

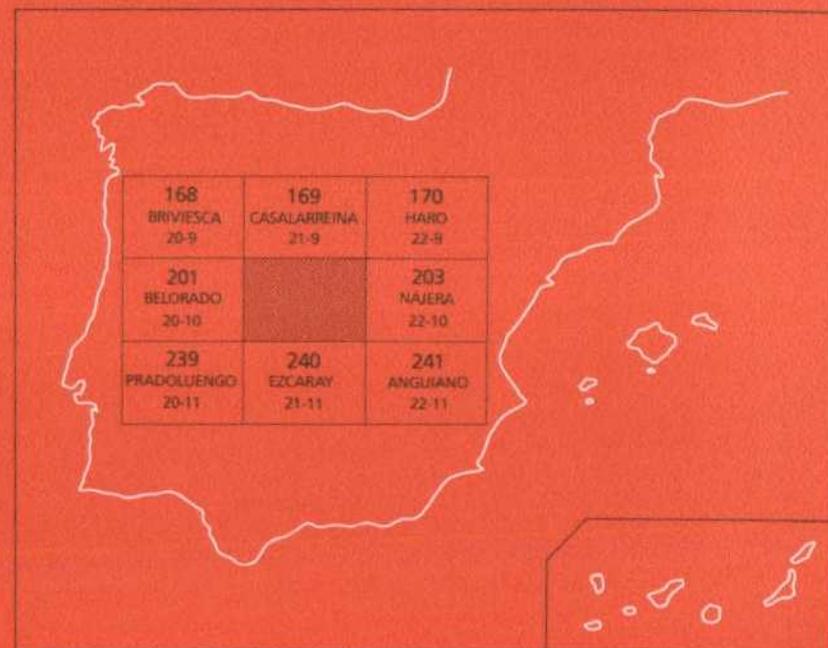


Instituto Tecnológico
GeoMinero de España

202
21-10

MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA Escala 1:50.000

Segunda serie - Primera edición



SANTO DOMINGO DE LA CALZADA



Instituto Tecnológico
GeoMinero de España

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 y Energía, 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.



Instituto Tecnológico
GeoMinero de España

MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA

Escala 1:50.000

SANTO DOMINGO DE LA CALZADA

Primera edición

MADRID, 1990

Fotocomposición: CARMAGRAF, S. A. - Sambara, 40 - 28027 Madrid
Imprime: ASEINSAPRINT, S. L.

Depósito legal: M. 29.121-1990
NIPO: 232-90-005-1

La realización de esta Hoja ha correspondido a la Compañía General de Sondeos, S. A., bajo normas, dirección y supervisión del I.T.G.E.

Han intervenido:

- J. I. Ramírez Merino (C.G.S.): Cartografía. Geomorfología. Memoria.
- A. Olivé Davó (C.G.S.): Cartografía. Memoria. Coordinación y dirección.
- A. Hernández Samaniego (C.G.S.): Secciones estratigráficas. Sedimentología de detritos. Memoria.
- M. Alvaro López (C.G.S.): Tectónica. Memoria.
- M. J. Aguilar (C.G.S.): Sedimentología de Laboratorio.
- J. Ramírez del Pozo (C.G.S.): Micropaleontología.
- P. Anadón (Inst. Jaime Almera): Sedimentología de yesos.
- E. Molina (Univ. Salamanca): Micromorfología de suelos.
- J. Gallardo (Univ. Autónoma Madrid): Edafología.
- C.G.S.: Laboratorio.
- V. Gabaldón y A. Martín-Serrano (I.T.G.E.): Dirección y supervisión.

INFORMACION COMPLEMENTARIA

Se pone en conocimiento del lector que en el Instituto Tecnológico GeoMinero 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.

INDICE

| | <i>Páginas</i> |
|---|----------------|
| 1. INTRODUCCION | 7 |
| 2. ESTRATIGRAFIA | 8 |
| 1.1. Triásico | 8 |
| 1.1.1. Arcillas varioladas. Yesos. Facies Keuper (1) | 8 |
| 1.2. Triásico y Jurásico | 9 |
| 1.2.1. Carniolas, dolomías y calizas dolomíticas (2). Rethiense-Hettan- giense | 9 |
| 1.2.2. Calizas dolomíticas y calizas en bancos (3). Sinemuriense | 9 |
| 1.2.3. Alternancia de margas y calizas arcillosas (4). Sinemuriense sup? Bajociense inf? | 9 |
| 1.2.4. Calizas tableadas (5). Bajociense-Calloviense inf. | 10 |
| 1.2.5. Alternancia de margas y calizas (6). Calloviense | 10 |
| 1.3. Terciario | 12 |
| 1.3.1. Headoniense-Averniense 2. ^a U.T.S. | 12 |
| 1.3.1.1. Areniscas, limolitas y arcillas (7). Unidad de San Clemente | 12 |
| 1.3.2. Arveniense sup.-Ageniense 3. ^a U.T.S. | 13 |
| 1.3.2.1. Conglomerados, fundamentalmente calcáreos (8). Conglomerados de Ojacastro | 13 |
| 1.3.2.2. Areniscas y arcillas rojizas, ocasionalmente, yesos secundarios (9) | 14 |
| 1.3.2.3. Arcillas rojas y verdosas. Nivelillos limo-arenosos (10). Arcillas de Viloría | 14 |
| 1.3.2.4. Alternancias de areniscas blancas y arcillas pardas (11).. | 14 |
| 1.3.2.5. Limolitas y arcillas. Arenas y/o margas yesíferas (12) .. | 15 |
| 1.3.2.6. Yesos y margas yesíferas (13) | 15 |
| 1.3.3. Orleaniense-Vallesiense 4. ^a U.T.S. | 17 |

| | <u>Páginas</u> |
|--|----------------|
| 1.3.3.1. Conglomerados silíceos, arcillas (14). Conglomerados de Amunartia | 17 |
| 1.3.3.2. Gravas, areniscas, arcillas. Algún nivel de calizas con nódulos de sílex (15) | 17 |
| 1.3.3.3. Areniscas blancas y grises, arcillas verdes grisáceas (16). Areniscas de Grañón | 18 |
| 1.3.3.4. Limolitas y arcillas, niveles de arenas y/o margas yesíferas (17) | 18 |
| 1.3.3.5. Yesos y margas yesíferas (18) | 19 |
| 1.3.4. Vallesiense superior-Plioceno 5. ^a U.T.S | 19 |
| 1.3.4.1. Conglomerados. Matriz arcillosa parda (19). Facies de Santurdejo | 19 |
| 1.4. Cuaternario | 20 |
| 1.4.1. Pleistoceno | 20 |
| 1.4.1.1. Glacis (20, 21, 22) | 20 |
| 1.4.2. Pleistoceno y Holoceno | 20 |
| 1.4.2.1. Abanicos aluviales (23, 26, 27, 28) | 20 |
| 1.4.2.2. Terrazas (24, 25, 28) | 21 |
| 1.4.3. Holoceno | 21 |
| 1.4.3.1. Fondos endorreicos (30) | 21 |
| 1.4.3.2. Coluviones (31) | 21 |
| 1.4.3.3. Conos de deyección (32) | 21 |
| 1.4.3.4. Aluviones (33) | 22 |
| 2. TECTONICA | 22 |
| 2.1. Tectónica regional | 22 |
| 2.2. Descripción de la estructura | 22 |
| 2.2.1. El borde septentrional de la Sierra de la Demanda | 23 |
| 2.2.2. La cuenca del Ebro-Rioja | 23 |
| 3. GEOMORFOLOGIA | 24 |
| 4. HISTORIA GEOLOGICA | 26 |
| 5. GEOLOGIA ECONOMICA | 33 |
| 5.1. Minería y canteras | 33 |
| 5.2. Hidrogeología | 34 |
| 6. BIBLIOGRAFIA | 34 |

0. INTRODUCCION

La Hoja 202, Santo Domingo de la Calzada, se encuentra situada en la parte occidental de la Cuenca del Ebro, perteneciendo administrativamente a la Comunidad Autónoma de La Rioja y provincia de Burgos.

Orográficamente la zona presenta altitudes medias comprendidas entre los 600 m y los 1.300 m de los vértices Las Palomeras y La Fonfría. Desde el punto de vista paisajístico, la región puede dividirse en dos mitades, la septentrional de relieves casi planos o levemente ondulados, y la meridional, estribación de la Sierra de la Demanda, considerablemente más abrupta y montuosa.

La red fluvial está constituida por los ríos Oja, que cruza la Hoja de S a N por su parte centrooriental, y Tirón, el cual describe un amplio arco a través del borde occidental, así como por una numerosa red de arroyos y barrancos tributarios de ambos. Sólo la zona más oriental desagua hacia el río Najerilla, en la vecina Hoja de Nájera. Todo el área pertenece hidrográficamente a la Cuenca del Ebro.

La climatología de la región es bastante extrema, correspondiendo a un clima continental de inviernos muy fríos y veranos calurosos.

La economía de la región es eminentemente rural, basada principalmente en cultivos de cereales de secano, así como de regadíos de vegetales de tipo hortifrutícola. En los montes meridionales existen aprovechamientos madereros que dan lugar a pequeñas industrias de muebles. También hay que destacar la explotación minera de Cerezo de Riotirón por su impacto económico.

La zona presenta una baja densidad de población, siendo los principales núcleos Santo Domingo y Cerezo de Riotirón.

Geológicamente, la región se sitúa entre la Sierra de Cantabria, correspondiente a la parte externa de la Cuenca Cantábrica, situada al N y la Sierra de la Demanda, parte más septentrional de la Cordillera Ibérica, situada al S. La Hoja forma parte de la zona más occidental del «Surco terciario del Ebro». Los materiales que la constituyen son fundamen-

talmente de origen continental, y pertenecientes a Paleógeno, Neógeno y Cuaternario. Sólo en una franja de menos de 1 km de anchura y 12 km de longitud, en el borde meridional, llegan a aflorar sedimentos marinos pertenecientes a los sistemas Triásico y Jurásico, los cuales estructuralmente corresponden ya al borde cabalgante de la Sierra de la Demanda.

Para la realización de la Hoja se ha dispuesto de una información cartográfica y estratigráfica de gran calidad, referida al Terciario, propiedad de CIEPSA, entre la que destaca el informe de RIBA (1954) «El Terciario Continental de La Rioja Alta y La Bureba».

1. ESTRATIGRAFIA

Afloran en la Hoja sedimentos del Triásico, Jurásico, Terciario y Cuaternario.

El Triásico corresponde a arcillas y yesos de la facies Keuper.

El Jurásico se encuentra representado por calizas, dolomías y margas correspondientes al Lías y Dogger.

El Terciario continental (Paleógeno y Neógeno) está constituido por diferentes litofacies (clásticas a químicas) interdigitadas entre sí y correspondientes a distintas unidades tectosedimentarias.

El Cuaternario corresponde principalmente a complejos sistemas de terrazas, abanicos aluviales y glaciares que se extienden por una parte importante de la Hoja.

1.1. TRIASICO

1.1.1. Arcillas varioladas. Yesos. Facies Keuper (1)

Aflora en el borde sur de la Hoja, asociado como nivel de despegue a las estructuras cabalgantes del borde norte de la Sierra de la Demanda. Morfológicamente, da lugar a vertientes acoluvionadas, lo que dificulta las observaciones.

Está constituido por arcillas y limos rojos, grises y verdosos, entre los que se intercalan nivelillos de yesos. Localmente pueden presentar enclaves de rocas subvolcánicas (ofitas) intensamente alteradas.

Dado el carácter plástico de estos materiales es difícil evaluar su espesor, aunque tentativamente puede cifrarse en varias decenas de metros.

1.2. TRIASICO Y JURASICO

1.2.1. **Carniolas, dolomías y calizas dolomíticas (2). Rethiense-Hettangiense**

Se presenta sobre la formación anterior mediante contactos mecanizados, dando lugar a un resalte morfológico. Es equivalente a la Formación Carniolas de Cortes de Tajuña de GOY *et al.* (1976).

Está compuesto por dolomías rojizas oquerosas y brechoides de aspecto masivo o caótico (carniolas). Hacia techo aparecen bancos individualizados de dolomías gruesamente cristalinas y de calizas dolomíticas de espesores de orden decimétrico.

Entre las carniolas se reconocen brechas de colapso por disolución de anhidritas y restos de niveles estratificados con laminaciones de tipo algal y superficies onduladas. El espesor puede cifrarse en unos 80-100 m.

Se atribuyen a depósitos en una llanura de mareas hipersalina, en condiciones inter a supramareales y ambientes áridos evaporíticos.

Atribuimos a esta unidad, pese a sus características azoicas, una edad Rethiense-Hettangiense.

1.2.2. **Calizas dolomíticas y calizas en bancos (3). Sinemuriense**

Afloran mediante contacto transicional sobre la unidad anterior, dando lugar a un resalte topográfico. Equivale, en parte, a la Formación Calizas y Dolomías Tableadas de Cuevas Labradas de otros sectores de la Cordillera Ibérica.

Corresponden a calizas dolomíticas recristalizadas y calizas oolíticas a techo, estratificadas en bancos de orden decimétrico a métrico y con un espesor de unos 60-70 m.

En la zona de Cruces, en la vecina Hoja de Pradoluengo, se han identificado laminaciones estromatolíticas y abundante porosidad móldica de disolución, de interpretación dificultosa, aunque se pueden atribuir a depósitos sub-intermareales en una llanura de mareas dada su similitud con otras áreas cercanas.

Se le atribuye una edad Sinemuriense.

1.2.3. **Alternancia de margas y calizas arcillosas (4). Sinemuriense sup.?- Bajociense inf.?**

Originan un blando relativo sobre el terreno, dando lugar a vertientes con coluviones que dificultan la observación.

Se presentan como una sucesión de margas grises y cremas entre las que se intercalan niveles de calizas arcillosas, más frecuentes hacia el muro de la formación. Estas se presentan en bancos de 30-60 cm de aspecto noduloso, y contienen abundantes bioclastos de braquiópodos, bivalvos, crinoideos, ammonites y belemnites. La potencia total estimada es de unos

70 m. Por encima se sitúa un tramo de unos 15 m de calizas grises, nodulosas, con juntas margosas y con estratificación ondulada.

Su medio deposicional corresponde a una plataforma externa submareal bajo condiciones abiertas y salinidad normal.

En la zona de Cruces se han clasificado: *Fronicularia bicostata* D'ORB., *Lingulina pupa* (TERQ.), *Dentalina terquemi* D'ORB., y *Lenticulina münsteri* (ROEM.), que indican una edad Pliensbachiense; por encima, la asociación *Citharina longuemari* (TERQ.), *Nodosaria fontinensis* (TERQ.) y *Procytheridea sermoisensis* APOST corresponde al Toarciense, mientras que el tramo superior de la unidad correspondería ya al Aalenense-Bajociense inf.?

1.2.4. **Calizas tableadas (5). Bajociense-Calloviense inf.**

Afloran originando resaltes escarpados sobre el terreno. Se le puede considerar en parte equivalente a la Formación Carbonatada de Chelva. Esta unidad está representada por unos 50 m de *wackstones* nodulosos con restos bioclásticos en la base, entre los que se intercalan algunos niveles oolíticos. Por encima se sitúan calcarenitas, *packstone a grainstone*, en paquetes con bases erosivas y estratificación cruzada planar y en surco. En los niveles inferiores se identifican pequeños *mounds* con restos bioclásticos (bivalvos, gasterópodos, esponjas, corales y equinodermos), así como oolitos. Por encima se encuentran bancos de calcarenitas finas con algunos restos bioclásticos y estratificación ondulada en cuyo techo se dispone un nivel ferruginoso de concentración de fauna de ammonites y braquiópodos.

El depósito de estos materiales se realizó en una plataforma carbonatada abierta en la que tenía lugar la llegada de material terrígeno fino y con la existencia de una zona de alta energía con desarrollo de barras bioclásticas. Al abrigo de las mismas, el fondo aparecía colonizado por organismos, dando lugar a los *mounds*. El paro de la sedimentación a techo de la unidad se realiza en condiciones submareales no profundas.

La evolución del conjunto de la unidad en función de la distribución de facies parece corresponder a un impulso regresivo en el contexto de una plataforma abierta no muy profunda y con amplio desarrollo de una zona de alta energía.

Por comparación con áreas próximas de la Sierra de la Demanda (Hoja de Anguiano) atribuimos a la presente unidad cartográfica una edad Bajociense-Bathonense, sin descartar la existencia de un Calloviense inferior.

1.2.5. **Alternancia de margas y calizas (6). Calloviense**

Esta unidad aflora muy recubierta, en el borde sur de la Hoja, cobijada en el núcleo de un pequeño sinclinal volcado. Corresponde a una alternancia de calcarenitas muy finas, en capas de 20-40 cm arcillo-limosas, con margas arenosas pardo-verdosas cuyo espesor no sobrepasa los 40 m.

Como estructuras sedimentarias se han observado estratificación planar horizontal a ondulada, ocasionalmente con aspecto noduloso. Sus condiciones de depósito posiblemente

correspondan a ambientes de carácter litoral en una etapa de regresión, debido al contenido progresivo en terrígenos de tamaño limo y arena.

En la serie de Cruces, en términos equivalentes de la sucesión Jurásica, se han clasificado: *Ammodiscus tenuissimus* (GUMB.), *Lenticulina münsteri* (ROEM.), *Cytherelloidea* cf. *catenulata* (JONES y SHERBORN) y *Lenticulina cultrata* (MONTF.), que indican una edad Calloviense.

1.3. TERCIARIO

El Terciario está representado por sedimentos depositados en ambiente continental en un dispositivo de abanicos aluviales que, con procedencia meridional, tienden a rellenar el surco riojano. En el borde meridional de ese surco se han diferenciado cinco unidades tectosedimentarias (U.T.S.), en el sentido de GARRIDO (1982), que quedan separadas entre sí por discontinuidades sedimentarias. En las zonas de borde, donde los sedimentos se adosan a los relieves de las Sierras de Demanda y Cameros, éstas son claramente discordantes. Por el contrario, en zonas más internas de la Cuenca, se presentan como paraconformidades, difícilmente deducibles a nivel de afloramiento, habiendo sido habitualmente extrapoladas en función del comportamiento y evolución regional de los cuerpos sedimentarios a los que corresponden consideradas a gran escala.

La similitud de procesos generadores del depósito a lo largo del tiempo, así como la identidad de áreas suministradores de los mismos, trae como consecuencia que sean frecuentes los sedimentos litológicamente similares, y que, sin embargo, puedan corresponder a U.T.S. distintas.

Para facilitar la comprensión del conjunto de sedimentos terciarios depositados en esta parte de la Cuenca del Ebro, incluimos un gráfico en el que se señalan las distintas unidades diferenciadas en este borde meridional riojano (Hojas de Belorado, Santo Domingo de la Calzada, Nájera, Anguiano y Munilla), localizándolas en su U.T.S. correspondiente.

En este gráfico se refleja la existencia, durante el Oligoceno y Mio-Plioceno de una serie de procesos que dan lugar a la diferenciación de cinco U.T.S. correspondientes a una determinada geometría de cuenca y una distribución de facies dentro de ella característica.

1.3.1. **Headoniense-Averniense 2.^a U.T.S.**

Aflora exclusivamente en el ángulo suroccidental de la Hoja, en la zona de Espinosa del Monte. Se ha estudiado en la sección de San Clemente del Valle, en la vecina Hoja de Belorado. Corresponden en su totalidad estos sedimentos a facies fluviales.

1.3.1.1. *Areniscas, limolitas y arcillas (7). Unidad de San Clemente*

Está formada por unos 400 m de alternancia de tramos blandos de arcillas y limolitas arenosas de colores rojizos con espesores de 1-5 m, y areniscas, siendo predominantes los

| Cronol. | | U.T.S. | Belorado | Santo Domingo de la Calzada | Nájera-Anguiano | Munilla | |
|--------------|----------------------------------|-------------------|--|---|---|---|--|
| Mioceno Sup. | Plioceno Inf. | 1 | Calizas del Puerto de la Brújula. Conglomerados areniscas y arcillas de La Pedraja. | Conglomerados de Santurdejo. | Conglomerados del Serradero. | Conglomerados de Cabimonteros. | |
| | Turolien. | | 2 | Calizas. Yesos. Arcillas. Conglomerados y areniscas de San Miguel del Pedroso. | Yesos y margas yesíferas. Limolitas y arcillas. Areniscas de Grañón. Areniscas y arcillas. Conglomerados de Amunartia. | Areniscas y arcillas. Conglomerados. | Conglomerados. |
| Mioceno Med. | Oleamiense-Astarcien. Vallsiense | 3 | | Yesos de Cerezo. Arcillas y margas. Conglomerados de Puras. | Yesos de Cerezo. Limolitas y margas yesíferas. Areniscas y arcillas. Arcillas de Viloria. Areniscas y limolitas. Conglomerados de Ojacastro. | U. de Nájera | Arcillas y areniscas. Areniscas y limolitas. Conglomerados de Matute y de Islallana. |
| Mioceno Inf. | Ageniense | | 4 | U. de S. Clemente | Areniscas, limolitas y arcillas. | | U. de Anguiano |
| Oligoceno | Sueviense-Averniense. | U. de S. Clemente | | Areniscas, limolitas y arcillas. | Areniscas, limolitas y arcillas. | Areniscas y arcillas Conglomerados. | |
| | Headoniense | 5 | | | | U. de Arnedo | Conglomerados, areniscas y arcillas rojas. |

Esquema de distribución de U.T.S. y unidades litológicas para el área meridional de La Bureba y Zona Suroccidental de La Rioja

primeros. También se intercalan algunos niveles de conglomerados de cantos y bloques subredondeados a subangulosos de calizas y dolomías jurásicas y en menor proporción cuarcitas y esquistos paleozoicos.

Los conglomerados suelen presentar bases erosivas y estructuras tractivas de tipo estratificación cruzada planar y estratificación paralela de alto nivel energético, formando secuencias positivas granodecrecientes, hacia el techo de las capas.

Estos depósitos se originaron por procesos de corrientes acuosas tractivas, de tipo *braided*, siendo también probables la presencia de coladas de derrubios (*debris-flow*) y coladas de fango (*mud-flow*) de zonas proximales de abanicos aluviales.

En las muestras correspondientes a esta unidad no se han encontrado criterios (micromíferos, charáceas, ostrácodos...) que permitan asignarla con seguridad a una edad, por lo que tentativamente la atribuimos al intervalo Headoniense-Arverniense.

1.3.2. **Arverniense sup.-Ageniense 3.^a U.T.S.**

Aflora principalmente en la parte meridional y oriental de la Hoja, y en unos pequeños ojales en la zona de Vilorio de Rioja.

1.3.2.1. *Conglomerados fundamentalmente calcáreos (8). Conglomerados de Ojacastro*

Afloran en la parte meridional de la Hoja, principalmente en los alrededores de Eterna y en el valle del Oja a su paso por Ojacastro, disponiéndose mediante paraconformidad o leve discordancia sobre la unidad de San Clemente.

La potencia total de la unidad puede ser superior a los 400 m.

Se trata de conglomerados masivos con bloques y cantos de calizas y dolomías jurásicas, areniscas del Buntsandstein, y esquistos y cuarcitas paleozoicas. Estas últimas se hacen dominantes hacia el techo de la Formación (zona de Ojacastro) estando subordinadas hacia la base. El tamaño de los cantos es muy variable, con un centil de más de 1 m de diámetro y una moda entre 5-7 cm. Se presentan fuertemente cementados por carbonatos, y con una matriz arenosa.

Hacia la parte alta de la unidad eventualmente puede intercalarse términos arenosos y limolíticos de tonos rojizos, presentando el conjunto una tendencia a constituir una mega-secuencia positiva.

Las estructuras sedimentarias son escasas, siendo los más frecuentes las cicatrices erosivas internas que amalgaman las capas masivas de conglomerado.

El conjunto de la unidad presenta una evolución en sentido S-N, correspondiendo a partes proximales de abanicos aluviales con desarrollo de coladas de detritus (*debris-flow*) procedentes de la Sierra de la Demanda.

1.3.2.2. *Areniscas y arcillas rojizas, ocasionalmente, yesos secundarios (9)*

Aflora esta unidad en la mitad oriental de la Hoja, muy recubierta por depósitos cuaternarios y dando lugar a relieves levemente alomados donde no lo está.

Está constituida por una potente serie (varios centenares de metros) de alternancias de areniscas de grano medio a fino, cementadas, en bancos de 0,30-1,5 m y arcillas y limos de tonos rojizos y rosados, generalmente más potentes que las areniscas.

Hacia el S de la Hoja también se incluyen en la Formación niveles de conglomerados y gravas cuarcíticas, con una moda de 3-4 cm de diámetro, algo cementados por carbonato cálcico. Localmente (carretera Santo Domingo-Nájera) se observan venillas de yesos fibrosos secundarios, bien paralelas a la estratificación, bien oblicuas o perpendiculares.

Las areniscas y gravas presentan bases canalizadas y rellenos con estratificaciones cruzadas de tipo planar y en surco. Eventualmente se observan *ripples* de corriente hacia el techo de los bancos y finas capas arenosas intercaladas en los finos que corresponden a desdoblamientos, *crevasse splay*.

Atribuimos la unidad a procesos de corrientes tractivas, donde el material detrítico grueso representa rellenos de canales y las arcillas y limos sedimentos de llanura de inundación.

1.3.2.3. *Arcillas rojas y verdosas. Nivelillos limo-arenosos (10). Arcillas de Vitoria*

Afloran al oeste del meridiano de Santo Domingo, hasta la altura del pueblo de Vitoria de Rioja. Sus afloramientos son escasos y de poca calidad, debido al intenso coluvionamiento que presentan. Constituyen un cambio lateral hacia facies más finas de la unidad anterior.

Se han estudiado en la columna de Santo Domingo de la Calzada, donde afloran 50 m de arcillas rojizas y gris-verdosas con intercalaciones centimétricas de limolitas y areniscas de grano fino, más frecuentes hacia techo de la serie.

Las estructuras sedimentarias no son abundantes, reduciéndose a *ripples* de corriente y de oscilación en las areniscas. Localmente (al S de Quintanar de Rioja) aparece justo en el techo de la formación una zona con aspecto de pseudogley (arcillas irregularmente coloreadas de tonos verdosos y rojizos) que lateralmente se presenta con niveles carbonatados de tipo edáfico, correspondientes a una epigénesis sincrónica o levemente posterior a la sedimentación con desarrollo de nodulizaciones por procesos alternos de humedad-secado. Este evento representaría el momento de parada del sistema de abanicos aluviales de procedencia S-N que hemos denominado como U.T.S. 3.^a, dentro del cual la facies de Vitoria corresponde a depósitos de llanuras lutíticas, en zonas distales, a menudo como resultado de inundaciones generalizadas.

1.3.2.4. *Alternancias de areniscas blancas y arcillas pardas (11)*

Se sitúan en la esquina NE de la Hoja, localizándose los mejores afloramientos en la zona de Herramelluri-Villalobar de Rioja. Están en cambio lateral con las unidades 9 y 10.

Corresponde a una alternancia de areniscas de grano medio fino, bien estratificadas en bancos de hasta 0,5 m de espesor, con arcillas y limos de colores pardos, ocre y grisáceos.

Como estructuras sedimentarias, las arenosas presentan bases canalizadas y rellenos con estratificación cruzada planar y *through* con paleocorrientes de dirección N y NO.

Algunos bancos convexos hacia el techo corresponden a barras y *megaripples*. En los términos finos pueden intercalarse niveles de areniscas de grano fino con *ripples*, interpretados como depósitos de *crevasse*.

En conjunto la unidad correspondería a parte medias-distales de abanicos aluviales, con desarrollo de corrientes fluviales, y un predominio de sedimentos de llanura de inundación menor que en la formación Viloría.

1.3.2.5. *Limolitas y arcillas. Arenas y/o margas yesíferas (12)*

Esta unidad aflora en el cuadrante noroccidental de la Hoja. Dadas sus características litológicas, se presenta generalmente muy recubierta, lo cual dificulta las observaciones estratigráficas. Es correlacionable en parte a la facies Altable definida por RIBA (1954).

Corresponde a un conjunto con más de 70 m de espesor, de características heterolíticas. Está formado por arcillas de tonos cremas y gris-verdosos predominantes, que incluyen intercalaciones de limolitas, en ocasiones micáceas, y arenas de grano fino de colores amarillentos. Localmente pueden presentar nivelillos de espesores centimétricos de yeso.

Como estructuras sedimentarias, las arcillas suelen presentar laminación paralela, mientras que los niveles más detríticos se han reconocido laminaciones cruzadas originadas por *ripples*.

Su medio deposicional se interpreta como de transición hacia depósitos del tipo *playa-lake*, en zonas muy distales de un sistema de abanicos aluviales de procedencia S.

1.3.2.6. *Yesos y margas yesíferas (13)*

Afloran asimismo en el cuadrante noroccidental de la Hoja, en cambio lateral con los materiales de la unidad anterior. Dan lugar a morfologías alomadas muy recubiertas de derrubios.

La presente unidad está constituida por yesos con intercalaciones de lutitas y margas yesíferas, más o menos potentes, y en menor proporción dolomías y calizas; estas últimas muy escasas. Su espesor mínimo se puede cifrar en unos 90 m.

En la zona de Cerezo de Riotirón se intercalan hasta 6 niveles de glauberitas (sulfato sódico-cálcico) con espesores medios que oscilan entre los 6 y 8 m (MENDUIÑA *et al.*, 1984). Los tramos glauberíticos alternan con tramos bandeados constituidos por niveles de anhidrita/yeso, lutitas, margas dolomíticas y esporádicamente niveles de glauberita de hasta 50 cm de espesor. Los tramos de glauberita están formados por capas de hasta

15 cm, constituidas por capas de glauberita masiva, meso-cristalina, generalmente formada por cristales idiomorfos a subidiomorfos que a veces muestran gradaciones en el tamaño dentro de una misma capa. También aparece bandeada con dolomicrita y como cristales idiomorfos desplazantes en el seno de carbonatos.

Algunos de los tramos glauberíticos se siguen durante varios kilómetros a lo largo de la margen derecha de la vega del río Tirón; además se cortaron varios niveles en un sondeo a unos 3 km al NNO de Cerezo, en la vecina Hoja de Casalarreina. En Cerezo se explota actualmente la glauberita a cielo abierto.

Los materiales de la presente unidad están constituidos por lo general por una alternancia de tramos de yesos laminado-nodulares y tramos de lutitas grises, margas y dolomías que presentan algún horizonte nodular-enterolítico. Las litofacies de yeso corresponden principalmente a diversas variedades de yeso secundario, generalmente alabastrino, en el que no es extraño encontrar inclusiones microscópicas de anhidrita. Se han podido diferenciar las siguientes litofacies:

1) Yeso secundario nodular, con texturas alabastrinas micro a mesocristalinas y a veces formando agregados cristalinos mayores («porfiroblastos»). Se presenta ya sea en bancos de aspecto masivo, con escasos relictos de material encajante (lutitas o carbonatos) o bien como niveles con nódulos bien destacados, a veces enterolíticos.

2) Yeso secundario laminado, a veces con ondulaciones, y a menudo con formas preservadas de *ripples* de oleaje. Presenta microestructura alabastrina micro a mesocristalina, a veces porfiroblástica. Posiblemente corresponde a antiguos niveles de gipsarenita.

3) Yeso secundario pseudomórfico de cristales desplazantes, idiomorfos, de evaporitas (probablemente, y entre otras, yeso primario lenticular y selenítico), en el seno de dolomías o margas, a veces ligado a capas finas de yeso alabastrino.

En general, los tramos yesíferos están constituidos por niveles de litofacies 2 y 3 entre las que se encuentran niveles más o menos desarrollados de yeso nodular, que puede llegar a ser predominante. Los tramos lutíticos-carbonáticos que alternan con los yesíferos también suelen presentar horizontes y masas de la litofacies 1.

Los depósitos de esta unidad se originaron en un sistema lacustre-evaporítico sometido a frecuentes expansiones y retracciones con respecto a una zona interna (posiblemente perenne) y zonas marginales de extensión fluctuante de tipo *sebkha* —llanura lutítica—. Las secuencias con glauberita de la zona de la mina de Cerezo corresponden probablemente a depósitos de las zonas internas, en ambientes bajo lámina de agua generalmente más estable. Un origen similar tendría algunas secuencias, con yeso secundario laminado (antiguas gipsarenitas) y con yeso selenítico primario localizados en otras zonas. Las secuencias dominadas por yesos secundarios nodulares y enterolíticos se habrían originado en zonas marginales de tipo *sebkha*.

1.3.3. **Orleaniense-Vallesiense. 4.ª U.T.S.**

Sus afloramientos son los más extensos del Terciario de la Hoja. Presentan una gran variedad de facies, desde las detríticas proximales ubicadas en la zona meridional hasta las evaporíticas de la esquina noroccidental.

Su estudio se ha realizado a partir de las columnas de Belorado, Sotillo de Rioja y Ojacastro, además de las observaciones puntuales en tramos excesivamente cubiertos para permitir el levantamiento de secciones.

1.3.3.1. *Conglomerados silíceos, arcillas (14). Conglomerados de Amunartia*

Afloran en el borde meridional de la Hoja, habiéndose estudiado en la sección de Ojacastro.

Aquí se han medido 75 m de conglomerados en bancos de hasta 8 m de espesor y aspecto masivo, con tramos semicubiertos constituidos por arcillas limosas y arenas con cantos. Los tramos de arcillas rojas son poco frecuentes y de escaso espesor. Los cantos, de hasta 50 cm de diámetro mayor, son subangulosos y subredondeados, y de composición cuarcítica y pizarrosa en su 90 %, siendo el resto calizas y dolomías jurásicas y areniscas de Trías. Los bancos presentan una gran extensión lateral. El espesor total de la unidad puede cifrarse en un mínimo de 250 m.

Las estructuras sedimentarias son poco frecuentes, predominando el aspecto masivo de conjunto. Las más frecuentes son las superficies erosivas, existiendo incluso en bancos de conglomerados que aparecen amalgamados. Algunas secuencias son granodecrecientes, terminando en niveles de areniscas de grano grueso. La dirección de los aportes medida en *flute-cast* de la base de un canal indica una dirección N14°E.

Estos depósitos de abanicos aluviales se han originado por procesos de corrientes tractivas acuosas, coladas de derrubios (*debris flow*) y coladas de fango (*mud-flow*). El dominio de clastos silíceos en esta unidad parece indicar el desmantelamiento casi total de la cobertura mesozoica del macizo paleozoico de la Demanda.

1.3.3.2. *Gravas, areniscas, arcillas. Algún nivel de calizas con nódulos de sílex. (15)*

Afloran en la mitad meridional de la Hoja, presentándose muy recubiertas por coluviones y derrubios de ladera, lo que ha impedido el levantamiento de secciones estratigráficas de detalle.

Esta unidad heterolítica, cambio lateral de facies de los conglomerados de Amunartia está compuesta por arcillas de tonos grises y rojizos entre las que se intercalan niveles de gravas, predominantemente cuarcíticas, con cemento, de areniscas y, eventualmente, bancos de calizas con nódulos silíceos y margas de 0,40-1 m de espesor. Hacia el oeste de la Hoja, la unidad se hace más detrítica grosera, equivalente a los conglomerados de San Miguel definidos en la vecina Hoja de Belorado.

Como estructuras sedimentarias más frecuentes aparecen las superficies erosivas y las superficies de reactivación en los conglomerados, bases canalizadas y estratificaciones cru-

zadas planares y en surco y *ripples* en las areniscas. Las secuencias suelen ser granodecrecientes, aunque en los tramos inferiores aparecen secuencias negativas.

Corresponden a depósitos de abanicos aluviales en los que ocurre una evolución de facies desde las más proximales con sedimentos de *mud-flow* y *debris-flow* hasta las más distales de llanura de inundación con desarrollo de pequeños encharcamientos con precipitación de carbonatos, pasando por redes fluviales canalizadas posiblemente de tipo *braided*.

1.3.3.3. *Areniscas blancas y grises, arcillas verdes grisáceas (16). Areniscas de Grañón*

Afloran en la zona centro-septentrional de la Hoja, correspondiendo a un cambio lateral de la unidad anterior.

Se han distinguido en la cartografía intercalaciones de areniscas de grano medio-fino y colores blanco-grisáceos en bancos de 1-4 m, y limolitas y arcillas cremas y beigeas.

Las areniscas tienen bases canalizadas, presentando rellenos de estratificación cruzada planar, y minoritariamente en surco. Eventualmente se observan en la base de los canales *lags* de cantos, siendo las secuencias granodecrecientes.

Se atribuyen a cauces fluviales posiblemente anastomosados (*braided*).

1.3.3.4. *Limolitas y arcillas, niveles de arenas y/o margas yesíferas (17)*

Aparece esta unidad como cambio lateral de las facies anteriores (15 y 16), situándose en el cuadrante noroeste de la Hoja. Dada la naturaleza poco consistente de su litología, da lugar a zonas deprimidas en las que se desarrollan intensos procesos de regularización de vertientes que provocan una casi total ausencia de afloramientos. Correspondería a parte de la «facies Altable» de RIBA (1954).

Se ha estudiado en las columnas de Belorado y Sotillo de Rioja, donde aparece como un conjunto con más de 80 m de espesor, predominantemente arcilloso, de tonos grises y verdosos, que en su parte inferior presenta algunas intercalaciones centimétricas de limolitas amarillentas laminadas, y que hacia el techo, contiene niveles progresivamente más ricos en yeso. En este tramo se han observado secuencias centimétricas formadas por arcilla, yeso y, en ocasiones, encostramientos carbonatados milimétricos al techo. En alguna intercalaciones de areniscas de grano fino se han reconocido laminaciones atribuibles a *ripples* de oscilación.

El conjunto se interpreta como depósito en facies muy distales del sistema de abanicos aluviales, ya en tránsito con depósitos de tipo *playa-lake*, en zonas marginales de áreas lacustres evaporíticas.

1.3.3.5. Yesos y margas yesíferas (18)

Corresponden a la parte superior de la «facies Cerezo» de RIBA (1954). Afloran exclusivamente en el cuadrante NO de la Hoja, en tránsito lateral con la unidad 17. Morfológicamente dan lugar a relieves alomados generalmente muy acoluvionados.

Esta unidad está constituida fundamentalmente por yesos, generalmente con aspecto fibroso o alabastrino, con intercalaciones de lutitas y margas yesíferas más o menos potentes. En la sección de Belorado puntualmente se aprecian intercalaciones carbonosas de orden milimétrico. Su espesor puede superar los 70 m.

Esta formación es muy similar litológicamente a la unidad 13, sobre la que se apoya mediante una paraconformidad. A grandes rasgos, las principales diferencias son un mayor espesor de las capas de yeso en la presente unidad, así como buzamientos más suaves, apreciables particularmente en el valle del río Redecilla, al norte de Quintanilla del Monte.

Las litofacies de yeso son asimismo similares a las descritas para el tramo 13, predominando en esta unidad los yesos secundarios nodulares con texturas alabastrinas (litofacies 1). También están presentes litofacies primarias (lenticulares y seleníticas), hacia el extremo NO de la zona, siendo más abundantes hacia la vecina Hoja de Belorado.

El medio de sedimentación corresponde a áreas lacustres evaporíticas franjeadas por una zona marginal de extensión fluctuantes tipo *sebkha* o llanura lutítica, a la cual corresponderían las secuencias con predominio de yesos secundarios nodulares y enterolíticos. Este tipo de litofacies es el que se encuentra en la zona de Sotillos-Ibrillos cercanas al cambio lateral con la unidad 17.

1.3.4. Vallesiense superior-Plioceno. 5.^a U.T.S.

Sus afloramientos aparecen con exclusividad en la zona meridional de la Hoja, disponiéndose mediante una discordancia levemente erosiva sobre los materiales de las U.T.S. 3.^a y 4.^a.

1.3.4.1. Conglomerados. Matriz arcillosa parda (19). Facies de Santurdejo

Se trata de una potente formación (250 m de espesor mínimo) formada por cantos y bloques redondeados a subangulosos, de cuarcitas y esquistos paleozoicos, con una matriz limo-arenosa y arcillosa de colores pardos, crema y beige apenas cementada, y con un aspecto general masivo y desorganizado.

Se sitúan en las partes culminantes de las cuerdas que bordean por el norte a la Sierra de la Demanda, a ambos lados del valle del río Oja. La poca consistencia del material, al derramarse acoluvionando todas las vertientes, hace difícil las observaciones estratigráficas.

Se interpretan como parte proximales de un sistema de abanicos aluviales con desarrollo S-N.

1.4. CUATERNARIO

En la Hoja de Santo Domingo existe un importante desarrollo de materiales detríticos cuaternarios, provenientes del desmantelamiento tanto de la Sierra de la Demanda como de las formaciones terciarias.

1.4.1. Pleistoceno

1.4.1.1. *Glacis (20, 21, 22)*

Los glacis forman recubrimientos, generalmente muy degradados por la erosión subactual, que se suelen conservar en las cumbres de los cerros. Por sus cotas relativas se han distinguido tres niveles sucesivos. La composición litológica es similar: bloques y cantos subredondeados de cuarcitas, pizarras y eventualmente sílex, en una matriz limo-arenosa irregularmente cementada por carbonatos. El mayor desarrollo de los mismos es hacia el borde este de la Hoja.

1.4.2. Pleistoceno-Holoceno

1.4.2.1. *Abanicos aluviales (23, 26, 27, 28)*

Corresponden a niveles sucesivamente más modernos, atribuibles a abanicos aluviales debido a la existencia en los materiales de evidencias de procesos de corrientes tractivas unido a la significativa pendiente deposicional que presentan.

Litológicamente son bolos y cantos fundamentalmente cuarcíticos y pizarrosos, con una matriz limo-arenosa cementada por carbonatos. En el nivel de abanico aluvial más antiguo (21) se ha observado un suelo pardo-rojizo fersialítico con horizonte argílico rubificado (5YR-2, 5YR) y cálcico no cementado. En estos materiales, en general, se observan las siguientes características edáficas:

- Espesor considerable de los suelos, a veces más de 4 m.
- Carbonatación secundaria en el área central del gran horizonte argílico original.
- Degradación de la parte superior del argílico por lavado de arcilla.
- Gravas de arenisca alteradas.

Estos abanicos se correlacionan con los niveles de terraza de los ríos Oja y Tirón de la siguiente manera; de más antiguo a más moderno:

Abanico aluvial 2 (núm. 24) con la terraza 1 (22).

Abanico aluvial 3 (núm. 24) con la terraza 2 (23).

Abanico aluvial 4 (núm. 27) con la terraza 3 (26).

1.4.2.2. *Terrazas (24, 25, 28).*

Son tres los niveles de terrazas depositadas por los Oja y Tirón en la Hoja de Santo Domingo de la Calzada. El más extenso superficialmente es el más moderno (núm. 26), que en el borde N de la Hoja llega a tener una anchura cercana a los 4 km.

La composición litológica de los mismos es similar a la de los glacis y abanicos: cantos y bloques cuarcítico-pizarrosos mayoritarios, matriz limo-arenosa y arcillosa y cemento carbonático irregularmente repartido.

Se han observado los siguientes aspectos edáficos:

En la terraza núm. 2 del río Oja (23), a la altura del km 2 de la carretera de Santo Domingo a Cirueña, un suelo pardo-rojizo (5YR) fersialítico con horizonte argílico (Bt) y cálcico no cementado.

En la primera terraza del río Tirón (26), en el desvío de Fresno de Riotirón, un suelo con horizonte A (0-50 m) pardo-oscuro, rico en materia orgánica y con estructura grumosa, y un horizonte C (+ de 50 cm) de gravas con matriz arenosa y carbonatación escasa e irregular.

El resto de las terrazas del Tirón muestran morfologías edáficas diversas, quizá debido a la fuerte pendiente del río y a los aportes irregulares de CO_3Ca . En las terrazas más altas se observan nódulos calizos bien cristalizados y suelos rojos fersialíticos con argílico discontinuo.

1.4.3. **Holoceno**

1.4.3.1. *Fondos endorreicos (30)*

Corresponden a depósitos situados en pequeñas depresiones del cuadrante nororiental de la Hoja. Se trata de arcillas grisáceas, ricas en materia orgánica, con cantos dispersos de cuarcitas, que constituyen excelentes zonas para cultivos de huerta.

1.4.3.2. *Coluviones (31)*

Pese a la amplia extensión de los mismos en toda la Hoja, sólo se han representado algunos en el borde suroccidental. Corresponden a bloques y cantos angulosos de dolomías y calizas jurásicas con una matriz margo-arcillosa de colores pardos y ocre.

1.4.3.3. *Conos de deyección (32)*

Se sitúan generalmente en los desagües de los barrancos de la mitad sur de la Hoja, correspondiendo los más importantes a los que desembocan en el valle del río Oja. La litología corresponde a cantos subredondeados de cuarcitas y pizarras, con una matriz limo-arenosa sin cementar.

1.4.3.4. Aluviones (33)

Están constituidos por gravas principalmente cuarcíticas inmersas en una matriz arcillosa y arenosa. En los aluviales cartografiados en las zonas de litología predominantemente yesífera, los depósitos son principalmente arcillosos.

2. TECTONICA

2.1. TECTONICA REGIONAL

La Hoja de Santo Domingo de la Calzada (21-10) está situada en el sector occidental de la Cuenca del Ebro. Desde el punto de vista regional se enmarca en tres grandes unidades estructurales:

La Cuenca Terciaria del Ebro.—Es una cuenca rellena de sedimentos continentales (oligomiocenos) que ha sido muy subsidente, con espesores de hasta 4 km en el sector de La Rioja. El sustrato de los depósitos terciarios es el Mesozoico. Las unidades terciarias inferiores están suavemente plegadas, predominando la dirección ONO-ESE. La cuenca está flanqueada por dos importantes fajas de cabalgamientos, la de la Sierra de la Demanda, situada al Sur y cabalgante hacia el Norte, y la de la Sierra de Cantabria, situada al Norte y cabalgante hacia el Sur. En las proximidades de ambos cabalgamientos los materiales terciarios pueden estar deformados más intensamente.

La Sierra de Cantabria.—Es una faja de pliegues y cabalgamientos en los materiales mesozoicos que corresponde a la parte más externa de la Cordillera Vascocantábrica. Hacia el Este se une con las sierras surpirenaicas. Es una unidad tectónica compleja, con pliegues y cabalgamientos de rumbo E-O.

Su carácter alóctono ha sido puesto de manifiesto por los estudios de prospección de hidrocarburos, con recubrimientos del Terciario de la Cuenca del Ebro de hasta 15 kilómetros.

La Cordillera Ibérica.—Está representada por su extremidad noroccidental, la Sierra de la Demanda. Consiste en un núcleo de materiales paleozoicos y una cobertura mesozoica, en la que destaca el gran espesor de los materiales del Cretácico inferior, estructuradas según pliegues y cabalgamientos de rumbo NO-SE a E-O y vergencia hacia el Norte. Su borde septentrional es un cabalgamiento mediante el cual la Cordillera Ibérica ha sido desplazada varios kilómetros hacia el Norte sobre el Terciario de la Cuenca del Ebro.

2.2. DESCRIPCION DE LA ESTRUCTURA

En la Hoja de Santo Domingo de la Calzada se pueden diferenciar dos dominios estructurales que corresponden a unidades regionales enumeradas en el apartado anterior. La Sierra de Cantabria no está representada, pues queda situada varios kilómetros al Norte.

2.2.1. **El borde septentrional de la Sierra de la Demanda**

Está representado por una estrecha banda de materiales mesozoicos que con orientación E-O se extiende unos 12 km a lo largo del borde meridional de la Hoja.

Está constituida por los niveles calcáreos margosos del Jurásico, despegados a nivel del Keuper, con una estructura imbricada de pliegues y cabalgamientos de rumbo E-O y vergencia hacia el Norte, donde cabalgan sobre los depósitos terciarios de la Cuenca del Ebro-Rioja.

El cabalgamiento frontal se extiende de manera continua desde el oeste de Anguta hasta el Cerro de Santorcuator, al norte de Ezcaray, buzando de 30° a 50° hacia el Sur. Los conglomerados terciarios aparecen levantados bajo el cabalgamiento, buzando unos 60° hacia el Norte.

En la transversal de Anguta el cabalgamiento parece paralelo a la estratificación del Jurásico, cortando con ángulo alto a las capas terciarias, lo que corresponde a una situación de rampa de bloque cabalgado.

En el Cerro Santorcuator, sin embargo, la disposición del Lías, formando un anticlinal con las capas del flanco norte subverticales y cortadas por el cabalgamiento, parece indicar una situación de rampa en el bloque cabalgante.

Hacia el Sur del cabalgamiento se desarrolla una estructura imbricada con varios cabalgamientos y pliegues que buzando de 30° a 60° hacia el Sur, que deben enraizar a nivel de un despegue general en el Keuper. Posiblemente los cabalgamientos originalmente tuvieron una posición más tendida, y aparecen verticalizados por la progresión de las imbricaciones hacia el Norte y reapretamiento. Los despegues secundarios a favor de los niveles margosos jurásicos son frecuentes. Algunas fallas de desgarre de pequeño desarrollo, de rumbo NNO-SSE, completan el cuadro estructural; corresponden a fallas de acomodación.

La envergadura del cabalgamiento frontal de la Sierra de la Demanda se ha puesto de manifiesto mediante el sondeo petrolero Demanda-1, situado en el Paleozoico al sur de Puzengos, unos 7 km al ESE del Cerro Santorcuator (Hoja 21-11, Ezcaray). Después de atravesar 300 m de Paleozoico y 700 de Mesozoico cortó al cabalgamiento frontal sobre el Terciario, que en superficie aparece 1,5 km al Norte. El Mesozoico del bloque cabalgado se perforó a 4.000 m de profundidad. Todo ello implica que el desplazamiento de la Sierra de la Demanda sobre la Cuenca del Ebro es del orden de varios kilómetros.

2.2.2. **La Cuenca del Ebro-Rioja**

Los depósitos terciarios que ocupan la mayor parte de la Hoja pertenecen a la extremidad occidental de la Cuenca del Ebro-Rioja. Los datos de subsuelo para la prospección de hidrocarburos indican espesores superiores a los 4.000 m de sedimentos. A nivel regional hay que destacar la singularidad de esta cuenca terciaria, que aparece enmarcada por dos fajas de cabalgamiento. Debe interpretarse, por tanto, como una doble cuenca de antepaís, cuya génesis y evolución han estado condicionadas fundamentalmente por el emplazamiento de unidades alóctonas. Los bordes originales de la cuenca no son actualmente visibles, puesto que se encuentran cobijadas a lo largo de varios kilómetros por las sierras de Cantabria y Demanda.

En la mayor parte de la Hoja de Santo Domingo de la Calzada las capas del Terciario continental se disponen subhorizontales, con buzamientos que no superan generalmente los 10°. Algunas inclinaciones mayores en la parte central pudieron estar relacionadas con movimientos halocinéticos de la facies yesíferas.

Las capas terciarias inclinadas diseñan pliegues muy suaves y amplios de dirección paralela al borde de la Demanda. Hacia la Sierra la inclinación se mantiene constante hacia el Norte hasta el cabalgamiento, donde puede haber buzamientos más elevados por arrastre del bloque cabalgante. Los niveles miocenos más recientes, que también están afectados por el cabalgamiento, aparecen sin embargo en disposición prácticamente horizontal, descansando mediante una suave discordancia sobre el Terciario subyacente.

3. GEOMORFOLOGIA

Desde el punto de vista fisiográfico, la Hoja de Santo Domingo se divide en dos mitades claramente diferenciadas:

Al Sur se emplaza la plataforma de piedemonte de la Sierra de la Demanda, dando lugar a un relieve montuoso de cerros alomados con desniveles importantes sobre los valles fluviales que los drenan.

Al Norte se desarrolla una amplia vertiente de enlace desde el borde estructural de la plataforma (1.000-1.100 m) hasta el valle del río Tirón (600 m) sobre la que se disponen una serie de *abanicos aluviales* y *glacis* disectados por la erosión que originan un paisaje de graderíos escalonados y de cerros testigo bordeado por la extensas llanuras aluviales de los ríos Oja y Tirón y sus sistemas de terrazas.

El conjunto meridional está caracterizado por un relieve contrastado donde predominan los procesos erosivos de *incisión lineal*, originando una densa red fluvial que ha desmantelado casi en su totalidad la superficie estructural del piedemonte. Los cauces de primer orden han modelado morfologías en «espina de pescado» sobre las cuerdas orográficas divisorias, en las que se han representado algunos *collados de divergencia fluvial*, mientras que los colectores fluyen generalmente sobre *valles de fondo plano*. Es frecuente en la confluencia de los barrancos de primer orden con los valles de segundo o tercer orden el desarrollo de pequeños *conos de deyección* que a menudo han sido erosionados por el río principal.

Sobre los materiales carbonatados jurásicos que constituyen el límite del cabalgamiento de la Sierra de la Demanda sobre la cuenca terciaria del Ebro-Rioja, se ha representado la traza de la *falla* principal con cierta expresión morfológica debida a erosión diferencial, así como *líneas de capa dura* correspondientes a los niveles más competentes de la serie jurásica, y pequeñas *dolinas* y *uvalas* formadas por disolución de los carbonatos. También se han representado algunos *coluviones* que tapizan las laderas sobre el Jurásico.

La mitad septentrional de la Hoja presenta una evolución morfológica más compleja, dentro de la cual el proceso genético principal está en relación con el encajamiento fluvial de los ríos Oja y Tirón.

SANTO DOMINGO DE LA CALZADA

202
21-10

MAPA GEOMORFOLÓGICO

LEYENDA

MODELADOS ESTRUCTURALES

- Líneas de capa dura (Mesozoico)
- Líneas de capa dura (Terciario)
- Fallas
- Superficie estructural

FORMAS CÁRSTICAS

- Dolinas y uvales

MODELADO FLUVIAL

- Valle de fondo plano
- Barranco de incisión lineal
- Collado de divergencia fluvial

MODELADOS DEPOSITIVOS

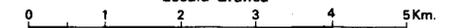
- Conos de deyección
- Coluviones y vertientes
- Zonas endorréicas
- Terraza 1
- Terraza 2
- Terraza 3
- Abanico aluvial 1
- Abanico aluvial 2
- Abanico aluvial 3
- Abanico aluvial 4
- Glacis 3
- Glacis 2
- Glacis 1

OTRAS FORMAS

- Escarpes > 50 m.
- Escarpes < 50 m.
- Depresiones
- Núcleos urbanos
- Canteras
- Escomberas



Escala Gráfica



Más o menos a partir del límite de la plataforma de piedemonte (coincidente con el límite de depósitos de la facies de Santurdejo) se desarrolla un numeroso sistema de *glacis* y *abanicos aluviales* encajados.

Atribuimos los tres niveles más antiguos, y, por lo tanto, topográficamente más altos, a sistemas de *glacis*. Los dos más antiguos se conservan, como cerros testigo, en la mitad O de la Hoja, entre Belorado y Castillo de Ibrillos fundamentalmente. El tercer nivel de *glacis*, más moderno, alcanza su mayor desarrollo hacia el borde E de la Hoja, aunque esté sometido a un activo proceso de dismantelamiento debido a la erosión remontante de los cauces de la cuenca del río Najerilla. La pendiente general de estos niveles es hacia el NE.

Por debajo se suceden otros cuatro niveles, asimismo formados por depósitos de cantos principalmente cuarcíticos irregularmente cementados por carbonato cálcico, que atribuimos a sistemas de abanicos aluviales dado que presentan estructuras sedimentarias atribuibles a corrientes tractivas de cierta importancia.

Los niveles superiores generalmente se presentan disectados por la erosión, mientras que los más modernos suelen estar, salvo en la zona de raíces, encajados en los valles y apenas cortados por la red fluvial actual.

Estos abanicos se correlacionan perfectamente con los niveles de terrazas de los ríos Oja y Tirón, salvo el abanico aluvial más antiguo (1), ya que su hipotética terraza correspondiente no existe en la Hoja de Santo Domingo. El abanico más moderno (4) sólo se ha representado en la cartografía al este de Santo Domingo, donde es patente su morfología de abanico. En otras ocasiones (ríos Relachigo y Media) hemos seguido el criterio restrictivo de asimilarlo a depósitos de la terraza 3, dado que la ausencia de cortes en el terreno y la similitud de los materiales así lo han aconsejado.

A lo largo de los ríos Tirón y Oja se han desarrollado tres niveles de terrazas, así como amplias llanuras aluviales.

El valle del río Oja se abre en abanico a partir de Ojacastro, adquiriendo al norte de Santo Domingo una anchura que, incluidos los niveles de terraza, supera los 7 km. En su parte meridional, confluyen en él extensos *conos de deyección* que el río es incapaz de erosionar, siendo la mayor parte del año su circulación subálvea. A esto hace referencia el otro nombre del río, Glera, ya que salvo en las épocas de crecida su lecho no es más que una extensa llanura pedregosa. Al norte de Santo Domingo el valle del río presenta una marcada disimetría, con un gran desarrollo de los niveles de terraza hacia el Este, mientras que hacia el Oeste apenas se conserva el nivel más reciente.

Esta asimetría también ocurre en el río Tirón, donde las terrazas adquieren gran desarrollo en su margen derecha, mientras que la izquierda está tallada con un fuerte escarpe sobre las facies yesíferas de Cerezo.

Es importante reseñar el fenómeno de captura que ha sufrido el río Tirón inmediatamente al sur de Herramelluri, del cual queda como constancia un valle ciego de más de 1 km de anchura.

Hasta el momento de la deposición de su segunda terraza, el río Tirón confluía con el Oja

a la altura de Villalobar. La erosión remontante de un afluente del Ebro capturó el río Tirón, haciendo que actualmente desagüe unos 9 km al Norte.

En toda la parte septentrional de la Hoja de Santo Domingo son abundantes estos fenómenos de captura. Buena prueba de ello son los marcados cambios de orientación de los cursos de los afluentes del río Tirón, a la salida de la plataforma de piedemonte de la Demanda: tras seguir un curso sensiblemente SSE-NNO, giran hasta tomar una dirección principal SO-NE. Este proceso tal vez esté en relación con un basculamiento general de edad posiblemente pliocena de toda la región hacia el NE, favoreciendo el desagüe de la misma hacia la cuenca del Ebro.

Los perfiles edáficos estudiados en los depósitos de terraza parecen indicar, dada la presencia de suelos rojos pardo-rojizos fersialíticos, una relativa antigüedad de los mismos.

Teniendo en cuenta que sobre estos depósitos se encajan ya materiales correspondientes a aluviones y llanuras de inundación muy recientes, puede deducirse que, con toda probabilidad, el sistema pudo haber sufrido una detención o al menos una ralentización notable.

Por otra parte, en el borde oriental de la Hoja se aprecian intensos procesos de erosión remontante de un sistema fuertemente encajado en el anterior. Ante estos datos podría deducirse la existencia de un momento de basculamiento importante a nivel del Cuaternario medio condicionante de la detención, en algunas áreas, del drenaje dominante al Norte a expensas de una concentración de los procesos remontantes en sentido Este-Oeste.

De cualquier modo, esta hipótesis queda sujeta a confirmación en cuanto a una mejor observación de estos últimos procesos en áreas situadas más al Este.

Es importante reseñar, en el cuadrante NE de la Hoja, la existencia de una serie de depresiones topográficas, las más importantes de las cuales se han cartografiado en el mapa, de difícil relación genética con los procesos geomorfológicos habituales. A la espera de investigaciones ulteriores creemos posible su relación con un impacto meteorítico ocurrido durante el Cuaternario reciente.

La esquina NO de la Hoja está ocupada por el extremo suboriental de la unidad fisiográfica de la Mesa de Carrias, correspondiente a la formación de Yesos de Cerezo de Riotirón, en la que se han representado las *superficies estructurales*, así como las *líneas de capas duras* correspondientes a resaltes morfológicos.

Por último, la acción antrópica tiene su reflejo en las pequeñas *canteras* existentes en la Hoja, así como por la enorme *escombrera* ligada a la explotación minera de Cerezo de Riotirón, de indudable impacto paisajístico en una amplia extensión.

4. HISTORIA GEOLOGICA

Para describir la historia geológica de la Hoja se tendrá en cuenta los datos obtenidos en la realización de Hojas próximas (también estudiadas por C.G.S.), los disponibles en la bibliografía regional y la información obtenida en los sondeos petrolíferos.

De esta manera procederemos a efectuar una descripción de la historia regional de esta parte de la Cordillera Ibérica, particularizando los detalles que afecten a los materiales aflorantes en el área ocupada por la Hoja.

El escaso desarrollo de la Formación Esquistos de Anguiano del Precámbrico no permite precisar suficientemente la historia de este período. No obstante, regionalmente no parece que haya habido plegamientos importantes entre el Precámbrico y el Cámbrico, sino solamente movimientos epigénicos de gran radio de curvatura.

En el Cámbrico inferior se inicia un gran ciclo sedimentario que se extiende hasta el Cámbrico medio, con la deposición de los Conglomerados de Anguiano, en un ambiente de playa conglomerática desarrollada en un contexto transgresivo y de subsidencia generalizado. Durante esta etapa se reconocen depósitos de *foreshore* y *shoreface*.

Este aporte clástico tan generalizado en la Cordillera Ibérica está en relación con la degradación de un relieve importante, que por las direcciones de los aportes se situaría hacia el E. El área fuente de estos materiales podría proceder de lo que se ha dado en denominar «Macizo del Ebro».

El carácter transgresivo del primer ciclo continúa durante el resto del Cámbrico inferior y parte del Cámbrico medio, depositándose las formaciones Areniscas y Pizarras del Puntón y Dolomías de Urbión en las que se reconocen depósitos de *shoreface-offshore* y de plataforma abierta, respectivamente. La sedimentación de los calcoesquistos de Azarrulla, tras el hundimiento de la cuenca, marca el final del primer ciclo y la inversión del carácter transgresivo que había caracterizado a este período.

El segundo ciclo, que se extiende desde el Cámbrico medio hasta el Tremadoc, aparece subdividido a su vez en dos ciclos menores. El primer subciclo se inicia con la sedimentación de la Formación Pizarras de Gatón, a la que sucede posteriormente la Formación Areniscas de Vinegra, describiendo en conjunto un ciclo regresivo y representando ambientes de *shoreface* y *foreshore* de una playa arenoso-lutítica. Esta fase regresiva del Cámbrico medio-superior se pone de manifiesto por la presencia de megasecuencias negativas descritas en el apartado de Estratigrafía de la Hoja 22-11, Anguiano.

El segundo subciclo se inicia con el hundimiento progresivo de la cuenca, pasándose de ambientes de *foreshore* representados por las Areniscas de Vinegra a los de *shoreface* de las Alternancias del Najerilla, alcanzándose durante la sedimentación de estas últimas la mayor profundidad durante el Cámbrico superior. Posiblemente en el techo de esta última formación se inicia de nuevo un ciclo regresivo que culminaría con la progradación de los depósitos de *foreshore* representados por las Areniscas de Brieva del Tremadoc.

En esta zona no se ha conservado el registro fósil correspondiente al resto del Paleozoico, como consecuencia de la actuación de las distintas fases de la Orogenia Hercínica.

Los relieves así formados sufrirían un desmantelamiento, originando depósitos en zonas deprimidas. Estos están representados por los conglomerados y areniscas rojas del Buntsandstein de la base del Triásico. Progresivamente se pasa a una etapa de subsidencia generalizada con sedimentación expansiva. Todo ello en relación con la distensión que adelgaza y estira la corteza. A través de las fracturas se produce la emisión de magmatismo

básico. Esta etapa viene representada por la facies Keuper (y ofitas). Los sedimentos se depositaron en extensas llanuras litorales con desarrollo de lagunas efímeras salinas (*sebkhas* litorales) y sedimentación evaporítica.

El estiramiento regional se hizo todavía más importante pasándose a un modelo definitivo de subsidencia generalizada durante el Triásico más superior y el Jurásico.

En el Jurásico se reconocen una serie de discontinuidades que conforman tres grandes secuencias deposicionales:

— La primera se inicia con la Formación Carniolas de Cortes de Tajuña y finaliza con la discontinuidad (que en esta zona de la Cordillera Ibérica no ha sido localizada en campo) marcada por un cambio litológico brusco, a techo de la Formación Margas y Calizas de Turmiel. Dentro de ella se reconocen otras discontinuidades de menor importancia o subciclos somerizantes. El primero está representado por la Formación Calizas y Dolomías de Cuevas Labradas depositada en una plataforma interna carbonatada somera, bajo la acción del oleaje, por encima del nivel de base. Hacia el techo se produce un enriquecimiento progresivo en carbonatos que se interpreta como efecto de la progradación de las áreas más proximales dentro de la sedimentación, en el contexto de plataforma interna. El segundo subciclo se inicia con la Formación Margas grises de Cerro del Pez, que se interpreta como depositada en un ambiente protegido de plataforma carbonatada y culmina con la Formación Calizas bioclásticas de Barahona, a cuyo techo se desarrollan superficies ferruginosas y puntos piritosos, depositadas en un contexto de plataforma abierta somera. El tercer subciclo está constituido por la Formación Margas y Calizas de Turmiel, que tiene en la base un tramo preferentemente margoso y en el techo una sucesión de calizas micríticas, constituyendo en conjunto una megasecuencia somerizante, originada en un ambiente de plataforma abierta, externa, en condiciones de hidrodinamismo débil y de cierta profundidad, que evoluciona hacia condiciones más someras hacia techo.

— La segunda secuencia deposicional corresponde al Dogger y está constituida por la Formación Carbonatada de Chelva, a cuyo techo queda marcada una discontinuidad con la capa de Oolitos ferruginosos de Arroyofrío (Calloviense sup-Oxfordiense inf?). En la Formación Carbonatada de Chelva se diferencian tres miembros que corresponden a distintas posiciones en la cuenca. El primero, el inferior, formado por una sucesión potente de calizas micríticas (Bajociense), corresponde a depósitos de una plataforma somera, abierta y bien comunicada y con fondo muy colonizado. El miembro medio, formado por calizas oolíticas y bioclásticas con estratificación cruzada (Bathonense), corresponde al complejo de barras y canales de una plataforma interna, somera, en condiciones de alto hidrodinamismo. El miembro superior, formado por una alternancia rítmica de caliza y margas negras (Calloviense), corresponde a la sedimentación en una plataforma abierta de suave pendiente, con episodios de sedimentación en los que alternan fases activas y fases de relleno condicionado.

— La tercera secuencia deposicional del Jurásico corresponde al Malm. El límite inferior coincide con el Oolito ferruginoso de Arroyofrío (tránsito Dogger-Malm) y el superior con el inicio de aportes detríticos pertenecientes a la Facies Purbeck y originados como respuesta a las primeras fases neokimméricas. Este gran ciclo se subdivide en dos subciclos menores. El inferior, representado por las calizas y margas negras de la Formación Calizas negras de

Aldealpozo, corresponde a un ambiente de sedimentación de plataforma abierta y relativamente profunda, que finaliza en un *hard-ground* que nos marca una discontinuidad sedimentaria. El superior, representado por una sucesión de calizas bioclásticas y fosilíferas, en ocasiones con facies bioconstruidas, corresponde a un complejo arrecifal progradante, de edificios bioconstruidos, a cuyo techo se desarrolla una costra ferruginosa que marca el episodio de interrupción y/o emersión, sobre el que sitúan las facies continentales palustres del complejo Purbeck-Weald de la Sierra de Cameros.

La reactivación tectónica que se produce en esta época ocasionaría el desarrollo de grandes áreas emergidas por una parte y cuencas muy subsidentes por otra, controladas por la actuación de fracturas tardihercínicas que conformarían una cuenca de tipo *pull-apart* como es la Cuenca de Cameros en la Cordillera Ibérica.

En el complejo sedimentario de facies continentales del Purbeck-Weald pueden diferenciarse cuatro grandes ciclos separados por discontinuidades sedimentarias que pueden corresponder a períodos de erosión y/o no sedimentación.

— El primer ciclo (Kimmeridgiense-Berriasiense) comprende dos grupos de unidades litológicas. Las inferiores, de naturaleza detrítica, están formadas por conglomerados, areniscas y limos, que se distribuyen formando secuencias granodecipientes, «Grupo Tera». Corresponden a depósitos medios y distales de abanicos aluviales. Los términos gruesos pertenecen a canales de baja sinuosidad y los finos a facies de llanura de inundación, con desarrollo de episodios efímeros de encharcamiento que dan lugar a nodulizaciones carbonatadas. Estas unidades detríticas están distribuidas preferentemente por la zona norte y este de Cameros.

La unidad superior es de naturaleza carbonatada «Grupo Oncala», y procede, en parte, de la anterior por cambio lateral de facies. La secuencia tipo de estos depósitos está constituida en la base por depósitos en fase de sedimentación activa con niveles erosivos o canalizados y montículos de fango, seguida de una fase de acumulación con micritas tableadas. Por encima se sitúan las facies de colmatación e interrupción con laminación algal, porosidad fenestral, suelos hidromorfos, calizas palustres, brechificación, etc. Estos procesos tendrían lugar en áreas lacustres extensas y poco profundas generalmente de baja energía.

— El segundo ciclo (Valanginiense) se inicia con una profunda reorganización de la cuenca, como consecuencia de movimientos tectónicos. Estos fenómenos determinan el que las unidades litológicas de este ciclo, «Grupo Urbión», se apoyen mediante discordancia erosiva sobre las precedentes. Comprende dos grupos de unidades litológicas. Las inferiores, de naturaleza detrítica, están formadas por areniscas y limolitas con esporádicas intercalaciones carbonatadas. Los niveles más inferiores se encuentran afectados de un metamorfismo de baja presión y alto gradiente geotérmico (100-150 °C/km), cuyo origen se asocia a la ascensión de fluidos a través de fracturas que compartimentaban la cuenca de tipo *pull-apart*. La distribución de ambientes durante esta época estuvo condicionada por accidentes tectónicos que actuaron durante la sedimentación de este ciclo y que provocó una mayor tasa de subsidencia en la zona meridional, mientras que la reactivación en las áreas marginales provocaba un incremento progresivo de la actividad fluvial.

Las unidades superiores, de naturaleza carbonatada, proceden en parte de las anteriores por cambio lateral de facies. Están caracterizadas por calizas micríticas y calizas arenosas con estructuras tipo *slumps*, deformaciones hidroplásticas y secuencias de somerización. La sedimentación tendría lugar en áreas lacustres poco profundas.

— El tercer ciclo (Valanginiense-Hauteriviense) está formado por una serie alternante de calizas micríticas y margas (Grupo Enciso) entre las que se intercalan niveles arenosos, a veces claramente canalizados con estructuras tractivas, que se hacen más potentes y frecuentes hacia la zona occidental. Estos depósitos son debidos a procesos sedimentarios en áreas marginales o lacustres muy someras y tranquilas, posiblemente una llanura de fangos con depósitos de carbonatos en su parte distal y surcada por pequeños canales distributarios de material terrígeno.

— El cuarto ciclo (Barremiense-Aptiense) está formado por una serie detrítica en la que se puede diferenciar dos subciclos, que en conjunto representan una reactivación progresiva en el área madre. El inferior está constituido por arcillas y limolitas rojas, con capas de areniscas que pertenecen a depósitos de una llanura aluvial distal, surcada por ríos de alta sinuosidad. El superior, constituido mayoritariamente por areniscas con limolitas intercaladas y que se disponen en secuencias negativas, a cuyo techo se desarrollan costras ferruginosas y rasgos edáficos, representa en conjunto una llanura aluvial con predominio de canales de elevada sinuosidad. Estos depósitos colmarían las zonas deprimidas de los paleorelieves en el Aptiense.

Durante el Albiense se produce un rejuvenecimiento de los macizos emergidos (Fase Austrica), depositándose en el interior de la cuenca una importante serie terrígena, areniscas, microconglomerados y arcillas, en una amplia plataforma poco profunda de tipo marisma, con desarrollo de ríos, canales y llanuras aluviales.

Durante el Cretácico superior el régimen deposicional en toda el área estudiada, es marino.

En función del estudio sedimentológico de las facies y de sus asociaciones correspondientes a las distintas formaciones descritas y de las discontinuidades existentes, se pueden diferenciar tres ciclos evolutivos o secuencias deposicionales.

— *Ciclo I*: Secuencia deposicional Cenomaniense. Esta secuencia deposicional está integrada por la Formación de Santa María de las Hoyas, tiene su inicio durante el depósito de la Formación Utrillas y su culminación viene marcada por la discontinuidad a techo de la formación.

Es de naturaleza transgresiva y se caracteriza por la instalación de una plataforma interna-llanura de mareas carbonatada con débil influencia terrígena sobre los ambientes continentales a transicionales de las arenas de Utrillas.

— *Ciclo II*: Secuencia deposicional Cenomaniense superior-Turonense. Descansa sobre la discontinuidad de techo de la secuencia anterior. Está integrada por las formaciones de Picofrentes y Muñecas y tiene su límite superior en la discontinuidad representada por la superficie ferruginosa perforada de techo de la Formación Muñecas.

Su evolución es transgresivo-regresiva, comenzando por una reestructuración o bascula-

miento de la plataforma que permite el avance del mar en condiciones de plataforma abierta externa, señalando el máximo transgresivo. La progradación de los depósitos bioclásticos de plataforma interna de alta energía marca el episodio regresivo.

— *Ciclo III:* Secuencia deposicional Senoniense. Su base la constituye la discontinuidad de techo de la Formación Muñecas que puede abarcar un intervalo temporal Turoniense superior-Coniaciense basal. La integran las formaciones del Senoniense, estando aquí representadas las de Hortezuelos y Hontoria del Pinar, y el resto que representan el Campaniense y Maastrichtiense no están presentes. El límite superior coincidiría con el de la regresión finicretácica ausente en esta región.

Esta secuencia sólo está representada en la zona en su episodio transgresivo que aparece en su inicio, base de la Formación de Hortezuelos, como una nueva reestructuración de la plataforma a condiciones de plataforma abierta y evolucionando durante el depósito de esta unidad, con carácter levemente regresivo hacia condiciones de plataforma interna. El depósito de la Formación Hontoria del Pinar marca una nueva etapa transgresiva hacia condiciones energéticas del borde de la plataforma durante el Santoniense superior.

En la zona comprendida en el bloque objeto de estudio no afloran sedimentos del Paleoceno y Eoceno, pero por el conocimiento regional podemos resaltar los siguientes hechos como consecuencia de las fases regresivas iniciadas a finales del Cretácico superior, en la mayor parte de la cuenca el Paleoceno comienza por facies no marinas, salobres o transicionales con sedimentación de dolomías. En el Montense y Thanetiense se tiene carácter marino franco con deposición de calizas y calcarenitas en un medio nerítico (40-50 m de profundidad). Existe una discordancia preluteciense. Al final del Eoceno, los Montes Obarenes y la Sierra de Cantabria sufrieron ya un plegamiento relativamente intenso, con cabalgamiento hacia el Sur (Fase Pirenaica), que motivó la separación del surco Oligo-Mioceno del Ebro-Rioja de la depresión de Miranda-Treviño y que tiene su reflejo en áreas próximas a nuestra zona de estudio (Cuencas de Villarcayo, Valdivielso, etc.).

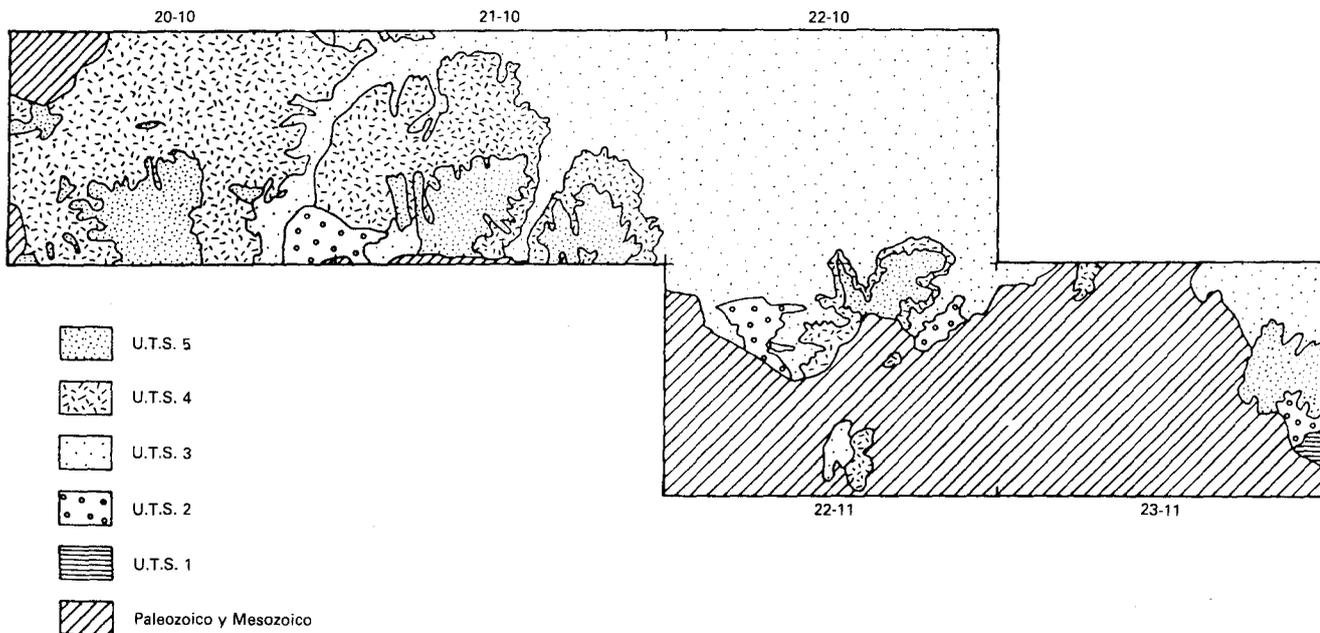
Durante el Oligoceno y Neógeno tiene lugar una sedimentación de carácter continental muy subsidente en las cuencas o cubetas antes citadas (más de 3.000 metros en la Cuenca del Ebro-Rioja y más de 1.500 m en la Cuenca de Villarcayo).

En el ámbito de la zona estudiada se han diferenciado hasta cinco unidades tecto-sedimentarias (U.T.S.) en los sedimentos de esta edad.

Mediante su depósito se produce el relleno de la cuenca alta del Ebro (Rioja), que queda definida por la Sierra de Cantabria, al Norte; la de La Demanda, al Sur, y los relieves menos significativos de Quintanavides-Atapuerta, al Oeste, que constituyen el cierre de la misma y su límite con la cuenca terciaria del Duero.

Con este dispositivo paleogeográfico comienza el desmantelamiento de los marcos montuosos, cuya primera evidencia en la zona corresponde a los sedimentos de la U.T.S. número 1, que aflora exclusivamente en el borde suroriental de la Hoja de Munilla, en las proximidades de Arnedo.

Las otras cuatro U.T.S. reconocidas en la zona corresponden a aportes predominantemente



Esquema de distribución geográfica de las U.T.S. del Terciario para el área meridional de La Bureda y Zona Suroccidental de La Rioja

meridionales, aunque los relieves menores situados a occidente también proveen de materiales a la cuenca, si bien en mucha menor medida.

La evolución de facies observadas en las U.T.S. números 3 y 4 señala la procedencia claramente meridional de los abanicos, pero con tendencia a evolucionar en las unidades medio-distales hacia el Este. La abundante presencia de facies evaporíticas en la zona más occidental (Hoja de Belorado), la interpretamos como generada a partir de aportes excepcionales relacionados con dichos abanicos, que al no ser capaces de evacuar por sus cauces normales la totalidad del agua existente, propiciaban la existencia de desbordamientos. Parte de ellos se dirigían hacia el Oeste, donde al no existir drenaje posible por la presencia de los relieves occidentales antes citados, se producía un encharcamiento más o menos temporal que provocaba la sedimentación de las facies evaporíticas.

En el momento de la deposición de la quinta U.T.S., también con procedencia meridional, dichos relieves se encontraban ya tan degradados que posibilitaban en esta zona occidental la comunicación entre las actuales cuencas del Ebro y Duero.

El Plioceno más alto parece estar representado en la mayor parte del área estudiada por alteraciones edáficas que afectan a los materiales existentes y solamente en la Hoja de Nájera se han reconocido sedimentos tipo raña.

Durante el Cuaternario, impera un modelado de disección, al que se asocian depósitos propios de él, glaciés, terrazas y abanicos.

5. GEOLOGIA ECONOMICA

5.1. MINERIA Y CANTERAS

La única explotación minera de importancia en la Hoja corresponde a la Mina de Cerezo de Riotirón, que se beneficia de un yacimiento de glauberita (sulfato sódico cálcico) y mirabilita (sulfato sódico) relacionado con la Formación evaporítica de Cerezo.

Se intercalan hasta seis niveles principales de sales sódicas con espesores que oscilan entre los 3 y 8 m, alternantes con tramos bandeados constituidos por niveles de anhidrita/yeso de estructura nodular y enterolíticas, lutitas, margas dolomíticas y esporádicamente niveles de glauberita de hasta 50 cm de espesor. Los tramos de glauberita están constituidos por glauberita-mirabilita masiva, mesocristalina, generalmente formada por cristales idiomorfos a subidiomorfos que a veces muestran gradaciones en el tamaño de los cristales dentro de una misma capa. También aparece bandeados con dolomicrita y como cristales idiomorfos desplazantes en el seno de carbonatos. Algunos de los tramos grauberíticos se siguen durante varios kilómetros a lo largo del escarpe de la margen izquierda del río Tirón.

El resto de las explotaciones de la zona tiene como finalidad la extracción de áridos de construcción, obtenidos en pequeñas canteras que aprovechan las graveras de terrazas y conos de deyección en el curso del río Oja, o las facies detrítico-arenosas del Terciario cerca de Grañón. También, al oeste de Santo Domingo, dos tejas utilizan las arcillas de facies Viloria como materia prima para la fabricación de ladrillos y tejas.

5.2. HIDROGEOLOGIA

Dos características fundamentales hacen del área de la Hoja de Santo Domingo de la Calzada un lugar a propósito para la captación de recursos hídricos subterráneos.

De un lado, la abundante pluviometría de la zona y especialmente del marco montañoso de la que es desagüe natural, lo cual garantiza la recarga de los acuíferos. Por otro, el predominio de los sedimentos detríticos en el Terciario, con la existencia de tramos detríticos-areniscas y conglomerados-alternantes con tramos lutíticos impermeables, y en el Cuaternario, con desarrollo de extensas terrazas fluviales con buena permeabilidad y gran capacidad de recarga.

Unicamente la zona noroeste de la Hoja es relativamente poco favorable desde el punto de vista hidrogeológico, ya que la presencia de yesos y sales confiere a las aguas subterráneas poca calidad debido a la dureza química que presentan.

6. BIBLIOGRAFIA

- ALVAREZ SIERRA, M. A.; DAAMS, R.; LACOMBA, J. I.; LÓPEZ, N., y SACRISTÁN, M. A. (1987): «Sucesión of micromammal faunas in the Oligocene of Spain». *Münchuer Geowiss. Ahh*, 10, págs. 43-48.
- BOQUERA, J.; GIL SERRANO, G., y ZUBIETA, J. M. (1978): «Mapas y Memoria de la hoja geológica número 240 (Ezcaray). MAGNA». *IGME*, págs. 1-50.
- CASTIELLA, J. (1975): «Mapas y Memoria de la hoja geológica 1:50.000 núm. 204 (Logroño), MAGNA». *IGME*, págs. 1-21.
- CASTILLA, J.; SOLÉ, J., y VILLALOBOS, L. (1975): «Mapa y Memoria geológica de la hoja 1:50.000 número 243 (Calahorra) MAGNA». *IGME*, págs. 1-27.
- CRUSAFONT, M.; TROYOLS, J., y RIBA, O. (1966): «Contribución al conocimiento de la estratigrafía del Terciario continental de Navarra y Rioja». *Not. y Com. IGME*, 90, págs. 53-76.
- GARRIDO, A. (1982): «Cuencas sedimentarias: análisis tectosedimentario». *Curso Explor. Explot. Hidrocarb. (SICUE)*, págs. 1-27.
- GIL SERRANO, G.; ZUBIETA, J. M., y BOQUERA, J. (1976): «Mapa y Memoria de la hoja geológica número 239 (Pradoluengo) MAGNA». *IGME*, págs. 1-48.
- GONZALO MORENO, A. (1981): «El relieve de La Rioja. Análisis de Geomorfología estructural». *Bibl. Temas Riojanos*, Inst. Estudios Riojanos, págs. 1-508.
- INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA (1971): «Mapa Geológico de España. E. 1:200.000. Síntesis de la cartografía existente. Explicación de la hoja núm. 21, Logroño». *Inst. Geol. Min. Esp.*, págs. 1-30.
- JEREZ L., y ESNAOLA, T. (1969): «Estudio geológico de la provincia de Logroño». *IGME* (inédito), 4 volúmenes.

- MENDUIÑA, J.; ORDÓÑEZ, S., y GARCÍA DEL CURA, M. A. (1984): «Geología del yacimiento de Glauberita de Cerezo del Río Tirón (provincia de Burgos)». *Bol. Geol. Min.*, 95-1, págs. 33-51.
- NAVARRO, A.; VILLALÓN, C., y TRIGUEROS, E. (1960): «Explicación de la hoja geológica número 241 (Anguiano)». *IGME*, Madrid, págs. 1-79.
- PÉREZ-LORENTE, F. (1988): «Heterogeneidad de un borde cabalgante, la asociación de Domo y Cubeta en Torrecilla (Sistema Ibérico, La Rioja)». *Geogr. Geol. Esp.* 2, págs. 173-175.
- PORTERO, J. M.; HERNÁNDEZ, A.; RAMÍREZ DEL POZO, J., y RIBA, O. (1978): «Mapa y Memoria de la hoja geológica 1:50.000 núm. 168 (Briviesca) MAGNA». *IGME*, págs. 1-36.
- PORTERO, J. M.; RAMÍREZ DEL POZO, L., y AGUILAR, M. J. (1979): «Mapa y Memoria geológica de la hoja núm. 170 (Haro), MAGNA». *IGME*, págs. 1-43.
- RIBA, O. (1954): «El Terciario continental de La Rioja Alta y de La Bureba». *CIEPSA* (inédito), págs. 1-76.
- RIBA, O. (1957): «Nuevas observaciones sobre el Terciario continental del Valle del Ebro». *CIEPSA* (inédito), págs. 1-33.
- RIBA, O. (1964): «Estructura sedimentaria del Terciario continental de la Depresión del Ebro en su parte Riojana y Navarra». *XX Cong. Geogr. Int.*, págs. 127-138.
- SÁNCHEZ LOZANO, R. (1894): «Descripción física, geológica y minera de la provincia de Logroño». *Mem. Mapa Geol. España*. Madrid.