



MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA

Escala 1 : 50.000

Segunda serie - Primera edición



POLIENTES

MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA

Escala 1:50.000

POLIENTES

© INSTITUTO TECNOLÓGICO GEOMINERO DE ESPAÑA
Ríos Rosas, 23. 28003 MADRID

Depósito legal: M.—16.728.—1994
I.S.B.N.: 84-7840-176-8
NIPO: 241-93-009-3

Impresión: I. Izquierdo, S. A.

El Mapa Geológico y Memoria explicativa de Polientes (134) han sido realizados, durante 1992 y 1993, por el Departamento de Explotación y Prospección de Minas de la Universidad de Oviedo, bajo normas, dirección y supervisión del ITGE, habiendo intervenido los siguientes autores:

Mapa Geológico

F. Pendás Fernández y E. Menéndez Casares

Memoria

F. Pendás Fernández, E. Menéndez Casares y N. Roqueñi (Hidrogeología)

Han colaborado en aspectos parciales:

Paleontología: J. Ramírez del Pozo (Microfauna)

S. Loboziak del Instituto Palinológico de Lille (Microflora)

H. Mansilla de la ETSIM de Madrid (Macrofauna)

— Los análisis de Pirólisis Rock-Eval, se deben al departamento de Ingeniería Química y Combustibles de la ETSIM de la Universidad Complutense de Madrid.

— Los análisis de reflectancia, se deben a J. G. Prado, del Instituto del Carbón de Asturias (CSIC).

Dirección del Estudio

N. Heredia Carballo

Nota:

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

- Muestras y sus correspondientes preparaciones.
- Informes petrográficos, micropaleontológicos y sedimentológicos de dichas muestras.
- Columnas estratigráficas de detalle.
- Fichas bibliográficas, álbum de fotografías y demás información varia.

INDICE

1.- INTRODUCCION	7
2.- ESTRATIGRAFIA	11
2.1.- TRIASICO	11
2.1.- JURASICO	12
2.2.1.- Jurásico marino	12
2.2.1.1.- Retiense-Hettagiense (2)	12
2.2.1.2.- Sinemuriense inferior-medio (3)	14
2.2.1.3.- Sinemuriense superior-Pliensbaquiense-	
-Toarciense (4)	15
2.2.1.4.- Dogger (Aleniense-Bajociense-Bathonien-	
-Calloviense) (5)	15
2.2.2.- Malm Berriasiense-Valanginiense inferior-medio	16
2.3.- CRETACICO	
2.3.1.- Valanginense inferior-medio (8)	21
2.3.2.- Valanginiense superior-Hauteriviense-Barremiense-	
-Aptiense-Albiense inferior (facies Weald) (9)	21
2.4.- ALBIENSE INFERIOR-CENOMANIENSE INFERIOR	25
2.5.- CRETACICO SUPERIOR	30
2.6.- CENOMANIENSE INFERIOR-MEDIO-SUPERIOR (12)	31
2.7.- TURONIENSE INFERIOR (13)	33
2.8.- TURONIENSE MEDIO-SANTONIENSE INFERIOR (14)	34
2.9.- SANTONIENSE INFERIOR-MEDIO (15)	34

2.10.- SANTONIENSE (16)	35
2.11.- SANTONIENSE SUPERIOR (17) (18)	36
2.12.- CUATERNARIO	37
2.13.- ELECTROFACIES	37
3.- TECTONICA	40
3.1.- TECTONICA REGIONAL	40
3.2.- DESCRIPCION DE LAS PRINCIPALES ESTRUCTURAS	42
3.2.1.- Sinclinal de la Lora de Valdivia	42
3.2.2.- Anticlinal de Ayoluengo	42
3.2.3.- Sistema de fallas de Ubierna (sistema Ventaniella)	44
3.2.4.- Sinclinal de la Lora de Valdelucio	44
3.2.5.- Sinclinal de Corralejo	44
3.2.6.- Sinclinales del Borde Sur-Oeste	44
3.2.7.- Anticlinal de Basconcillos del Tozo	44
3.2.8.- Anticlinal de San Mamés de Abar	45
3.2.9.- Anticlinal de Fuenteodra	45
4.- HISTORIA GEOLOGICA	45
5.- GEOLOGIA ECONOMICA	51
5.1.- MINERIA Y CANTERAS	51
5.2.- HIDROCARBUROS	51
5.3.- HIDROGEOLOGIA	57
5.3.1.- Climatología e Hidrología	57
5.3.2.- Almacenes e impermeables	58
5.3.3.- Sistemas Hidrogeológicos	60
6.- BIBLIOGRAFIA	

1.- INTRODUCCION

La Hoja de Polientes está situada en el borde Sur de Cantabria, Norte de la Provincia de Burgos y NE de la provincia de Palencia.

Las principales vías de comunicación son: la carretera local que por el norte va desde la Nacional Palencia-Torrelavega, hasta la Nacional Santander-Burgos, siguiendo el curso del río Ebro a lo largo de la comarca Valderredible y que pasa por su capital Polientes. Atraviesa una zona de extraordinaria belleza jalonada por numerosas iglesias románicas y otras llamadas rupestres por estar excavadas en la areniscas conglomeráticas de la facies Weald-Utrillas.

Por el centro de la Hoja y con dirección NE-SE, otra importante carretera va desde Aguilar a Burgos, pasando por la localidad de Basconcillos del Tozo.

Los núcleos de población más importantes se encuentran en el N. de la Hoja siguiendo el curso del río Ebro. El resto de núcleos rurales se encuentran dispersos, siendo pueblos en los que se ha producido una gran disminución del número de habitantes, incluso algunos han desaparecido por completo (Lorilla, Cenicerros).

El clima es húmedo de tipo Atlántico, con influencia del continental Mediterráneo.

Hidrográficamente está en una zona que contiene la divisoria de las cuencas de los ríos Ebro y Duero. El Ebro discurre por su parte Norte donde tiene lugar un brusco cambio en su curso, que pasa de la dirección N-S a W-E. Nace en la Hoja un importante afluente, el Rudrón, que circula por el SE de la Hoja.

El río Lucio, que drena la parte SW, pertenece a la cuenca del Duero, es afluente del Pisuerga.

Geológicamente está situada en el borde Sur-Occidental de la región Vasco-Cantábrica.

Una gran parte de la Hoja está constituida por materiales calizos que forman los altos Páramos de hasta 1.100 m. de altura, mientras que las partes bajas suelen estar cubiertas por materiales detríticos del Cretácico Inf. y medio.

Los materiales más antiguos en la Hoja, son los del Keuper, que aparecen a lo largo de una franja de dirección NW-SE, ligados a la falla de Ubierna.

En la parte central y al W afloran los materiales calizos del Jurásico, desde las carnioles de Rethiense hasta las calizas con Charáceas de las facies lacustres del Purbeck.

Las facies detríticas del Purbeck ocupan además el ángulo NW de la Hoja.

La tectónica es suave, se caracteriza por suaves pliegues sinclinales cuyo eje tiene dirección NW-SE. Un importante accidente tectónico, la falla de Ubierna tiene también esa misma dirección.

En esta Hoja está situado el primer campo petrolífero español, Ayoluengo, descubierto en 1.963. Se han realizado sobre la estructura anticlinal más de 50 sondeos de explotación. Produjo 36.828 t en 1.989 habiendo declinado fuertemente en los últimos años. La producción acumulada al 31-2-89 era de 2.058.659 t.

Desde el punto de vista minero esta Hoja no tiene mucho interés, en la actualidad solo se explotan algunas canteras para áridos. En el pasado, sin embargo, toda la piedra de sillería del importante románico de la zona se extrajo de esta Hoja, y en el primer tercio de siglo se explotaron las arenas bituminosas en Basconcillos del Tozo.

Hidrogeológicamente tiene gran interés los acuíferos de las calizas del Turoniense-Santoniense y las arenas y areniscas del Utrillas-Weald donde existen unas reservas subterráneas de agua dulce superiores a los 10.000 millones m³, es decir mayor que la capacidad de los embalses superficiales de la Cuenca del Duero.

Hemos dispuesto para la realización de esta Hoja de :

- Memoria y cartografía de la primera edición del Mapa Geológico de España a Escala 1:50.000, de esta Hoja, realizado por Almela Samper, A. (1955).

- Cartografías, diagrfías de sondeos y perfiles sísmicos cedidos amablemente por las compañías de petróleo, REPSOL EXPLORACION S.A. y CHEVRON OIL COMPANY.
- Cartografía de AMOSPAIN realizada por: T. Slodowski; R. Hedberg; D. Deibert; y C. Racero.
- Colaboración y sugerencias de inestimable valor de D. Ramón Querol, gran conocedor de la zona.

2.- ESTRATIGRAFIA.

La Hoja de Polientes está constituida en su totalidad por sedimentos del Mesozoico, excepto los escasos recubrimientos Cuaternarios.

En la mayor parte afloran materiales del Cretácico inferior (serie detrítica) y Cretácico superior (serie carbonatada). Solamente en la parte central, al W, aparecen sedimentos del Triásico, y Jurásico, en una pequeña extensión limitada por la falla de Ubierna.

2.1.- TRIASICO (1).

Afloran los materiales del Keuper en pequeñas manchas al W de la Hoja y a lo largo de la falla de Ubierna, con dirección NW-SE.

Entre los autores que han estudiado el Triásico de esta región destacan MENGAUD (1920); KARREBERG (1934); CIRY (1940); SERRANO et al. (1989); y los trabajos recientes de las compañías de petróleo han supuesto un gran avance en el conocimiento de su naturaleza y estructuración.

Litológicamente está constituido por arcillas rojas y evaporitas (sales y yesos) con intercalaciones de yesos, es destacable la presencia de cuarzos bipiramidales claros y anaranjados, (Jacintos de Compostela).

Hasta hace pocos años el Triás ha constituido una pantalla a la investigación sísmica de la serie paleozoica. En el momento actual se han podido dibujar tanto las isopacas del zócalo como las isopacas del Triás Salino.

Durante las fases Neokimméricas se producen primitivas acumulaciones diapíricas, que condicionan la formación de surcos y umbrales, y delimitan unidades paleogeográficas en la cuenca.

Las acumulaciones diapíricas del Keuper pueden alcanzar unos 2.000 m en las proximidades de las fallas en la Banda Plegada y potencias mucho menores, 1.000 m. en la Plataforma

Burgalesa, siendo muy difícil poder estimar el espesor original.

El Keuper se ha depositado en un ambiente continental evaporítico.

2.2.- JURASICO

La serie completa aflora en la parte central de la Hoja al W, en una banda que se va acunando al E contra la falla de Ubierna. En la parte NW del área estudiada aparece un pequeño afloramiento de esta edad, así como en los núcleos de anticlinales fallados: Basconcillos; S. Mamés de Abar, y Humada.

Para su estudio se realizó un corte en la zona de Puentetoma y se analizaron rípios y registros de los numerosos sondeos petrolíferos existentes, en especial el de Ayoluengo 32. En la base al corte levantado en Puentetoma y a los datos proporcionados por rípios y registros se han hecho las descripciones que se realizan en los siguientes párrafos.

2.1.1.- Jurásico Marino

Ha sido estudiado por MAESTRE (1864); PUIG y SANCHEZ (1888); MALLADA (1902); RAT (1959) y DAHM (1966). Entre los trabajos más recientes destacan: AGUILAR (1968); la Tesis Doctoral de RAMIREZ DEL POZO (1971), que hace un análisis regional desde el punto de vista bioestratigráfico; MELENDEZ HEVIA (1976), sintetiza datos provenientes de sondeos petrolíferos; y PUJALTE y ROBLES (1988), realizan los estudios más recientes.

2.2.1.1. *Retiense-Hettagiense* (2)

Sobre las arcillas rojas del Keuper, se disponen calizas dolomíticas y microdolomías con pellets (Pelsparita), con grandes vacuolas, algunas rellenas de calcita recristalizada. A techo brechas de elementos irregulares de caliza y dolomía producidas por la disolución del relleno anhidrítico que produce el colapso de estos niveles, le siguen calizas muy finamente cristalinas con laminación criptalgal y calizas intensamente recristalizadas con óxidos de hierro. En la parte alta de la secuencia, aparecen biomicritas y calizas recristalizadas.

La potencia en el corte de Puentetoma es de unos 100m. Fig. 1.

En la zona de Ayoluengo, estudiada en sondeos, consta la serie de calizas beige a marrón, microcristalina, dura y compacta, a veces ligeramente arcillosa. Pasadas de dolomía beige a marrón, microcristalina, en ocasiones recristalizada, con nódulos de anhidrita blanquecina de aspecto sacaroideo.

Sondeo
AYOLUENGO-32

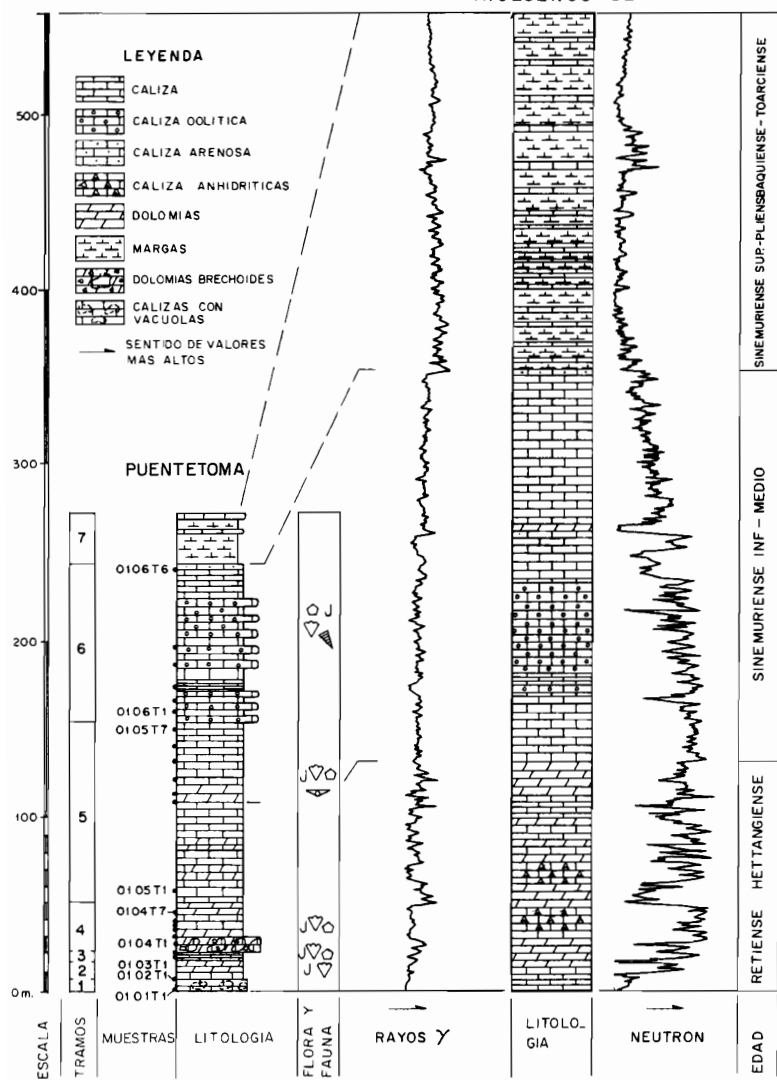


Fig. 1

El espesor total de la serie supera los 100m.

Entre la macrofauna más común mencionaremos: gasterópodos, lamelibranquios, braquiópodos, crinoides, y como microfósiles; secciones de ostrácodos, *Textularia sp.*, *Mayncina? ternieri* (MOTT), *Maurania*, cf. *amiji* MENSION, *Aeolissacus sp.* *Involutina liassica* (JONES), *Ataxophragmiidos*.

Sedimentológicamente corresponde a un a plataforma carbonatada, somera, en su parte interna ; facies de "Sebka".

2.2.1.2.- Sinemuriense inferior-medio (3).

En el afloramiento de Puentetoma sobre la formación dolomítica anterior se encuentra un conjunto de calizas grainstone oolitas, alternantes con calizas mudstone; algunas pasadas de poco espesor de calizas mudstone recristalizadas limolíticas, finalmente tableadas de color rojo ladrillo en superficie.

Tiene en este corte unos 130 m de potencia y culmina con unas calizas mudstone margosas gris claras y una caliza arenosa (calcarenita). En zonas más al sur y al sureste la potencia de este tramo oolítico disminuye considerablemente.

Moluscos, crinoides, Braquiopodos son la macrofauna más característica mientras que entre la microfauna destacaremos: *textularia sp.*; *Mayncina? ternieri* (MOTT), *Maurania cf.amijii* (MENSION), *Ataxophragmiidos*, *Cayeuxia sp.*, *Lituosepta? recoarensis* OATI, *Lingulina gr. pupa* (TERQ.), *palaeodasycladus mediterraneus* (PIA), *Thaumatoporella parvovesiculifera* (RAINERI), *Vidalina marthana*, *Dentalia sp.*

En el sondeo Ayoluengo 32 (A-32) se cortan unos 200 m de serie, la parte inferior presenta pasadas de calizas blanquecina sacaroidea con abundante calcita, una parte media de caliza mudstone beige a marrón microcristalina , con intercalaciones de caliza grainstone oolítica, y un aparte superior de caliza mudstone gris microcristalina, ligeramente limolítica, con finos granos de cuarzo y de calcita.

Termina con caliza mudstone gris clara, arcillosa, caliza gris oscura a negra, microcristalina algo limolítica, y calcarenitas.

Son secuencias de 1 a 2 m de calizas mudstone en la base, y grainstone de oolitos en la superior, correspondientes a progradación de bancos ("SHOALS") oolíticos sobre zonas deprimidas, con baja energía (PUJALTE et al., 1988). Corresponde a una zona de plataforma media.

2.2.1.3.- *Sinemuriense superior-Polienbasquiense-toarciense* (4)

Es una formación blanda, que se encuentra normalmente recubierta por tierras de labor. Está constituida por margas con pasadas de calizas mudstone margosa. Corresponde en otras áreas cercanas a las alternancias rítmicas de calizas y margas (ritmitas).

Tiene en esta zona más de 100 m de potencia.

En base a la micropaleontología de la Hojas vecinas, RAMIREZ DEL POZO (1971) data esta formación como Sinemuriense Superior-Toarciense.

Más al NE, en el sondeo A-32 y más al N, en la zona de Cadalso, la serie está constituida por pasadas de caliza marrón a gris oscura, microcristalina y arcillosa, con venas de calcita blanca, margas gris oscura a negras, ligeramente piritosas limolítica y micacea, compacta y marga gris clara, fosilífera.

Esta formación aumenta mucho de potencia hacia el norte, alcanzando una potencia de 200 m. en Ayoluengo.

Son facies de plataforma pelágica que forma cuencas generadoras de petróleo. En el Polienbasquiense se produce la máxima subsidencia diferencial. A partir del Toarciense las condiciones pelágicas son más homogéneas con tendencia a que la sedimentación compense el nivel relativo del mar

2.2.1.4.- *Dogger (Aalenense-Bajociense-Bathonense-Calloviese)*(5)

Sobre las margas de la anterior formación se sitúan una calizas Mudstone-Wackestone bien estratificadas con intercalaciones margosas.

La potencia de esta formación es de 120 m y termina en una superficie erosiva.

La potencia de los estratos disminuye hacia la parte alta de la formación así como el contenido en fauna y filamentos.

Son calizas wackstone (biopelmicritas) color marrón, miliólidos, filamentos y entre la fauna: braquiópodos, lamelibranqueos (*lima sp.*), belemnites (*Hibolites semihastatus*, QUENST), amonites (*Stewphanoceras humphriesianus* SOW; *Eocontranstes geniculares*, WAAG) radiolarios y restos de crinoides.

Se encontró la microfauna siguiente: *Eothrix alpina* LOMB, *Globochaeta alpina* LOMB, restos de *langenidos* en el Bathoniense, y *Spiriccina* sp., *Lenticulina* sp., *Dentalina* sp., en el Bajociense superior.

Esta formación es de edad Dogger, hasta el Calloviense inferior.

En la parte Norte de la Hoja a, partir de estudios de sondeos, se describe un aparte inferior de margocalizas (mudstone) gris oscura y caliza arcillosa, microcristalina.

Una parte media de calizas gris oscura, microcristalina, (mudstone), limolítica.

Una parte superior de margas grises y margocalizas gris oscura negra, limolítica.

La potencia es aquí de más de 300 m aumentando hacia el norte Fig. 2.

En el Bajociense inferior fuera de la Hoja, tanto al Norte como al Sur, se señalan las primeras apariciones de *Zoophycus*, y a techo de la formación margosa precedente, calizas espongiolíticas. (PUJALTE 1988).

Son facies pelágicas producto de una elevación del nivel del mar, producida durante la apertura del Golfo de Vizcaya.

Durante esta apertura se produce un levantamiento brusco de la parte NW de la Península y un basculamiento hacia el Sur. Se produce una superficie erosiva sobre la que se deposita el Jurásico superior en facies continentales o marinas muy someras.

2.2.2.- Malm-Berriaciense-Valanginiense inferior y medio. (6) (7).

Ha sido estudiado en la zona principalmente por: RAT (1962); AGUILAR TOMAS (1968); RAMIREZ DEL POZO (1969); COMAS (1981); PUJALTE (1981); SALOMON (1982); GARCIA DE CORTAZAR (1982); LEON (1986); SCHUDACK (1987); PUJALTE (1988).

En la zona de Puentetoma (7) estos materiales se encuentran discordantes sobre una superficie erosiva del Jurásico marino, aflorando pequeñas manchas de la base de la formación en Basconcillos, S. Andrés de Abar y Humada. Al NW de la Hoja se extiende una pequeña cuña (6) sobre la que se sitúan las facies wealdenses, siendo en todo el norte muy diferente las facies Purbeck a las cortadas en los sondeos de Ayoluengo, Tozo y en la zona de Puentetoma.

En la columna levantada de Puentetoma a Paul se distingue:

Sondeo AYOLUENGO-32

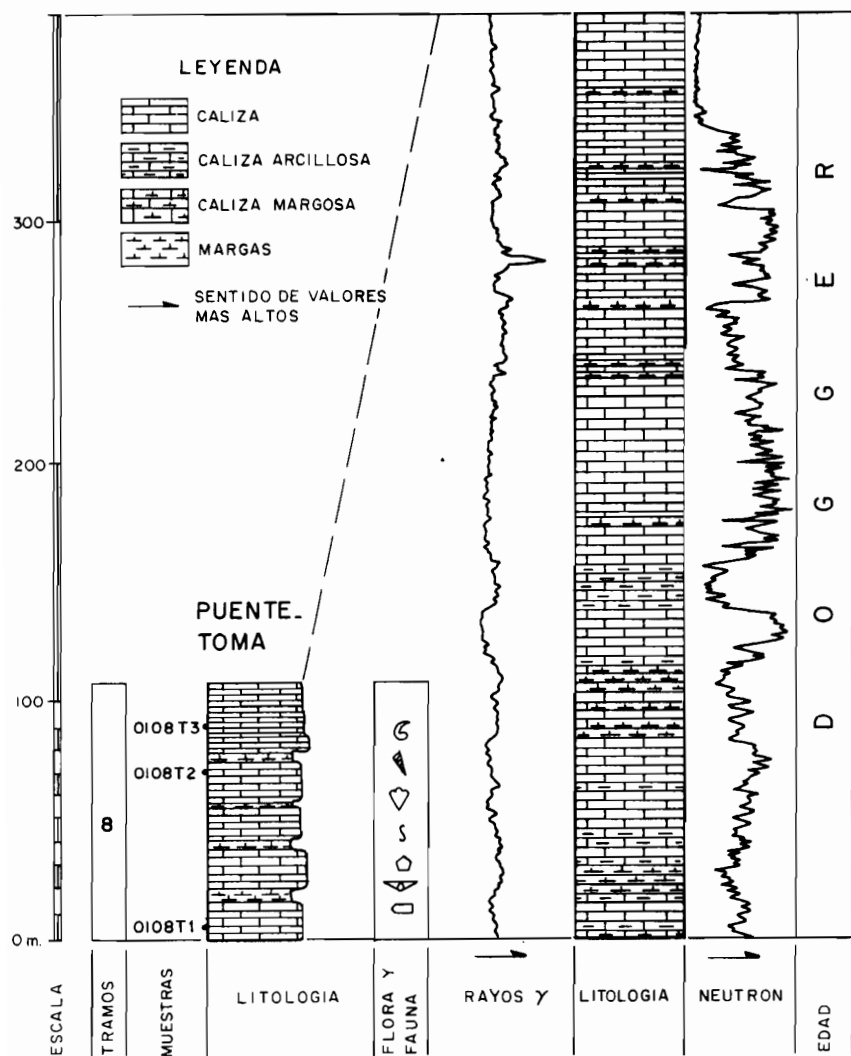


Fig. 2

Un tramo inferior con unos conglomerados monogénicos rubefactados (colores rojizos) de cantos calizos, microconglomerados versicolores en una matriz micrítica, con estratificaciones cruzadas. Sobre ellos hay un potente tramo de calizas microcristalinas con porosidad fenestral (dismicrita), con algas carofitas (tallos y oogonios), y muchos ostrácodos. Es una caliza bien estratificada con finas intercalaciones margosas. Tiene este tramo 300 m de potencia.

Un tramo superior con calizas pisolíticas, microconglomerados calizos con algún grano de cuarzo. Estratificaciones cruzadas y calizas lumaquéllicas de ostreas y briozoos. Se trata de un buen horizonte estratigráfico en toda el área, de interés para la reconstrucción paleogeográfica. La potencia de ese tramo es de 200 m.

La serie se hace, a techo, más detrítica, con calizas blancas con mucho cuarzo, clastos negros, y calcarenita con estratificaciones cruzadas, cantos grandes de cuarzo, pasadas microconglomeráticas, son abundantes la flores de manganeso y huecos por disolución.

La serie tiene un total en esta zona de 500m de potencia.

En cuanto a la microfauna encontrada, podemos citar: *Favreina sp.*, *Girvanella sp.*, secciones de ostracodos pertenecientes a varios géneros (*Theriosynoecum*, *Scabriculocyparis*, *Cypridea*, *Darwinula*) Charophytes (oogonios y talos), secciones referibles a *Porochara*, *Anchispirocyclina lusitanica* (EGGER), y gasterópodos.

Al N. de la Hoja, en la zona de Polientes la serie cortada en sondeos es muy diferente (6); presenta en la base, sobre el Dogger, 17m. de conglomerados con clastos calizos de muchos colores, pasadas de arenisca blanca de grano fino a medio, limolita roja y arcilla de color rojo y rojo-marrón, micácea que pasa frecuentemente a limolita, con nódulos de anhidrita, y capas de carbón (105m).

Pasadas de dolomías beige a gris, microcristalina, arcillas rojas con nódulos de anhidrita, areniscas blancas de grano fino con manchas bituminosas, microconglomerados de cantos de cuarcita, algunos de dolomías y rocas metamórficas (365m).

Arcillas pardo-rojizo, micaceas, areniscas gris clara y limolitas arcillosas grises a gris oscuro, en la base trazas de anhidrita blanco-rosada (554m).

A techo presenta caliza marrón oscura, arenosa, cristalina. Limolitas grises y marrones algo micáceas. Lechos de arenisca gris blanquecina, arcillosa, algo calcárea. Pasadas de calizas grises a marrón oscuro, micrítica, bioclástica, arenosa y algún lecho de carbón. (161 m). Aflora esta parte alta de la serie en el NW de la Hoja.

Esta es la formación productiva de petróleo y se corresponde de muro a techo con las unidades C, B y A inferior, distinguidas en los estudios de las compañías petrolíferas.

En total la formación tiene en este área una potencia de 1200m.

En los estudios de Palinología realizados por LOBOZIAK (1989), ha predominado entre el polen de la base de esta formación los *Classopollis C. meyeriana* y *C. torosus*, y las esporas: *Convercucosporites geniculatus*, *Leptolepidites major*, *Tuberositriletes grossetuberculatus*, *Uvaesporites pseudocingulatus*, *Klukisporites pseudoreticulatus*, *ontigniporites cooksonii*, y *Trilobosporites cf. bernissartensis*, y en el techo, el horizonte de las calizas de ostreas, los granos de polen: *Spheripollehites scabratus*, *Inaperturopollenites limbatus*, *Inaperturopollenites mesozoicus*, *Callialasporites segmentatus*, *Callialasporites dampierri*, *Callialasporites trilobatus*, *Eucommiidites troedssonii*. Y las esporas: *Appendicisporites parviangulatus*, *A. problematicus*, *A. tricornitatus*, *Cicatricosisporites mohrioides*, *C. myrtelli*, *C. purbeckensis*, *C. sprumonti*, *C. sternum*, *Concavissimiporites crassatus*, *C. globosus*, *C. verrucosus*, *Trilobosporites bernissartensis*, *T. obsitus*, *t. purelulentus*, entre otras.

A 20km al SE del corte de Puentetoma, en el sondeo Trashaedo-I, la serie en su parte inferior es muy parecida al corte, con un poco más de potencia (800m), presenta una parte basal carbonatada con anhidrita, dolomías y alguna pasada de arcillas, y una parte alta más detrítica con arcillas, areniscas y calcarenitas. Fig.3.

La edad es atribuida al Berriasiense por RAMIREZ DEL POZO (1969), BRENNER (1976), y por otros al intervalo Jurásico superior-Neocomiense inferior (PUJALTE 1981). Por la palinología (LOBOZIAK S.) se data a la base de la formación Aguilar como Berriasiense inferior, y Berriasiense terminal o Valanginiense basal en las calizas de ostreas del techo. SCHUDAK (1987) en estudios recientes con carofitas y ostrácodos atribuye la base de la formación (F. Aguilar) al Kimmeridgiense y el resto de la formación al Berriasiense, faltando por tanto el Portlandiense.

El ambiente sería un sistema lacustre con el depósito de calizas en una franja de dirección NW-SE (Aguilar-Tozo), así como evaporitas en la zona de Trashaedo, un sistema aluvial con calizas lacustres intercaladas más al N, y un sistema aluvial en la zona de Polientes.

2.3.- CRETACICO.

Entre los autores que lo han estudiado destacan: MENGUADO (1920), SAENZ GARCIA (1932), CIRY (1940), RAMIREZ DEL POZO (1969-1972), PUJALTE (1972-1976), SALOMON (1982).

Sondeo
TRASHAEDO - I

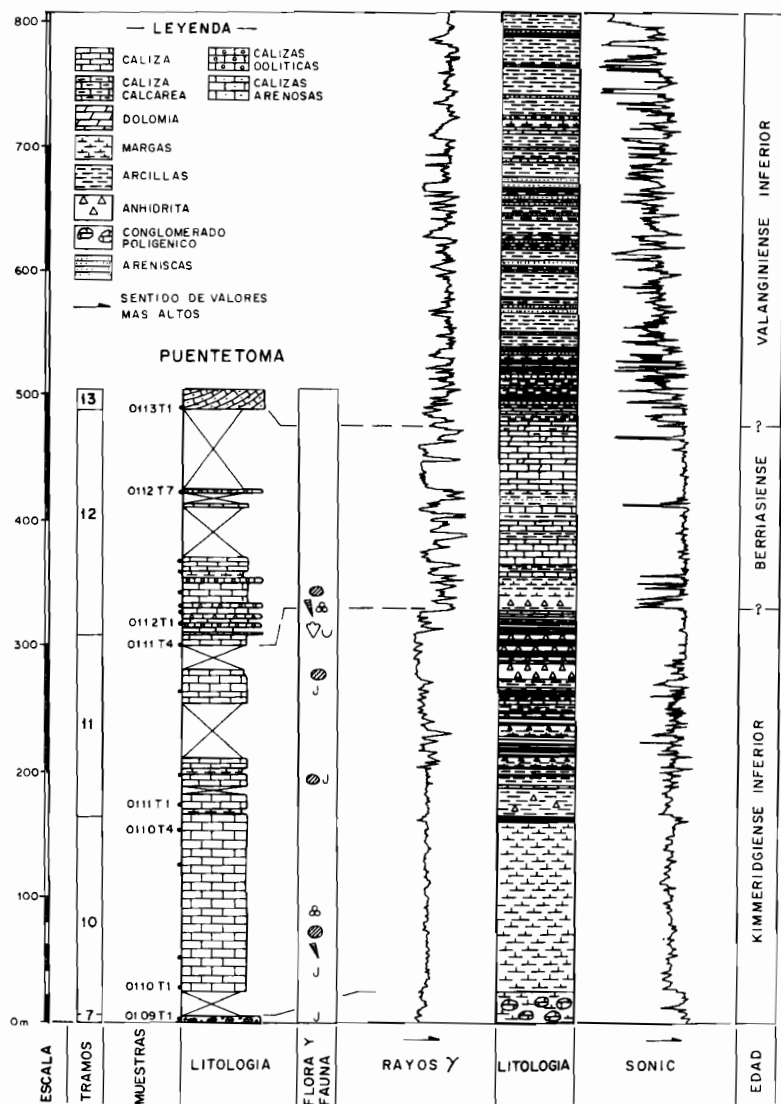


Fig. 3

2.3.1.- Valanginiense inferior-medio(8)

Se trata de una formación solamente cartografiada en la zona de Puente de Duero, en el resto de la Hoja se incluye dentro de las facies Purbeck.

Son areniscas blancas de cemento carbonatado con una potencia de 50m.

Su forma es la de una pequeña cuña que al Norte de Paul se adelgaza hacia el Este hasta desaparecer.

2.3.2.- Valanginiense superior-Hauteriviense-Barremiense-Aptiense-Albiense inferior (facies Weald)(9)

Constituyen estos materiales los afloramientos de una gran parte de la Hoja: una gran banda E-W al Norte de la Hoja que alcanza casi un cuarto de la superficie por donde discurre el cauce de las fallas de Ubierna-Basconcillos; y al Sur en Fuenteodrado se forma el núcleo del anticlinal de esta localidad.

Se encuentran estos materiales discordantes sobre las facies Purbeck, siendo bien patente esta discordancia en la zona de Basconcillos, S. Andrés de Abar y Fuenteodrado.

En la zona Norte de la Hoja siguiendo el curso del río Ebro a partir del camino de Rasgada y en sentido Sur, sobre las calizas arenosas con ostras y lutitas negras del techo de las facies Purbeck se sitúa:

- Un tramo inferior de areniscas blancoamarillentas de grano fino a medio, en listosomas de 10 a 12 m de potencia que en la base son microconglomeráticas, con cantos blandos, a veces huecos por disolución de estos y estratificación cruzada de gran tamaño en surco. Al techo disminuye el tamaño de grano y, a veces aparecen estratificaciones cruzadas de pequeño tamaño debidas a ripples, después lutitas rojas, intercaladas entre estas barras de areniscas de tamaño de grano fino y de un metro de potencia, en estratos ondulados.

En ocasiones aparecen micas y materia orgánica vegetal en areniscas y limolitas finamente laminadas, que aparecen en los litosomas areniscosos, y también marcas de corriente, huellas de carga, perforaciones y pistas en el muro.

La potencia de este tramo que tiene un alto porcentaje en areniscas es de 300m.

- Un tramo medio de litosomas de areniscas de grano fino a medio de color blanco con manchas oscuras debidas a óxidos con estratificaciones cruzadas en surco y micas que pasan a arcillas y lutitas rojas. La proporción de estas últimas es mucho mayor dando un aspecto en

la topografía muy característico de tonalidad rojiza.

Este tramo tiene una potencia de 1300m y en su parte media presenta un tramo de unos 100m de potencia de areniscas de grano fino de tonalidades verdosas con mucha mica, con cantos de material fino (lutitas y limolitas) y con un contenido en materia orgánica vegetal, localmente alto. En el muro de las areniscas se presentan multitud de pistas, perforaciones y estructuras de carga.

Son secuencias de un metro de areniscas de tonalidad verdosa, de tamaño de grano fino que se acuñan dando un techo cóncavo y una base ondulada con formas irregulares (pistas, margas de corriente, perforaciones, huellas de carga). Areniscas de grano muy fino y limolitas en laminaciones casi paralelas que pasan a areniscas de grano fino con ripples, limolitas y lutitas (2m) con estratificación flaser. Al final de la secuencia aparece un tramo lutítico con intercalaciones de areniscas de grano fino en estratos retorcidos, rotos y perforados. Este tipo de secuencia se repite unas 10 veces.

Tramo superior con 200m de unas 10 secuencias de arenisca de tamaño de grano fino a medio que en la base presentan a veces, areniscas microconglomeráticas o gravas con cantos blandos, trozos de troncos y estratificaciones cruzadas en surco. Estratos de gran potencia que se acuñan y disminuyen de potencia al techo. Intercalaciones de areniscas de grano muy fino con micas y restos vegetales, laminadas con ripples y con estratificación flaser, que pasan a lutitas y arcillas rojas. En este tramo la proporción de areniscas es mayor que las lutitas y la potencia de las areniscas de la base de cada secuencia varía entre 6 y 20 m.

Presentan algunos canales con acreción lateral, estratificación cruzada planar de migración de barras en la base y relleno de los surcos. También las interdigitaciones areno-lutíticas demuestran que las facies de canal se desplazan lateralmente en el tiempo, dando cuerpos diacrónicos. (GARCIA MONDEJAR 1981).

La potencia total de esta formación es de unos 1800m en la parte N de la Hoja.

En la base del tramo inferior de este corte han sido descritos los siguientes granos de polen:

Classopollis sp., *Entylissa nitida* y *Eucommiidites troedssonii*.

Y esporas: *Concavissimisporites apigranulosus*, *C. informis*, *C. longiverrucatus*, *Trilobosporites bernissartensis*, *T. crasiangularis*, *T. domitus*, *T. hannonicus*, *T. grumuloneratus*, entre otras.

En la materia vegetal del tramo medio del corte, en su parte media, presenta raros granos de polen, mientras que son abundantes las esporas: *Appendicisporites parviangulatus*, *A.*

potomacensis, *A. problematicus*, *A. stylosus*, *A. trichacanthus*, *Cicatricosisporites claricanalis*, *C. delicatus*, *C. hallei*, *C. hughesii*, *C. triperitius*, *Concavissimisporites longiverrucatus*, *C. apiverrucatus*, *Trilobosporites aornatus*, *T. crassangularis*, *T. Weylandii*.

Al Sur del Sinclinal de la Lora no es posible hacer un corte completo de campo por los malos afloramientos existentes, pero hemos estudiado la serie a través del sondeo Trashaedo-I. Está formada por conglomerados con cantos de cuarzo, cuarcita, y algunos dolomíticos en la base (6 m). Arcillas rojas y grises con intercalaciones y pasadas de areniscas blancas y rojas de grano fino a medio y matriz arcillosa. Localmente son arenas.

La potencia es aquí de 330m aumentando espectacularmente hacia el Norte. Siendo en el sondeo de Ayoluengo-32 de 575 m. Fig.4.

En el Barremiense final de la zona fluvial progradó paulatinamente hasta ocupar toda la cuenca Wealdense de Cantabria (PUJALTE 1982). La sucesión alcanza su mayor potencia en la cubierta de Polientes y el borde meridional subsidente de la Cuenca se mantuvo en las proximidades de la falla de Ubierna.

En el NW de la Hoja la potencia de esta formación disminuye espectacularmente, formando una cuña que se adelgaza al NW hasta casi desaparecer, y apareciendo las arenas de las facies Utrillas discordantes sobre, apenas unos metros, las facies Weald.

Parece probable que esta zona, debido al diapirismo, habría sido un alto, mientras que al E se encontraría el depocentro donde se acumularían los mayores espesores de sedimentos.

Por su posición estratigráfica (PUJALTE 1976) corresponde, la base, al Valanginiense superior-Hauteriviense basal, y SALOMON (1973) lo data como Valanginiense.

El techo (por estudios de Orbitolinidos en formaciones equivalentes, más al norte -F. La Rozas) se data como Aptiense superior-Albiense inferior (Libro del Cretácico de España, 1982).

RAMIREZ DEL POZO (1969-71) en las Hojas vecinas data esta formación como Valanginiense superior-Albiense inferior.

La edad para la base, dada por la palinología (LOBOZIAK 1989), es Valanginiense inferior, y el tramo medio del corte de Bárcena de Ebro a Berzosilla, Valanginiense-Hauteriviense.

Se interpreta como sistemas fluviales meandriformes que desde el S. y W. alimentaban una zona lacustre somera en el N. de Cantabria, con una franja intermedia donde los ríos se bifurcaban en distributarios entre los que existirían charcas y lagunas temporales.

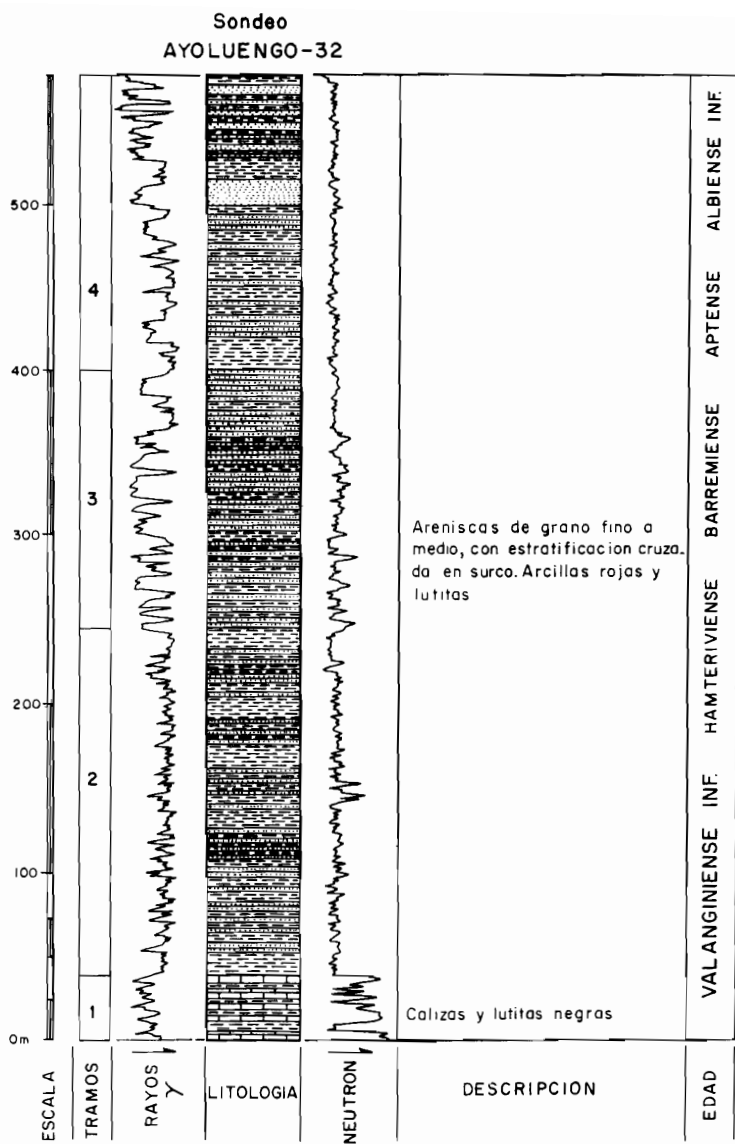


Fig.4

Las facies de canal activo, son areniscas de grano fino a medio, con estratificaciones cruzadas en surco, microconglomerados y areniscas microconglomeráticas, y las facies de desbordamiento, con arcillas y lutitas rojas con esporádicas intercalaciones de areniscas de grano fino.

2.4.- ALBIENSE INFERIOR-CENOMANIENSE INFERIOR.

Se incluyen aquí los conglomerados de Quintanilla de An y las "Facies Utrillas". En la zona de Berzosilla y sobre los conglomerados de Quintanilla de An se sitúan varias secuencias granodecrecientes de areniscas y arcillas que desaparecen lateralmente, en la cartografía hemos diferenciado estos materiales.

CONGLOMERADOS DE QUINTANILLA DE AN (10)

Afloran en los valles que limitan al N. y al S. el Pármio de Lora y se disponen en dirección E-W, siendo Quintanilla de An, al lado del río Ebro, donde se ha levantado el corte tipo.

Son conglomerados de cantos silicios y alguno de lidita, de hasta 25 cm. de diámetro y cemento ferruginoso; también arenas y gravas de cantos silíceos con estratificaciones cruzadas, excavaciones canaliformes, y restos de plantas. En los últimos niveles es frecuente encontrar estructuras de deformación hidrolásticas. En algunas zonas se encuentran niveles con abundante materia orgánica correspondiente a lagos de abandono de canal.

Se encuentra discordante sobre las "facies Weald" y su potencia llega a alcanzar 40m.

Hacia el Oeste disminuye mucho la potencia pasando a ser, en la zona de Cezura, unos pequeños pasos de conglomerados, entre areniscas y arcillas negras.

La edad es Albiense inferior-superior.

El diagrama de paleocorrientes es unipolar pudiéndose deducir de ello junto con otros datos, que el ambiente sedimentario era de abanicos aluviales con una dirección media NW.

FACIES UTRILLAS(11)

Ha sido estudiada por: RAT (1959), AGUILAR (1967), AGUILAR (1975-1979), RAMIREZ DEL POZO (1971), FLOQUET (1983).

Fue definida por AGUILAR, RAMIREZ DEL POZO y RIBA (1971) en la zona de Utrillas-Villarroya

de los Pinares (Teruel).

Litológicamente está constituida por arenas blancas de granos de cuarzo y feldespatos, gravas y arcillas caoliníferas.

Se hizo un corte en el NW de la Hoja, cerca de Cezura definiendo cuatro tramos. Fig.5.

El primero consta de areniscas blanco amarillentas de grano fino, costras ferruginosas a techo, arcillas grises y negras que se sitúan encima de los conglomerados de Quintanilla de An. Es un tramo muy arcilloso con varias capas de lignitos y si exceptuamos el NE se encuentra en toda la Hoja, es en lo que en la zona de Teruel fue definido como Formación Escucha.

Un segundo tramo de gravas y arenas blancas con pequeñas pasadas de arcillas grises. Los contactos son ondulados y tienen estratificación cruzada en surco de medio y gran tamaño, estratificación Flaser y Lenser.

El tercer tramo, forma resaltes en el terreno. Son arenas de grano grueso y gravas en sets de medio metro con contactos erosivos y cantos en la base (a veces, cantos blandos). En los análisis granulométricos dan un tamaño de grano mayor que el resto de tramos. Los sets se acuñan y presentan estratificación cruzada, disminuyendo el tamaño de grano al techo. En ocasiones presentan pequeñas intercalaciones de arcillas grises. Termina en una arcilla que está cubierta por la vegetación.

El cuarto tramo es de arenas blancas, a veces, gravas, de granulometrías más finas, con estratificaciones cruzadas y arcillas a techo de las secuencias. Termina la serie con areniscas de tamaño de grano grueso, en ocasiones, microconglomerático con materia orgánica, mica, estratificaciones cruzadas y ripples a techo. Concordante con ellas se encuentran las pasadas de calizas detríticas, arenas, y arcillas del Cenomaniense medio.

La potencia de las "Facies Utrillas" en este sector es de 230 m.

Las granulometrías de las arenas dan como resultado que los tramos primero y cuarto son de tamaño más fino, pudiéndose clasificarlas según FOLK (1974) con la denominación (g) S (arena de tamaño de grano medio) y las del tramo tercero como gs (arena de tamaño de grano grueso, microconglomerático).

Al E, en la zona de Berzosilla, sobre los conglomerados de Quintanilla de An se sitúan 3 ó 4 secuencias de areniscas de grano fino a medio de color blanco amarillento, en estratos con estratificación cruzada en surco, con acreación lateral, restos vegetales y cantos en la base de los canales, disminución del tamaño de grano al techo con laminaciones lutíticas con mucha mica

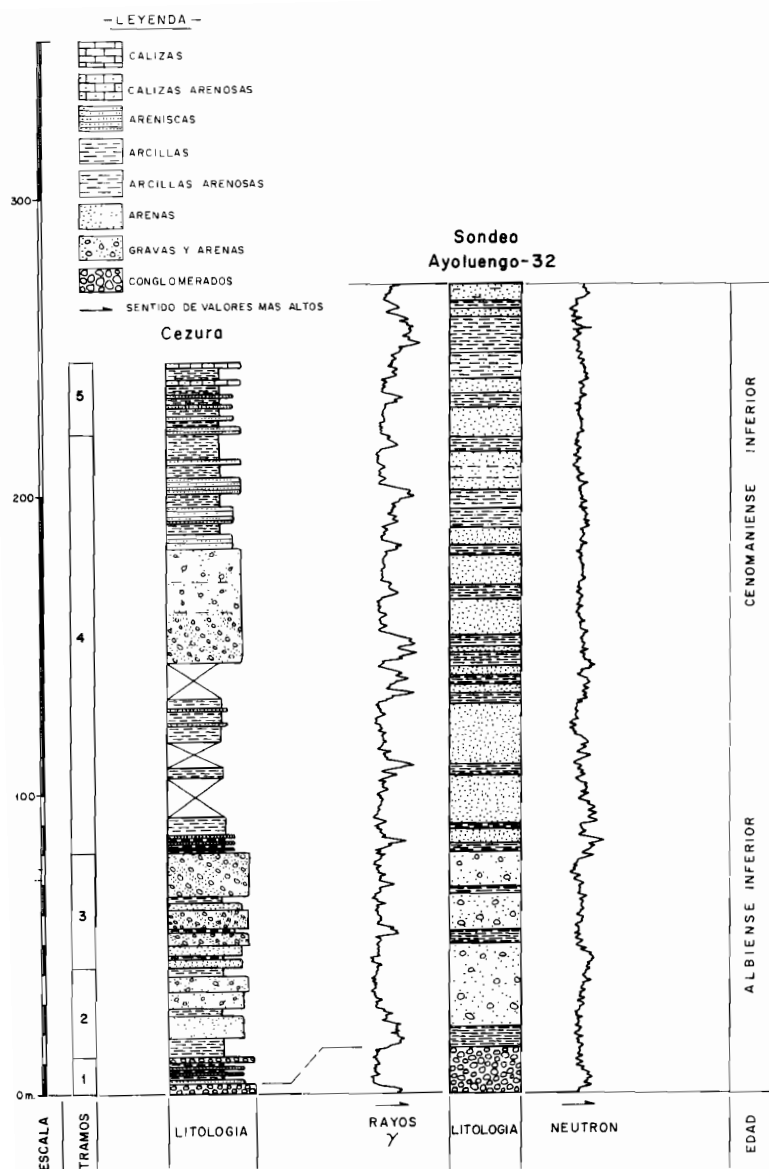


Fig. 5

y materia carbonatosa. Termina la secuencia con lutitas rojas de llanura de inundación. Fig 6.

Esta formación se acuña, desapareciendo al E. en la zona de Cezura, así como al W en la zona de Arenillas. Se dibuja en la cartografía con una trama punteada diferenciándola del resto de las facies Utrillas.

Sigue un potente tramo que forma resaltes en el terreno sobre los que se asientan los pueblos de Berzosilla, Sobrepeña, son gravas con estratificaciones cruzadas y arenas caoliníferas.

Termina la serie con arenas y gravas de menor granulometría, que forman en el terreno una zona plana.

La potencia de la serie en esta zona es de 263 m.

Al Sur de la Lora en el sondeo Trashaedo-I presenta en la base, sobre los conglomerados de Quintanilla de An, arenas blancas finas a medias, a veces gravas, caoliníferas, con intercalaciones de arcillas versicolores con pasadas de lignitos y asfalto.

La parte superior es menos arcillosa tiene arenas blancas de grano fino a medio, subangulosa a subredondeada y escasa matriz arcillosa. Ocasionalmente contiene óxidos de hierro, lignito, pirita y pasadas de arcillas plásticas, caoliníferas, a veces algo arenosas. La potencia es aquí de cerca de 400 m.

Los estudios palinológicos, demuestran la equivalencia lateral de los tramos de arcillas negras de la base, tanto de Cezura, Puente de Toza, y Basconcillos del Tozo, con las secuencias, que sobre los conglomerados de Quintanilla de An se encuentran en la zona de Berzosilla.

Entre las esporas podemos citar: *Appendicisporites parviangulatus*, *A. stylosus*, *A. tricornitatus*, *Cicatricosisporites dorogensis*, *C. hallei*, *C. venustus*, *C. purbeckensis*, *C. weallmanii*, *Gleichenioidites senonicus*, *Lycopodiumsporites austroclavatidites perforatus*, *Desoisorites perinatus*, *Gleichenioidites senonicus*, *Laevigatosporites gracilis*, *Lycopodiadites cerniidites*, etc)

La edad ha sido establecida en las Hojas vecinas de acuerdo con las formaciones infra y suprayacentes, así la Hoja de las Rozas ha sido datada como Aptiense medio a Cenomaniense basal; y en la de Sedano de Albiense medio a Cenomaniense inferior. En el Libro del Cretácico de España 1982, se le da una edad que abarca desde el Albiense medio-superior al Turoniense inferior, presentando un notable diacronismo.

Según los estudios de palinología, en las arcillas negras de la base, tendrías una edad Albiense inferior.

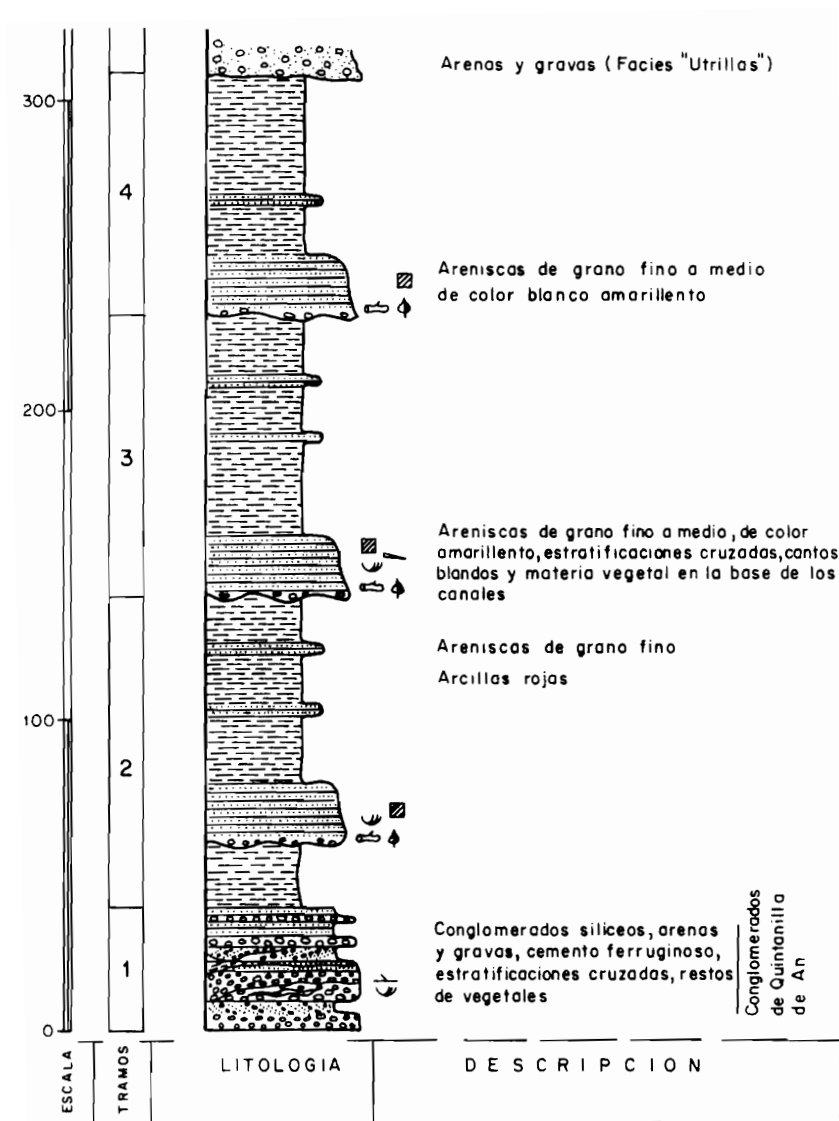


Fig.6 - Conglomerados de Quintanilla de An y secuencias de la base de las Facies Utrillas en la zona de Berzosilla

La deposición de estas facies detrítico-terrágenas, muy constantes vertical y horizontalmente, se produce por un rejuvenecimiento de los macizos emergidos con la consiguiente erosión (Fase Aústrica), lo que da lugar a que en ocasiones se apoyen discordantes sobre materiales del Malm (Puentetoma, Fuenteodra, Basconcillos), en facies Purbeck. Mientras en el área estudiada se produce esta sedimentación eminentemente terrígena, al Norte y NE (ya fuera de la Hoja) se producía una sedimentación arrecifal con episodios intermitentes de aportes terrígenos.

La formación Utrillas son arenas, conglomerados silíceos y arcillas de naturaleza caolinífera que provienen de la alteración, in situ, de los feldespatos. El medio sedimentario indica que provienen de un río de canales divagantes. Sobre ellos se encuentran en tránsito gradual los niveles marinos del Cretácico superior.

2.5.- CRETACICO SUPERIOR.

Han sido: CAREZ (1881); LARRAZET (1896); MALLADA (1904); CIRY (1940); RIOS ALMELA y GARRIDO (1945); CIRY y MENDIZABAL (1949); FEUILLE (1963); FEUILLEP y NEWMANN (1963); WIEDMANN (1964); RAMIREZ DEL POZO (1971); y FLOQUET (1982); los autores que se han ocupado del estudio del Cretácico superior en la zona.

Forman estos sedimentos los relieves más altos de la Hoja, ocupando una gran superficie dentro de la misma.

Constituyen el núcleo de grandes sinclinales muy suaves que se extienden con dirección NW-SE. Al Sur y SE se encuentran los materiales más altos de la serie, las margas y calizas del Santoniense, mientras que el Santoniense, más alto solamente está representado en el borde E de la Hoja.

Solamente en el extremo E. de la Hoja se presenta una sucesión completa de los materiales desde el Cenomaniense inferior al Santoniense más alto.

Para su estudio se han levantado varias series estratigráficas:

- En el Norte, al borde de la Lora y a lo largo de la carretera que une a Polientes con Sargentos de la Lora y en Revilla de Pomar junto a la carretera que va a la cueva de los Franceses (Cueva el Agua).
- En el centro, en las localidades del Corralejo y Mundilla.
- En el Sur, en el borde de la Lora de Valdelucio, a lo largo de la carretera que une Humada con Barrio Lucio.

El estudio de los materiales más altos (Santonense superior) se ha realizado al NE de la localidad de Bañuelos del Rudrón, ya fuera de la Hoja, en Tablada de Rudón.

2.6.- CENOMANIENSE INFERIOR-MEDIO-SUPERIOR (12).

Concordante sobre las arenas de la formación Utrillas se encuentran arenas blancas con mica, arcillas grises y negras, y pasadas de calizas, más abundantes a techo.

Son estratos de calizas wackestone o packestone arenosa, bioclástica, con abundante mica, glauconita, y que presentan estratificaciones cruzadas y aspecto ondulado debido a ripples.

Los bioclastos son en su mayoría restos de la lamelibránquios, equínidos, trozos de algas, y ostreidos que a veces constituyen lumaquelas.

Es una formación predominante detrítica en la base, que culmina con una barra caliza. En la parte Sur esta barra carbonatada presenta un aspecto noduloso y está formada por calizas mudstone algo margosa con abundantes restos de fauna. Al norte se hace más potente, detrítica y bioclástica, con glauconita, mica y gran cantidad de *Praealveolina*.

La potencia es de unos 80m y aumenta algo al Norte. Fig 7.

Hemos encontrado la siguientes fauna:

En el corte de la carretera que une Polientes son Sargentos de la Lora, *Cyclolites guerangeri* (EDW), *Arca Guerangeri* (D'ORB), *Cardium hillanum*, *Astarte sp.*, *Tylostoma ovatum*, *Nerinea monolifera* (D'ORB), en el corte de Corralejo *Plascomilla accuata* (EDW-HAIM), *Hemiaster tomidosus* (P. de DORIAL), *Arca sp.*, *Turbo goupilianus* (D'ORB), *Fusus requienianus* (D'ORB), *Nerinea reiqueniana* (D'ORB), *Natica punctata* (SHARPE).

Entre la microfauna podemos citar: *Praealveolina gr. cretacea* (REICHEL), *Nezzazata sp.*, *Cuneolina cf. pavonia* (D'ORB), *Vidalina hispanica* (SCHLUMB), *Totalipora turonica* (THOMEI HAGN y ZEIL), *Acicularia sp.*, *Boueina sp.*, *Quinqueloculina sp.*, *Trataxia sp.*, briozoos, ostrácodos, rudistos, etc.

Se data como Cenomaniense inferior a superior.

Corresponde a un ambiente de llanura mareal que evoluciona a plataforma interna protegida.

Sondeo
AYOLUENGO-32

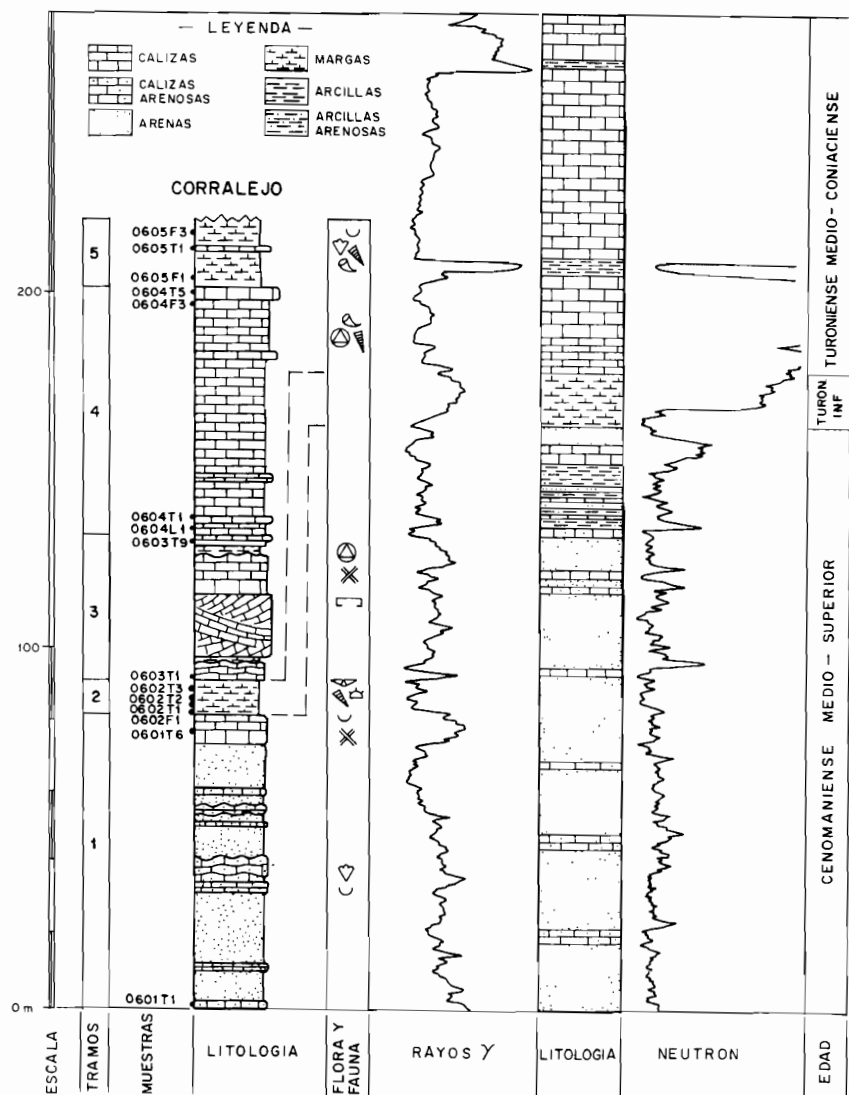


Fig. 7

2.7.- TURONIENSE INFERIOR (13).

Sobre una caliza con Praealveolinas y en contacto concordante con ellas, se dispone en el flanco Norte del Sinclinal de la Lora de Valdivia, una formación de arenas y calizas grainstone, margas, calizas margosas gris oscuras y calizas Wackestone, detríticas; arenas finas con mica y pasadas de caliza nodulosa, bioclástica, detrítica con glauconita.

Hacia el Sur disminuye de potencia pasando a ser una formación de margas, que casi siempre se encuentra tapada por los derrubios de la formación caliza suprayacente.

Al Sur de la Hoja, en el sinclinal de la Lora de Valdelucio, tiene tan poco espesor (apenas 10 m) que no se ha cartografiado.

La máxima potencia de 65 m se alcanza en la parte Norte.

En cuanto a la fauna encontrada citaremos: *Janira cf. laewis* (DROUET), *Exogyra pseudoafricana* (CHOFFAT), *Exogyra columba* (DESH), *Tylostoma sp.*, en el corte de la carretera de Polientes a Sargentos de la Lora; *Hemiasper tumidosus* (P de DORIAL), *Durania cornupastoris* (DES MOULINS), *Pycnodonta biauriculata* (LAM), *Avellana avellanaeformis* (CHOFFAT), en el corte de Mundilla; y *Hemiasper sp.*, *Lopha aff. gauthieri* (THOMAS y PERAL), *Ostrea cónica* (D'ORB), en el corte de la Cueva el Agua.

Las microfácies son biomicritas con pequeños postreídos, restos de equinodermos, dientes de peces, pequeños gasterópodos, y: *Tritaxia sp.*, *Ataxopmaragmiidos*, *Lledbergella cf. paradubia* (SIGAL), *Heterohelix sp.*, *Pithonella sphaerica* (KAUFMANN), *Ammobaxulites sp.*, *Pseudoclavulina cf.* (BRAYE COLOM), *Pterigocythere allinensis* (CREK. y DEROO), *Cytherella ovata* (ROEM), *Cytheris crekovi* (DAMOTE), *Cytherella paralela* (REUSS), *Asciorythere polita* (DAMOTE), *Citheereis cf. praetexta* (DAMOTE), *Coxites sp.*, *Veneulina limbata* (CUSHM), *Begia* (NEZZAZATA), *gyra* (SMOUT), *Pseudovalvulineria sp.*

Por el estudio de los fósiles podemos datar esta formación como Turoniense inferior. RAMIREZ DEL POZO, en la Hoja de las Rozas, señala un hiato estratigráfico en el Cenomaniense superior, que hace que los tramos margosos del Turoniense descansen sobre las calizas del Cenomaniense.

Corresponden a una plataforma externa, infralitoral, que en su parte alta y al NW de la Hoja se hace mas litoral, plataforma proximal a sistemas deltaicos.

2.8.- TURONIENSE MEDIO-SANTONIENSE INFERIOR (14).

Es un potente conjunto que forman los bordes de los Páramos, así como casi toda su superficie superior. Es una caliza muy karstificada que da una morfología característica.

Comienza con una caliza mudstone nodulosa, con perforaciones, que marca el final del Turoniense, le sigue una caliza packstone y grainstone con estratificaciones cruzadas planar y en surco, de gran escala; caliza oolítica, y caliza mudstone que por los microfósiles que contienen se datan como Coniaciense; una pequeña pasada de arcillas negras, calizas grainstone de algas, calizas mudstone, y a techo en la zona norte, calizas bioconstruidas por rudistas en posición de vida, y al sur calizas greinstone, blancas, formadas casi enteramente por Miliólidos, con estratificaciones cruzadas; forman los sedimentos de edad Santoniense inferior.

La potencia es de unos 80 m aumentando algo hacia el N y NE. Fig.7.

La fauna encontrada ha sido: *Hemiasperterion toucasianus* (D'ORB), *Capsa discrepans* (D'ORB), *Pterodonta elongata* (D'ORB), *Pterodonta ovata* (D'ORB), *Chenopus cf. secuesensis* (CHOFFAT), *Durania cornupastoris* (DES MOULINS), *Nerina requieniana* (D'ORB), *Sphaerulites lusitanicus* (BAYCE).

Las microfácies son, biomicritas, intrabioclastas, bioclastas con intraclastos, y contienen los siguientes microfósiles: *Quinqueloculina sp.*, *Cuneolina pavonia* (D'ORB), *Vidalina hispanica* (SCHLUMB), *Pseudocyclonema cf.* (BRAYI COLOM), *Dictyopsella kiliani* (SCHLUMB), *Monchardonia apenninica* (DE CASTRO), *Spirocyclina chffatti* (MUNCHALN), *Dicyclina schulmbergeri* (MUNCHALM), *Idalina antiqua* (D'ORB), *Minouxia conica* (GENDROT), *Pithonella sphaerica* (KAUFM), *Minouxia lobata* (GENDROT), *Tratexia sp.*, *Pithonella sp.*, *Marssonella sp.*

La edad es de Turoniense medio a Santoniense inferior, afectando otro hiato estratigráfico a casi todo el Turoniense.

El ambiente sedimentario es una plataforma interna (Lagoon) con una barrera construida o bioclástica.

2.9.- SANTONIENSE INFERIOR-MEDIO (15).

Son margas calcáreas gris verdosas, nodulosas, y margas hojosas gris azuladas, con pasadas de calizas arenosas, bioclásticas, con glauconita, y gran cantidad de restos de conchas de *Inoceramus* están a veces dolomitizadas.

La potencia es de unos 100m, aumentando al NW de la Hoja.

La fauna más característica es: *Rhynchonella cuviere* (D'ORB), *Lima marticensis* (MATH), *Exogyra spinosa* (MATH), *Leptomaria perspectiva* (MANTELL), *Leptomaria sp.*, *Pterodonta cf. ovata*, *Natica bulbiformis* (SOW), *Voluta lahayesiu* (D'ORB), *Cyprina aff. ligeriensis*, *Nautilus cf. neubergicus* (PEDTEMBACHER).

Y de microfósiles: *Dicyclina schlumbergeri* (MUN-CHALM), *Dictyopsella kiliani* (SCHLUMB), *Quinquelocurina sp.*, *Ophthalmidium sp.*, *Globotruncana cf. fornicata* (PLUMM), *Pararotalia sp.*, *Tritaxia sp.*, *Pithonella sphaerica* (KAUFM), *Nummofallotia cretacea* (SCHLUMB), *Lenticulina sp.*, *Rotalia cf. reicheli* (MOTT).

2.10.- SANTONIENSE (16).

Topográficamente, constituyen estos sedimentos las partes más altas de la zona.

Se encuentran al E. del sinclinal de la Lora de Valdivia, constituyen el núcleo del sinclinal de Corralejo, y del sinclinal de la Lora de Valdelucio.

La serie solamente está completa en el borde Este de la Hoja, y una serie bastante representativa, aunque incompleta, se encuentra en el borde Sur del sinclinal de la Lora de Valdelucio, en la carretera que desde Barrio-Lucio se dirige a Humada.

La serie comienza con unas calizas margosas, con estratificación ondulante y bastante fauna, con secuencias de margas, calizas margosas, y calizas bioconstruidas (lumaquelas de rudistas) por Caprínidos.

Sigue caliza mudstone arenosa, de color rosa, contactos planos. Caliza grainstone, bioclástica de gran tamaño de grano, con estratificaciones cruzadas, mica, y grandes miliolidos. A veces presenta fuerte dolomitización.

La formación completa tiene una potencia de 150 m. La fauna encontrada es: *Cardium comiacum* (D'ORB), *Lima marticensis* (MATH), *Ostrea versicularis* (LAMARCK), *Natica cretacea* (D'ORB), *Natica bulbiformis* (SOW), *Natica matheroniana* (D'ORB), *Pterodonta intermedia* (D'ORB), *Fusus matheroniana* (D'ORB), *Pleurotomaria spaillaciana* (D'ORB), *Turritella difficilis* (D'ORB), *Voluta cf. guerangeri* (D'ORB), *Plesiotassotia dullai* (KARRENBERG), *Nautilus sp.*

Las microfacies más características son, biomicritas, intrabioesparita, y caliza dolomítica.

Encontrándose los microfósiles: *Lacazina elongata* (MUN-CHALM), *Quinqueloculina sp.*, *Rotalia trochiformis*, *Nummofallotia cretacea* (SCHLUMB), *Allomorphina? trigonia* (REUSS), *moncharmontia apenninica* (DE CASTRO), *Pseudovalvulineria sp.*, *Pithonella sp. haerica* (KAUFM),

Pararotalia sp., *Sulcoperculina* aff. *cubensis* (PALMER), *Idalina antiqua* (D'ORB), *Spiroplectammina* sp., *Planorbulinella cretae* (MARSSON), *Archaeolithothamnium* sp., *Globotruncana* sp., *Vidalina hispanica* (SCHLUMB), *Tritaxia* sp., *Dicyclina schumbergeri* (MUN-CHALM), *Uneolina pavonia* (D'ORB).

La edad es Santoniense superior.

El ambiente de deposición fue una plataforma interna carbonatada, abierta, tranquila y de alta energía (barras calcareníticas).

2.11.- SANTONIENSE SUPERIOR (17)(18).

Incluimos en este epígrafe dos formaciones, que tiene una pequeña representación en la Hoja.

Solamente en el borde E. (centro) aparecen dos pequeñas manchas de estas formaciones.

La primera (17) está formada por unas margas amarillentas con pasadas de calizas Packstone, glauconíticas con algo de cuarzo, muy fosilífera, con una presencia de 50 m.

Se encuentran muchos fósiles: *Phinchonella difformis* (D'ORB), *Ostrea hippopodium* (NILS), *Radiolites squamosus* (D'ORB), *Orbignia heberti* (MUN-CHALM).

Son biomicritas con cuarzo con los siguientes microfósiles: *Dicyclina schumbergeri* (MUN-CHALM), *Lacazina elongata* (MUN-CHALM), *Idalina antiqua* (D'ORB), *Rotalia reicheli* (MOTT), *Nummofallotia cretacea* (SCHLUMB), *Pseudorotalia schaubi* (MOTT), *Orbitokathina vonderschmitti* (MOTT), *Sulcoperculina* aff. *cubensis* (PALMER), *Quinqueloculina* sp., *Marssonella* sp., *Vavulammina picardi* (HENSON), *Pseudocyclammina sphaeroidea* (GENDROT).

Se dispone encima de la anterior otra formación (18) de areniscas de cemento calcáreo, dolomítica, calizas y calcarenitas con fragmentos de rudistas, y calizas bioconstruidas con hippurites y radiolites.

En esta Hoja la formación apenas alcanza unos metros, debido a que el resto se encuentra erosionado. En la vecina Hoja de Sedano, donde se encuentra completa tiene una potencia de 30 m.

Las microfacies son calcarenitas muy recrystalizadas algo arenosas, y areniscas de cemento calcáreo. La microfauna: *Nummofallotia cretacea* (SCHLUMB), *Lacazina elongata* (MUN-CHALM),

Minouxia lobata (GENDROT), *Dictyopsella cuvilleri* (GENDROT), *Dicyclina schumbergeri* (MUN-CHALM), *Valvulamina picardi* (HENSON), *Quinqueloculina sp.*, *Biplanata sp.*, *Peneroplis giganteus* (GENDROT), *Martiguesia cyclamminiformis* (MAYNC), *Moncharmontia apenninica* (DE CASTRO).

La edad de estas formaciones corresponde al Santoniense superior más alto y el ambiente deposicional al de plataforma marina externa.

2.12.- CUATERNARIO.

El Holoceno se encuentra representado por suelos aluviales, coluviales, y travertinos, y el Pleistoceno por terrazas.

El Pleistoceno está representado por dos niveles de terrazas, que se encuentran al Norte de la Hoja siguiendo el curso del río Ebro, la más baja está conectada con el río y las más altas colgadas. Se han cartografiado dos pequeñas manchas de una tercera cerca de la localidad de Polientes.

El Holoceno está representado por limos, arenas, y arcillas, al Norte de la Hoja en el valle del río Ebro. También en la zona de Vasconcillos del Tozo donde se ha cartografiado una pequeña mancha.

Los Travertinos constituyen superficies tan pequeñas a lo largo de la Hoja que no los hemos figurado. Se encuentran en el Norte de Villaescobedo, en el nacimiento del arroyo Mundilla. Al Sur de Barrio-Lucio, en el nacimiento del río Lucio y en Cueva el Agua, al E. de Revilla de Pomar.

Tampoco se han dibujado en el plano geológico los pequeños coluviones que existen en la Hoja, fundamentalmente en las laderas de las Loras y en especial en la de Valdivia.

2.13.- ELECTROFACIES.

En la Hoja se encuentran numerosos sondeos de prospección petrolífera y en todos ellos se ha realizado Testificación Geofísica, por ello hemos considerado oportuna incluir este capítulo de electrofacies características de cada formación, siendo la electrofacies sinónimo de forma curva de registro. Hemos tomado una curva muy característica para la determinación de lito-logías (rayos gamma) además de en algunas ocasiones, la curva del neutrón y en otros el Sonic.

Habríamos podido tomar otros registros, pero no siempre a sido posible disponer de ellos. A pesar de ello indicaremos algunas de las características más importantes de otras curvas aunque no se hallan incluido en la memoria.

La combinación del registro inductivo-eléctrico (IES) y el potencial espontáneo (SP) nos permite detectar muy bien las arenas con agua dulce de las Facies Utrillas (SP positivo o invertido; y resistividad muy alta) y las areniscas con petróleo de las Facies Purbeck. Se hace neutro o negativo a partir de las facies Weald, con valores cada vez más saladas.

En el tránsito de la facies Purbeck a la Weald, las calizas con ostreas (Techo de la unidad B) dan valores altos de resistividad, sonic, neutrón, y densidad, y es un nivel de correlación a nivel regional.

En el Turoniense medio-Coniacense destaca un pico de Subida en el gamma, y una fuerte bajada del neutrón, que también es un nivel correlacionable a nivel regional.

En el Retiense-Hettagiense, presenta un valor bajo de Gamma, tanto para las dolomías como para las anhidritas, aunque sea más bajo para estas últimas en la curva del Neutrón, las dolomías dan valores bajos y altos en las anhidritas.

En el Sinemuriense inferior-medio, se observa un valor bajo de la curva de rayos gamma que va aumentando ligeramente según subimos a la serie y pasamos de calizas a calizas margosas; en el caso de la curva del neutrón tenemos el comportamiento inverso.

Para el Sinemuriense superior-Toarciense existe un aumento grande de los valores de la curva de rayos gamma debido a las margas, con algunos picos bajos de las intercalaciones calizas. Los valores son muy bajos en el neutrón con algunos picos altos de las calizas. Fig. 1

En el Dogger las electrofacies muestran tres ciclos, más visibles en la curva del neutrón que en la del gamma. Los valores parten de bajos, en el caso del neutrón para aumentar ligeramente y disminuir al final del ciclo. Al final del primero de los ciclos existe un alto valor del neutrón y bajo gamma de una caliza pelletífera. En general tenemos unos valores bajos del gamma y valores medios del neutrón. Fig. 2

Para las facies Purbeck se pueden establecer 5 electrofacies diferentes tanto para la curva de rayos gamma como para el sonic (los valores bajos de la curva corresponden a bajas velocidades del sonido). Fig. 3.

Un primer tramo inferior de bajo gamma y alta velocidad del sonido debida a la respuesta de los conglomerados de base.

Un segundo tramo bastante uniforme de alto gamma y bajo sonic debido a la preponderancia de margas.

El tercer tramo se caracteriza por un gamma algo más alto en la base, y bajo el resto (debido a las anhidritas y calizas); y un sonic más bajo en la base que sube en el resto del tramo.

El gamma en el cuarto tramo es bajo (carbonatos) con algunos picos altos debidos a las margas y calizas margosas ; el sonic, por el contrario es alto con algunas bajadas debidas a las margas.

Por último un quinto tramo con un gamma muy alto intercalado con algunas bajadas debidas a las areniscas, se observan claramente algunas secuencias positivas (bajo gamma que paulatinamente va subiendo de valor); el sonic da valores bajos debido a las arcillas con algunos picos de valores medios (areniscas).Fig. 3.

En la transición de las facies Purbeck a las facies Weald, se observa un tramo con un gamma bajo debido a las calizas y subidas en las pasadas arcillosas, el neutrón tiene en este tramo unos valores muy altos.

Sigue un tramo de unos 200m de gamma muy uniforme y alto, y neutrón bajo.

El tercer tramo de 150m se caracteriza por el predominio de bajos valores en la curva del gamma, con algunos picos altos. Son secuencias de areniscas que disminuyendo su tamaño de grano al techo pasan a arcillas y lutitas de la llanura de inundación (barras de Point-bar y llanura de inundación de un sistema fluvial meandriforme). El neutrón da valores intermedios en las areniscas y bajos en las arcillas.

Un cuarto tramo de 150m con predominio de gammas altos con algunas fuertes bajadas, y un neutrón bastante uniforme y valores bajos similares a los del tramo dos. Fig. 4.

La respuesta en las facies Utrillas es muy baja en el gamma y alta en neutrón en los primeros 15 m que corresponden a los conglomerados de Quintanilla de An, y un comportamiento bastante uniforme para el resto de la serie: gamma bajo con algunos picos altos y neutrón bajo.Fig. 6.

Para el Cenomaniense inferior-medio superior, la curva de rayos gamma da valores intermedios, con subidas en las arcillas, y el neutrón con valores bajos, da algunas subidas en las calizas. En el Turoniense inferior se produce una fuerte subida del gamma. Fig 7.

3. TECTONICA.

3.1.- TECTONICA REGIONAL.

Los primeros accidentes que afectan al Mesozoico tienen su origen en discontinuidades del substrato, correspondientes a un régimen extensivo: las primeras etapas tectónicas Neokiméricas.

A partir de estas discontinuidades se generan fallas directas, que favorecen una intensa diferenciación diapírica precoz, casi desde el comienzo del depósito del Jurásico. La cobertera se deposita amoldándose a esta diferenciación.

Estos altos diapíricos, evolucionando hasta el depósito del Cretácico superior, generan estructuras precoces y dan lugar a la formación de cubetas de gran sedimentación (Polientes, Humada) que se adelgazan hacia los altos por falta de depósito o erosión. La gran potencia en las cubetas va a facilitar la maduración de las rocas madres del petróleo.

El régimen extensional es seguido por un régimen de fases compresivas muy intensas de la Tectónica Alpina, que hace algunas fallas que habían jugado con directas en la fase extensiva actúen en la etapa compresiva como inversa. En la falla al Sur de Fuenteodra, con dirección W-E, que se apunta en el esquema, a jugado como directa favoreciendo la sedimentación al N y en la etapa compresiva se transforma en inversa haciendo aparecer la facies Weald y Purbeck sobre los sedimentos de facies Utrillas.

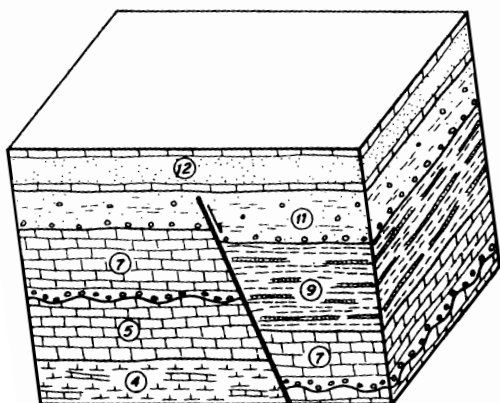
Otras fallas directas, que condicionaron fuertemente la sedimentación, como la de Basconcillos, dejan de actuar después de las fases compresivas y quedan fosilizadas por el depósito del Cretácico superior.

Desde la fase compresiva se producen pliegues de dirección NW-SE, anticlinales y sinclinales muy suaves con alguna falla, poco importante, casi perpendicular a sus ejes.

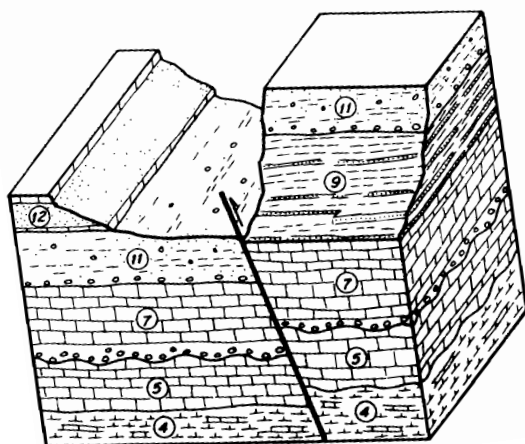
Por último, en la fase compresiva, tiene lugar el juego de fallas de desgarre, con funcionamiento dextro, que truncan a los pliegues (sinclinal de Corralejo) y producen pequeñas fallas asociadas como las de Barrio Lucio.

La evolución geodinámica tuvo tres etapas: una primera durante el Triásico y Jurásico inferior de "pre-rift"; una segunda durante el Jurásico superior y Cretácico inferior de "rifting" que determina la apertura oceánica y deriva continental de la Península Ibérica durante el Albiense superior y Cretácico superior y una tercera fase compresiva, durante el Terciario, correspondiente, a la orogenia Pirenaica Alpina.

DISTENSION



COMPRESION



3.2.- DESCRIPCION DE LAS PRINCIPALES ESTRUCTURAS COMPRESIVAS.

Se pueden individualizar varios accidentes tectónicos dentro de las unidades: Plataforma Burgalesa, en el Norte de la Hoja, y la Banda Plegada, en el Sur. Todo ello en el Dominio Cántabro Navarro (FEUILLEE y RAT, 1971). Fig. 8.

Al Norte de la Hoja, en la Plataforma Burgalesa:

- El Sinclinal de la Lora de Valdivia.
- Anticlinal de Ayoluengo.

Al Sur de la zona mucho más tectonizada (La Banda Plegada) que comprende las siguientes estructuras:

- Sistema de fallas de Ubierna
- Sinclinal de Corralejo.
- Sinclinal de la Lora de Valdelucio.
- Sinclinal del borde SW
- Anticlinal de Basconcillos del Tozo
- Anticlinal de S. Mames de Abar
- Anticlinal de Fuenteodra.

3.2.1.- Sinclinal de la Lora de Valdivia

Se trata de un gran sinclinal con suaves buzamientos en ambos flancos, de dirección E-W. Se sitúan en su núcleo los sedimentos del Cretácico superior formando un páramo de unos 1000 m de altitud. En sus flancos, que constituyen fuertes escarpes, se sitúa el Cenomaniense medio-superior. En las zonas bajas, los sedimentos ditríticos de las facies Weald y Utrillas.

Algunas fallas de poca importancia, casi perpendiculares al eje, se sitúan en sus flancos.

3.2.2.- Anticlinal de Ayoluengo.

Al E, en la localidad de Ayoluengo existe un anticlinal en el que se encuentra ubicado el campo petrolífero. Por el núcleo pasa una falla normal NE-SW, de gran importancia para la ubicación del yacimiento petrolífero y otras de compensación al NW, con su plano de falla buzando al Sur.

En la formación de esta estructura a tenido gran importancia la tectónica Halocinética en un domo del Trías que condiciona el anticlinal y todo el sistema de fallas. Fig 13.

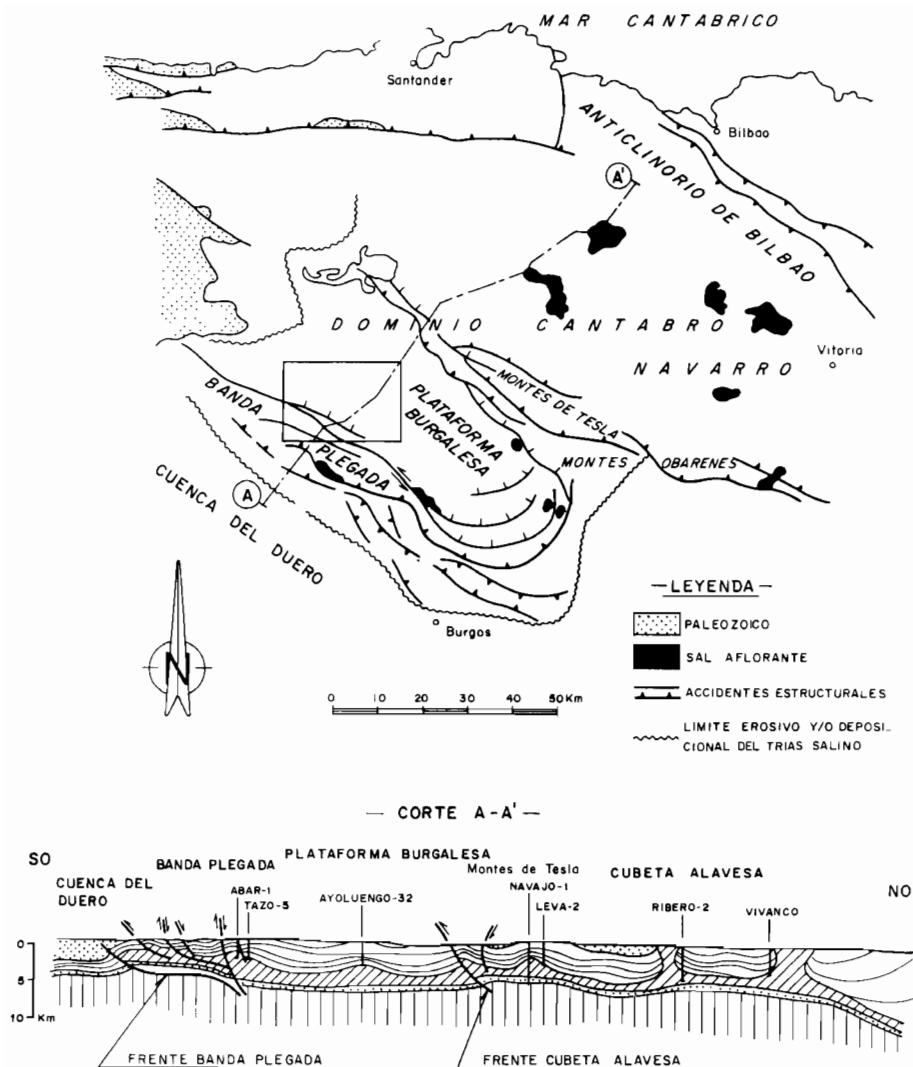


Fig. 8

Tomado de Ana Serrano et. al. (1989)

3.2.3.- Sistema de fallas de Ubierna (sistema Ventaniella).

Lo forman en esta Hoja la falla que sigue el curso del río Lucio la falla de Basconcillos, y algunas pequeñas fallas ligadas a estas.

Con esta dirección NW-SE, desplazamiento dextrógiro y con una gran componente de desplazamiento horizontal, aparecen a lo largo de ella pequeñas manchas del Triás. Bisela a todo el Jurásico de la parte W de la Hoja produciendo una disposición en cuña de estos sedimentos. En parte central trunca el sinclinal de Corralejo y produce una serie de fallas oblicuas a ella que cortan el flanco Norte del sinclinal de la Lora de Valdelucio.

3.2.4.- Sinclinal de la Lora de Valdelucio.

Se verticaliza al E según converge con la falla de Ubierna y está afectado por numerosas y pequeñas fallas que afectan a su flanco Norte. También están formando un páramo los materiales del Cretácico superior que estuvieron sometidos al juego de dos fallas de desgarre de movimiento dextro, una por el Norte (Ubierna y otra por el Sur, que han hecho que se deforme por el W.

3.2.5.- Sinclinal de Corralejo

Muy apretado, produce un efecto muy espectacular de escalonamiento en los materiales tableados del Coniaciense y Santoniense inferior. Su flanco Sur es biselado por la falla de Ubierna haciéndolo desaparecer, en parte. Esto muestra como el juego de la falla ha sido posterior a la deposición de los sedimentos del Cretácico superior y a la fase comprensiva que dio lugar a las estructuras sinclinales y anticlinales oblicuas a ella.

3.2.6.- Sinclinales del Borde Sur-Oeste.

Dos sinclinales apretados forman la esquina SW de la Hoja. Uno de eje NW-SE y el otro de dirección SW-NE cortado por una falla de desgarre que lo desplaza al SE y que también desplaza la falla que con dirección E-W, pasa por el Sur de Fuenteodra.

3.2.7.- Anticlinal de Basconcillos del Tozo

El anticlinal de Basconcillos del Tozo, con suaves punzamientos y núcleo de facies de Utrillas, tiene en su flanco N una importante falla, que converge en la de Ubierna, y levanta el bloque Sur haciendo que afloren las calizas del Malm. Los sondeos petrolíferos han puesto en evidencia una gran complejidad en la zona.

3.2.8.- Anticlinal de San Mames de Abar.

De núcleo calizo (Malm) choca con la falla de Ubierna en su flanco Sur y está afectado por pequeñas fallas asociadas a ella.

3.2.9.- Anticlinal de Fuenteodra

El anticlinal de Fuenteodra, tiene en su núcleo sedimentos wealdenses y su traza axial tiene una disposición W-E. El Flanco Sur está recorrido por una falla, paralela al eje del anticlinal, que ha jugado como una falla directa en la tectónica extensiva y como inversa en la compresiva, haciendo que afloren las calizas del Malm, cortadas por una pequeña falla de dirección NW-SE.

4.- HISTORIA GEOLOGICA.

Los materiales más antiguos de la Hoja son los depósitos arcilloso- evaporíticos del Triás, que afloran a favor de fallas y están escasamente representados en la Hoja. Aunque tiene una gran importancia en la evolución paleogeográfica durante el Mesozoico sólo se conocen mediante la interpretación de las líneas sísmicas.

Constituyen para nosotros el límite inferior de la serie estudiada.

En el Retiense-Hettagiense-Sinemuriense inferior se depositan las dolomías y carniolas, con evaporitas, “facies de sebkha”, y facies de llanura intermareal, calizas dolomíticas con laminaciones criptalgares, todo ello dentro de un ambiente de plataforma interna muy restringida.

Sigue un ambiente de plataforma media con calizas mudstone y grainstone de oolitos, con secuencias de 1 a 3 m de mudstone en la base y grainstone oolítica a techo, de progradación de bancos “Shoals” oolíticos sobre zonas deprimidas de baja energía (PUJALTE 1988). La subsidencia era compensada por la sedimentación, lo que dio un carácter somero a estas facies.

A continuación se produce un descenso del nivel del mar dando lugar a un medio de plataforma Pelágica o Hemipelágica con surcos más subsidentes. Es una serie de margas que en zonas cercanas corresponde con las intercalaciones de margas y calizas, muy fosilíferas. Se producen facies de cuencas euxínicas con abundantes rocas madre de petróleo. A partir del Bajociense inferior aparecen los primeros Zoophycus.

Hay en la parte alta una tendencia a la somerización que en el Bajociense superior en áreas cercanas a la Hoja, se pueden ver calizas de esponjas de un ambiente energético alto.

Un nuevo ascenso del nivel marino da facies de Wackestone de filamentos con intercalaciones margosas en un ambiente de plataforma pelágica. Al Sur de la Hoja sería una zona de borde de cuenca donde se encontrarían las potencias menores de la serie (300 m), aumentando al N (surco subsidente), en Ayoluengo las potencias son de 600 m y más al Norte llegan a los 1000m.

Con el inicio del "rifting" del Golfo de Vizcaya y el levantamiento de la Península por el W, junto con su basculamiento al Sur, se produce una súbita retirada del mar produciendo una emersión de los sedimentos del Dogger. Prueba de ello es la superficie erosiva en el Calloviense inferior, sobre la que se deposita conglomerados versicolores de cantos calizos de materiales infrayacentes en un ambiente de abanicos aluviales.

Con dirección W-E y en la parte sur de la Hoja, se instala una cuenca endorreica con deposición de carbonatos, (F. AGUILAR), calizas con algas carófitas, que sufre eventuales desecaciones dando evaporitas (sondeos de los Tozos). Fig. 9

Cuenca ligada al sistema de Fallas de Ventaniella (Falla de Villela al Sur, Falla del Río Lucio, y Falla de Mataporquera al Norte) que producen una subsidencia diferencial del área situada entre las fallas. Subsidencia que es mayor al Norte como lo demuestran los mayores espesores de sedimentos.

Al Norte y con sentido Sur, sistemas aluviales con deposición de areniscas, arcillas, y eventualmente pasadas de calizas lacustres, debidas a momentos en que el nivel del lago estaría más alto.

En el Berriensiense-Valanginiense inferior se produce un ciclo transgresivo-regresivo, donde el mar invade la cuenca con un carácter somero produciendo una llanura mareal y su red de canales. En la parte inferior presenta influencias de agua dulce y en la superior, de la fase transgresiva, influencia del agua salobre y salada, con litologías carbonatadas. En la Fase regresiva da facies de agua dulce.

Son por tanto facies de lago carbonatado al Sur y facies continentales con alguna influencia marina al Norte. Al final se uniformiza la cuenca dando al techo de la "facies Purbeck" calizas arenosas o lumaquelas de ostreas, que constituye un horizonte muy importante por su respuesta como reflector en sísmica.

Según sondeos realizados en la zona de sedimentos evaporíticos se encuentran desplazados en la zona de Basconcillos del Tozo, lo que demuestra que la Falla de Ubierna jugó después del depósito de las calizas de algas (F. AGUILAR).

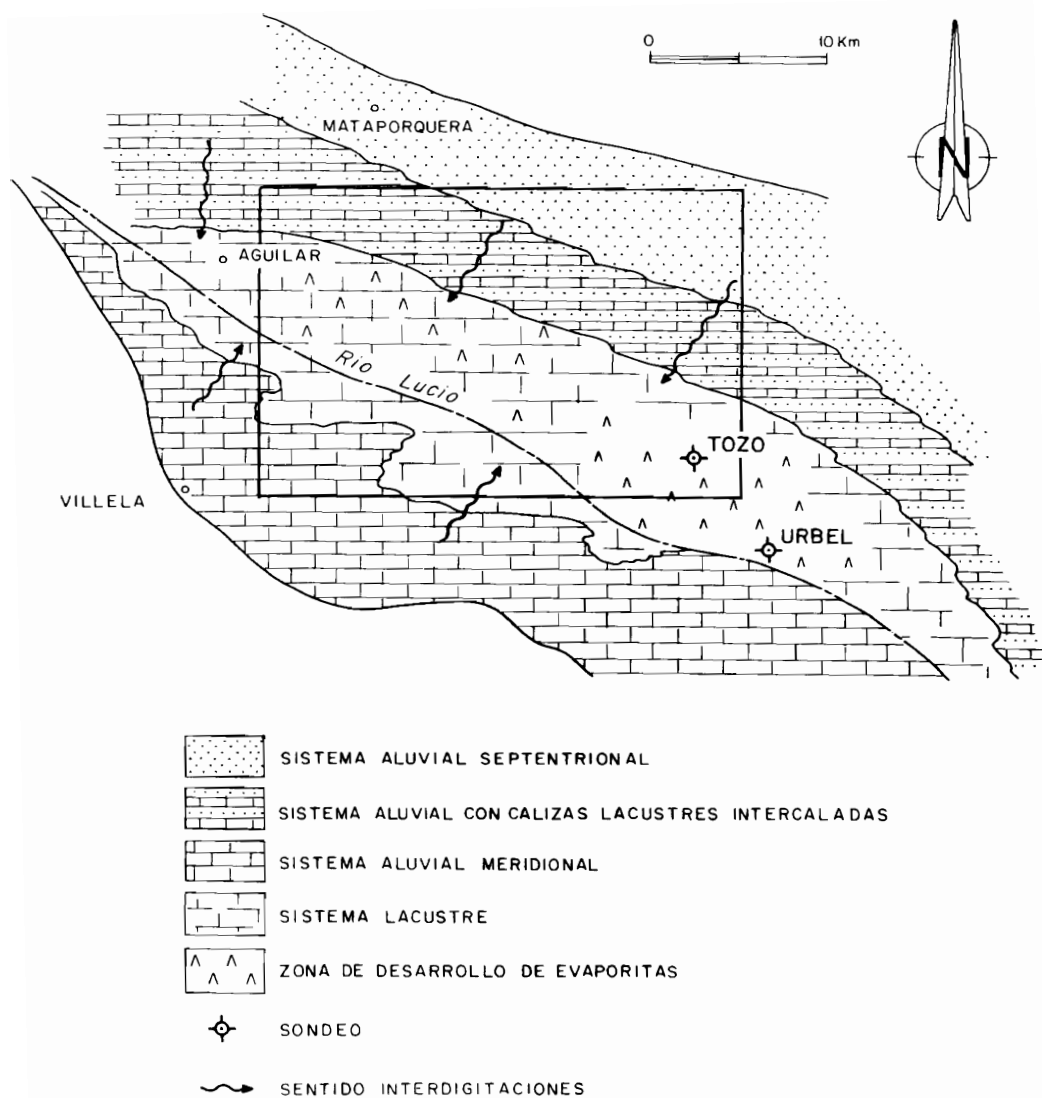


Fig. 9 Distribución areal de los sistemas sedimentarios de la F. Aguilar (Tomado de Pujalte V. 1982)

De nuevo una elevación y por tanto rejuvenecimiento de la Meseta Castellana y el Macizo Asturiano da lugar a que su erosión produzca en el área lo que RAT (1958) llamó "fase de sedimentación terrígena activa", depositando en el Valanginiense superior-Barreniense y Aptiense una potente serie de areniscas, lutitas y arcillas en secuencias granodecrecientes de medios fluviales (meandriforme).

Esta serie de unos 200m en la zona Norte corresponde a ríos distributarios de un sistema fluvial, entre los que existirían charcas o lagunas temporales, que circularían desde el S y W hacia una zona lacustre somera que se encontraba al N de Cantabria. Fig.10.

Un pulso tectónico (Fase Aústrica), hace que se depositen conglomerados de abanicos aluviales con dirección NW (conglomerados de Quintanilla de An) discordantes sobre las facies Weald e incluso sobre las calizas del Malm. La mayor potencia se encuentra en la parte Nor-Central de la Hoja, disminuyendo a W y S donde pasan a estar intercalados entre arcillas negras con lignitos y areniscas.

Sobre ellos se depositan la "facies Utrillas" de edad Albiense inferior-Cenomaniense inferior en un ambiente fluvial que lateralmente, pero ya fuera de la Hoja, al N y NE, pasan a calcarenitas con Orbitolinas y desarrollo de una sedimentación arrecifal, observándose este cambio de facies en la Hoja de Las Rozas.

Desde el Cenomaniense medio se siente en todo el área una paulatina invasión marina, producto de una trasgresión que en el Cenomaniense más alto o Turoniense inferior llega al máximo (FLOQUET 1983) con el depósito de margas que se hacen más potentes en el Norte. Existen algunos Hiatos estratigráficos en el Turoniense y Coniaciense puestos de manifiesto por RAMIREZ DEL POZO (1978).

Con la instalación de una plataforma interna (Lagoon), deposición de calizas con estratificaciones cruzadas de bajo ángulo y de gran tamaño (barrera) se pasa a una plataforma media, con margas y pasadas de caliza detrítica con glauconita.

Ya al final del Santoniense se sienten los efectos de la regresión con deposición de calcarenitas, calizas bioconstruidas y areniscas de cemento carbonatado.

Parece que no existió sedimentación durante el Terciario, y los sedimentos más modernos de la Hoja son las terrazas del Pleistoceno y los aluviales del Holoceno.

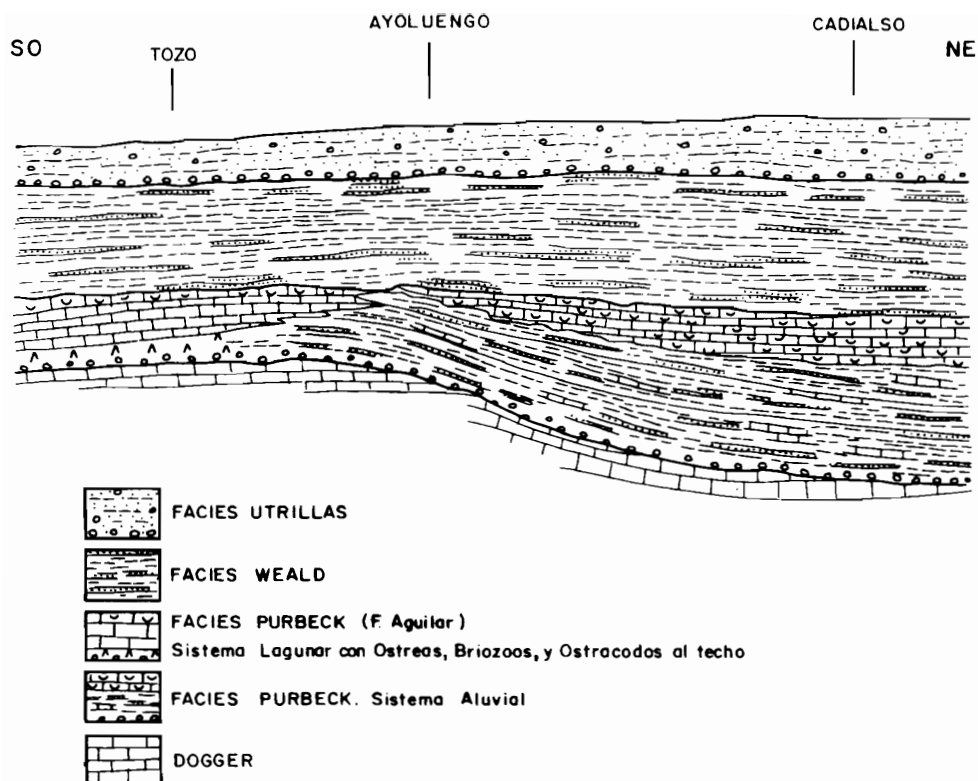


Fig. 10

EVOLUCION SEDIMENTOLOGICA (FACIES PURBECK-WEALD)

(Modificado de Serrano A. y Del Olmo W. - 1986)

5.- GEOLOGIA ECONOMICA.

5.1.- MINERIA Y CANTERAS.

No existen actualmente en la Hoja ninguna explotación minera, si exceptuamos algunas canteras.

En la zona NW, al lado de la localidad de Cezura, se explota actualmente la mayor cantera de la zona, arenas (F. Utrillas) para áridos. Se han explotado en el pasado, un poco más al N, arcillas negras de esta misma formación para cerámica.

Más al N, en la colina que se deja al Norte de la carretera a San Cristóbal del Monte, denominada Torrecilla, existen pruebas de una gran actividad de canteras en el pasado, de donde se extraían bloques de areniscas (F. Weald) para la construcción de los edificios de los pueblos de la zona.

También se explotan las arenas de "Utrillas", al W en la zona de Puentetoma, en S. Mames de Abar, y Basconcillos del Tozo.

Se explotan calizas del Turoniense superior en Basconcillos de Tozo, al N y a menos de 1 km. en dirección a Barrio-Panizares.

Existen algunos indicios de minería de lignitos, al lado de la localidad de Corralejos, aunque esta parece una minería testimonial.

Actualmente está en curso una investigación del I.T.G.E. en toda Cantabria, sobre la proximidad de rocas arcillosas existentes en dicha Comunidad.

En el área de la Hoja de Polientes, se clasifican como arcillas comunes, (para la fabricación de ladrillos, tejas, azulejos, y revestimientos) de las facies Weald. Como arcillas Fireclay (plastic clay) (para fabricar azulejos y revestimientos) y caolín (para loza y porcelana) en los conglomerados de Quintanilla de An y las facies Utrillas, sobre todo en su parte inferior, tanto al NE como al NW de la Hoja.

5.2.- HIDROCARBUROS.

La investigación de hidrocarburos en la Hoja ha sido muy importante, señalándose ya en la memoria de la antigua Hoja geológica de Polientes (ALMELA 1955), una pequeña impregnación petrolífera en areniscas y pudingas, a unos kilómetros al Sur de Basconcillos

del Tozo (conocido en la localidad por Campanario de las Grullas) se encuentran asfaltos en las arenas de "Utrillas", al sur de la carretera que une Basconcillos con Pradanos del Tozo, a menos de 1 km de la primera.

Se inician las investigaciones en el área, en el año 1964, a cargo de AMOSPAIN, como empresa operadora en los permisos de investigación de titularidad de CAMPSA. El sondeo Ayoluengo-1 encontró petróleo a 2397,4m en el término municipal de Valdeajos.

Era petróleo parafínico, de densidad 0.84 (36 API), de calidad excelente por su bajo contenido en Azufre (solo el 0,17%) y por ser muy elevada su proporción de productos ligeros. Una dificultad es la presencia de Arsénico en el petróleo. Tabla 1.

Un primer cálculo de reservas dio dos millones de toneladas llevando extraídas hasta el 31-12-1989, 2.058.659 toneladas.

El desarrollo del campo tuvo un periodo de gran actividad entre 1964 y 1968 en que se perforaron 30 sondeos y de nuevo a partir de la crisis petrolífera en 1973 se realizaron otros 20 sondeos. Al tratarse de cuerpos arenosos discontinuos, existe la posibilidad de seguir incrementando las reservas, principalmente al sur de la falla de Ayoluengo.

Desde el momento del descubrimiento se realizó una intensa investigación en la zona, perforando 6 sondeos en la zona del Tozo, y otros en: Basconcillos, San Mames de Abar, Trashaedo, y más de 50 sondeos en el término de Sargentos de los Lora, con denominación de "Ayoluengos" como el que descubrió el campo. Todavía en el año 1987 se perforó un sondeo en la zona de Cantonegro al Sur de Respenda.

Los almacenes productivos son principalmente los sedimentos de las facies Purbeck y el Lías calizo, este último en sus primeros metros debido a la dolomitización (porosidad secundaria), da porosidades del 8 al 12 %, y las facies Purbeck, que al Norte y Este cambian a facies fluviales de areniscas y arcillas rojas, en secuencias de barras de meandro incomunicadas unas con otras tanto vertical como lateralmente, cortándose en Ayoluengo más de 60 capas productoras diferentes con porosidad del 12 al 20%.

Al Sur, las facies Purbeck cambian a litologías carbonatadas (calizas de Aguilar), pudiendo ser roca almacén solamente en las zonas que presentan fracturación.

No pueden descartarse como almacenes los sedimentos de las facies Weald, con porosidades del 15% en las areniscas, ya que en los sondeos de Tozos, Basconcillos, Ayoluengo, etc. se han presentado indicios.

Las compañías de petróleo han denominado a las rocas almacén del Purbeck como Unidades A inferior (Valanginiense inferior), A y C, y a las facies Weald como unidad A media y superior. Fig. 11.

El grado de clasificación de las areniscas de la Unidad B es de 0.69 O y para las areniscas de la Unidad A, está comprendido entre 0,48 y 0,90 O (FOLK 1974), que corresponden a unas areniscas moderadamente bien clasificadas a moderadamente clasificadas y su tamaño de grano entre 1/2 y 1 mm (tamaño de grano grueso).

La permeabilidad está entre 0 y 400 milidarcys.

El mineral arcilloso principal es la caolinita y como minerales pesados se encuentran la piritita en mayor cantidad así como: Actinolita, Andalucita, Anhidrita, Barita, Clorita y Hamatites.

El agua de formación tiene una salinidad que varía desde 15.000 a 60.000 p.p.m. de ClNa y la relación Cl/Br, mayor de 292 en todos los análisis, hace que pueda considerarse como procedente de zonas salinas inferiores, lo que supone un argumento más a favor de la emigración vertical. Tabla 1.

El origen del petróleo está en el Lías margoso que es, la principal roca madre del área, y los sedimentos de las facies Purbeck.

En la cubeta de Polientes han comenzado a generar petróleo antes de la estructuración Neoalpina y posteriormente a la Kimmérica, con lo cual los hidrocarburos producidos se han entrampado en estructuras tempranas (Ayoluengo). En algunos casos han podido ser destruidos por la tectónica Alpina. En los flancos de la cubeta estarían generando posteriormente a esta tectónica oligocénica y por tanto los hidrocarburos generados podrían estar entrampados en estructuras más recientes.

El Lías margoso, que excepto en el Sur que está inmaduro, se halla en la ventana de generación de hidrocarburos, aumenta el grado de maduración hacia el NE, siendo en esta dirección en la que aumenta fuertemente el espesor de sedimentos de la facies Purbeck y Weald.

Los estudios de reflectividad y análisis de pirólisis Rock-Eval, de las muestras superficiales tomadas en diferentes zonas de la Hoja y en sedimentos de Facies Purbeck, Weal y Utrillas, muestran que los restos vegetales son de procedencia terrestre y por tanto no son generadoras de petróleo. Representadas en un diagrama, Índice de Hidrógeno (HI)- Temperatura máxima (Tmax), todos corresponden a un Kerógeno Tipo III. Fig 12.

De las muestras tomadas en lo largo del Sondeo Ayoluengo-32, apenas tienen componentes

CARACTERISTICAS MEDIAS DEL PETROLEO DE AYOLUENGO

Muestra	AS	V	Ni	DENSIDAD		Base del crudo
				F 250/275	F.275/300 (49 mm/Hg)	
Ayoluengo, Arena 8	7	Inf. a 3	Inf. a 2	0,820 (41)	0,881 (29)	Parafínico intermedio
Ayoluengo, Arena 9	18	" 3	" 2	0,827 (39.6)	0,905 (25.2)	Intermedio
" " 10	15,5	" 3	" 2	0,819 (41.2)	0,887 (28)	Parafínico intermedio
" " 11	12	" 3	" 2	0,818 (41.3)	0,888 (27.8)	Parafínico intermedio
" " 12	18,5	" 3	" 2	0,821 (40.8)	0,891 (27.4)	Parafínico intermedio
Sargentés, Arena 9/10	4	" 3	" 2	0,836 (37.5)	0,887 (28)	Intermedio
" " 20/21	5	" 3	" 2	0,821 (40.8)	0,887 (28)	Parafínico intermedio
" " X	15	" 3	" 2	0,822 (40.5)	0,879 (29.3)	Parafínico intermedio
Unidad A, Terena 34	9	" 3	" 2	0,828 (39.2)	0,897 (26.3)	Intermedio
" A, Arena 35	15	" 3	" 2	0,824 (40.1)	0,880 (29.2)	Parafínico intermedio

Los contenidos en AS, V y NI se expresan en ppm.

Las cifras entre paréntesis se refieren a las densidades en ° API

(Tomado de García-Siñeriz B. 1979)

Fig. 11

ANALISIS DE AGUA DE LA ZONA DE AYOLUENGO

PH	6
Densidad a 15°C	1,0345
Resistividad (Ohmxcn)	16,67
Salinidad total (g/l)	45,4
Cloruros (mg/l como cl)	23.650
Sulfatos (mg/l como SO ₄)	3.637,5
Bicarbonatos (mg/l como HCO ₃)	272
Carbonatos	carece
Sodio (mg/l)	15.500
Potasio (mg/l)	132
Magnesio (mg/l)	257,25
Calcio (mg/l)	907
Calcio (mg/l como CaCL ₂)	2.520
Amonio (meg/l)	0,675
Amonio (mg/l como NH ₄)	12
Benceno (ppm)	8
Bromuros (meg/l)	Inf. a 2
Ioduros (meg/l)	Inf. a 0,4
Acido Sulfhídrico	Carece

Fig. 12

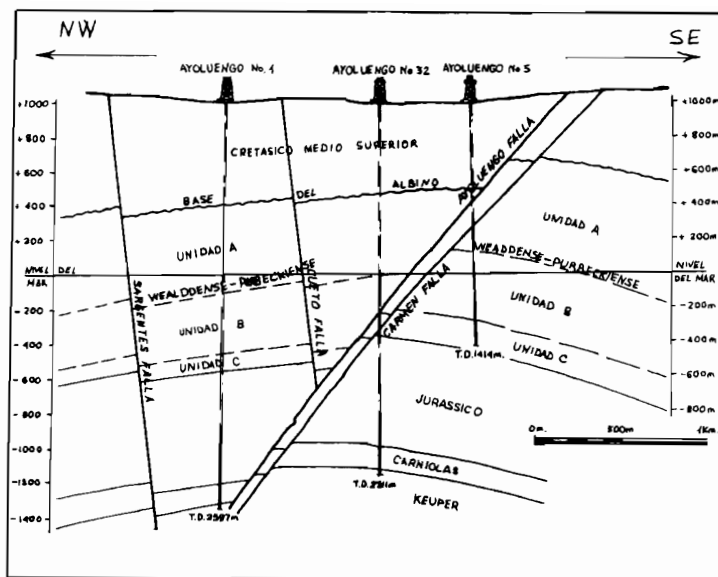
(Tomado de García-Siñeriz. B. 1979)

fluorescentes, lo que está de acuerdo con su escasez en materia orgánica, todas las que se tomaron desde el principio del sondeo hasta el Dogger, dan contenidos en petróleo y color de fluorescencia amarillo, después se hace más anaranjado.

Las rocas del Dogger y el Sinemuriense tienen color anaranjado y son menos abundantes en petróleo. La reflectancia de las muestras del sondeo es poco significativa por contener pocas partículas de vitrinita y estar afectada por la impregnación de petróleo.

En el área se explota actualmente el campo de Ayoluengo, situado en un pliegue anticlinal de dirección NE-SW, y cortado por la falla de Ayoluengo que tiene esa misma dirección y buza al NW. Otras fallas más al N que buzanan al SE (falla de Cueto, falla de Sargentos) forman una estructura de semigraben que termina contra la falla de Ayoluengo. Fig.13.

La mayor parte del petróleo que se explota en el campo se extrae de los estratos situados al Sur de la falla de Ayoluengo, por lo que además de la estructura, las condiciones estratigráficas han sido de gran importancia en la formación del yacimiento.



CORTE EN EL CAMPO DE AYOLUENGO (Tomado de QUEROL, R. 1969)

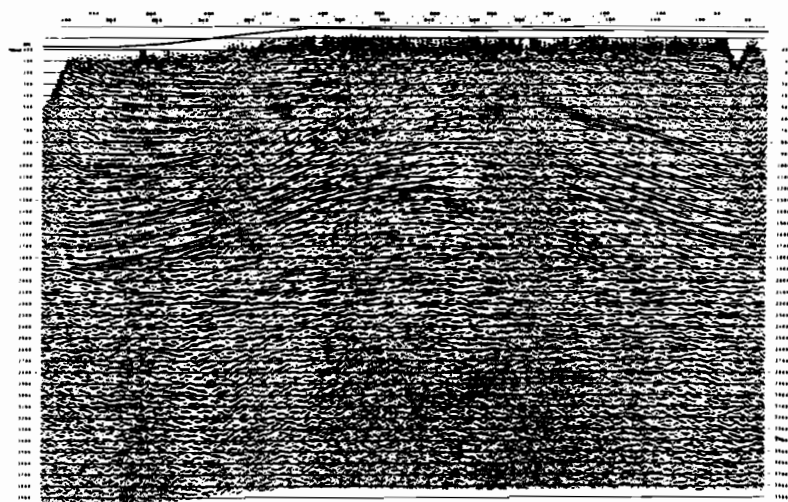


Fig. 13

PERFIL SISMICO DEL CAMPO DE AYOLUENGO (ZAM-13)

5.3.- HIDROGEOLOGIA.

5.3.1.- CLIMATOLOGIA E HIDROLOGIA.

Realizando un análisis de la climatología de la Hoja se han obtenido unos resultados para las temperaturas medias anuales que oscilan entre los 5° de mínimas y los 20° de máxima, los valores de precipitaciones anuales están comprendidos entre 650mm y 1100 mm. Con estos datos se puede clasificar el clima de esta forma como: "Húmedo, tipo Atlántico, con influencia Continental-Mediterránea".

La red de drenaje superficial se distribuye en dos cuencas hidrográficas distintas: la del Duero y la del Ebro.

El río Ebro discurre en 20 km por la parte más septentrional de la Hoja recogiendo en su cauce directamente las aguas de pequeños arroyos que confluyen en él por el Norte, Sur y Oeste. El río Rudrón es el segundo río más importante. Nace en los manantiales Cretácicos calcáreos de la zona y drena la parte sur y este, vertiendo sus aguas al río Ebro pocos kilómetros después de abandonar los límites de la Hoja.

La red hidrográfica que forma parte de la Cuenca del Duero tiene unas dimensiones inferiores a la correspondiente de la Cuenca del Ebro, los caudales en ella transportados son también menores. El río Lucio es el cauce principal y a él llegan las aguas de la zona meridional y Oeste.

A continuación se adjunta una relación de los puntos de agua más importantes y su situación con los caudales medidos en una campaña de aforos en estiaje. En la información complementaria que acompaña a la Hoja se incluyen fichas de todos los puntos de agua localizados en una campaña de inventario realizada.

Cuenca: DUERO				
Nombre	Caudal	Localidad	Provincia	Coordenada
Cuevalagua	75 l/s	Pomar de Valdivia	Palencia	42° 46' 17" 4° 7' 28"
Pisadera	10 l/s	Fuencaliente Lucio	Burgos	42° 44' 33" 4° 9' 20"
Chopillos	5 l/s	Riba de Valdelucio	Burgos	42° 42' 10" 4° 5' 00"
Regalada	10 l/s	Barrio Lucio	Burgos	42° 41' 50" 4° 5' 00"
Fuente Gusto	20 l/s	Solanas Valdelucio	Burgos	42° 41' 2" 4° 3' 15"
Cuenca: EBRO				
Ceniceros	150 l/s	Sargentos de la Lora	Burgos	42° 42' 15" 3° 55' 00"
Mundilla	30 l/s	Respenda de Aguilar	Palencia	42° 45' 20" 4° 4' 50"
Panizares	150 l/s	Barrio-Panizares	Burgos	42° 43' 15" 3° 57' 50"
Anteruela	20 l/s	Sargentos de la Lora	Burgos	42° 47' 25" 3° 52' 2"

5.3.2.- ALMACENES E IMPERMEABLES

En lo que se refiere a la Hidrogeología propiamente dicha distinguiremos entre formaciones permeables e impermeables a efectos de determinar los acuíferos interesantes desde el punto de vista hidrogeológico.

- Retiense-Hettagiense:

Esta formación globalmente se puede considerar como un nivel permeable o impermeable según la profundidad a que se encuentre ya que está formado por dolomías y calizas dolomíticas que contienen anhidrita. Su potencia es de unos 100 metros.

- Sinemuriense inferior-medio:

Constituye un buen almacén, se trata de calizas grainstone oolíticas muy permeables, alternando con calizas mudstone en pasadas de poco espesor. Su porosidad media entre 8 y 12% (datos obtenidos de los registros geofísicos de sondeos situados en la zona). Tiene unos 130 m de espesor medio.

- Sinemuriense superior-Pliensbaquiense-Toarciense:

Constituyen un nivel impermeable, por tratarse fundamentalmente de margas con alguna pasada de caliza mudstone margosa. Su potencia es de unos 130 m.

- Dogger:

Constituyen un almacén pobre ya que son calizas wackestone con poco volumen de hueco. Los sondeos dan porosidades en los registros geofísicos inferiores al 5% para esta formación. Su potencia media es de unos 200 m.

- Purbeck calizo:

La formación que descansa sobre un conglomerado basal de cantos calizos y está formada fundamentalmente por calizas microcristalinas con porosidad fenestral, que a techo van pasando a calcarenitas; constituyen un almacén aceptable desde el punto de vista hidrogeológico. La serie tiene unos 500 m de potencia y alfora en el Sur de la Hoja.

- Wealdense-Purbeckiense:

El Purbeck hacia el norte es fundamentalmente detrítico, siendo comparable su comportamiento hidrogeológico al del Wealdense. Se trata en ambos casos de una alternancia de areniscas y arcillas con algún nivel de calcarenita, las areniscas se suelen disponer en litosomas de 10 a 12 m de potencia. Estas formaciones se comportan como un acuífero multicapa, alternando los niveles más arcillosos cuyo comportamiento es el de impermeables, con materiales detríticos permeables y por tanto almacén. Las porosidades obtenidas a partir de los sondeos dan valores del 12% para las areniscas del Purbeck es de 1200 m y la del Weal de 1800 m. El Purbeck contiene agua salada en gran parte de la Hoja, donde es objetivo petrolífero.

- Utrillas:

Se trata de un excelente almacén por ser una formación arenosa. Litológicamente está constituida por arenas y gravas, con alguna pasada de arcillas grises. El acuífero funciona por porosidad primaria, habiéndose obtenido con los registros geofísicos disponibles de la zona de valor del 20% para la porosidad de las arenas de esta formación. La potencia es de unos 300 m de los que el 80% son arenas.

- Turoniense inferior:

Constituye un nivel impermeable por tratarse de una formación compuesta fundamentalmente por margas arenosas. Su potencia oscila entre los 15 y los 60 m.

- Turoniense superior-Coniaciense:

Se trata de un almacén muy bueno por estar formado por materiales muy permeables. Fundamentalmente son calizas de tamaño de grano variable, alternando calizas de grano muy fino (mudstone) con calizas de grano medio a grueso (packstone y grainstone) y calizas bioconstruidas. La porosidad aumenta conforme lo hace el tamaño de grano. La permeabilidad y la porosidad secundaria son muy elevadas ya que las calizas se encuentran muy fracturadas dando lugar a una acusada karstificación con formación de espectaculares cuevas (se adjuntan planos y localización de algunas de ellas en la información complementaria). Estas cuevas tienen un desarrollo predominantemente Este-Oeste, debido a ser esta la orientación preferente de la fracturación. La potencia de la formación es de 80 m.

- Santoniense inferior-medio:

Se trata de una formación impermeable constituida predominantemente por margas calcáreas gris verdosas nodulosas y margas hojosas, con alguna pasada de calizas más arenosas. Su potencia es de 100 m.

- Santoniense:

Constituye un almacén de características regulares, formado por calizas margosas, margas y calizas bioconstruidas. La porosidad es baja y desarrollada a partir de fracturas. La potencia total cuando la serie parece completa es de 150 m.

5.3.3.- Sistemas hidrogeológicos

Tienen cabida en la Hoja dos unidades hidrogeológicas importantes: una que se desarrolla al Norte de la Falla de Ubierna, constituido por un importante sistema hidrogeológico multicapa, y los otros al Sur de la misma, formados por sistemas individualizados más pequeños.

El sistema situado al norte de la falla es el más importante y los acuíferos en él localizados alimentan fundamentalmente a dos grandes ríos: el Ebro y el Rudrón. La alimentación se realiza, bien directamente o bien descargando el agua través de manantiales y fuentes a otros arroyos subsidiarios de la red de estos ríos. Sólo una pequeña parte de las aportaciones hídricas del sistema alimenta a la red de la Cuenca del Duero.

Los niveles acuíferos del Utrillas son la principal reserva y fuente de aportaciones del sistema Norte, canalizándose sus salidas a través de pequeños arroyos y por drenaje directo al cauce del río Ebro al Norte de Lora, y por pequeños riachuelos que pertenecen a la Cuenca del Duero en el Sur de la Lora.

La recarga del acuífero se realiza fundamentalmente por infiltración del agua de lluvia, teniendo para ello 90 km² de superficie de afloramiento y casi 250 km² de superficie total, concentrando la parte más importante de las reservas hídricas de la Hoja, cifradas en 10.000 Hm³.

El acuífero Turoniense configurado en la denominada Lora de Valdivia, es el otro suministrador importante de agua a la red de drenaje, sus salidas principales se realizan por: Barrio-Panizares (manantial que alimenta al Rudrón), Mundilla (manantial que da lugar al arroyo del mismo nombre, afluente del Rudrón), Cuevalagua (manantial que vierte sus aguas a la Cuenca del Duero), y mediante drenaje directo cuando el río Rudrón y el Ebro (fuera ya de la Hoja) tienen su cauce sobre las calizas de esta formación.

La recarga del acuífero se efectúa por infiltración directa del agua de lluvia, teniendo por ello una superficie total de afloramientos de unos 145 km², en la denominada Lora de Valdivia, Evaluándose las reservas en unos 500 Hm³.

La Unidad Hidrogeológica ligada a la Banda Plegada (inmediaciones de la Falla de Ubierna) tiene una menor extensión, y por tanto menos importancia.

Los acuíferos que lo constituyen, que fundamentalmente son almacenes del Utrillas y del Cretácico superior, canalizan todas sus salidas hacia la Cuenca del río Duero.

Es una zona tectónicamente muy compleja dando lugar a sistemas hidrogeológicos de pequeñas dimensiones. Todos estos acuíferos alimentan al río Lucio o a pequeños afluentes de éste, y al río Odra. Estos dos ríos son a su vez afluentes del Pisuerga.

Las salidas más importantes se realizan en Solanas de Valdelucio por la Fuente del Gusto, que drena al acuífero Utrillas en las proximidades a la Falla de Ubierna, la fuente de la Regalada que en un bello entorno paisajístico aflora drenando las formaciones del Cretácico superior de la Lora de Valdelucio, y las fuentes que alimentan al río Odra (Fuente Odra y otras pequeñas), que se nutren del almacén del Utrillas en la zona más al Sur de la Hoja. Señalar en este área la posibilidad de explotar mediante sondeos los almacenes del Jurásico (existe un sondeo en producción para abastecimiento al pueblo de Paúl).

Resumiendo podemos decir que toda la Hoja es una zona de gran interés desde el punto de vista hidrogeológico ya que situada en el límite de dos grandes Cuencas Hidro-

gráficas españolas, Duero y Ebro, contine un importante volumen de reservas que constituyen un embalse subterráneo en la cabecera del Ebro y del Duero, cuya utilización podría ser de gran interés ya como embalse para disminuciones de avenidas o de apoyo a los caudales de estiaje en épocas de sequía.

6.- BIBLIOGRAFIA

- AGUILAR TOMAS, M.J. y RAMIREZ DEL POZO, J. (1968).- "Observaciones Estratigráficas del paso del Jurásico marino a facies Purbeckiense en la región de Santander". *Acta Geológica Hispánica*, tomo 3, nº 2, pp. 35-55.
- AGUILAR M.J., (1971).- "Consideraciones generales sobre la sedimentación y paleogeografía del Albiense de la Cuenca Cantábrica". *Est. Geol.*, vol. 27, nº 2, pp. 235-334.
- AGUILAR M.J., RAMIREZ DEL POZO J. y RIBA O. (1971).- "Algunas precisiones sobre la sedimentación y paleoecología del Cretácico inferior en la zona de Utrillas-Villarroya de los Pinares (Teruel)". *Est. Geol.* vol. XXVII, nº 6, pp. 497-512.
- AGUILAR M.J. (1975).- "Sedimentología y Paleogeografía del Albiense de la Cuenca Cantábrica". *Ediciones CEPESA*, Madrid, 213 p.
- ALCALDE CRESPO G. (1979).- "La montaña Palentina, La Lora". Vol 1 Palencia.
- ALONSO SANCHEZ, T.- "Aplicación de las diagráfias a la prospección del carbón". (*Tesis Doctoral*). *Universidad de Oviedo*.
- BULLING T.P. y BREYER J.A. (1989).- "Exploring for subtle traps with high-resolution paleogeographic maps: Reklzw 1 interval (Eocene) South Texas". *A.A.P.G. Bulletin*. V. 73, nº 1 pag. 24-39.

- BRENNER, P. (1976).- "Ostracoden und Charophyten des spanischen Wealden (Systematik, Ökologie, Stratigraphie, Paläogeographie)". *Paleontographica Abt.A*, 152, p. 113-201.
- CAREZ, L. (1881).- "Etude des terrains Crétacés et Tertiaires du Nord de l'Espagne". *Fac. Sciences Paris (Tesis Doctoral)*, pp. 1-323.
- CIRY, R. (1940).- "Etude géologique d'une partie des provinces de Burgos, Palencia, León et Santander". *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse*, nº 74, pp. 1-513.
- CIRY, R. y MENDIZABAL, J. (1949).- "Contribution à l'étude du Cenomanien et du Turonien des confins septentrionaux des prov. de Burgos, d'Alava et Navarre". *Ann. Hebert et Haug (Livre Jub. Charles Jacob)*, tomo 7, pp. 61-79.
- COMAS, M.C.; GARCIA MONDEJAR, J. y PUJALTE, V. (1981).- "Parada 4.3: Las Calizas de Aguilar". In: *Libro-guía de las Jornadas de Campo sobre el Jurásico superior y Cretácico inferior de la región Vasco-Cantábrica (parte occidental)*, pp. 124-129.
- DAHM, H. (1966).- "Stratigraphie und Paläogeographie im Kantabrischen Jura (Spanien)". *Tesis Un. Bonn. Beih. Geol. JB.*, vol. 44, pp. 13-54.
- DIAZ RODRIGUEZ, L.A.; CALDERON ALMENA, V.; y PERALTA VAQUERO, M. (1988).- "Tipos de arcillas en Cantabria". *II Congreso Geológico de España*. Granada, 2, 267-270.
- DIAZ RODRIGUEZ, L.A. (1990).- "Estudio General de los depósitos arcillosos en Cantabria (N. de España): su uso potencial". *Bol. Geol. Min.*, vol 101-2, 253-269.
- FERNANDEZ FERNANDEZ J. (1989).- "Estudio Estratigráfico o hidrogeológico de las formaciones detríticas de la Hoja H-134". *Proyecto fin de carrera. E.T.S.I.M.O. Universidad de Oviedo*.
- FEUILLEE P. et NEUMANN M. (1963).- "Les facies à Alveolinides du Cenomanien dans le NE de l'Espagne". *C.R.somm. S.G.F.*, p. 221-221.
- FEUILLE P. et RAT P. (1971).- "Structures et paléogéographies pyrénéo-cantabriques in Colloque Histoire Structurales du Golfe de Gascogne". *Ed. Technip*, Paris, t. 2, 45 p., 12 fig.
- FLOQUET MARC (1983).- "La plate-forme Nord-Castillane et les facies proximaux". *Mémoires Géologiques de L'Université de Dijon*, nº 9, p. 141-168.

- FOLK R.L. (1974).- "Petrology of sedimentary rocks". *Hemphill publishing C.O.* pag. 182.
- GARCIA MONDEJAR, J. y PUJALTE, V. (1981).- "El Jurásico superior y Cretácico inferior de la región vasco-cantábrica (parte occidental)". *Libro-guía Jornadas del Campo*, 134 pp.
- GARCIA DE CORTAZAR, A. (1981).- "Estratigrafía y Sedimentología del Grupo Cabuérniga (Jurásico superior-Cretácico basal) en el anticlinal de Arroyal (Sur de la provincia de Santander)". *Tesis licenciatura, Universidad País Vasco*, 59 pág.
- GARCIA DE CORTAZAR, A. y PUJALTE, V. (1982).- "Litoestratigrafía y facies del Grupo Cabuérniga (Malm-Valanginiense inferior?) al Sur de Cantabria-Ne de Palencia". *En: II Coloquio de Estratigrafía y Paleogeografía del Cretácico de España, Albacete*.
- GOMEZ MORENO, G.; DIAZ RODRIGUEZ, L.A.; CALDERON ALMENA, V. y PERALTA VAQUERO, M. (1988).- "Caracterización tecnológica de las arcillas de Cantabria (Norte de España) y su aprovechamiento industrial". *VIII Congreso Internacional de Minería y Metalurgia*. Oviedo, 6, 553-560.
- Grupo Espeleológico EDELWEISS. MESETARIA Revista de la federación Castellano-Leonesa de espeleología. nº 1, 2.
- IGLESIAS SUAREZ J. (1988).- "Estudio hidrogeológico de la zona suroeste de la Hoja H-134 (Cuenca del Duero) Proyecto fin de carrera". *E.T.S.I.M.O. Universidad de Oviedo*.
- I.G.M.E.- "Mapa Geológico de España". H-108 (Las Rozas), y H-135 (Sedano).
- I.T.G.E. (1988).- "Posibilidades de rocas arcillosas en Cantabria". *Fondo Documental I.T.G.E. Informe inédito*.
- I.T.G.E. (1990).- "Aprovechamiento industrial de arcillas en Cantabria". *Fondo Documental I.T.G.E. Informe inédito*.
- KARREMBER H. (1934).- "La evolución post-variscica de la cordillera cántabro-astúrica". *Publ. Extranjeras sobre Geol. de España*. Vol. III (C.S.I.C.).
- LARRAZET, M. (1985).- "Notas estratigráficas y paleontológicas acerca de la provincia de Burgos". *Bol. Com. Map. Geol. España*, tomo 22, pp. 121-143.
- LEON, L. (1980).- "Aplicación de los perfiles eléctricos a la interpretación sedimentológica

ca del complejo Purbeck-Weald de la cubeta de Polientes (Burgos)". *IX Congreso Nacional de Sedimentología. Resúmenes y comunicaciones. Universidad de Salamanca*, p. 31.

LIBRO JUBILAR J.M. RIOS (1983).- "Geología de España". Tomo II. I.G.M.Eq

LOBOZIAK S. (1989).- (comunicación personal)). "Estudio palinológico de muestras de las facies Purbeck y Weald de la Hoja 134 (Polientes)".

MAESTRE, A. (1964).- "Descripción física y Geológica de la provincia de Santander". *Junta General de Estadística* pp. 1-120.

MALLADA, L. (1902).- "Explicación del Mapa Geológico de España. Sistemas Permiano, Triásico, Liásico y Jurásico". *Bol. Com. Mapa Geol. España*, tomo 4.

MARTINEZ ABAD, J.L. (1973).- "Aplicación de las correlaciones a la investigación petrolífera. Primero y segundo ciclo de correlaciones estratigráficas. Serie 7, nº 2 ENA-DINSA". *Trabajos de Congresos y Reuniones*, pp. 83-109.

MANSILLA, H. (1920).- "Estudio Paleontológico (comunicación personal)".

MEMOIRES GEOLOGIQUES DE L'UNIVERSITE DE DIJON (1983) nº 9.

MENGAUD L. (1920).- "Recherches geologiques dans la region Cantabrique". *Livr. Sc. Hermann*. pp. 1-374

MELENDEZ HEVIA, F. (1976).- "El interés petrolífero del Jurásico marino de la parte SW. de la Cuenca Cantábrica".

II Jornadas Nacionales del petróleo y gas natural. Ponencia I: Exploración y Producción. *Sindicato Nacional del Combustible*, Madrid, 1976.

PUIG, G. y SANCHEZ, R. (1988).- "Datos para la geología de la provincia de Santander". *Bol. Com. Mapa Geol. de España*, tomo 15, pp. 251-329.

PUJALTE, V. (1976).- "Posibilidad de una nueva división estratigráfica de los sedimentos no marinos del Jurásico superior y Cretácico inferior en la provincia de Santander". *Boletín Geológico y Minero*, vol. LXXXVII 11, pp. 101-118.

(1972).- "El complejo Purbeck-Weald de Santander: Estratigrafía y Sedimentología". *Tesis Univ. Bilbao*, 104 pp. (Ined.).

- (1979 b).- "Control tectónico de la Sedimentación Purbeck-Weald en las provincias de Santander y N. de Burgos. *Acta Geológica Hispánica*, t. 14 (Libro Homenaje a Lluís Solé Sabaris). pp. 216-222.
- (1982).- "El tránsito Jurásico-Cretácico, Berriensiense, Valanginiense, Huateriviense y Barremiense"; In: *capítulo 3. "CRETACICO DE ESPAÑA"* Ed. Univ. Complutense, Madrid.
- PUJALTE V., ROBLES S., VALLES J.C. (1988).- "El Jurásico marino de las zonas de alto sedimentario relativo del borde SW de la Cuenca Cantábrica (Rebolledo de la Torre, Palencia)". *Instituto de estudios Riojanos. Ciencias de la Tierra, Geología*.
- QUEROL, R. (1969).- "Petroleum Exploration in Spain, en The Exploration for Petroleum in Europa and North Africa". pp. 49-71; *Institute of Petroleum, Londres*.
- RAMIREZ DEL POZO, J. (1969).- "Síntesis estratigráfica y micropaleontológica de las facies Purbeckienses y Wealdense del Norte de España". *Ediciones CEPESA, S.A.*, pp. 1068.
- RAMIREZ DEL POZO, J. (1969).- "Bioestratigrafía y microfacies del Jurásico y Cretácico del Norte de España (resumen)". *Acta Geológica Hispánica*, tomo 4, nº 3, pp. 49-59.
- RAMIREZ DEL POZO, J. (1971).- "Bioestratigrafía y Microfacies del Jurásico y Cretácico del Norte de España (Región Cantábrica)". *Mem. Inst. Geol. Min. de España*, tomo 78, pp. 1-357.
- RAMIREZ DEL POZO, J. y AGUILAR TOMAS, J. (1972).- "Consideraciones sedimentológicas y paleogeográficas de las facies Purbeckienses y Wealdense de la Cubeta de Santander-Burgos". *Estudios Geológicos*, vol. 28, pp. 173-192.
- RAT, P. (1959).- "Les mpays Crétacés Basque-Cantabriques (Espagne)". *Publ. Univ. Dijon*, nº 18, pp. 1-525.
- RAT, P. (1962).- "Contribution ó l'étude stratigraphique du Purbeckien-Wealdien de la región de Santander (Espagne)". *Bull. Soc. Geol. France*, tomo 7, nº 4, pp. 2-12.
- RAT P. y SALOMON, J. (1969).- "Donnes nouvelles sur la stratigraphie et les variations sedimentaries de la serie purbeck-wealdienne au S. de Santander (Espagne)". *C.R. somm. S.G.F.*, pp. 217-219.
- ROBLES, S.; PUJALTE, V.; VALLES, J.C. (1988).- "Sistemas sedimentarios del Jurásico de

la parte Occidental de la Cuenca Vasco-Cantábrica". *Instituto de Estudios Riojanos. Ciencias de la Tierra, Geología*.

ROQUEÑI GUTIERREZ N. (1989).- "Estudio Estratigráfico e Hidrogeológico de la Lora de Valdivia (H-34). Proyecto fin de carrera". *E.T.S.I.M.O. Universidad de Oviedo*.

SAENZ GARCIA, C. (1932).- "Notas para el estudio de la facies Weáldica española". *Asoc. Esp. para el progreso de las Ciencias*.

SALOMON, J. (1980).- "Les formations continentales du Jurassique superieur et du Cretacé inferier en Espagne du Nord (Chaines Cantabriques et Iberique)". *Tesis Université de Dijon*.

SALOMON, J. (1982).- "Les formations Continentales du Jurassique Supérieur-Cretacé inférieur (Espagne du Nord Chaines Cantabrique et NW Ibérique)". *Institut des Sciencies de la Terre. Mémoires Géologiques de l'Université de Dijon*, pp. 1-227.

SANZ, R. (1967).- "Ayoluengo Field, Southwest Cantabrian Basin, North-Central Spain" *en Proceedings Seventh World Petroleum Congress*, vol 12, pp. 252-8.

SCHLUMBERGER.- "Interpretación de perfiles". Volumen I. Fundmentos.

SCHUDACK, M. (1987).- "Charophyten flora und Fazielle entwicklung der cremzschichten mariner Jura/Wealden in den Norwestlichen Iberischen Ketten. (Mit vergleichen zu Asturien und Kantabrien)". *Palaeontographica Abt. B*, 204, p. 1-180.

SERRANO OÑATE A., MARTINEZ DEL OLMO W., CAMARA RUPELO P. (1989).- "Diapirismo del Trías Salino en el dominio Cantabro-Navarro". *Libro homenaje a Rafael Soler, Asoc. Geol. y Gof. Española del Petróleo (A.G.G.E.P.)*, Madrid.

