

R. 16403

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA

ESCALA 1:50.000



EXPLICACIÓN

DE LA

HOJA N.º 207



**SOS DEL REY  
CATÓLICO**  
(NAVARRA Y ZARAGOZA)

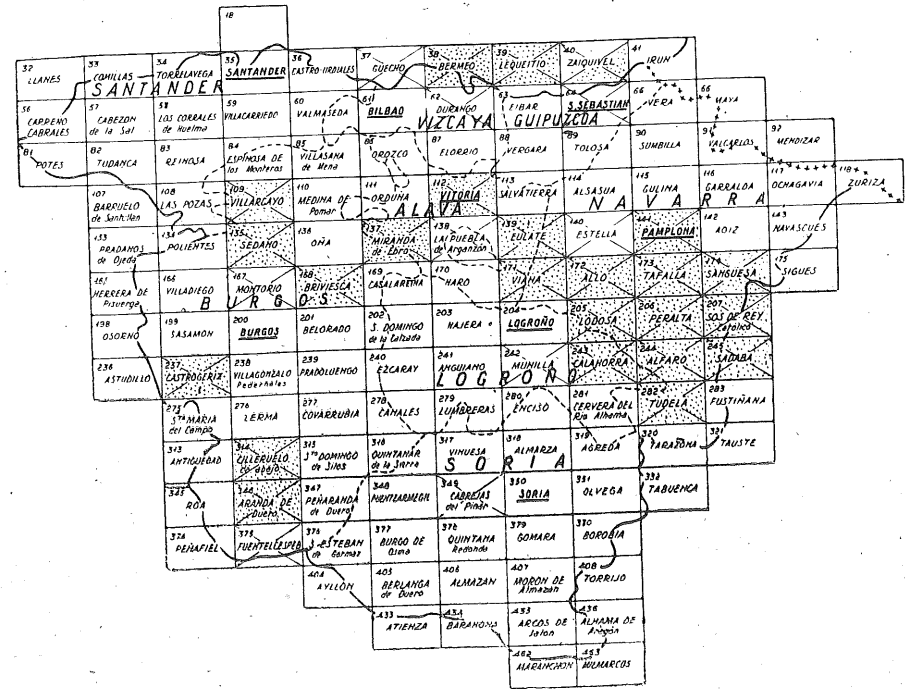
---

MADRID  
TIP.-LIT. COULLAUT.  
MANTUANO, 49  
1950

SEGUNDA REGIÓN GEOLÓGICA  
SITUACIÓN DE LA HOJA DE SOS DEL REY CATÓLICO, NÚMERO 207

Los trabajos para la confección de esta Memoria explicativa han sido realizados, con anterioridad a 1936, por los ingenieros de minas Sres. D. ALFONSO DEL VALLE (†), D. JOAQUÍN MENDIZÁBAL y D. MANUEL CINCÚNEGUI (†). Fué revisada y completada en 1948 por los ingenieros de minas Sres. D. JOAQUÍN MENDIZÁBAL y D. JOSÉ M.<sup>a</sup> RÍOS.

El Instituto Geológico y Minero de España hace presente que las opiniones y hechos consignados en sus Publicaciones son de la exclusiva responsabilidad de los autores de los trabajos.



 Publicada  En prensa  En campo

PERSONAL DE LA SEGUNDA REGIÓN GEOLÓGICA:

Jefe ..... D. Joaquín Mendizábal.  
Subjefe ... .. D. Antonio Comba y Sigüenza.  
Ingeniero ..... D. Luis Barrón.  
Ingeniero ..... D. José M.<sup>a</sup> Ríos.  
Ingeniero ..... D. Juan Antonio Comba.

## ÍNDICE DE MATERIAS

	<u>Páginas</u>
I. Antecedentes y rasgos geológicos .....	5
II. Rasgos de geografía física y humana .....	11
III. Estratigrafía .....	15
IV. Tectónica .....	23
V. Hidrología subterránea .....	25
VI. Minería y canteras .....	27
VII. Bibliografía .....	29

(Instituto Geol.<sup>o</sup> y Min.<sup>o</sup>)

HOJA 207. SOS DEL REY CATÓLICO

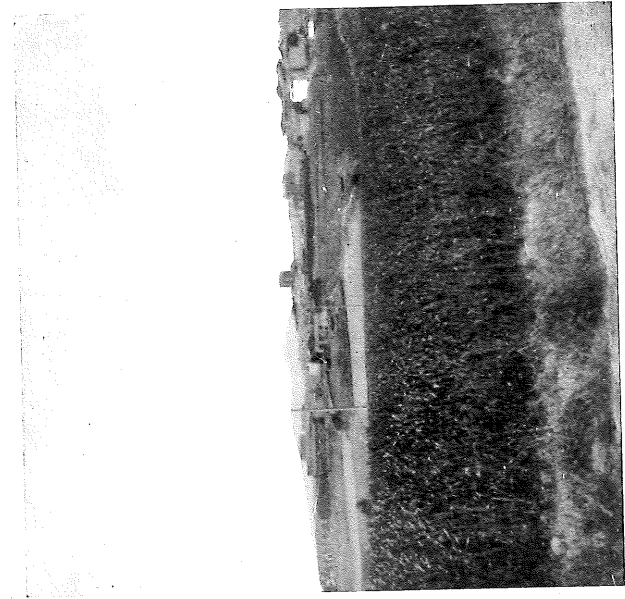


Foto 1. — Castilliscar y al fondo los estratos oligocenos.

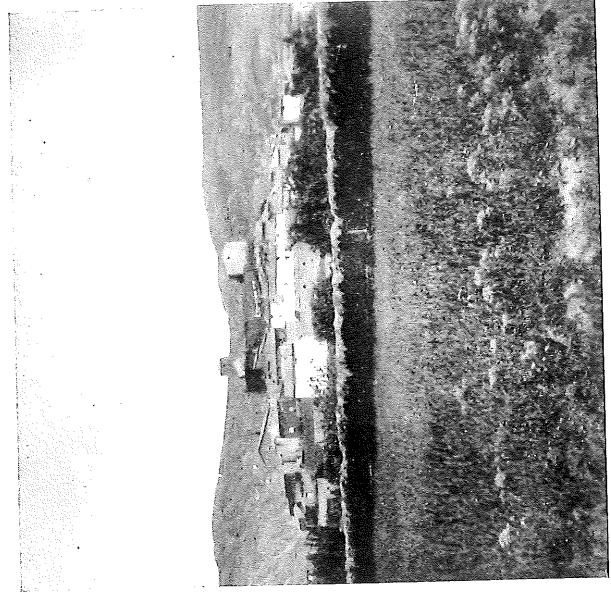


Foto 2. — Sofuentes, en las margas y maciños horizontales del oligoceno inferior.



## ANTECEDENTES Y RASGOS GEOLÓGICOS

---

La Hoja de Sos del Rey Católico, limitada por el Norte por la de Sangüesa y por Poniente por la de Peralta, cuyos estudios han sido ya realizados, está enclavada en el límite oriental de la provincia de Navarra y, desbordando de ella, corresponde en el tercio oriental de su superficie total a la de Zaragoza, a la que asimismo pertenece el pueblo que le da nombre.

Por razones y consideraciones análogas a las que exponíamos en la hoja de Sangüesa, que también comprende parte de la comarca aragonesa, y siempre de acuerdo con el jefe de la Región Nordeste, a que ésta pertenece, hemos abordado nosotros el estudio completo de esta Hoja, cuya geología ofrece una gran uniformidad, sin que en ella se trasluzcan, como es natural, límites que sólo obedecen a razones administrativas.

Son ya varias las hojas que hemos dado a la publicidad limítrofes unas con otras, en las que los depósitos terciarios que recubren su superficie ofrecen una gran semejanza litológica y estratigráfica y en las que los accidentes tectónicos que las afectan son de idéntico origen y naturaleza. Entre ellas se encuentran las de Tafalla, Sangüesa, Lodosa, Peralta, Alfaro y Tudela; y claro está que aquí tendríamos que repetir cuanto en aquéllas decíamos respecto a los estudios e investigaciones que han precedido a los nuestros, para determinar la constitución geológica de aquella comarca y que, por lo tanto, nos han servido de guía y poderosa ayuda en nuestros trabajos.

Por la reseña bibliográfica puede el lector tener una idea precisa de los antecedentes que hemos consultado, y aun cuando no siempre nos atenemos a sus doctrinas, ello obedece, en parte, a que se trata de trabajos antiguos, cuyas conclusiones han sido modificadas en



mayor o menor grado por las de trabajos posteriores, corroborados por nuestras propias observaciones.

Carez (4, 1831), en su memoria «Étude des terrains crétacés et tertiaires du Nord de l'Espagne», y Mallada (16, 1882), en el «Reconocimiento geológico de la provincia de Navarra», no admiten todavía la existencia del oligoceno en la serie terciaria y clasifican como eoceno lacustre o como mioceno lo que nosotros atribuímos fundamentalmente a aquel tramo.

Posteriormente, el propio Mallada (17, 1907), en la «Explicación del Mapa Geológico de España», alude ya al oligoceno y dice que hubiera incluido en él lo que clasifica como eoceno lacustre, pero haciendo resaltar la dificultad de separación entre el oligoceno y el mioceno.

Don Pedro Palacios (23, 1919), en «Los terrenos mesozoicos de Navarra», no describe los terciarios, pero fija en el plano con gran precisión el deslinde entre el oligoceno y eoceno y considera como base del mioceno unas pudingas que nosotros aun estimamos como pertenecientes al oligoceno.

Después de 1919 hay una etapa de escasa o nula actividad geológica en esta zona, hasta que en 1929, y con motivo de la puesta en marcha de la ejecución del mapa geológico a escala 1 : 50.000, empiezan a publicarse hojas de esta zona, empezando por la de Tafalla (14), en el 1930.

En 1932, y con motivo de las investigaciones de sales potásicas realizadas en Navarra por iniciativa del que fué nuestro inolvidable jefe, D. Alfonso del Valle (31, 1932), se realizaron estudios de conjunto en la depresión oligocena y sus bordes, y además varios sondeos e investigaciones geofísicas que suministraron valiosísimos datos, reunidos en diversas publicaciones.

La difícil cuestión del contacto entre el oligoceno y el mioceno, aun no resuelta del todo, o sea el problema de la extensión del oligoceno en la depresión del Ebro avanzó, no obstante, en el sentido de una ampliación del área oligocena, por desplazamiento hacia el Sur del contacto de ambas formaciones, con dos publicaciones, una de D. Clemente Sáenz García (27, 1931), y otra de D. Joaquín Mendizábal y D. Manuel de Cincúnegui (21, 1932).

Durante el período que va desde 1928 hasta 1936, Del Valle, Mendizábal y Cincúnegui, como director e ingenieros de la 2.ª Región, componen gran número de hojas (14) de la región navarra, y entre ellas las de Tafalla (1930), Peralta (1934), Alfaro (1935) y Tudela (1934), contiguas o muy próximas a la de Sos del Rey Católico.

En 1934, G. Selzer, de la escuela de Stille (28), ofrece un mapa de gran parte de Navarra y Huesca, pero en él, y volviendo a la interpretación antigua que hemos rechazado, procede de nuevo a situar más al Norte el contacto mioceno-oligoceno, y como consecuencia casi toda el área de la Hoja, salvo su ángulo NE., queda representada como miocena.

Don José Careá Sñeriz, en 1941 (11), suministra información decisiva acerca de la constitución y conformación del subsuelo de la contigua hoja de Sangüesa (14, 1950), con sus investigaciones geofísicas de la cuenca potásica de Navarra, y en este mismo año se publica la hoja de Sádaba (14, 1941), afectada por los mismos problemas regionales.

En 1944, al estudiar Ríos, Almela y Garrido (25), los bordes navarros de la depresión oligocena, levantaron un mapa geológico completado más tarde por Garrido y Ríos por el de una zona que se extiende más al Sur, abarcando la Hoja de Sos del Rey Católico, en rápida exploración, cuyos resultados no se han publicado.

Don Agustín Marín (19), en 1945, en su brillante trabajo titulado «La tectónica y los criaderos minerales», aclara la cuestión del origen y división de los sedimentos oligocenos de la cuenca del Ebro, con aplicación directa a los problemas geológicos de nuestra Hoja. Es una revisión, y puesta al día en forma de síntesis de sus exposiciones anteriores sobre su tema favorito.

Ruiz de Gaona, Villalta y Crusafont (26), contribuyen en 1946 a fijar la cuestión de la separación del mioceno y del oligoceno en la depresión del Ebro, en su parte navarra, con algunas consideraciones generales y describiendo una fauna miocena, situada fuera de la Hoja de Sos del Rey Católico, pero afectando un problema vivo de ella.

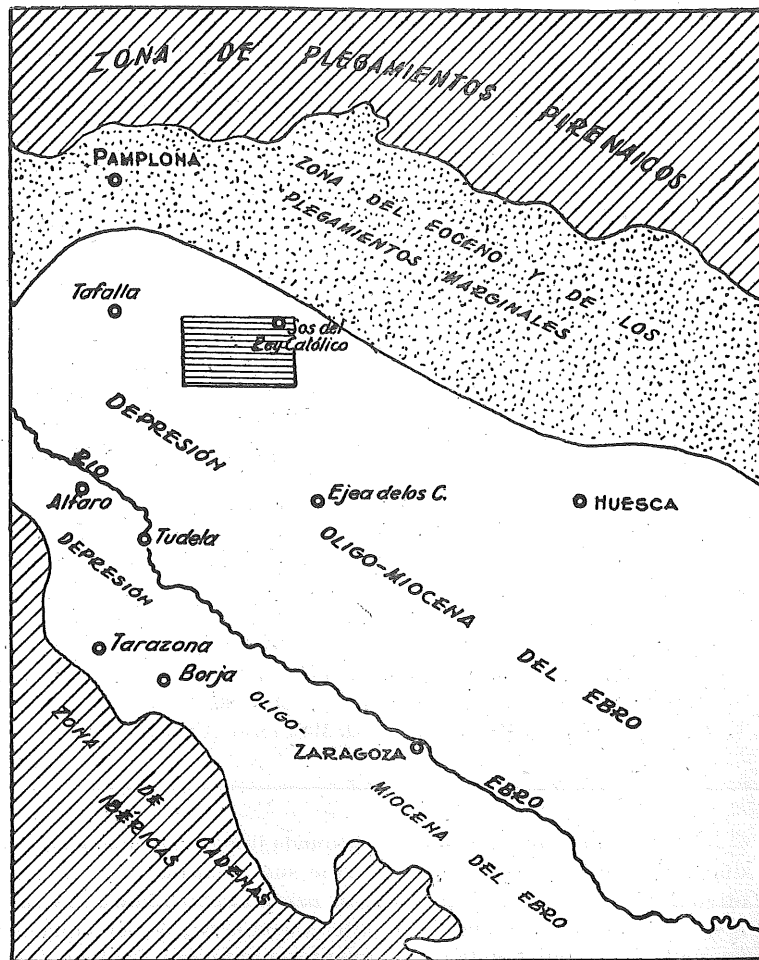
Esta Hoja estaba completamente terminada, e incluso impresa, en 1936, al estallar la Guerra de Liberación. Como consecuencia del natural desorden introducido en el archivo e imprentas en tan azarosas circunstancias, y extraviada la mayor parte de la tirada, se creyó oportuno, en vista, además, de los interesantes estudios hechos después del año 1939, revisar la Hoja, lo que hicieron los ingenieros señores D. Joaquín Mendizábal y D. José María Ríos, en 1948. Los autores de los trabajos anteriores al año 1936 fueron D. Alfonso del Valle (†), D. Joaquín Mendizábal y D. Manuel de Cincúnegui (†).

\* \* \*

El área representada en esta Hoja queda integrada en la parte mediana de la depresión del Ebro, donde sus depósitos, en este caso oligocenos, se presentan, en su mayor parte, muy tendidos, prácticamente horizontales. Linda en su parte N. con la región septentrional de dicha depresión, donde los sedimentos empiezan a inclinarse con pendientes crecientes, que en el borde septentrional de la Hoja, sobre todo en las partes central y oriental, alcanzan ya pendientes de 40°. Más al Norte, ya en la hoja de Sangüesa, se originan los primeros pliegues simétricos, pero bastante violentos; violencia que culmina en el pliegue-falla de la Sierra de Leyre. Por el Sur, los sedimentos oligocenos continúan tendidos hasta el Ebro y más allá, y empiezan

a recibir los primeros sedimentos miocenos, dispuestos en forma igualmente horizontal.

La totalidad de la superficie de la Hoja está compuesta por formaciones monótonas y homogéneas de edad oligocena, a las que se



le superponen otras de terrazas diluviales de cierta extensión e importancia; el río Aragón presenta, en su cauce, aluviones de cierta consideración, sobre todo aguas abajo de Carcastillo, donde empieza a divagar, ensanchando su cauce.

El único rasgo saliente, dentro de esta monotonía, es la presencia

en el oligoceno, de bancaditas de conglomerados (conglomerados de Peña), de poca consideración, que forman parte de una banda discontinua que pasa por Gallipienzo (en la hoja de Sangüesa), y se reconoce aún más el Este, dentro ya de la provincia de Zaragoza y fuera de nuestra Hoja.

Tectónicamente, como ya se ha indicado, puede apenas ser más sencilla. Los sedimentos, horizontales en toda la mitad inferior de la Hoja, empiezan a levantarse gradualmente hacia el Norte, y, sobre todo hacia el noroeste de la Hoja (debido al rumbo de N. 70-80° de los accidentes que se presentan en la contigua hoja de Sangüesa), y las capas inclinadas del borde norte de la Hoja de Sos corresponden al borde del flanco del anticlinal más meridional de la de Sangüesa.

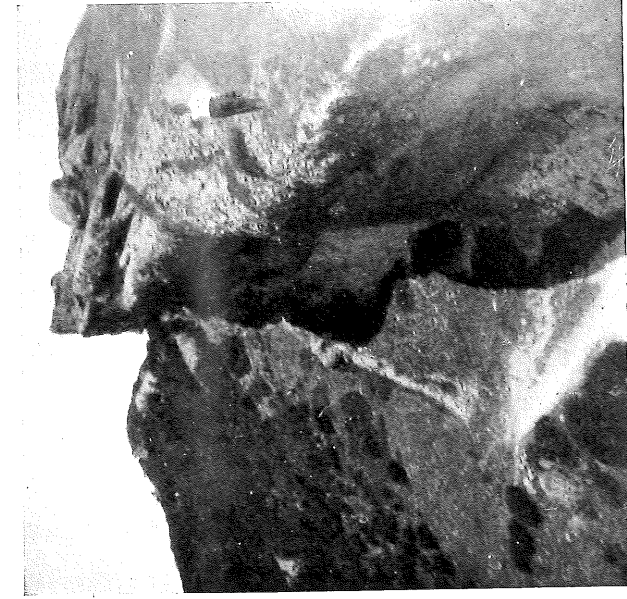


Foto 3. — Pudingas oligocenas de la Sierra de Peña.

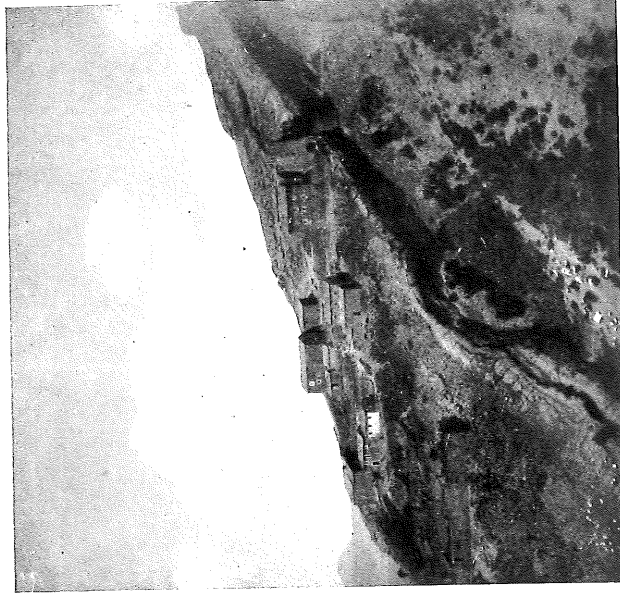


Foto 4. — Pudingas oligocenas en el pueblo de Peña.



## RASGOS DE GEOGRAFÍA FÍSICA Y HUMANA

### Orografía e hidrografía

La topografía de la zona abarcada por el perímetro de la Hoja de Sos del Rey Católico, es bastante accidentada, existiendo diferencias de nivel hasta de 772 metros entre el cauce del río Aragón, a la salida de ella, y el pico de Peña, en el límite norte de la misma.

Ocupan el ángulo NO. las estribaciones de los montes de Orba, que, desde una altura máxima de 785 metros, van descendiendo paulatinamente, tanto hacia Levante como hacia el Sur, hasta alcanzar las márgenes del Aragón. Pasado este río y hacia Levante corren por el borde norte las sierras de San Pedro y de Peña, esta última, con el pico del mismo nombre, de 1.062 metros de altura, máxima de las que se registran dentro de la Hoja, en el límite mismo de la región aragonesa.

Por el borde oriental se extienden también las estribaciones de la Sierra de Peña, con alturas que llegan hasta 968 metros.

La parte central y la sur-occidental son las menos accidentadas, y se presentan como tendidas llanuras de escaso relieve que, por esa misma razón, son objeto de un mayor y más fácil aprovechamiento para el cultivo de cereales.

No atraviesa esta región más río caudaloso que el Aragón, que penetra por el borde norte, con cota 360, con una dirección casi N.-S., que cambia bruscamente a la E.-O., a la altura de Carcastillo, para salir por el límite occidental, con cota 340, siendo su pendiente media inferior al 8 por 1.000. En esta última parte de su recorrido está bordeado por fértiles huertas correspondientes a los términos de Carcastillo y Murillo el Fruto, cuyo riego se hace en una y otra orilla

merced a dos presas situadas aguas arriba de Carcastillo, de las cuales parten dos bien estudiadas redes de acequias.

Este río que, como es sabido, es uno de los más importantes afluentes del Ebro, recoge la casi totalidad de las aguas que vierten sobre la comarca y que circulan por numerosos arroyos y barrancos, de mayor o menor caudal, que se unen a su curso por ambas márgenes, aunque predominan en número e importancia los que lo hacen por la derecha, originarios del macizo de los montes de Orba. Entre éstos, citaremos el denominado barranco de la Muga; el de Lezain, formado por el de Aliaga, Azandieta y Acumulata; el de Aldunate; otro, denominado también de la Muga, etc.; y entre los que concurren por la margen izquierda el Artal y el Valdearras.

En el ángulo NE., en las alturas que dominan a Sos del Rey Católico, se forman algunos cursos fluviales que corren hacia el Norte y son tributarios del Onsella, río que, en definitiva, va a unirse al Aragón al sur de Sangüesa.

En el límite oriental es únicamente donde tienen origen algunos barrancos que, como el Pericalvas, Valdefunes y Bastanes, afluyen al Arba, río que se une directamente al Ebro, frente a Gallur.

Actualmente, se está trabajando en un gran curso artificial de agua, el Canal de las Bardenas Reales, que tomando aguas del río Aragón, en Yesa, en la contigua hoja de Sangüesa, atraviesa la divisoria que separa aquélla de la de Sos del Rey Católico en un largo túnel, cuya boca de entrada se encuentra el SE. de Cáseda. Estas llanadas de la Hoja de Sos, tan reseca y calcinadas en los largos veranos, dan magníficas cosechas de cereal en los años de buen tempero. Ahora, merced a estos riegos, las cosechas, sujetas a los avatares de un clima incierto, quedarán aseguradas, como las de otras muchas zonas de Cinco Villas y de las Bardenas.

### Geografía humana

En esta Hoja termina el «Somontano» y empieza la «Ribera» de Navarra.

Sólo cinco poblados de relativa importancia existen dentro del perímetro de la Hoja: Carcastillo y Murillo el Fruto, en la provincia de Navarra, y Castiliscar, Sos del Rey Católico y Sofuentes, en la de Zaragoza. En las proximidades de Carcastillo se encuentra el antiguo Monasterio de la Oliva, una de las primeras fundaciones de la Orden Cisterciense en España, propietario, en un tiempo, de gran parte de los terrenos circundantes. Después de haber estado abandonado durante mucho tiempo ha vuelto, desde hace un par de lustros, a poder

de sus antiguos poseedores, quienes han llevado a cabo una inteligente restauración en su bellísima iglesia románica, declarada hoy Monumento Nacional.

Las vías de comunicación se reducen a una carretera que se denomina de Aibar a la estación de Caparroso, la cual penetra por el Norte atravesando la Sierra de San Pedro y pasa por Carcastillo y Murillo el Fruto, cruzando el Aragón entre estos dos puntos, y otra, que va de Gallur a Sangüesa, por Castiliscar y Sos, y de la cual parte, al sur de este último, un ramal que va a Sofuentes.

Esta Hoja representa parte de una comarca natural de clima más bien duro y extremado, muy caluroso en verano, de escasas precipitaciones, fuera de las lluvias estacionales que desgraciadamente fallan con excesiva frecuencia.

Como consecuencia el clima es árido, rayando casi en semi-desértico, sobre todo en las zonas meridionales y orientales de su área.

En su borde septentrional, sobre todo en la Sierra de Peña, hay una mancha densa y apretada de arbolado con encinas y carrascas, y mucho boj, pero pronto hacia el Sur desaparecen las encinas, luego los bojes y finalmente las escasas y enanas carrascas, dando paso a un monte bajo que en las llanuras de Sofuentes es sustituido por tierras de labor.

Éstas, y los pelados montes, cubren el resto de la Hoja, donde sólo hay un alivio de verdor para la vista en el hermoso, pero reducido, pinar de Cáseda, al oeste de Sofuentes, en las repoblaciones forestales de pinos de Sos del Rey Católico y en las arboledas y frutales de la vega del río Aragón.

Paisajísticamente, la Hoja tiene escaso interés, siendo excepción las manchas de bosque de la Sierra de Peña y el pintoresco aspecto de esta aldeita, así como las magníficas vistas panorámicas sobre el Somontano y las cumbres pirenaicas que se divisan desde todos los altos, cumbres y pasos de la divisoria que cierra por el Norte el horizonte de esta Hoja.

De gran interés histórico y artístico son tanto el ya citado Monasterio de la Oliva como la villa de Sos del Rey Católico, cuna del glorioso monarca aragonés Don Fernando el Católico, creador con su esposa Doña Isabel de Castilla de la unidad española y fautor con ella del descubrimiento de las Indias Occidentales.

*(Instituto Geol.º y Min.º)*

HOJA 207. SOS DEL REY CATÓLICO

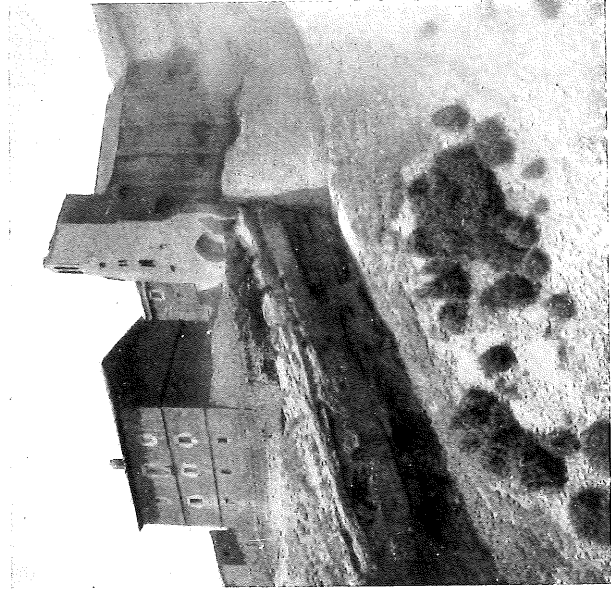


Foto 5. — La iglesia de Peña sobre las puddingas oligocenas.



Foto 6. — Detalle de las puddingas oligocenas a Levante del pueblo de Peña.



### III

## ESTRATIGRAFÍA

---

Los terrenos representados en la superficie de la Hoja de Sos del Rey Católico corresponden a los sistemas oligoceno y cuaternario.

### A) Oligoceno

Hacíamos patente, en el capítulo de Estratigrafía de la hoja de Lodosa, las dificultades con que habíamos tropezado para llevar a cabo un estudio estratigráfico de conjunto del oligoceno en Navarra, motivadas principalmente por la carencia de fósiles vertebrados y la poca frecuencia con que encontramos representaciones de la fauna restante, característica de este sistema, a pesar de lo cual, aunque sólo esporádicamente, hemos tratado de representar algunos esbozos estratigráficos, fundándonos para ello en cortes naturales del terreno que nos ofrecían con claridad la sucesión de una serie de capas, pero sin que hasta ahora los hayamos podido relacionar entre sí; tal ha ocurrido en las hojas de Tudela (14, 1934) y Alfaro (14, 1935).

Por estas razones no nos habíamos determinado hasta este momento a abarcar el conjunto estratigráfico de las capas oligocenas de la cuenca del Ebro en Navarra, pero con el conocimiento de la región que implica su estudio geológico de detalle, indispensable para la publicación de las memorias de las hojas de Pamplona (1949), Tafalla (1930), Peralta (1934), Alfaro (1935), Tudela (1934) y Sangüesa (1950), creemos estar en condiciones para iniciar el estudio de tan interesante problema, sin que tengamos la pretensión de sentar bases definitivas, pues estamos seguros de que, dada la confusión a



que fácilmente nos haya podido llevar la gran semejanza litológica de las series de niveles distintos, dentro del sistema, a más de la rareza de restos fósiles a que antes aludíamos, habrán de ser modificadas con posterioridad nuestras conclusiones.

Para llevar a cabo nuestra labor, nos apoyamos en primer lugar en los datos que hemos recogido al efectuar los sondeos que para la investigación de sales potásicas se han verificado en la región septentrional de la Sierra del Perdón, los cuales nos ponen en conocimiento del orden de sucesión de los estratos que constituyen el criadero salino, o sea de los que consideramos como base del terciario lacustre, por ser los que se apoyan directamente sobre las margas lutecienses. El resto de la serie, en sentido ascendente, lo deducimos del estudio comparativo de los sedimentos que recubren la superficie de las hojas antes citadas.

Por otra parte, del estudio geológico de la cuenca del Ebro se han ocupado diversos autores, entre los cuales nos interesan preferentemente, por haberse referido especialmente a la estratigrafía de la parte oriental de esta cuenca, los trabajos de los Sres. Depéret y Vidal (10, 1906) y los de nuestro ilustre compañero Sr. Marín (18, 1926, y 20, 1927), así como los de D. Clemente Sáenz García, profesor de geología de la Escuela de Caminos, quien en su reciente memoria titulada «Notas acerca de la distribución estratigráfica del Terciario lacustre en la parte septentrional del territorio español» (27, 1931), hace también una clasificación estratigráfica que se relaciona con la de aquellos autores (véase el cuadro).

Si comparamos las series estratigráficas que acabamos de exponer en el cuadro adjunto, vemos que en términos generales casi coinciden exactamente, con la única diferencia esencial de que los conglomerados que nosotros atribuimos al estampiense, y que aparecen en nuestra serie estratigráfica por encima de los yesos, en las series de Marín y Depéret y Vidal se infraponen a los yesos que por estos dos últimos autores fueron atribuidos al ludiense, por comparación con los de la cuenca de París, lo cual les conducía a considerar a los conglomerados de Montserrat como contemporáneos de la pudinga de Palassou, de edad bartoniense.

Desde luego existe una diferencia marcada entre los conglomerados de Montserrat y los de la cuenca del Ebro en Navarra, pues en los primeros el tránsito del régimen marino al lacustre no se verificó bruscamente, sino que parece que debieron producirse movimientos de ascenso y descenso que motivaron la alternancia de depósitos marinos y lacustres en la formación en que se incluyen las pudingas de Palassou de la vertiente francesa de los Pirineos orientales; en cambio, en los segundos, el tránsito se verificó de un modo definitivo en época anterior al depósito de los conglomerados, como lo atestigua la posición estratigráfica del criadero salino, que se infrapone a esas pudingas.



	DEPÉRET Y VIDAL	MARÍN	SÁENZ GARCÍA
1. ....	.....	Calizas, con intercalaciones margosas, de los páramos (pontiense).	Calizas y margas del mioceno superior (pontiense).
2. Yesos, margas y arcillas horizontales de Tauste (sarmatiense).	.....	Margas y arcillas yesosas de los Monegros, con <i>Planorbis</i> , <i>Limnea</i> , <i>Paludina</i> , <i>Helix</i> , etc. (sarmatiense).	Yesos, margas y arcillas blancas y grises del mioceno medio (sarmatiense).
3. Areniscas arcillosas de colores rojo y amarillento de Ribaforada (tortoniense).	.....	Areniscas predominantes de Caspe, conglomerados y arcillas rojas (tortoniense).	Arcillas sabulosas rojizas y multicolores sin yeso (tortoniense).
4. Capas alternantes de arcillas, margas y calizas margosas, con restos de gasterópodos del Cabezó del Moro en las proximidades de Tudela (aquitaniense).	.....	.....	Lechos de caliza delgada con maciños y molasas.
5. Molasas pardo amarillentas, que en el borde de la cuenca se transforman en pudingas, alternantes con arcillas amarillas (estampiense).	Molasas gruesas de Lérida y de la provincia de Huesca (estampiense).	Margas blancas y amarillentas con molasas, del Castillo de Mequinenza. Espesor: 30 a 60 metros.	Zona de las molasas (estampiense).
6. Margas rojas y fajas de calizas margosas de Larraga, Venta de San Miguel y Cerro de San Nicolás de Traibuenas con <i>Helix heberti</i> , <i>H. voltaii</i> , <i>Planorbis boissyi</i> , <i>Pl. rouvillei</i> y <i>Pl. cornu</i> .	6 a. Horizonte calizo de Tárrega con <i>Brachyodus clouai</i> , <i>Theridomys</i> , <i>Plesictus</i> , vegetales y peces. Contiene como gasterópodos la <i>Lymnea longiscata</i> y el <i>Planorbis cornu</i> (sanoisiense superior). 6 b. Calizas lignitíferas de Calaf con <i>Ancodus aynordi</i> , <i>Diplobune</i> , <i>Trioni</i> , <i>Nystia</i> , <i>Melanoides albigensis</i> , <i>Planorbis cornu</i> , <i>Limnea longicostata</i> , <i>L. vivipara</i> , etcétera. 6 c. Calizas tabulares con <i>Cyrenas</i> de Cubells y Pontils (sanoisiense medio).	6 a. Calizas y molasas de Tárrega con osamentas; entre ellos el <i>Brachyodus clouai</i> y con abundancia de <i>Lymnea</i> y <i>Planorbis</i> . Espesor: 30 a 80 metros.  6 b, c. Margas grises y rojas, calizas fosilíferas y lignitos. Espesor: 120 a 250 metros.	Margas rojas y calizas.
7. Serie de yesos inferiores que en el borde de la cuenca (Sierra del Perdón) aparecen en lentejones aislados.	Yesos del torrente del Ars y de Cubells (ludiense superior; yeso de París).	Yesos superiores con margas, areniscas y calizas. Espesor: 100 metros.	Yesos blancos fuertemente plegados y retorcidos.
8. Areniscas pardoamarillentas de Biurrun-Suibiza.	Conglomerados altos de Montserrat o en su sustitución molasas rojizas y maciños con intercalaciones margosas. Nivel de las pudingas de Palassou.	8 a. Margas rojas predominantes, margas grises, calizas, conglomerados, areniscas. Espesor: hasta 1.000 metros, con <i>Melanoides albigensis</i> . 8 b. Margas grises y rojas. saladas a veces, con bancos de arenisca, caliza y yesos. Espesor: muy variable; medio de 100 a 200 metros. 8 c. Margas, sal común y anhídrita en lechos muy delgados. Espesor medio: 40 a 50 m. 8 d. Criadero salino conteniendo sal común y sal potásica.	
9. Criadero salino.	a), Margas grises y rojas con algunas capas de yeso. b). Id. id. id. alternantes con capas de sal común. c). Cloruro sódico con capas de carnalita. d). Id. id. id. y silvinita. e). Sal vieja.		
10. Margas grises del lute-ciense (eoceno marino).	.....	Eoceno.	



Otro motivo que nos conduce a fijar como oligocena la edad de estos conglomerados, es que en los Pirineos occidentales franceses diferencia también Douvillé los de esta región con los de Palassou de la región oriental, atribuyéndoles edad más moderna y llamándolos «Pudingas de Jurançon».

Apoya también nuestra opinión el que, en la cuenca de Montalbán, los Sres. Falot y Bataller han hallado restos de *Cainoterium comune*, Brav., en los yesos bajo el conglomerado, que queda, por lo tanto, clasificado de estampiense.

La superficie de esta Hoja se halla uniformemente recubierta por los sedimentos oligocenos correspondientes al tramo medio de este sistema, únicamente interrumpidos por una estrecha faja cuaternaria que bordea el curso del Aragón.

Para su clasificación hemos tenido que apoyarnos en su continuidad estratigráfica con los de las hojas colindantes, que así han quedado definidos, pues ningún resto paleontológico hemos podido descubrir en apoyo de este aserto.

Los elementos constitutivos son las margas rojizas con yeso y margas sabulosas amarillentas o parduscas, entre las que se intercalan a veces algunos lechos de calizas margosas y molasas. En la parte norte de la Hoja, en la Sierra de San Pedro, aparece también, apoyada sobre las margas rojizas, la potente masa de conglomerados que hemos seguido a través de toda la hoja de Sangüesa, por Gallipienzo, altos de Beraga y Chucho Alto, a internarse a la de Tafalla por el puerto de San Martín de Unx, San Pelay y Mendivil, hasta San Martín de Añorbe.

Estos conglomerados, cuya edad ha sido tan discutida, equiparándolos desde la denominación pudinga de Palassou, del eoceno superior, hasta la de Jurançon, miocena, y que nosotros hemos colocado hasta ahora en el oligoceno inferior, siguiendo a Depéret, Vidal y Mallada, está constituida por una serie de elementos poligénicos de tamaño muy variable, unidos por un cemento pardoamarillento.

En el cuadro comparativo que presentamos en la hoja de Lodosa, estableciendo la correlación entre los tramos que nosotros diferenciamos y los que establecen en sus respectivos trabajos Vidal y Depéret, Marín y Sáenz García, vemos que los que encontramos en esta Hoja corresponden al estampiense, tal vez algunos al sannoisiense superior, es decir, que podemos considerarlos dentro del oligoceno medio como en un principio decíamos, y como tales los representamos, aunque ello implique una falta de concordancia con las hojas colindantes ya publicadas, en las que con arreglo a anteriores clasificaciones aun las consideramos como del inferior.

Son varias las hojas publicadas de la región navarra en la que predominan, como en la que ahora nos ocupa, los sedimentos oligocenos, y en casi todas ellas hemos hecho notar la ausencia de elementos paleontológicos que cooperen a una exacta determinación

de la edad de aquellos sedimentos. Aun en las que, más afortunados, hemos encontrado algunos, han sido siempre tan escasos en número y variedad y ofreciendo tan poca precisión cronológica, que puede decirse que para la clasificación de los distintos tramos hemos tenido que someterlos, casi exclusivamente, a consideraciones litológicas.

Ya en la hoja de Tudela comentábamos la noticia dada por Ezquerro del Bayo del hallazgo en las proximidades de aquella población de un quelonio, clasificado como *Trionix maunoir*, Bourdet, que, si bien en aquella época se consideraba como mioceno, hoy está claramente determinado como oligoceno. En la misma hoja citábamos una serie de gasterópodos que podían clasificarse como *Helix* aff. *heberti*, Desh.; *H. voltzii*, Desh.; *Planorbis boisy*, Desh., y *P. douvillei*, Fontannes, comprendidos entre el eoceno superior y el oligoceno inferior, o tal vez hasta el medio.

En la hoja de Peralta citábamos en diversos parajes esos mismos fósiles y algunos ejemplares del *Planorbis cornu*, Brong. En otras varias hojas hemos encontrado restos análogos o que a tales podían referirse, en la imposibilidad de llegar a una clasificación perfecta, y en las demás, a falta de esos datos, hemos determinado la edad de los estratos basándonos en la continuidad y semejanza litológica y de situación. En este caso nos vemos en la Hoja de Sos, y fundándonos en ellos no hemos vacilado en clasificarlos como del estampiense, siguiendo los razonamientos que indicábamos en el capítulo anterior.

Hemos reproducido hasta aquí la opinión de los tres primeros autores de la Hoja, tal como la expresaron en 1936.

Expondremos ahora algunas consideraciones por nuestra cuenta, que, al recoger la experiencia adquirida con posterioridad a 1936, matizan aquellas apreciaciones.

Los reconocimientos practicados en el último decenio en la margen eocena-oligocena que se desarrolla de Este a Oeste, al pie de los Pirineos, han suministrado muchos datos nuevos debido, sobre todo, a las investigaciones de P. Misch (22, 1934), G. Selzer (28, 1934), N. Llopis Lladó (15, 1945), L. Solé Sabarís, V. Masachs Alavedra, A. Almela, J. M. Ríos y otros, quienes dedican en mayor o menor grado su atención al problema del oligoceno, de su división, de sus conglomerados y del contacto oligoceno-mioceno.

Aunque los criterios sustentados por unos y otros autores no coinciden por completo, se observa una mayor cautela en la apreciación de la división del oligoceno.

Por lo pronto, es un hecho establecido que los conglomerados son muy poco apropiados como elementos de correlación, puesto que se presentan a cualquier nivel desde el eoceno medio hasta el oligoceno más alto (considerado por algunos, como Selzer, ya como mioceno), y en algunas localidades pirenaicas todo este conjunto, que abarca desde el eoceno medio hasta el oligoceno más alto o partes conside-

rables de él, se presentan como complejos indiferenciables de conglomerados en masa. Éstos pasan, por tránsitos laterales, hacia el interior y los lados de la cuenca, a otras facies y, sobre todo, a la típica y predominante en el oligoceno de bancos alternantes de arcillas, molasas y areniscas rojizas o rojizoamarillentas.

Por consiguiente, al menos con los conocimientos actuales, es muy arriesgado basar divisiones en los conglomerados. Ríos y Almela hicieron, en 1947, algunas consideraciones acerca de este problema (2, 1947, pág. 145).

Íntimamente relacionado con ese problema está el de la edad de las principales fases de plegamiento que los estudios pirenaicos de los últimos años denotan que no sólo se acusan con intensidad al principio y fin del oligoceno (pirenaicas y sávicas), sino que muestran que los plegamientos intra-oligocenos desempeñan localmente un papel tan importante como el de aquéllas, y que la localización de estas fases es caprichosa, tanto en el tiempo como en el espacio a lo largo y ancho del Pirineo.

La existencia de masas de conglomerados y de otras discordancias a distintos niveles del oligoceno, no presupone pues, a nuestro juicio, un elemento de equivalencia, correspondencia o división, y por eso rechazamos la división de Selzer, en oligoceno y mioceno, de facies análogas y que pasan, lateralmente, de unas a otras de manera indudable y comprobada.

Una vez que se rebasa hacia la parte alta del sistema oligoceno los niveles de sales y yesos, se entra en la monótona y uniforme serie en que alternan indefinidamente las areniscas, molasas, margas y arcillas de colores conjuntos, rojizos o rojizoamarillentos, más o menos intensas o pálidas, según las zonas.

Se ha reconocido, en los últimos años, que este conjunto estratigráfico que comienza en la parte alta de los yesos y continúa hasta la terminación superior de la formación, tiene espesores muy grandes, que probablemente pueden cifrarse en 3.000 metros, para las partes más centrales, y muy extensas, de la depresión.

Es difícil saberlo con certeza, porque la falta de niveles y guía imposibilita las correlaciones. Por esa misma razón parece, por ahora, prematura una división de todo este conjunto, que se designa con frecuencia con el nombre de facies «típica oligocena».

Recordamos la mencionada escasez de fósiles, y que además, los que se han encontrado hasta ahora carecen de distribución suficientemente general para basar en ellos una división paleontológica. Hay que tener en cuenta, por otra parte, la incierta y difícil determinación de estas faunas de gasterópodos lacustres, tan escasas en variedad como parvas en calidad.

Cierto es, que hay muchas variedades locales de facies dentro del conjunto, de característico sello, de esta facies típica oligocena, desde las zonas donde abundan los bancos calizos o calizo-margosos

(donde suelen presentarse los escasos fósiles), hasta aquellas otras más salitrosas, más claras de color y menos compactas y consistentes, pasando por las zonas medias, donde se presentan intercaladas hiladas de conglomerados, o los que son netamente marginales, pudiendo presentarse en masa.

Pero más bien parecen facies locales cuya diferencia es más bien horizontal que vertical, y cuyos tránsitos laterales pueden apreciarse con perfecta claridad en muchos casos.

Ahora bien, las débiles pendientes que afectan al oligoceno en la mayor parte de la depresión, y las grandes, más bien enormes distancias a que hay que referir tan débiles pendientes para establecer las continuidades y correlaciones, no permiten otra apreciación, con los métodos de trabajo habituales en geología y que se han aplicado hasta ahora, que la de una mera estima.

Para poder establecer correlaciones de este tipo serían precisos, a nuestro juicio, estudios en que se combinaran levantamientos geológicos y topográficos de gran precisión.

Según el criterio expresado aquí, el área de la Hoja de Sos del Rey Católico, corresponde por entero a esta facies típica oligocena, y a su parte superior, en una zona donde esta facies debe de alcanzar muy grandes espesores. Abundan sobre todo las facies pálidas, más blandas y deleznales, es decir, predomina el carácter margoso-arcilloso, en detrimento de aquellos niveles más duros y compactos.

En la Sierra de Peña se encuentran niveles discontinuos de conglomerados, de poca importancia en esta zona. Forman parte de la banda en rosario que penetra en esta Hoja por su margen septentrional (conglomerados de Gallipienzo en la hoja de Sangüesa) y que aun se encuentran al SE. de Petilla de Aragón en la hoja de Uncastillo, contigua por el Este.

El banco más potente, sobre el que se asienta el poblado de Peña, tiene unos 15 metros de espesor. Por encima y por debajo hay otros más finos. No son continuos con los de Gallipienzo ni con los de Petilla, pero tienen evidentemente la misma génesis geológica.

## B) Cuaternario

El cuaternario, con sus dos tramos aluvial y diluvial, se extiende a lo largo del río Aragón, pero en la primera parte de su curso, mientras su dirección es casi Norte-Sur, sólo encontramos el aluvial y en faja muy estrecha por una y otra margen. Al llegar a las proximidades de Carcastillo y Murillo el Fruto, se ensanchan esos depósitos, constituyendo el aluvial las fértiles vegas de esos pueblos, rega-

das por las aguas del río. El diluvial ocupa todo el ángulo sur y se extiende hacia el Sur hasta las márgenes del Ebro.

Existe además una terraza diluvial al este de Carcastillo, en el denominado llano de Larrate, que se eleva a unos 120 metros sobre el nivel del Aragón.

Su constitución, muy análoga para ambos, consiste en un conglomerado, formado por cantos rodados de tamaño muy variable y arenas y arcillas rojizas o amarillentas.

En algunos tramos del río Aragón son observables tres niveles de terrazas sobre su cauce actual. La que acabamos de mencionar corresponde al más alto.

*(Instituto Geol.º y Min.º)*

HOJA 207. SOS DEL REY CATÓLICO

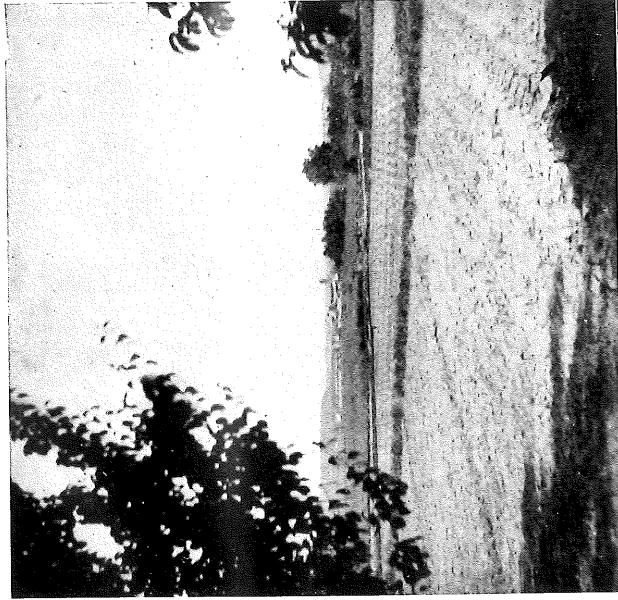


Foto 7. — Monasterio de la Oliva en la llanura cuaternaria del Aragón, al Oeste de Carcastillo.

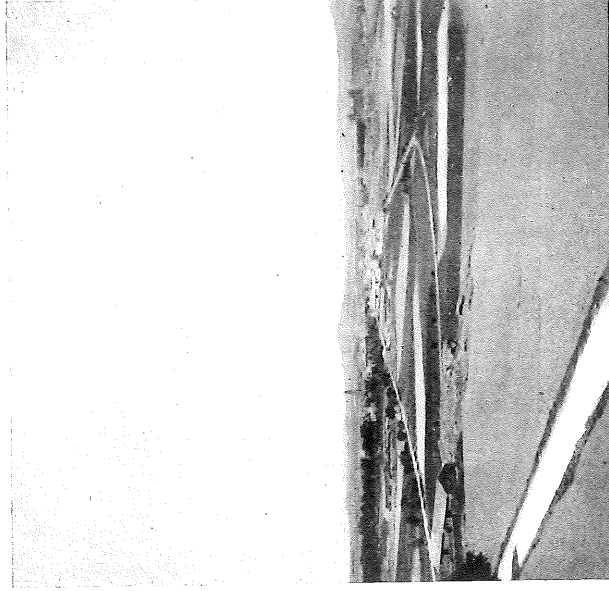


Foto 8. — Carcastillo, sobre la llanura cuaternaria del Aragón.



**TECTÓNICA**

---

Repeñidas veces hemos dicho en las memorias de las hojas, que por su constitución geológica guardan una estrecha relación con la que ahora nos ocupa y que le han precedido en su publicación, que los sedimentos oligocenos y post-oligocenos vienen afectados por una serie de pliegues que, como consecuencia de los movimientos pirenaicos, se han producido en este terreno por la naturaleza especial de sus capas inferiores, en cuya constitución tienen parte preponderante las arcillas, anhidrita, yeso, sal gema y sal potásica, elementos de gran plasticidad, cuya masa, una vez puesta en movimiento, oculta los accidentes de fondo, y a causa de las presiones internas, y tal vez por un fenómeno de isostasia, dan lugar a la formación de los denominados pliegues diapiros.

A este origen hay que atribuir los pliegues que reseñábamos en la hoja de Sangüesa, y que enumerados de Norte a Sur, reciben las denominaciones de: anticlinal de Liédena; sinclinal de Rocaforte; anticlinal de Undués de Lerda; sinclinal del mismo nombre; anticlinal de Aibar; sinclinal de Artajona y anticlinal de Tafalla.

De este último, decíamos que aparecía en el perímetro de aquella hoja en el valle de Lerga, y que en su marcha hacia Levante sufría un brusco cambio de dirección en las proximidades de Cáseda, y desaparecía bajo las formaciones cuaternarias del Aragón. A la rama sur de este pliegue anticlinal pertenecen las capas que se presentan en el límite norte de la Hoja de Sos con una dirección que varía poco de la N. 60° O. a S. 60° E. y con buzamientos siempre al SO.

Bien pronto se ponen esas capas horizontales, como puede verse en el corte que acompaña a la memoria, y en esa posición continúan ya en toda la superficie de la Hoja, sin que se note en sus estratos la

influencia de otros pliegues más meridionales que los arriba citados, tales como los sinclinales de Miranda de Arga y Peralta y el anticlinal de Falces.

Los conglomerados de Peña tienen su causa en movimientos intraoligocenos que aquí son de escasa intensidad. Las fases sálicas del final del oligoceno, pliegan con intensidad la zona situada inmediatamente al norte de la Hoja, pero estos movimientos se acusan en ésta sólo en su parte más septentrional, extinguiéndose rápidamente hacia el Sur.

Para exponer la génesis geológica de esta región tenemos apenas dato alguno que se puede referir al área de esta Hoja, por lo que recomendamos al lector interesado en esta materia la lectura de la contigua hoja de Sangüesa, donde se ha expuesto un esquema del desarrollo geológico regional, fácilmente aplicable a esta zona con una sencilla extrapolación mental.

(Instituto Geol. y Min.º)

HOJA 207. SOS DEL REY CATÓLICO

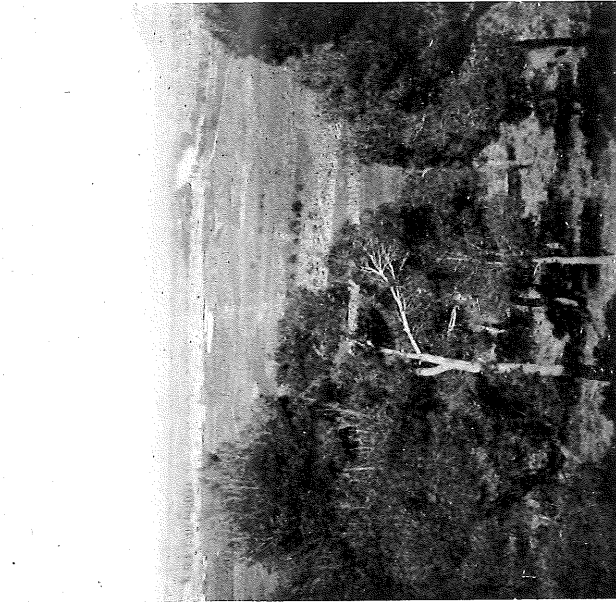


Foto 9. — Carcastillo y la vega del Aragón, desde el alto del Llano de Larrate.



Foto 10. — Borde de la terraza cuaternaria del Llano de Larrate, al Este de Carcastillo.



## HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA

---

A muy breves palabras tiené que reducirse este capítulo por los escasos datos que sobre tan interesante materia hemos podido recoger en nuestras excursiones por el terreno de la Hoja.

En la zona de las llanuras cuaternarias, donde las condiciones del suelo permiten un beneficioso empleo de las aguas, está suficientemente garantizado su abastecimiento por el aprovechamiento de las del río Aragón, mediante una extensa y bien estudiada red de acequias y canales y, por lo tanto, sólo se han abierto algunos pozos, que, a una profundidad que no excede, por regla general, de 10 ó 12 m., cortan un nivel freático, no muy abundante, pero suficiente para remediar algunas necesidades domésticas.

En la región recubierta por los estratos terciarios se encuentran algunas fuentes que manan en el contacto de las margas con las capas más permeables que se les sobreponen, pero su caudal es siempre muy exiguo, y ni las condiciones del terreno ni la superficie de las cuencas de recepción permiten aumentarlo considerablemente, aunque algo podría siempre mejorarse con algunas labores atinadamente dirigidas.

Como en otras regiones del secano navarro-aragonés, la escasez de aguas subterráneas ha de suplirse con balsas empleadas para abreviar el ganado y, cuando la sequía aprieta, para las necesidades más perentorias.

Es esta una de las zonas en que, en los años malos, llega a apreciarse más el agua que el vino.



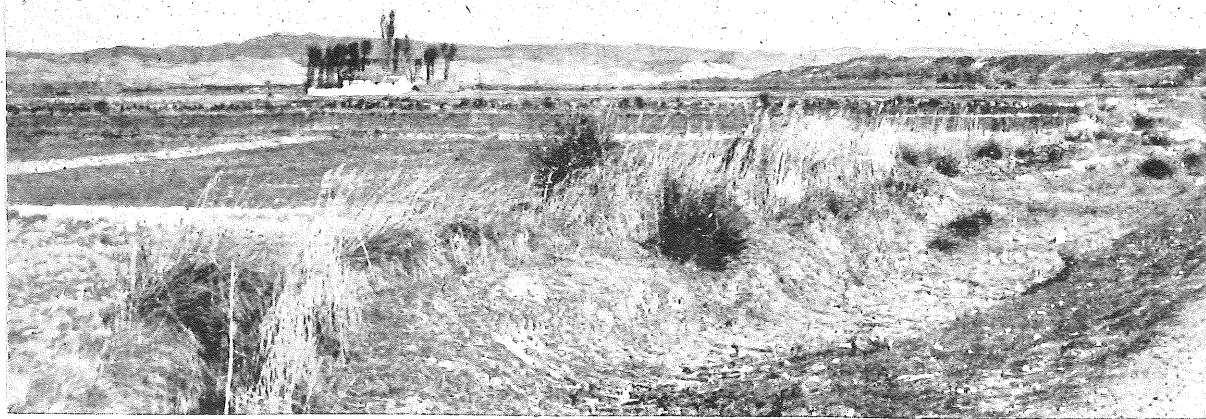


Fot. 11.—Sos del Rey Católico, pueblo titular de la Hoja.



Fot. 12.—Aspecto de la blanda facies del oligoceno típico en Castiliscar.





Fot. 13.—Desolado aspecto de las extensiones oligocenas de la parte central de la Hoja de Sos del Rey Católico.

Fot. 14.—Aspecto general de la parte septentrional de la Hoja de Sos. Por la llanada del fondo corre el río Aragón.



## VI

### MINERÍA Y CANTERAS

Con el fin de reconocer la cuenca potásica del Ebro en el límite occidental de la Región 3.<sup>a</sup>, se llevó a cabo un sondeo en las proximidades de Sos del Rey Católico, propuesto por D. Agustín Marín, y que comenzó el día 2 de abril de 1932, para terminar el 17 de septiembre del mismo año. Hagamos notar que este sondeo está emplazado ya en la contigua hoja de Sangüesa, y en ella se han detallado más sus resultados.

Dice de este sondeo el Sr. Marín, en su obra «Importance scientifique et industrielle d'une grande ride du socle pyrénéen», págs. 136 y 138: «En el sondeo de Sos del Rey Católico, se profundizó hasta cerca de los 1.400 metros, sin que se alcanzase el yacimiento salino, y ello a pesar de haberlo situado a menos de 200 metros del eje del anticlinal. Abundaban las dislocaciones en las capas superiores, pero a partir de los 200 metros de profundidad, los bancos tomaron inclinaciones de sólo 10 a 15 grados, es decir, muy próximos a la horizontal. Ello parece indicar que la sal asciende como si se tratase de un domo diapiro, y que a poca distancia del eje el yacimiento se presenta normal. El empuje vertical no ha producido pliegues y dislocaciones más que en las capas superficiales.

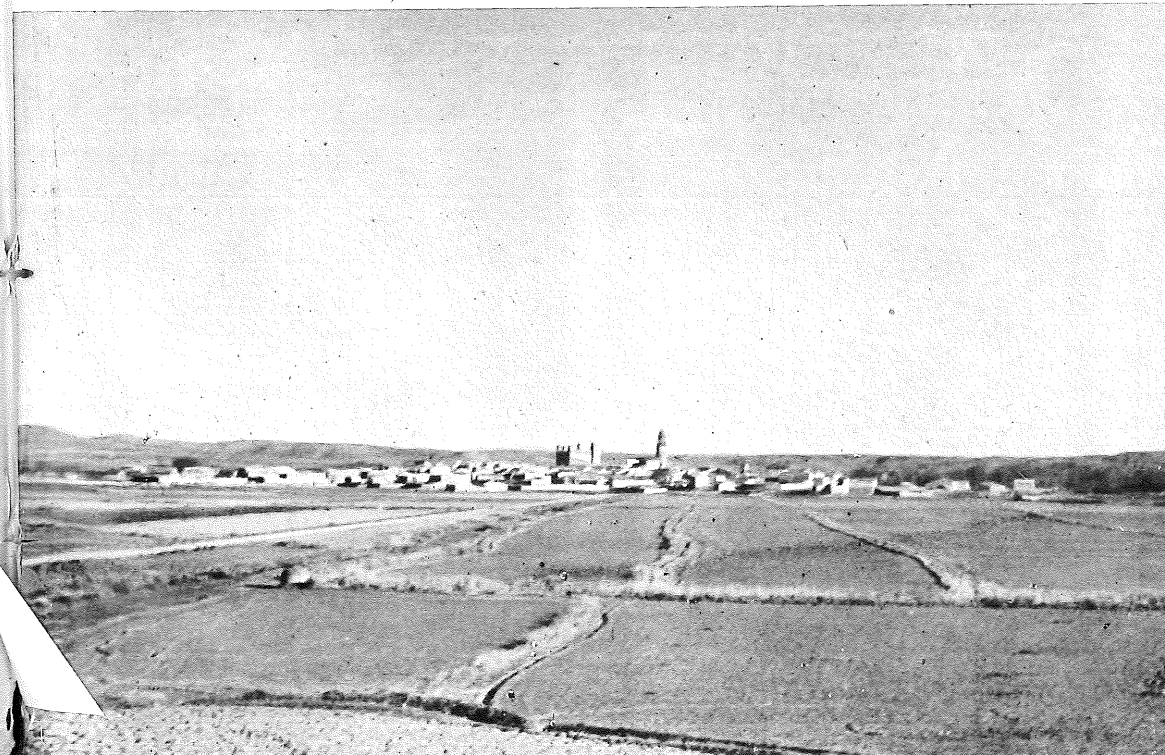
»En la zona de Aragón, donde no se encuentra más que el anticlinal principal, la sal ha sido objeto de menos movimientos que en los extremos oriental y occidental de la cuenca potásica y, en consecuencia, el yacimiento debe encontrarse a grandes profundidades al sur de la gran zona próxima al eje: es lo que parece confirmar el sondeo de Sos del Rey Católico.»



Fot. 15. Histórico monasterio de la Oliva, cerca de Carcastillo.



Fot. 16.—Vista general de Carcastillo en la llanada del Aragón.

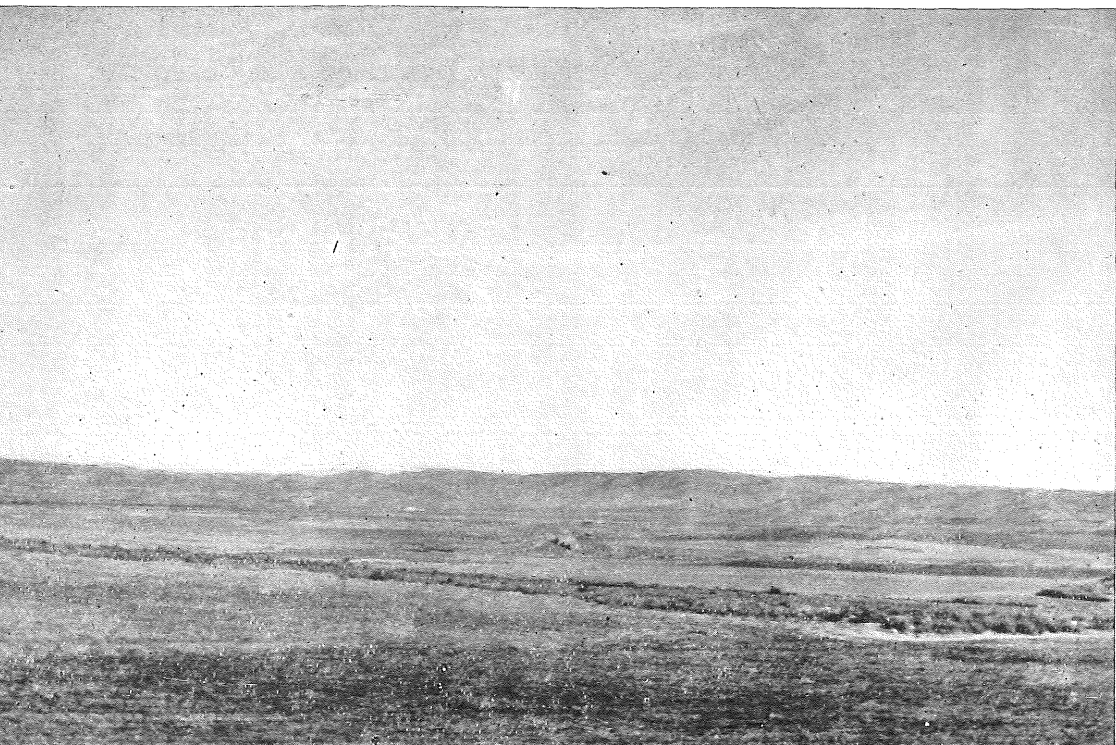






Fot. 17.—Abrupto aspecto de la parte septentrional de la Hoja de Sos.

Fot. 18.—Aspecto estepario de las zonas central y meridional de la Hoja de Sos.



## VII

### BIBLIOGRAFÍA

1. ADÁN DE YARZA (R.): *Descripción física y geológica de la provincia de Álava*.—Mem. de la Com. del M. G. de E. Madrid, 1885.
2. ALMEIDA (A.) y RÍOS (J. M.): *Explicación al mapa geológico de la provincia de Lérida*.—Inst. Geol. y Min. de España, 1947.
3. CANTOS (J.): *Paleontología de un sondeo en el terciario de Navarra*.—N. y C. del I. G. y M. de E. núm. 4, 1932.
4. CAREZ (L.): *Étude des terrains crétacés et tertiaires du Nord de l'Espagne*.—París, 1881.
5. — *La géologie des Pyrénées Françaises*.—Fascicule I. Mem. de la C. G. de la F. París, 1903.
6. — *Résumé de la géologie des Pyrénées Françaises*.—Bull. de la S. G. de la F. Tomo X, 4.<sup>a</sup> serie. 1912.
7. — *Sur quelques points de la géologie du Nord de l'Aragón et de la Navarre*.—Bull. de la S. G. de France. Tomo X, 4.<sup>a</sup> serie, 1910.
8. DALLONI (M.): *Étude géologique des Pyrénées de l'Aragón*, 1910.
9. DEPÉRET (CH.): *Sur les bassins tertiaires de la Meseta Espagnole*.—Bull. de la S. G. de France. Tomo VIII, 4.<sup>a</sup> serie. París. 1908.
10. DEPÉRET (CH.), VIDAL (L. M.): *Contribución al estudio del oligoceno en Cataluña*.—M. A. C. A. de Barcelona. T. IV. 1906.
- 10 bis. EZQUERRA DEL BAYO: (Obra que se cita en la pág. 15).
11. GARCÍA SIÑERIZ (J.): *Investigaciones geofísicas de la cuenca potásica de Navarra (Sos-Monreal-Puentelarreina)*.—Mem. I. G. y M. de España. Madrid.
12. HERNÁNDEZ-PACHECO (E.): *Ensayo de síntesis geológica del Norte de la Península Ibérica*.—Junta para Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas. Mem. 7. Madrid, 1912.

13. HERNÁNDEZ-PACHECO (F.): *Rasgos fisiográficos y geológicos del suroeste y oeste de las tierras navarras*.—Inst. Príncipe de Viana, XXVI, 1947.
14. INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA: *Hojas del Mapa Geológico Nacional de España, a escala 1:50.000*.—Tafalla (1930), Peralta (1934), Tudela (1934), Alfaro (1935), Sádaba (1941) y Sangüesa (1950).
15. LLOPIS LLADÓ (N.): *Sobre la estructura de Navarra y los enlaces occidentales del Pirineo*.—Miscelánea Almera, 1.ª parte, pág. 159. Dip. Prov. de Barcelona. Barcelona, 1945.
16. MALLADA (L.): *Reconocimiento geológico de la provincia de Navarra*. Bol. de la Com. del M. G. de España. Tomo IX. Madrid, 1882.
17. — *Explicación del Mapa Geológico de España*.—Mem. de la Com. del M. G. de España. Madrid, 1895-1911.
18. MARÍN (A.): *Algunas notas estratigráficas sobre la cuenca terciaria del Ebro*.—B. I. G. Tomo XLVII, 1926.
19. — *La depresión del Ebro. La tectónica y los yacimientos minerales*.—Bol. Inst. Geológico y Minero de España. T. LVII. Madrid, 1945.
20. — *La Potasa*.—Bol. del I. G. y M. de España. T. XLVIII. Madrid, 1927.
21. MENDIZÁBAL (J.) y CINCÚNIGUI (M.): *Nota acerca de la extensión del oligoceno en Navarra*.—N. y C. del I. G. y M. de España, núm. 4, pág. 140. Madrid, 1932.
22. MISCH (P.): *Der Bau der Mittleren Südpynäen*.—Abh. Gess. Wiss. Göttingen. Berlín, 1934.  
Trad. española por J. G. de Llarena: *La estructura tectónica de la región central de los Pirineos meridionales*.—Publicaciones Extranjeras sobre Geología de España. Tomo IV, C. S. de I. C. Madrid, 1948.
23. PALACIOS (P.): *Los terrenos mesozoicos de Navarra*.—Bol. del I. G. y M. de España. Tomo XL. Madrid, 1919.
24. PALASSOU (P.): *Essai sur la Mineralogie des Monts Pyrénées*.—París, 1781.
25. RÍOS (J. M.), ALMELA (A.) y GARRIDO (J.): *Datos para el conocimiento estratigráfico y tectónico del Pirineo Navarro*.—N. y C. del I. G. y M. de España. Tomos 13, 14 y 16. Años 1944, 1945 y 1946.
26. RUIZ DE GAONA (M.), VILLALTA (J.) y CRUSAFONT (M.): *El yacimiento de mamíferos fósiles de las yeseras de Monteagudo, Navarra*.—N. y C. del I. G. y M. de España, núm. 16, página 157. Madrid, 1946.
27. SÁENZ (C.): *Notas acerca de la distribución estratigráfica del Terciario lacustre en la parte septentrional del territorio español*.—Publ. Conf. Hidr. del Ebro. XXXVI. Mayo, 1931.

28. SEIZER (G.): *Geologie der Südpynäischen Sierrren in Oberaragónien Neu. Jahrb. f. Mineralogie, etc.*—Tomo 71, 1934.  
Traducción española por J. M. Ríos: *Geología de las Sierras Surpirenaicas del Alto Aragón*.—Publicaciones Extranjeras sobre Geología de España. Tomo IV, C. S. de I. C. Madrid, 1948.
29. STUART MENIETH: *Sur la géologie des Pyrénées de la Navarre, du Guipuzcoa et du Labourd*.—B. de la S. G. de Francia. Tomo IX, 1881.
30. — *Constitution géologique des Pyrénées*.—B. de la S. G. de Francia. Tomo XIX, serie 3.ª, 1891.
31. DEL VALLE (A.): *Descubrimiento de la cuenca potásica navarra*.—N. y C. del I. G. y M. de España, núm. 4, pág. 3. Madrid, 1932.
32. VERNIKUL (E. DE), COLLOMB (E.) y TRIGER (M.): *Note sur une partie du pays basque espagnol*.—Bull. de la S. G. de France. Tomo XVII, 2.ª serie. París, 1860.

