo largo de un dilatado período de tiempo que abarcaría desde mediados del Paleógeno hasta el Mioceno basal, pero con un máximo diastrófico probablemente situado en el Oligoceno superior (VIALLARD Y GRAMBAST, 1.980; AGUIRRE *et al.*, 1.976; ADROVER *et al.*, 1.983). También la segunda compresión, de edad ya miocena inferior, tiene su correlación en otras muchas áreas de la cordillera, casi siempre con una dirección próxima a N-S; entre 0 y 30° se sitúa en el borde N de Cameros (CASAS 1.987) y en el sector occidental de la Depresión del Ebro (GRACIA y SIMÓN, 1.986); en la Rama Castellana se orienta N-S (CAPOTE *et al.*, 1.982), mientras en la parte centro-oriental de la cadena su dirección dominante es más bien SSE (SIMÓN, 1.984; CASAS, 1.985; SIMÓN y PARICIO, 1.988).

También se han detectado en algunos afloramientos de la región microestructuras que reflejan una compresión SE a SSE, que en algunos casos aparece como temprana mientras en otros es tardía respecto a las que se sitúan en el cuadrante NE. Dentro de la Rama Castellana es común encontrar una compresión 150 cuya edad es Paleógena temprana (ÁLVARO, 1.975; CAPOTE *et al.*, 1.982; MANERA, 1.982). Sin embargo, como se acaba de señalar, en el sector centro-oriental de la cadena es esa misma la dirección dominante de la compresión miocena. Cabe la posibilidad de que ésta llegue a coexistir y/o alternar repetidamente con la compresión principal NE (ALFARO, 1.987; DE VICENTE, 1.988).

En el área de Gómara también parece actuar una compresión tardía de esa dirección, que podría explicar la presencia tanto de los pliegues NE superpuestos a los ESE como los movimientos sinestrales sobre fallas N-S al Sur de Abián. Estas últimas se sitúan contiguas y paralelas a un cierto lineamiento morfoestructural coincidente con la vaguada que se extiende entre Ledesma y el kilómetro 22 de la carretera a Serón de Nágima, y al cual se asocian otros dos rasgos importantes; el pliegue NE de Abián-Ledesma y una suave inflexión de la serie isoclinal paleógena al Sur de Abián-Zárabes. Esta última hace que la dirección de las capas cambie de ESE a E-O, y no tiene explicación lógica dentro de lo que parece ser la geometría general del plegamiento paleógeno. Todos estos elementos sugieren la hipótesis de que en niveles inferiores, y coincidiendo

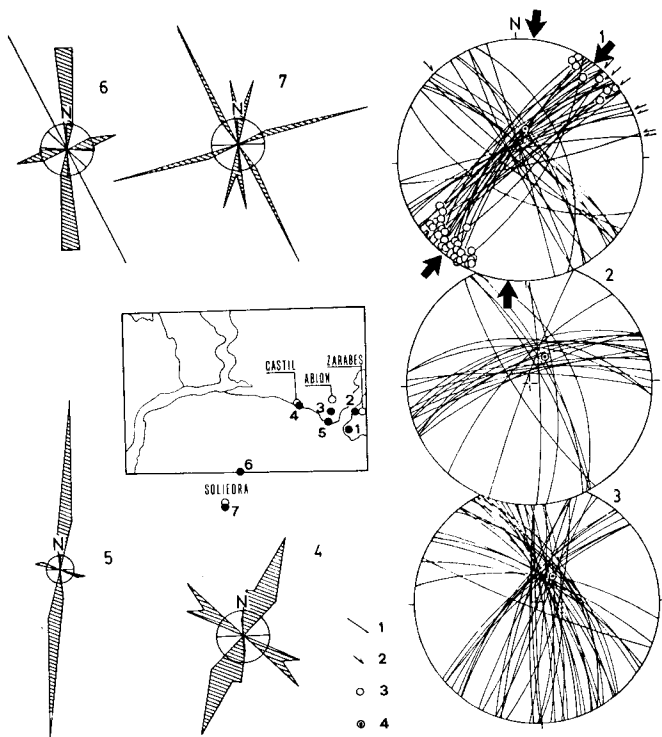


Fig.-2 Representación de los datos microestructurales. Símbolos de los estereogramas. 1: Ciclográfica de fractura. 2: Sentido de movimiento de falla. 3: Pico estilolítico. 4: Polo de estratificación. En las rosas de las estaciones 4 a 7 el círculo central representa un 5% de fracturas para sus divisiones de 10°. Las flechas indican las direcciones de compresión

con dicho lineamiento, puede existir una falla N-S sinistral. Tanto ésta como las estructuras asociadas que se han citado son compatibles con la compresión SE.

Durante el Neógeno, y siendo su desarrollo en general posterior al de las etapas compresivas descritas anteriormente, domina en la región, al igual que en el conjunto de todo el NE peninsular, un régimen tectónico de tipo distensivo. De éste sí existe, aunque no del todo completo, reflejo a escala microestructural dentro de los límites estrictos de la Hoja. Esto se refiere a los sistemas de fracturas extensionales hallados en las estaciones 6 y 7, formados esencialmente por parejas de familias mutuamente perpendiculares. Si se tratase únicamente de datos aislados podría considerarse como excesivamente arriesgada una interpretación de los mismos en términos de un paleocampo de esfuerzos. Sin embargo, se da la circunstancia de que el patrón de fracturación observado aquí coincide con el que aparece en muchos puntos de la Cordillera Ibérica y la depresión del Ebro. En las áreas no influidas por grandes fallas distensivas de escala cartográfica, como es el caso de la depresión del Ebro y también de la de Almazán, las dos familias dominantes de fracturas se orientan sistemáticamente en dirección próximas a N-S y E-O. Este hecho mueve a considerarlas como producto de un campo distensivo que, al menos en estas áreas, presenta unas trayectorias de esfuerzo bastante precisas según esas mismas direcciones, y que correspondería a un régimen de distensión de tipo «radial» o «multidireccional» ($\sigma_2\sigma_3$, ambos horizontales) (SIMÓN GÓMEZ, 1.988). Dentro de tal régimen, la aparición de fracturas extensivas según dos direcciones distintas y mutuamente perpendiculares se explicaría por el intercambio de los ejes σ_2 y σ_3 , debido a la similitud de sus valores y a la redistribución de esfuerzos causada por la aparición de la primera familia de discontinuidades (SIMÓN *et al.*, 1.988).

En diversos puntos de las Hojas vecinas se han interpretado estados de paleoesfuerzo distensivos a partir del análisis de poblaciones de fallas normales en materiales del Mioceno inferior-medio, más antiguos en general que aquellos en los que ubican las estaciones de esta Hoja. Siempre presentan un eje de extensión horizontal σ_3 próximo a E-O (frecuentemente ENE), en un régimen de distensión triaxial (σ_1 vertical σ_2 σ_3). A pesar de la diferente forma del elipsoide de esfuerzos, y salvando el problema de los posibles intercambios de σ_2 y σ_3 en la horizontal, este hecho resulta coherente con el modelo esbozado en el párrafo anterior, puesto que ambos campos de esfuerzo resultan coaxiales. También lo son con respecto a muchos de los elipsoides de compresión del Mioceno inferior, con la sola condición de intercambiar los respectivos ejes σ_1 y σ_2 . Ello sugiere un modelo de evolución general del campo de esfuerzos neógeno según el cual podría pasarse de una compresión N-S a una distensión triaxial según E-O de forma progresiva por intercambio de σ_1 y σ_2 (fenómeno que parece ser habitual en todo el cuadrante NE de la Península; SIMÓN, 1.984, 1.986; GUIMERA, 1.984; GRACIA y SIMÓN, 1.986), y posteriormente a una distensión radial sin variar apenas la orientación de los tres ejes de esfuerzos.

3. GEOMORFOLOGÍA

La cartografía geomorfológica a escala 1:100.000 permite diferenciar a grandes rasgos dos dominios: El primero corresponde al valle del río Duero, que ocupa gran parte de la mitad occidental, y el segundo sería el constituido por la red fluvial subordinada que surca de diferentes formas el resto de la superficie de la Hoja.

El valle del río Duero se caracteriza por poseer un curso muy sinuoso y por el doble codo que describe en Almarail y Almazán.

La asimetría del valle es uno de los principales rasgos que ofrece el primer tramo del río Duero. En él, el sistema de terrazas se desarrolla sobre todo en su margen izquierda, mientras que en la derecha sólo aparecen los niveles más bajos. El segundo tramo, de dirección O-E, no presenta casi terrazas. Por último, el tercer tramo, de dirección N-S vuelve a presentar numerosos niveles de terrazas en su margen derecha.

Las terrazas forman hasta nueve niveles escalonados, con sus escarpes bastante suavizados por la erosión, excepto en el tramo S, donde la red fluvial se ha encajado más. En algunos de los niveles de terraza se conservan huellas de antiguos canales abandonados y en otros, como ocurre en el área de La Dehesa, se observan perfectamente en fotografía aérea las cicatrices de acreción de los *point bar*.

Con relación al valle del Duero sólo queda señalar la formación de numerosos conos de deyección a la salida de los arroyos, con su típica forma en abanico y a veces con una gran pendiente. Los mejores ejemplos se encuentran en el cuadrante SE de la Hoja.

El segundo dominio morfológico tiene como característica principal la existencia de la divisoria de aguas entre las cuencas de los ríos Duero y Ebro, según una línea que atraviesa diagonalmente el cuadrante SE del mapa. Aunque se trata de una barrera morfológica fundamental, el paisaje a un lado y otro de la misma es similar debido a la homogeneidad litológica.

Dentro de este dominio, el río principal es el Rituerto que, al igual que el Duero, tiene un trazado sinuoso y cambia bruscamente de dirección varias veces. En sus márgenes se reconocen algunos restos de terrazas bajas, constituyendo la inferior una llanura de inundación.

La morfología de la red formada por los restantes cursos de agua es en general de carácter dendrítico, ramificado, con dos direcciones preferentes: NO-SE y E-O, justificadas por las directrices tectónicas regionales.

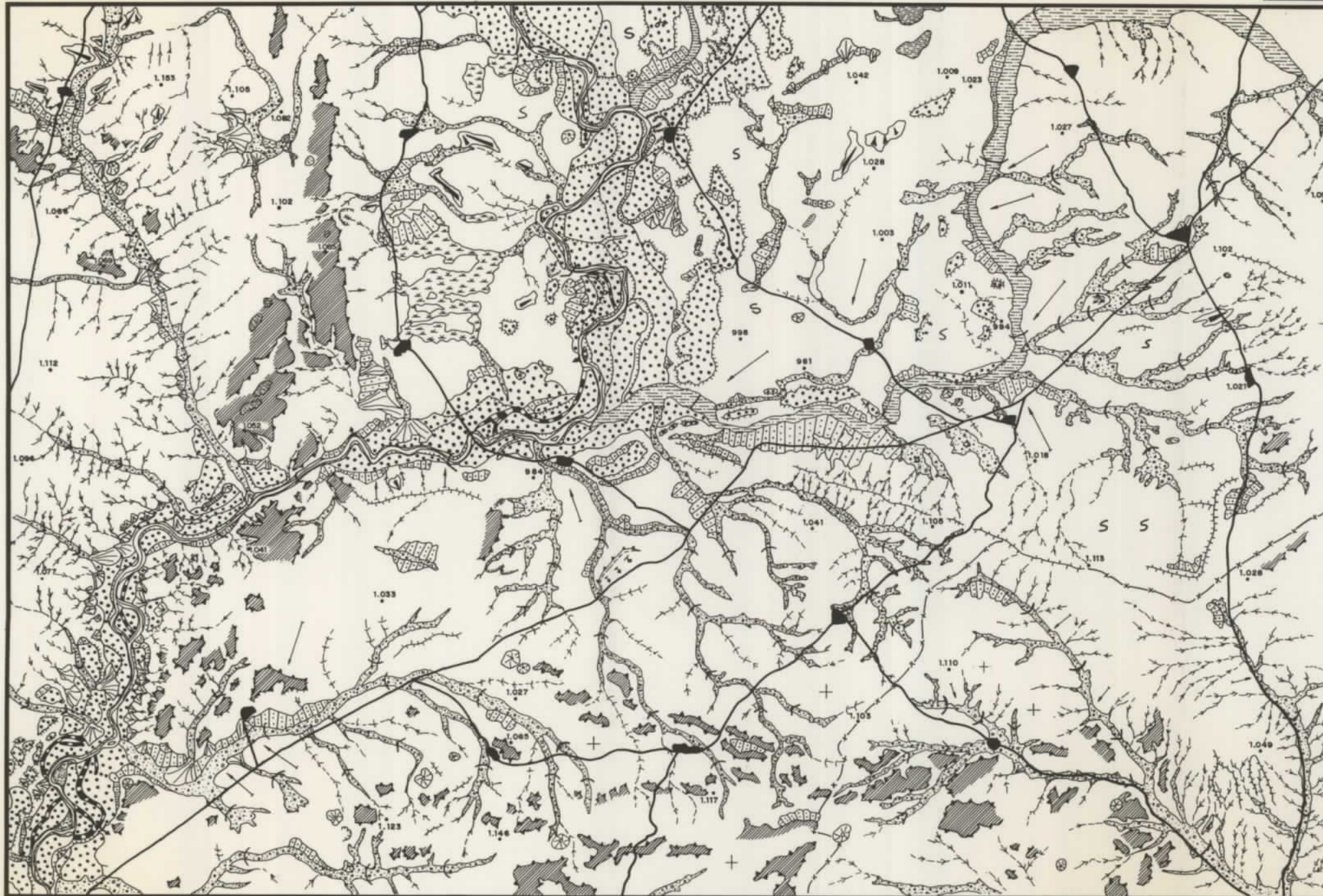
En el dominio de los valles secundarios la morfología no es homogénea. Así, a ambos lados de la divisoria Duero-Ebro, las pendientes son más acusadas, los valles tienen perfil en «V» y la incisión vertical es intensa. Lo mismo ocurre en el cuadrante NO, donde existen barrancos en los que no hay depósitos de fondo de valle y los procesos erosivos son predominantes.

En cambio, en el cuadrante NE y gran parte de la mitad S, la morfología de los Valles es en «U», con depósitos que recubren el fondo y relieves ondulados.

GÓMARA

379
23-15

MAPA GEOMORFOLÓGICO



LEYENDA

TOPOGRAFÍA E HIDROGRAFÍA

- 981 Cota
- Curso de agua permanente
- - - Curso de agua intermitente
- - - Divisoria de aguas Duero-Ebro

MORFOGÉNESIS

FORMAS FLUVIALES

- Fondos de Valle
- Llanura de inundación
- Terrazas
- Conos de deyección
- Escarpe de terrazas
- Valle en forma de "V"
- Valle en forma de "U"
- Valle en arcos
- Valle en arcos asimétricos
- Cauce abandonado
- Barras
- Cárcavas
- Cabecera de scarabamiento

FORMAS ESTRUCTURALES

- Replano y/o superficie estructural
- Cerros residuales
- Cuesta
- Escarpe estructural
- Capas horizontales
- Plegues
- Indicación de buzamiento

FORMAS DE GRAVEDAD

- Colecciones

FORMAS LACUSTRES

- Lagunas estacionales

FORMAS POLIGÉNICAS

- Glacs
- Áreas endorreicas
- Crestas y/o pequeñas divisiones

FORMAS ANTRÓPICAS

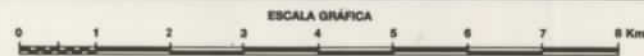
- Núcleo urbano
- Carreteras

MORFODINÁMICA

- Iniciación vertical en los cauces
- Erosión lateral del cauce
- Ventifactos
- Formación de barras

MORFOMETRÍA

- Pendientes entre 0-8%
- Pendientes entre 8-15%
- Pendientes entre >15%



REALIZACIÓN CARTOGRAFICA GEOMORFOLOGICA -
CABRA GL. P.
INTECSA - 1987.

El sustrato mioceno tabular que ocupa el tercio Sur de la Hoja, con sus niveles horizontales de naturaleza conglomerática y areniscosa da lugar al predominio de morfología con replanos, superficies estructurales, escarpes, cerros residuales, etc. Algo más al N, en los alrededores de Castil de Tierra, sobre el sustrato paleógeno plegado, las formas estructurales se manifiestan como resaltes de capas duras a cotas inferiores a 1.100 m. A esta cota los materiales se encuentran arrasados en un área de aproximadamente 6 km². Por su altura, se puede correlacionar esta superficie con la de erosión finimiocena presente en áreas cercanas.

Otras unidades morfológicas de interés son las depresiones endorreicas y las lagunas. Las primeras, en los parajes de La Dehesa y El Calvario, no funcionan en la actualidad. Su topografía es muy suave y están drenadas por un pequeño arroyo. El contorno es muy irregular. Las lagunas, por el contrario, son de bordes redondeados o arriñonados y funcionan en régimen estacional.

Finalmente, quedan por reseñar los principales aspectos morfodinámicos, es decir, la dinámica de modelado actual. En este sentido, el principal agente es la acción fluvial que se manifiesta en procesos de erosión-sedimentación en los cauces con socavamientos laterales a un lado y formación de barras al lado contrario. La incisión vertical es importante en algunas áreas.

4. HISTORIA GEOLÓGICA

La Hoja geológica de Gómara se halla incluida dentro de la cuenca de Almazán. Su historia geológica es una sucesión de etapas de relleno de dicha cuenca por sedimentos continentales.

La creación de la cuenca tuvo lugar a finales del Cretácico, cuando las primeras fases de la compresión alpina originaron una elevación general de la cadena con respecto a sus bordes. Así, se inicia la destrucción de las series mesozoicas al principio, y paleozoicas después, y el relleno de la cuenca con series continentales.

La Historia geológica en el ámbito de la Hoja comienza en el Oligoceno con una reactivación de la erosión ya iniciada en el Eoceno.

Los sedimentos depositados en esta época comprenden facies proximales medias y, en menor grado, distales de sistemas de abanicos aluviales procedentes del N (estribaciones meridionales de la actual Sierra de la Demanda) y E (relieves mesozoicos y paleozoicos de la Rama Aragonesa de la Cordillera Ibérica).

Esta configuración paleogeográfica continúa durante el Oligoceno y parte del Mioceno (base del Ageniense) hasta aproximadamente el límite Ageniense-Aragoniense (Mioceno inferior-Mioceno medio). En este momento, la tectónica compresiva cambia a distensiva, con la consiguiente generación de fosas en las que continuará el relleno continental durante el resto del Neógeno y cuyos materiales de relleno se van a apoyar discordantemente sobre las formaciones anteriormente depositadas. Los impulsos distensivos se traducen en rupturas sedimentarias entre los distintos sistemas deposicionales que continúan siendo abanicos aluviales. Estas rupturas son discordancias en los bordes de la cuenca, mientras que en el centro son paraconformidades detectables gracias a los cambios bruscos de facies que se suceden en la vertical.

Finalmente, todos los materiales terciarios van a sufrir la erosión propia de los procesos cuaternarios, con la creación de terrazas, regularización de vertientes y demás rasgos que se observan actualmente en el modelado de los materiales que pertenecen a la Hoja.

5. GEOLOGÍA ECONÓMICA

5.1. MINERÍA Y CANTERAS

En la superficie que cubre la Hoja no hay ninguna explotación de materiales de interés económico. Por el contexto geológico, no hay ninguna posibilidad de encontrar yacimientos o indicios metálicos.

En el campo de las rocas industriales tampoco existen explotaciones en funcionamiento y únicamente cabe reseñar las posibilidades que se ofrecen para la extracción de áridos naturales. Así, las terrazas y aluviales de los ríos, en particular del Duero, pueden proveer de gravas y arenas cuarcíticas bien lavadas. Se denominarían en la clasificación USSC como suelos GW y SW.

Los materiales de la unidad cartográfica (7) se han utilizado en la vecina Hoja de Quintana Redonda (378) como materiales de préstamo. Se trata de gravas arenosas y arenas limosas clasificables como GP y SP en la clasificación anteriormente citada.

5.2. HIDROGEOLOGÍA

Una pequeña parte de la Hoja, situada en su ángulo Suroriental, pertenece a la cuenca del Ebro, el resto está incluido en la cuenca del Duero (Fig. 3 y 4).

En la parte de la cuenca del Ebro apenas existen datos hidrogeológicos, y aunque no está incluida en ningún estudio realizado puede suponerse que sus características son similares a las de las áreas de la cuenca del Duero con las que limita. La zona perteneciente a la cuenca del Duero, desde el punto de vista hidrogeológico, forma parte de una unidad hidrogeológica más extensa denominada, de acuerdo con la nomenclatura del ITGE, Sistema Acuífero número 88 «Terciario de la cubeta de Almazán», cuyas características principales se exponen a continuación.

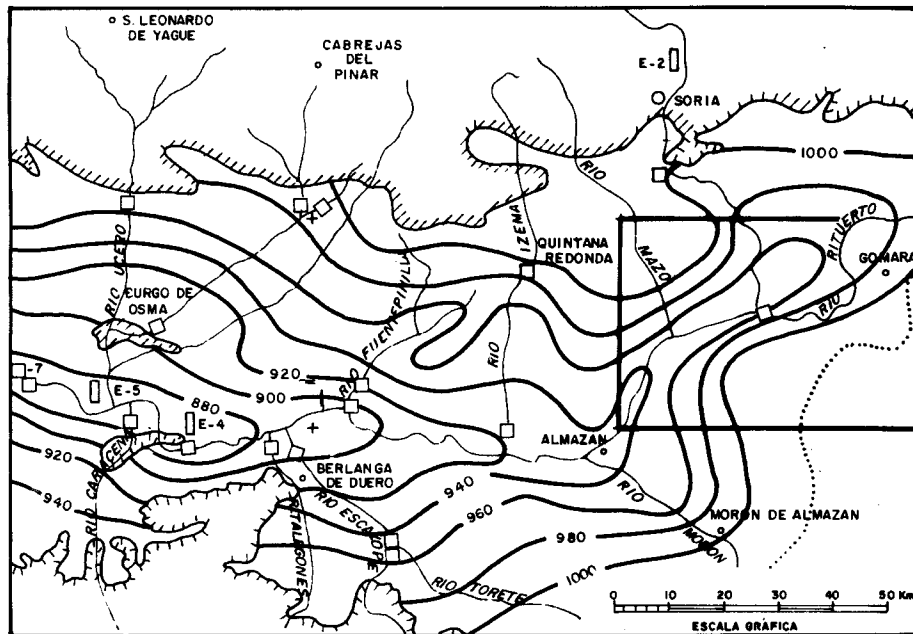
Este acuífero detrítico que forman los materiales terciarios y cuaternarios la cubeta está constituido por las formaciones permeables de arenas, areniscas y conglomerados englobadas en una matriz arcillosa y arcillo-arenosa de naturaleza semipermeable. El conjunto, a pesar de su complejidad, se considera a nivel regional como un acuífero único heterogéneo y anisótropo.

Este Sistema Acuífero, que en general se comporta como semiconfinado, no se encuentra aislado, ya que limita al N y S con los materiales permeables del Mesozoico aislado, que forman el Sistema número 10, al E con las formaciones fundamentalmente jurásicas del Sistema número 13; al O, en el límite occidental de la Hoja de Burgo de Osma (núm. 377), con el Terciario Detrítico de Duero (Sistema núm. 8) y el SE con el Terciario de la cuenca del Ebro. Por otra parte, está también muy influenciado por los materiales mesozoicos del zócalo que, en ocasiones, afloran en superficie más al Oeste de la Hoja de Gómara.

El espesor del acuífero terciario no se conoce con exactitud, variando de acuerdo con la profundidad del zócalo, pero en la Hoja de Gómara, de acuerdo con datos geofísicos, se encuentran espesores superiores a los 500 m.

A partir del inventario de puntos de agua existentes (81 puntos) se deduce que en el sistema las características del acuífero son diferentes según zonas. En líneas generales, los sondeos que explotan las Formaciones Paleógenas tienen mejores características en cuanto a caudal, transmisividad, caudal específico, etc., que los que explotan los materiales miocenos. Además, en la parte Norte de la Cubeta, margen derecha del Duero, los niveles arenosos son más frecuentes en zonas relativamente próximas al borde mesozoico, aunque también dentro de esos lentejones arenosos la proporción de arcilla aumenta también hacia el Norte, debido a una peor clasificación de los componentes, y los caudales de los sondeos disminuyen progresivamente en esa dirección.

Si se exceptúan los sondeos situados en zonas del río Ucero (Hoja núm. 377) y del río Izana (Hoja 378), Oeste de la Hoja de Gómara, en las que pueden llegar a obtenerse caudales comprendidos entre los 30 l/s y 50 l/s, en el resto del Terciario los caudales en general varían entre 1 l/s y 15










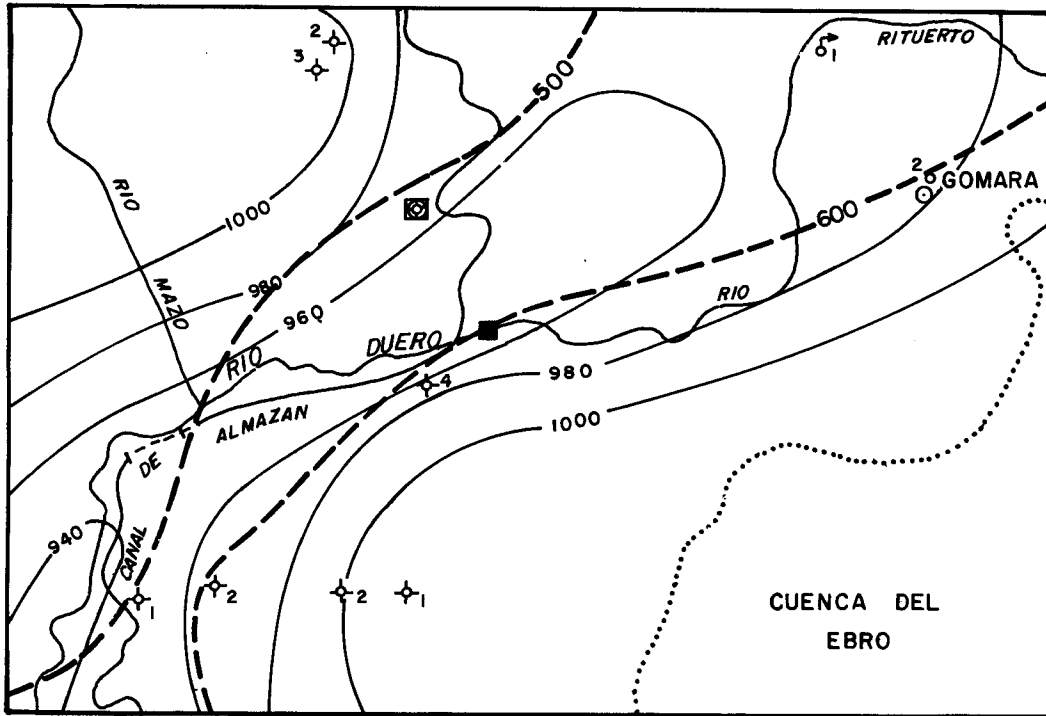
- | | | | |
|---|---|---|--|
|  | Límite de Cuenca Terciaria de Almazán |  | Punto de aforo (Red foronómica I.T.G.E.) |
|  | Línea isopieza en acuífero terciario (Cota en m.s.n.m.) |  | Punto de aforo (Red foronómica MOPU) |
|  | División Hidrográfica |  | Límite de Hojas 1: 50.000 |
|  | Río | | |

Fig.-3 Esquema Hidrogeológico General



ESCALA 1 : 200.000

- | | | | |
|---------|--|-------------|---|
| — 980 — | Línea isopieza cota en (m.s.n.m.) | | Punto de la red de vigilancia de calidad y de la red de piezometría |
| | Sondeos inventariados | | Divisoria Hidrográfica |
| | Manantial | - - 500 - - | Isolínea de conductividad. Valor en $\mu\text{S}/\text{cm}$. |
| | Punto de aforo (Red foronómica I.T.G.E.) | | |

Fig.- 4 Esquema Hidrogeológico

l/s, estando los valores más frecuentes comprendidos entre 1 l/s y 5 l/s. Las profundidades de los sondeos existentes son muy variables aunque puede considerarse un valor medio de unos 80 m. Las transmisividades son igualmente muy variables oscilando de 5 m²/día a 100 m²/día, aunque los valores más normales apenas superan los 20 m²/día. Algunos sondeos, que están explotando junto con los Niveles Detríticos del Terciario las Formaciones Mesozoicas subyacentes, tienen características muy superiores.

En la Hoja de Gómara, en la que aparte de los aluviales del Duero, el único acuífero explotable económicamente es el Terciario, dada la gran profundidad del Mesozoico, las características de los sondeos son bastante modestas. Los sondeos inventariados raramente superan los 3 l/s en las areniscas y conglomerados de la zona Norte y Oeste de la Hoja. En las zonas Sur y oriental los caudales suelen ser menores. En el término municipal de Nepas, al Sur de la Hoja, un sondeo realizado recientemente por el IRYDA con 560 m de profundidad ha dado resultados prácticamente negativos, ya que la mayor parte de los materiales atravesados son de naturaleza arcillosa.

A partir de los niveles de agua en los sondeos inventariados se han trazado las curvas isopiezas del acuífero terciario. Aunque las profundidades de los sondeos son distintas, se puede considerar que las isopiezas así obtenidas reflejan de una forma aproximada la distribución de niveles de agua en los primeros 100 m del acuífero terciario. Por otra parte, en las medidas de niveles que se realizan semestralmente por la red piezométrica establecida por el ITGE para todo el sistema (5 puntos) no se han apreciado diferencias de niveles importantes en el tiempo, por lo que dichas isopiezas pueden tomarse como válidas, indicando a la vez un esquema del funcionamiento del acuífero.

El río Duero constituye la principal vía de drenaje de las aguas subterráneas del sistema. Este hecho se ha comprobado por aforos diferenciales en cuatro puntos del río, realizados en diferentes campañas dentro de las medidas que se llevan a cabo en la red ferométrica establecida por el ITGE para el Sistema número 88 (29 puntos), con lo que se controla el funcionamiento de los principales afluentes del Duero, y teniendo en cuenta los datos de las estaciones de aforo del MOPU. La mayor parte del drenaje tiene lugar en el último tramo, entre Gormaz y San Esteban de Gormaz, favorecido sin duda por los afloramientos mesozoicos, donde aumenta su caudal de 3 a 5 m³/s según épocas. En el tramo de río entre Soria y Gormaz el drenaje detectado es mucho menor.

A partir de las isopiezas también se aprecia la existencia de un aporte de aguas subterráneas desde los bordes mesozoicos del Sistema número 10 y un cierto flujo de agua subterránea desde la cuenca del río Jalón (cuenca del Ebro) hacia el Duero, aunque este último tiene que ser muy poco importante.

En la Hoja de Gómara, las isopiezas indican el drenaje por el río Duero, aunque no es de gran cuantía de acuerdo con los aforos diferenciales en ese tramo del río. Por otra parte, los aforos en el río Rituerto en cabecera y desembocadura no sólo no indican drenaje alguno, sino más bien lo contrario. En cualquier caso el caudal circulante en estiaje es nulo en la mayoría de los aforos.

En cuanto a la explotación de las aguas subterráneas en el Sistema Acuífero, se puede decir que apenas se utilizan ya que los bombeos totales para todo el sistema se cifran en sólo un 1 Hm³/año. Por otra parte, si se exceptúan las zonas próximas a los afloramientos mesozoicos, de los bordes o del zócalo, y algunas zonas de conglomerados y areniscas en la zona Norte, en el resto las características del acuífero no permiten la obtención de grandes caudales ni tampoco una concentración geográfica de las extracciones.

En la Hoja de Gómara, el único acuífero explotable es el terciario, y los caudales de los sondeos son pequeños, por lo que los escasos sondeos existentes se utilizan para el abastecimiento de pequeños núcleos de población o explotación ganaderas, siendo la utilización para riego casi nula. Los pequeños manantiales que se originan en el contacto de algún nivel de areniscas y conglomerados con niveles arcillosos impermeables, que se presentan fundamentalmente en la parte oriental de la Hoja, no tienen apenas interés por su escaso caudal (menos de 0,5 l/s) y por las variaciones estacionales e interanuales del mismo. Solamente en algún caso aislado, en las proximidades de Gómara, se obtienen caudales superiores, pero siguen manteniendo su carácter estacional.

Los aluviales en las márgenes del río Duero constituyen un acuífero libre que está en conexión hidráulica directa con el río. Su explotación se realiza mediante pozos de escasa profundidad, unos 10 m, para el regadío de pequeñas parcelas, en las épocas en que debido al estiaje los caudales del río no permiten aprovechamientos directos. En este sentido actúa como un embalse regulador, aunque debido a su íntima conexión con el río y a su litología, presenta una vulnerabilidad a la contaminación elevada y no se aconseja su aprovechamiento para abastecimientos humanos.

En cuanto a la calidad del agua, los análisis, así como los controles semestral en la red de control de calidad del IGME (2 sondeos), indican que las aguas tienen un bajo contenido en sales, lo que hace que puedan utilizarse sin problemas tanto para el abastecimiento como para el regadío. Únicamente en algún caso aislado, y debido a contaminaciones del tipo local contenidos en nitratos y nitritos, limitarían su paso para consumo humano. Solamente en la mitad Suroriental de la Hoja se alcanzan conductividades superiores a los 600 micro Siemens/cm no llegando a los 700 en ningún caso. En el borde Nororiental la conductividad del agua es inferior a 500 micro Siemens/cm. El agua del acuífero libre constituido por los aluviales tienen prácticamente la misma calidad que la del río, también con muy bajos contenidos en sales, pero con gran peligro de contaminación.

6. BIBLIOGRAFÍA

- ADROVER, R.; FEIST, M.; GINSBURG, L.; GUERÍN, C.; HUGUENEY, M., y MOISSENET, E. (1.983): «Les formations continentales paléogènes de la Sierra Palomera (province de Teruel, Espagne) et leur place dans la biostratigraphie tertiaire des Chaînes Ibériques orientales». *Bull. Soc. Geol. France*, (7), 25 (3), págs. 421-431.
- AGUIRRE, E.; DÍAZ MOLINA, M., y PÉREZ-GONZÁLEZ, A. (1.976): «Datos paleomastológicos y fases tectónicas en el Neógeno de la Meseta Sur Española». *Trab. Neóg. Cuaternario*, 5, págs. 7-29.
- ALFARO, J. A. (1.987): «Sobre la tectónica frágil y neotectónica del NE de la Sierra de Albarracín». *Tesis Lic. Univ. Zaragoza*, 120 págs.
- ÁLVARO, M. (1.975): «Estilolitos tectónicos y fases de plegamiento en el área de Sigüenza (borde del Sistema Central y la Cordillera Ibérica)». *Estudios Geol.*, 31(3-4), págs. 241-247.
- ARENAS ABAD, C. et al. (1.987): «Memoria explicativa del Sector de Alhama de Aragón (provincia de Zaragoza)». *Excma. Diputación Provincial de Zaragoza*, págs. 1-135 (en prensa).
- CAPOTE, R.; DÍAZ, M.; GABALDÓN, V.; GÓMEZ, J. J.; SÁNCHEZ DE LA TORRE, L.; RUIZ, P.; ROSELL, J.; SOPENA, A., y YÉBENES, A. (1.982): «Evolución sedimentológica y tectónica del Ciclo Alpino en el tercio Noroccidental de la Rama Castellana de la Cordillera Ibérica». *Temas Geológico-Mineros*, IGME, Madrid, 290 págs.
- CASAS SAÍNZ, A. (1.985): «Análisis de la deformación frágil en el área de Alcaine (Teruel)». *Tesis de Licenciatura, Univ. Zaragoza*, 162 págs.
- CASAS SAÍNZ, A. (1.987): «El estado de esfuerzos durante el Terciario en la Depresión de Arendo (La Rioja)». *Acta Geol. Hisp.*, (en prensa).
- DAAMS, R. (1.976): «Miocene Rodents (Mammalia) from Cetina de Aragón (prov. de Zaragoza) and Buñol (prov. Valencia)». Spain, *Kon. Ned. Akad. Wet. Proc. Series B*, 79(3), págs. 152-182.
- DE VICENTE, G. (1.988): «Análisis poblacional de fallas. El sector de enlace Sistema Central-Cordillera Ibérica». *Tesis Doctoral Univ. Complutense de Madrid*, 317 págs. (inédito).
- ETCHECOPAR, A.; VASSEUR, G. & DAIGNIÉRES, M. (1.982): «An inverse problem in microtectonics for the determination of stress from fault population analysis». *J. Struct. Geol.*, 3(1), págs. 51-65.
- GRACIA PRIETO, J. F., y SIMÓN GÓMEZ, J. L. (1.986): «El campo de fallas miocenas de la Bardena Negra (provs. de Navarra y Zaragoza)». *Bol. Geol. Min.*, 97(6), págs. 693-703.
- GUIMERA, J. (1.984): «Palaeogene evolution of deformation in the northeastern Iberian Peninsula». *Geol. Mag.*, 121(5), págs. 413-420.
- IGME (1.971c): «Mapa de síntesis a escala 1:200.000». Hoja núm. 31 (Soria).
- LÓPEZ MARTÍNEZ, N.; SESE BENITO, C., y SANZ GARCÍA, J. L. (1.977): «La microfauna (Rodentia, insecta)

- tívora, lagonorpha y reptilia) de las fisuras del Mioceno medio de Escobosa de Calatañazor (Soria, España)». *Trabajos N/Q*, 8, págs. 47-73.
- MANERA BASSA, A. (1.982): «Determinación de cuatro fases de deformación en el extremo Suroccidental de la Sierra de Altomira». *Estudios Geol.*, 37, págs. 233-243.
- MELÉNDEZ, A.; PARDO, G.; PENDÓN, J. G., y VILLENA, J. (1.982): «Una etapa de comunicación entre las cuencas de Calatayud y Almazán durante el Mioceno superior». *Temas Geológicos y Mineros*, 6, págs. 415-429.
- SÁNCHEZ DE LA TORRE, L. (1.963): «El borde mioceno de Arcos de Jalón». *Est. Geol.*, XIX, págs. 109-136.
- SÁNCHEZ DE LA TORRE, L. (1.974): «Cuenca de Almazán». *Col. Intern. Bioestratigrafía Cont. Neogeno Sup. Cuaternario Inf.* libro guía, págs. 29-30, CSIC.
- SIMÓN GÓMEZ, J. L. (1.984): «Compresión y distensión alpinas en la Cadena Ibérica oriental». Tesis Doctoral, Univ. Zaragoza. *Publ. Instituto de Estudios Turolenses*, Teruel, 269 págs.
- SIMÓN GÓMEZ, J. L. (1.986): «Analysis of a gradual change in stress regime (example from the eastern Iberian Chain, Spain)». *Tectonophysics*, 124, págs. 37-53.
- SIMÓN GÓMEZ, J. L., y PARICIO CARDONA, J. (1.988): «Sobre la compresión neógena en la Cordillera Ibérica». *Estudios Geol.*, (en prensa).
- SIMÓN GÓMEZ, J. L. (1.988): «Late Cenozoic stress field and fracturing in the Iberian Chain and Ebro Basin (Spain)». *J. Struct. Geol.*, (en prensa).
- VILLARD, P., y GRAMBAST, L. (1.970): «Sur l'âge post-Stampien moyen du plissement majeur de la Chaîne Ibérique Castillane». *C. R. Acad. Sc. Paris*, 291 (D), págs. 873-876.