

HOJA 143 - 1 (GALLUES)

INDICE

INDICE

Pags.

0.- INTRODUCCIÓN 1

1.- ESTRATIGRAFÍA 2

1.1. EOCENO 2

1.1.1. Areniscas y lutitas en facies turbidíticas (10). Cuisiense-Luteciense Medio 2

1.1.2. Margas, areniscas y algunas capas de calizas resedimentadas (11). Grupo Hecho. Cuisiense-Luteciense medio 3

1.1.3. Brechas margosas y calcáreas (20). Calcarenitas bioclásticas (18). Megacapa de Garde-Cotefablo. Luteciense medio 4

1.1.4. Brechas calcareas (20). Brechas de matriz margosa (21). Calcarenitas bioclasticas (22). Megacapa de Roncal. Grupo Hecho. Luteciense medio 6

1.1.5. Alternancia de margas y areniscas (23). Grupo Hecho. Luteciense superior 8

1.1.6. Calcarenitas bioclásticas (24, 25, 27, 28 y 30). Grupo Hecho. Luteciense Superior 9

1.1.7. Margas, areniscas y calizas (29). Flysch margoso de Irurozqui. Luteciense superior-Biarritzciense 10

1.2. CUATERNARIO 11

1.2.1. Cantos, arenas y limos. Glacis (31). Pleistoceno 11

1.2.2. Cantos y gravas, limos y arenas. Terrazas (33). Pleistoceno-Holoceno

1.2.3.	Cantos y bloues. Limos y arenas. Coluviones (35). Holoceno	12
1.2.4.	Cantos y bloques y gravas. Limos y arenas. Fondos de valle (37) y conos de deyección (38)	12
2.-	TECTÓNICA	13
2.1.	DESCRIPCIÓN DE LAS ESTRUCTURAS	14
2.1.1.	Unidad de pliegues apretados de Ustés-Gallués	14
2.1.2.	Zona plegada septentrional	15
3.-	GEOMORFOLOGÍA	17
3.1.	SITUACIÓN Y DESCRIPCIÓN FISIOGRAFICA	17
3.2.	ANÁLISIS GEOMORFOLÓGICO	18
3.2.1.	Estudio morfoestructural	18
3.2.2.	Estudio del modelado	19
3.2.2.1.	Formas de ladera	19
3.2.2.2.	Formas fluviales	20
3.2.2.3.	Formas kársticas	20
3.2.2.4.	Formas poligénicas	20
3.2.3.	Formaciones superficiales	21
3.2.3.1.	Cantos y bloques. Limos y arenas. Coluviones (a). Laderas. Holoceno	21
3.2.3.2.	Cantos y gravas. Limos y arenas. Terrazas (b, c). Fluvial. Pleistoceno Holoceno	22
3.2.3.3.	Cantos, bloques y gravas. Limos y arenas. Fondos de valle (d). Fluvial. Holoceno	23
3.2.3.4.	Cantos, gravas y bloques. Arenas y limos. Conos de deyección (d). Fluvial. Holoceno	23
3.2.3.5.	Cantos, arenas y limos. Glacis (e). Poligénico. Pleistoceno	23
3.3.	EVOLUCIÓN DINÁMICA	24
3.4.	MORFOLOGÍA ACTUAL-SUBACTUAL Y TENDENCIAS FUTURAS	25
4.-	HISTORIA GEOLÓGICA	26

5.-	GEOLOGÍA ECONÓMICA	28
5.1.	RECURSOS MINERALES. CANTERAS	28
5.2.	HIDROGEOLOGÍA	28
5.2.1.	Introducción	28
5.2.2.	Unidad hidrogeológica de Pamplona-Ochagavia	29
5.2.3.	Unidad hidrogeológica de Leyre	30
5.3.	CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS GENERALES	31
5.3.1.	Introducción	31
5.3.2.	Zonación geotecnica	32
5.3.3.	Descripción de las unidades	33
6.-	BIBLIOGRAFÍA	37

La presente hoja y memoria han sido realizadas por **COMPAÑIA GENERAL DE SONDEOS, S.A.**, habiendo intervenido los siguientes técnicos:

ANTONIO HERNANDEZ SAMANIEGO Coordinación y dirección.

J. IGNACIO RAMIREZ MERINO Cartografía Geológica y Memoria

GUILLERMO PORTERO GARCÍA Cartografía Geomorfológica. Recursos minerales. Memoria

SEGISMUNDO NIÑEROLA PLA Hidrogeología. Memoria

TECNA Bases de datos. Digitalización. Geotecnia

ASESORES:

ALFONSO MELENDEZ HEVIA Sedimentología

MATEO GUTIERREZ ELORZA Geomorfología

MANUEL POZO RODRIGUEZ Estudio mineralógico de las Arcillas
(Universidad Autonoma de Madrid)

JOSÉ CASAS SAINZ DE AJA (C.S.I.C.) Estudio mineralógico de las Arcillas

COORDINACIÓN Y DIRECCIÓN (Gobierno de Navarra):

ESTEBAN FACI

JAVIER CASTIELLA

0.- INTRODUCCIÓN

La hoja topográfica a escala 1:25.000 de Gallúes (143-I) se halla comprendida entre los meridianos $1^{\circ}11'10,5''$ y $1^{\circ}01'10,5''$ y los paralelos $42^{\circ}45'04,2''$ y $42^{\circ}50'04,2''$, ocupando una posición nororiental dentro del territorio navarro.

El relieve es abrupto, oscilando entre las cotas de 600 m en el sector meridional, en el Valle del Salazar, y la de 1240 m en la esquina noroeste, en las estribaciones de los Montes de Areta.

El drenaje se realiza através de una red de barrancos valles que drenan hacia el Valle del río Salazar, que corta la hoja por su parte central, con una marcada orientación N-S. Toda el área pertenece al dominio hidrográfico de la Cuenca del Ebro.

La densidad de población en el ámbito de la hoja es baja, destacamos las poblaciones de Gallúes, Güesa, Uscarrés y Ustés en el citado Valle del Salazar, Andoain en el sector occidental y las poblaciones de Igal en el barranco del mismo nombre e Izal en el barranco del Tubo.

Desde el punto de vista geológico, la hoja de Gallúes se localiza en el contexto pirenaico, en el gran surco del flysch eoceno, conocido como Cuenca de Jaca, que queda enmarcado entre las Sierras Interiores al Norte y las Sierras Exteriores al Sur. Los materiales que la conforman son mayoritariamente margas y areniscas, en facies turbidíticas con capas intercaladas, en ocasiones de gran potencia, de brechas carbonatadas y calcarenitas, que constituyen excelentes capas guía dentro del Eoceno de la región y que permiten una subdivisión dentro de estos depósitos a falta de una buena correlación micropaleontológica en las facies turbidíticas. Desde el punto de vista estructural, la zona se caracteriza por pliegues de marcada orientación E-O, quedan perfectamente dibujados por las crestas que constituyen las megacapas carbonáticas. En ocasiones los pliegues tumbados y afectados por fallas inversas, cabalgantes hacia el sur.

1.- ESTRATIGRAFÍA

1.1.EOCENO

En la Hoja de Gallués, los materiales del Eoceno ocupan la totalidad de la misma.

Corresponden, en esencia, a las turbiditas del Grupo Hecho, (MUTTI, et al 1971), incluyendo la unidad más moderna de las mismas, o flysch margoso de Irurozqui, y de diversos niveles de calcarenitas bioclásticas en su mitad sur, y las megacapas carbonatadas 4 o de Garde-Cotefablo y 5 de Roncal (LABAUME, 1983).

1.1.1. **ARENISCAS Y LUTITAS EN FACIES TURBIDÍTICAS (10). CUISIENSE-LUTECIENSE MEDIO.**

Esta unidad aflora solamente en la esquina NE de la hoja continuando ampliamente por el sector norte de la hoja vecina de Roncal, donde está formada por un conjunto de materiales de carácter turbidítico que cabalgan sobre los asismismo de caracter turbidítico, aunque mucho más plásticos de la unidad (11), y que presentan en las zonas próximas a la superficie de cabalgamiento estructuras tectónicas de gran intensidad, pliegues invertidos, buzamientos subverticales, pliegues falla, etc, que no presentan los materiales cabalgantes. Estos, se caracterizan por un mayor contenido en fracción arenosa, siendo la realación arena/lutita superior a 1. Se distribuyen en capas de carácter turbidítico en las que las arenosas, que en ocasiones superan 1 m de espesor, forman bancos tabulares de gran continuidad lateral, distribuidas a su vez en megasecuencias estratocrecientes.

Esta unidad se corresponde en parte con la unidad de BROTO (REMACHA, 1983). Según este autor las secuencias más abundantes son las C2 (secuencia de BOUMA completa) y la D1 (secuencia incomplea por la base con predominio de la arenisca sobre la lutita). Corresponderían, según este mismo autor, a lóbulos deposicionales.

En las laderas del barranco de Urzainqui, al sureste de la población del mismo nombre, en la citada hoja de Roncal pueden reconocerse intercalados entre las turbiditas de esta

unidad, hasta tres tramos carbonatados potentes constituidos en la base por brechas calcáreas (15) y a techo por calcarenitas (16). Estos tres niveles han sido interpretados por LABAUME y SEURET (1985) como repeticiones tectónicas de la M.C. 3 ó de Villana.

En conjunto pueden alcanzar los 150 m de potencia. En la base está constituida por megabrechas con clastos en ocasiones de tamaños hectométricos de caliza y margas que hacia el techo pasan a tramos de calcarenitas gradadas y margas. Por el estudio de Nannoplanctón en las turbiditas que la circundan LABAUME, et al (1985) las atribuye al Cuisiense superior. A la unidad turbidítica (10) se le asigna una edad Cuisiense-Luteciense medio por posición estratigráfica.

1.1.2. MARGAS, ARENISCAS Y ALGUNAS CAPAS DE CALIZAS RESEDIMENTADAS (11). GRUPO HECHO. CUISIENSE-LUTECIENSE MEDIO.

Esta unidad cartográfica aflora en el borde N de la hoja de Gallués y en el núcleo del anticlinorio de Guesa, por debajo del nivel megaturbidítico de Roncal (Unidades 20, 21 y 22).

Litológicamente corresponde a una alternancia de margas de tonos grises y cremas y areniscas turbidíticas de colores grises y ocre, en capas de espesor variable desde centimétrico hasta 1 m. Localmente se intercalan algunas capas decimétricas, de calizas arcillosas de textura mudstone-wackstone, a menudo slumpizadas.

Las areniscas tienen cemento calcáreo, y características y, de turbiditas en capas finas por lo general, con secuencias de Bouma incompletas del tipo Tcde y Tde principalmente.

Corresponden a sedimentos distales de abanico submarino profundo, con aportes en sentido ONO, procedentes de los deltas desarrollados hacia el Oeste del Anticlinal de Boltaña.

A la unidad se le atribuye una edad comprendida entre el Cuisiense y el Luteciense medio.

Las muestras de arcillas analizadas en esta unidad han dado los siguientes resultados:

MINERALOGÍA EN FRACCIÓN TOTAL:

Filosilicatos	35
Cuarzo	11
Feldespatos	4 (P)
Calcita	50
Dolomita	.

MINERALOGÍA DE LA ARCILLA:

Illita	70-80%
Clorita	20-30%

1.1.3. BRECHAS MARGOSAS Y CALCÁREAS (17). CALCARENITAS BIOCLÁSTICAS (18). MEGACAPA DE GARDE-COTEFABLO. LUTECIENSE MEDIO.

Estas unidades cartográficas afloran en el borde N de la hoja de Gallués (anticlinal de Sarriés), en la esquina NO de la hoja (anticlinorio de Güesa-Izal) y al S de esta última localidad, a lo largo de la Regata del Tobo. El nivel calcarenítico superior (u. 18) también se encuentra en la zona centro oriental de la hoja, unos 2 km al S de Igal, donde los términos bréchicos presentan menor desarrollo, no habiéndose cartografiado.

Corresponden a la megacapa de Garde - Colefablo o MT4 (LABAUME, 1983).

Como corte tipo de ambas unidades puede tomarse el existente en el borde N de la hoja, unos 500 m al S de Sarriés.

Allí, la unidad 17 está formada, de muro a techo, por unos 50 m. de brechas calcáreas con bloques, cantos y gravas angulares de calcarenitas bioclásticas. Los bloques llegan a tener hasta 10-12 m. de diámetro, y presentan estratificación grosera. La brecha es clastosoportada.

Por encima, se sitúan unos 10-12 m. de brechas de matriz margosa con frecuentes bloques, cantos y gravas angulosos de naturaleza asimismo calcarenítica, que dan un blando relativo sobre el terreno.

Al techo de las mismas se sitúa la unidad 18, formada por unos 15-20 m. de calcarenitas bioclásticas grises de textura packstone-grainstone, con estratificación grosera. Como estructura interna presentan estratificación cruzada planar a gran escala.

Corresponde el conjunto de ambas unidades a materiales de plataforma resedimentados dentro de la cuenca turbidítica por un evento catastrófico de naturaleza sismotectónica mediante un transporte en medio denso.

La procedencia de estos materiales, aunque controvertidas, probablemente sea de las plataformas situadas al N de la Cuenca turbidítica.

Por el contenido en fauna de estas formaciones, corresponden a la parte inferior del Luteciense medio.

1.1.4. BRECHAS CALCÁREAS (20). BRECHAS DE MATRIZ MARGOSA (21). CALCARENITAS BIOCLÁSTICAS (22). MEGACAPA DE RONCAL. GRUPO HECHO LUTECIENSE MEDIO

Las presentes unidades forman, en conjunto, la megaturbidita de Roncal o MT5 (LABAUME; 1983)

Se localizan por toda la mitad septentrional de la Hoja de Gallués, estando sus afloramientos más meridionales en la prolongación hacia el E del Anticlinal de Arbizu.

Litológicamente es similar a la megacapa de Garde-Cotefablo descrita anteriormente, pero el mayor desarrollo de la de Roncal ha permitido una mayor diferenciación cartográfica.

Los mejores cortes de la misma se encuentran tanto al N como al S de Güesa por la carretera NA-178, como al NE de esta misma localidad por la NA-2130- También, 1 km al NO de Igal por el barranco de Larraize.

La unidad cartográfica 20 está formada por unos 45-50 m de brechas de cemento calcáreo con cantos y bloques angulosos y subangulosos de calizas bioclásticas por lo general, aunque localmente pueden llegar a incorporar bloques margosos o de turbiditas. El tamaño de los bloques puede alcanzar los 3 ó 4 hectómetros, como se aprecia a lo largo de la NA-178 unos 2 km al S de Sarriés, en el flanco N del sinclinal de Igal.

A grandes rasgos el tramo de brechas calcáreas presenta una grosera grano clasificación positiva, haciéndose menor el tamaño de los bloques hacia el techo.

La unidad cartográfica 21 tiene espesores entre 15 y 20 m y esta formada por brechas de matriz margosa con bloques y cantos de calizas bioclásticas englobados.

La unidad 22 está formada por 15-25 m de calcarenitas bioclásticas grises con abundante fauna de alveolinas, nummulites, miliólidos, espículas de erizo, y restos de bivalvos, estratificadas en capas de decimétricas a métricas. Presentan a menudo estratificación cruzada a gran escala, y morfología de barras submareales.

En el conjunto de la megaturbidita de Roncal, en diversos puntos (por ejemplo Barranco de Larrarze, 2 km al N de Igal) se observan enormes estructuras de escape de flui-

dos, que deforman estos niveles dando unas morfologías *en champiñón*.

Se interpretan como materiales de plataforma, resedimentados dentro de la cuenca turbidítica a través de flujos densos. La causa que provoca la ruptura de la plataforma es, probablemente, un evento sismo-tectónico.

Por su posición estratigráfica y por el contenido en formas resedimentadas se le asigna el conjunto de estas unidades una edad correspondiente a la parte alta del Luteciense medio.

1.1.5. ALTERNANCIA DE MARGAS Y ARENISCAS (23). GRUPO HECHO. LUTECIENSE SUPERIOR

La presente unidad cartográfica corresponde al grueso de las turbiditas *clásicas* del Grupo Hecho, y ocupa la mayor superficie de la hoja de Gallués.

Litológicamente están formadas por margas grises y beige estratificadas en capas decimétricas por lo común, aunque eventualmente pueden superar 1 m, entre las que se intercalan areniscas calcáreas de grano fino a medio, y muy raramente grueso, en capas decimétricas por lo general que a veces alcanzan los 2-4 m. de espesor. El color de estos niveles arenosos son de gris oscuro a pardo rojizo.

Las areniscas presentan secuencias de Bouma generalmente incompletas o truncadas, del tipo Tbce, Tcde u Tce. Sólo los niveles más gruesos presentan secuencias más completas (Tabcde y Tbcde).

A techo de las margas grises, y por debajo del siguiente nivel arenoso, suele encontrarse un nivel centimétrico (2-3 cm de media) de margas blancas con características hemipelágicas.

El espesor del conjunto del Grupo Hecho en la hoja de Gallués puede estimarse en unos

3500 m, incluyendo tanto las intercalaciones de megabrechas y calcarenitas que contiene como las turbiditas de edad Luteciense medio (Unidad 11) y el techo de la sucesión turbidítica o flysch de Irurozqui (unidad 29).

Las turbiditas de la unidad 23 corresponden a sedimentos de zonas distales de abanico submarino profundo, en el cual los sectores proximales se situarían hacia el E de la zona de estudio, con facies de cañón submarino y talud en el meridiano de Jaca, y facies deltáicas inmediatamente al Oeste del Anticlinal de Boltaña.

Los sentidos de aporte son hacia el ONO aunque algunos autores (SOLER y PUIGDEFABREGAS, 1970); (REMACHA y PICART, 1991) describen paleocorrientes hacia el S y SE en la parte superior de la serie turbidítica.

La presente unidad cartográfica tiene por su contenido en fauna y posición estratigráfica una edad Luteciense superior.

Las muestras de arcillas analizadas en esta unidad han dado los siguientes resultados:

MINERALOGÍA EN FRACCIÓN TOTAL:

Filosilicatos	27
Cuarzo	11
Feldespatos	3 (P)
Calcita	54
Dolomita	5

MINERALOGIA DE LA ARCILLA:

Illita	70-80%
Clorita	20-30%

1.1.6. CALCARENITAS BIOCLÁSTICAS (24, 25, 27, 28 Y 30). GRUPO HECHO. LUTECIENSE SUPERIOR

Estas unidades cartográficas corresponden a los niveles calcareníticos de mayor espesor y expresión superficial incluidos entre los materiales turbidíticos de las unidades 23 y 29.

Afloran extensamente en la mitad meridional de la hoja de Gallues, permitiendo la definición estructural de la misma al actuar como excelentes niveles guía ya que dan resaltes sobre el terreno debido a su mayor competencia sobre las unidades turbidíticas que las engloban.

En general, corresponden a niveles comprendidos entre los 2 y 10 m de espesor de calcarenitas bioclásticas de textura **packestone-grainstone** con un abundante contenido de Alveolinas, Nummulites, Miliólidos, y restos de bivalvos y equinodermos.

Localmente pueden incorporar una fracción de arenas de grano medio a grueso.

Corresponden a resedimentaciones de calizas de plataforma dentro de la cuenca turbidítica, probablemente provocados por eventos de tipo tectono-sísmico.

El conjunto de estos niveles carbonatados esta comprendido en el intervalo Luteciense medio-superior.

1.1.7. MARGAS, ARENISCAS Y CALIZAS (29). FLYSCH MARGOSO DE IRUROZQUI. LUTECIENSE SUPERIOR-BIARRITZCIENSE

Esta unidad aflora extensamente en el cuadrante SO de la Hoja de Gallués, así como en dos pequeños núcleos sinclinales al Este de la Localidad de Ustés.

Corresponde a la parte superior del Grupo Hecho, caracterizada por presentar escasos niveles arenosos. Tiene un espesor variable que llega a superar los 1000 m y se presenta en cambio lateral de facies con las turbiditas mas arenosas que constituyen la unidad 23.

Está formado por margas de tonos cremas en bancos comprendidos entre los 40 y 80 cm por lo general, aunque pueden alcanzar 1 ó 2 m, entre los que se intercalan niveles de areniscas de grano fino a muy fino de 1-10 centímetros de potencia.

Las areniscas presentan secuencias de Bouma de tipo Tcde y Tde fundamentalmente, aunque eventualmente se observan algunos de tipo Tbcde.

También son frecuentes las intercalaciones de niveles decimétricos a métricos de calizas resedimentadas similares a las descritas en el epígrafe 1.1.6.

Corresponden a sedimentos de posición muy distal dentro de un abanico submarino profundo.

La edad del conjunto de la unidad corresponde al Luteciense superior, y tal vez Biarritzciense.

Las muestras de arcillas analizadas en esta unidad han dado los siguientes resultados:

MINERALOGÍA EN FRACCIÓN TOTAL:

Filosilicatos	38
Cuarzo	14
Feldespatos	4 (P), 2 (K)
Calcita	42
Dolomita	-

MINERALOGÍA DE LA ARCILLA:

Illita	70-80%
Cloita	20-30%

1.2. CUATERNARIO

1.2.1. CANTOS, ARENAS Y LIMOS. GLACIS (31). PLEISTOCENO

Se ha cartografiado un único depósito que consta de cantos de arenisca, matriz arenolimsa y clastos blandos margosos. Su espesor oscila entre 1 y 2 metros. Se atribuye al Pleistoceno.

1.2.2. CANTOS Y GRAVAS. LIMOS Y ARENAS. TERRAZAS (33). FLUVIAL. PLEISTOCENO-Holoceno

Se localizan en el río Salazar y en la regata de Xabros. Constan de cantos y gravas subangulosos o angulosos, localmente subredondeados, de caliza o arenisca, con algu-

nos fragmentos ígneos, todo ello incluido en una abundante matriz limo-arenosa.

Las potencias oscilan entre 1 y 2,5 metros.

Se incluyen en el Pleistoceno y Holoceno.

1.2.3. CANTOS Y BLOQUES. LIMOS Y ARENAS. COLUVIONES (35). HOLOCENO

Están constituidos por clastos de arenisca con matriz limo-arenosa, mas o menos abundante.

Las potencias no superan el metro y su génesis es subactual.

1.2.4. CANTOS, BLOQUES Y GRAVAS. LIMOS Y ARENAS. FONDOS DE VALLE (37) Y CONOS DE DEYECCIÓN (38). HOLOCENO

Estos depósitos constan de clastos subangulosos y subredondeados de arenisca, caliza marga e ígneos, empastados en una fracción abundante de carácter limo-arenoso.

Los espesores oscilan entre 1 y 3 metros, tratándose de formaciones subactuales y actuales.

2.- TECTÓNICA

Las Hoja de Gallués se localiza, desde un punto de vista estructural, en la vertiente meridional de la Cordillera pirenaica, y hacia la parte occidental de la misma.

El orógeno pirenaico se forma a partir del inicio de la apertura del Golfo de Vizcaya, causado por el giro antihorario de la placa Ibérica y la posterior colisión de la misma contra la placa Europea.

Este proceso tuvo su inicio en el Cretácico superior, prolongándose a lo largo del Paleógeno hasta el Mioceno. Su inicio se realiza en la parte oriental de la cadena, propagándose hacia la occidental a lo largo del tiempo.

A grandes rasgos, la Cordillera pirenaica puede subdividirse en una zona Axial, con afloramiento de materiales paleozoicos e intrusiones graníticas, que en Navarra corresponde a los Macizos de Cinco Villas y Quinto Real. La Zona Axial aparece levantada por cabalgamientos alpinos de escala cortical. En su margen meridional se propagan estas estructuras cabalgantes, involucrando tanto a los materiales paleozoicos como a los mesozoicos y paleógenos, formándose un apilamiento antiformal de láminas cabalgantes alpinas claramente visible en las zonas oriental y central de la cordillera (Sierras Interiores surpirenaicas).

Por delante de las Sierras Interiores tiene lugar la formación de una serie de cabalgamientos cuyo nivel de despegue lo constituye el Tríasico, con dirección de transporte meridional y que se desarrollan, a menudo como cabalgamientos ciegos, hasta la cuenca del Ebro, la cual constituye la cuenca de antepaís meridional del orógeno pirenaico.

En la zona navarra, estas estructuras están representadas por los cabalgamientos de Leyre, Alaiz e Idocorry-Illón.

Sobre el bloque superior de los mismos, se desarrolla un surco turbidítico conocido

como Cuenca de Jaca-Pamplona, el cual constituye una cuenca de tipo piggy-back.

El acortamiento total estimado para el Pirineo varia entre 100 y 150 km, según los distintos autores (ROURE et al, 1989; MUÑOZ, 1992; etc).

En este contexto tectónico, la hoja de Gallués ocupa una parte central del surco turbidítico (Cuenca de Jaca-Pamplona) encontrándose el frente pirenaico hacia el S de la misma, en el cabalgamiento de Leyre y Falla de Loiti.

2.1.DESCRIPCIÓN DE LAS ESTRUCTURAS

La Hoja de Gallués presenta dos zonas claramente diferenciadas desde el punto de vista estructural.

La mitad meridional de la hoja, constituida por los materiales turbidíticos del Grupo Hecho, está fuertemente plegada.

La mitad septentrional está caracterizada por la presencia de las megacapas de Roncal y de Garde-Cotefablo, principalmente por la primera de ellas, a la cual constituye el amazón estructural de este sector.

A continuación se describen ambas áreas.

2.1.1. ZONA DE PLIEGUES APRETADOS DE USTÉS-GALLUÉS

La mitad sur de la Hoja de Gallués está constituida por una sucesión de pliegues muy apretados de dirección pirenaica (N 110 E a N 130 E).

Los pliegues son vergentes al sur, es decir, los flancos cortos de los anticlinales son los flancos S.

A grandes rasgos, puede indicarse que el conjunto de los mismos dibuja de S a N un sinclinorio cuyo eje principal transcurre desde 1 km al N de Ustés.

Cerca del borde E de la hoja, existe un relevo del eje de pliegues, amortiguándose el mismo y siendo sustituido por otro sinclinal con posición levemente más septentrional.

Al Norte de dicho sinclinal y situándose su eje entre las localidades de Uscarrés y Arbizu, discurre el eje principal del sucesivo anticlinorio.

Por ultimo, unos 300 m. al N del Gallués discurre el eje del siguiente sinclinal principal.

Todos estos pliegues recorren de O a E la hoja, prolongándose hacia las hojas vecinas. Entre medias, pliegues de menor extensión lateral se van relevando, dando lugar a una estructura compleja. Hay que señalar que la envergadura de los mismos no corresponde a la potencia de las series turbidíticas afectadas, por lo que se trata de pliegues similares disarmónicas donde son frecuentes los despegues capa a capa, aunque estas fracturas cabalgantes son difíciles de detectar sobre el terreno.

Algunas pequeñas fracturas de direcciones N 135 a N 145 E también están presentes en este sector.

2.1.2. ZONA PLEGADA SEPTENTRIONAL

Este sector de la hoja está caracterizado por que en él aflora extensamente la Megacapa de Roncal, y de manera menos amplia la Megacapa de Garde-Cotefablo.

Ambas se comportan como materiales mucho más competentes que los turbidíticos, originando un estilo de plegamiento distinto del que caracteriza el sector meridional.

Los pliegues sobre estos materiales son de tipo conforme, produciéndose pues disarmonías en su contacto con las turbiditas.

El pliegue más importante es el anticlinal, a menudo levemente volcado en su flanco S, que transcurre 1,2 km. al Sur de Güesa, de O a E de la hoja, según una dirección pirenaica con ligeras inflexiones.

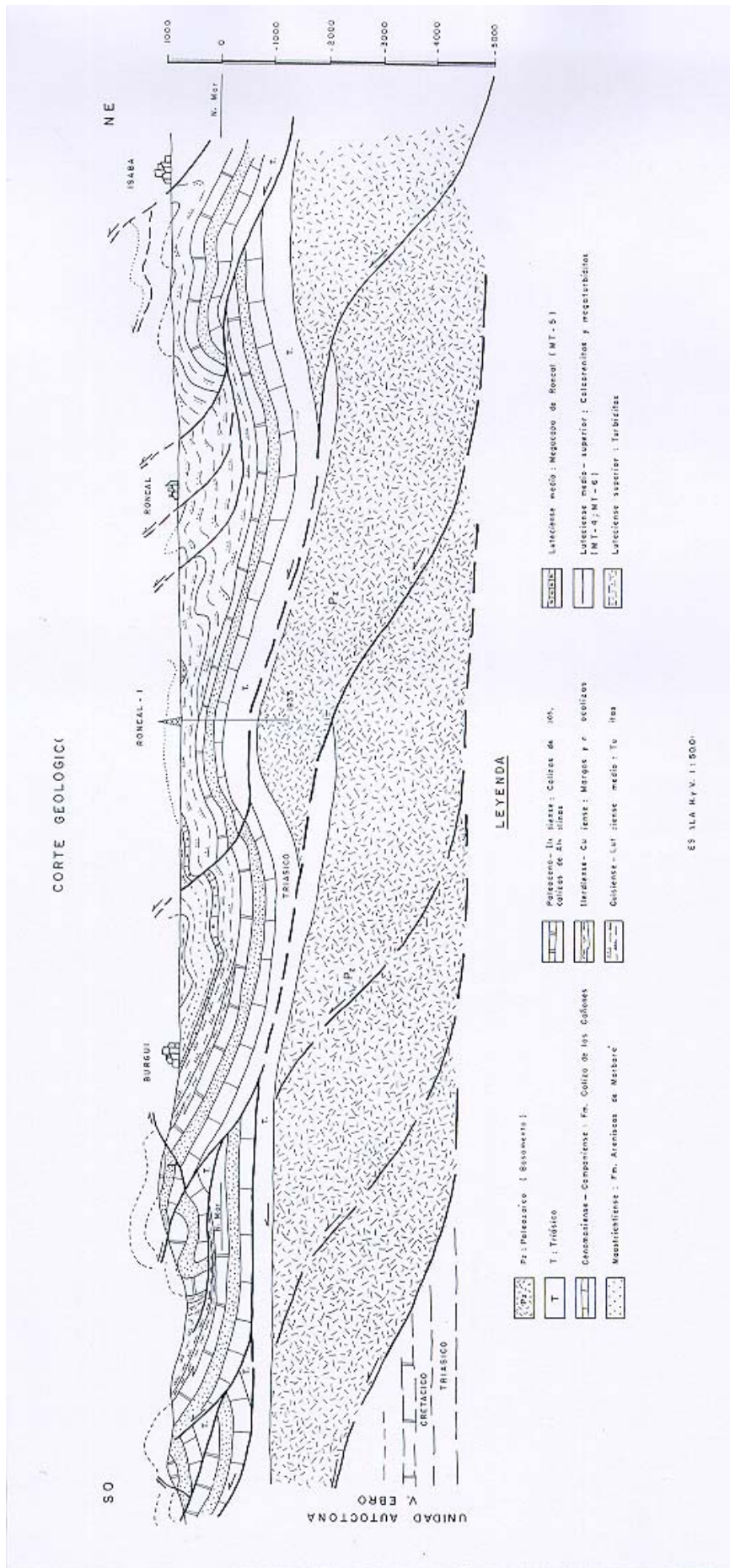
Hacia el O, se convierte en un pliegue cabalgante, llegando a sumergirse por completo el flanco S del pliegue bajo el cabalgamiento, en el borde occidental de la hoja.

Al norte de esta estructura una serie de pliegues menos apretados sobre la megacapa se relevan, hasta llegar al eje sinclinal situado 1,8 km al N de Güesa, el cual presenta direcciones variables entre N 100 E y N 130 E.

La esquina NE de la hoja vuelve a estar ocupada por una sucesión de anticlinales y sinclinales sumamente apretados asimismo con dirección pirenaica.

En las turbiditas que afloran tanto a techo como a muro de la Megacapa de Roncal, son frecuentes los despegues capa a capa que pueden llegar a ser verdaderos cabalgamientos, como se aprecia en el puerto de Vidangoz, en el borde E de la hoja de Gallués.

Por último, algunas fallas directas con cierta componente de desgarre y direcciones N 140 E a N 150 E y N 80 E a N 90 E existen en el cuadrante NO de la hoja, siendo la más importante de las mismas la falla de Izal.



3.- GEOMORFOLOGÍA

3.1. SITUACIÓN Y DESCRIPCIÓN FISIAGRÁFICA

La hoja de Gallués se inscribe en su totalidad en la Comunidad Foral de Navarra, más concretamente en su sector nororiental.

Se asocia al contexto morfoestructural sur-pirenaico o Sierras Interiores, caracterizadas por relieves abruptos, con altitudes que oscilan entre más de 1.200 metros (Aizgana, Peña de Bezea) y contrastan con los 650 metros que se alcanzan en el río Salazar, a su paso por la localidad de Ustés.

Dicho curso fluvial es la arteria fundamental que discurre, según una directriz N-S, por el contexto de la hoja.

Existen otros cauces notables, entre los que destacan las regatas de Igal y del Tobo.

En el territorio que se describe, pueden definirse tres grandes dominios o unidades geomorfológicas: Relieves Estructurales, Valles e Interfluvios (Relieves en aristas vivas y alomadas).

Todos ellos se distribuyen ampliamente por toda la hoja, sobre todo los valles de génesis fluvial, morfologías en fondo plano, artesa o uve.

Las características geomorfológicas más significativas se refieren a la gran implantación de las formas fluviales de carácter denudacional o erosivo (incisión lineal, aristas e interfluvios alomados), al que se superpone un conjunto de rasgos estructurales de tipo escarpes, cresteríos, chevrons y algunas fracturas con control morfológico.

Las formas fluviales de índole deposicional, se encuentran menos representadas (río Salazar, regatas de Igal y Tobo, etc.) por fondos planos o con morfología en cuna y

terrazas.

Los procesos de vertientes e reducen a deslizamientos de ladera y algunos coluviones, que enlazan principalmente con el valle del Salazar.

Las formas kársticas se localizan fundamentalmente en el sector noroccidental de la hoja (Llano de la Sierra, al N de Peña de Bezea), con desarrollo de dolinas de fondo plano y campos de dolinas de pequeño tamaño. En los alrededores de la Borda de Erro (cuadrante SE) se localiza un valle kárstico de tipo ciego.

Por último el modelado poligénico está representado por un depósito de glaciares instalado en la margen izquierda del valle del río Salazar, entre Ustés y Uscarrés, una depresión semicerrada localizada al Sur del Cerro de Narvaxa y dos pequeños relictos de superficies de erosión plio-pleistocenas (Irbarluzea).

3.2. ANÁLISIS GEOMORFOLÓGICO

3.2.1. ESTUDIO MORFOESTRUCTURAL

Sobre los materiales más consistentes (capas duras del flysch eoceno, calizas y brechas calcáreas cretácicas y paleógenas), se desarrolló un conjunto de rasgos estructurales, entre los que destacan escarpes y cresteríos, que se disponen según la dirección general pirenaica (ONO-ESE).

Los primeros conforman un espectacular relieve en los frentes de la Sierra (sector NO de la hoja), mientras que los segundos se desarrollan durante kilómetros en la alineación Legerieta-Iturrixarra-Arratea. Otras formas estructurales cartografiadas son chevrans (al NO de Adoain) y líneas de capa.

Por último son de resaltar dos fracturas normales (La Sierra) y una falla inversa al NE de la localidad de Adoain.

3.2.2. ESTUDIO DEL MODELADO

A continuación se describen las formas del modelado, de origen exógeno, presentes en la hoja, agrupadas en función a su génesis.

3.2.2.1. FORMAS DE LADERA

Sobre laderas de perfil cóncavo, se acumulan depósitos procedentes de niveles superiores (coluviones), que se observan a ambos márgenes del río Salazar y en el barranco de Xabros.

Son frecuentes las cicatrices de despegue o deslizamientos en algunas laderas de pendientes elevadas, viéndose favorecido este proceso, en muchos casos, por los efectos de las deforestaciones. Se han observado principalmente en el cuadrante nororiental de la hoja.

3.2.2.2. FORMAS FLUVIALES

Existe un marcado predominio de las formas fluviales de carácter denudacional o erosivo, sobre las de tipo deposicional. Así, la incisión lineal, conforma de redes de tipo dendrítico sobre los materiales del flysch. Los cauces al erosionar sobre el sustrato, han generado un complejo conjunto de aristas o interfluvios, escarpados y alomados, que llegan a superar el centenar de metros de altura sobre los cursos fluviales.

Existen además algunos saltos de agua o cascadas de algunas decenas de metros de caída y carácter esporádico: Ibarziloa, Regata de Izpiña, etc., así como algunas gargantas fluviales (barranco de Xabros, regatas de Igal e Izpiña en su cabeceras, etc.).

Las formas deposicionales, muy subordinadas a las anteriores, se localizan principalmente en el río Salazar: fondo de valle y hasta 3 niveles de terraza a + (8-10), + 20 y + (30-35) m sobre el talweg. En la regata de Xabros se localiza el nivel superior + (30-35).

Finalmente, a la salida de algunos barrancos se localizan abanicos fluviales o conos de deyección, que enlazan fundamentalmente con el valle del río Salazar.

3.2.2.3. FORMAS KÁRSTICAS

En el sector noroccidental de la hoja (Llano de la Sierra) se localizan varias depresiones generadas por disolución de materiales carbonatados. Todas ellas presentan morfologías con fondo plano, y dimensiones máximas de 1100 x 400 metros (Lazkarra). Junto a la Borda de Mañes se observan dos dolinas elongadas en dirección OSO-ENE, instaladas sobre una evidente zona de fractura.

Existen además, otras depresiones de carácter puntual (de orden métrico) que configuran auténticos campos de dolinas.

Otro proceso kárstico observado es un valle ciego, de corto recorrido, que se sitúa aguas abajo de la Borda de Erro.

3.2.2.4. FORMAS POLIGÉNICAS

Se ha cartografiado una acumulación detrítica de tipo glacis de cobertera, localizado en la margen izquierda del río Salazar, entre Uscarrés y Ustés. Sus dimensiones son de 800 x 400 metros.

En el cuadrante SE de la hoja (entre las bordas Quiza y Mercader) existe una superficie deprimida, de contorno semicerrado, elongado en dirección N-S, con dimensiones de unos 1000 x 700 metros y génesis incierta, no asociable al dominio kárstico (se instala sobre el flysch).

BARRERE, P. (1962), asocia este tipo de superficies al efecto del cierre de las estructuras de plegamiento existentes en la zona, con posteriores procesos de desmantela-

miento, ablación e infiltración de aguas, con relleno posterior por materiales fluviales, configurándose como una cubeta de muy suave pendiente.

Se ha considerado oportuno incluir esta superficie como una forma de tipo depresión poligénica con fondo cubierto en la mayor parte de su superficie.

Por otra parte se han señalado dos pequeños retazos correspondientes a relictos de superficies de erosión, a una cota de 995-1005 metros, localizadas al NE de la anterior.

3.2.3. FORMACIONES SUPERFICIALES

En el capítulo de Estratigrafía de este informe, se realiza una sucinta descripción de los depósitos cuaternarios cartografiados en la hoja de Gallués. A continuación se describen detalladamente en orden a su génesis y edad, expresándose entre paréntesis la letra asignada en el Mapa Geomorfológico.

Los depósitos cuaternarios cartografiados, de escasa representación superficial, se refieren a formaciones de ladera (coluviones), fluviales (fondos de valles terrazas y conos de deyección) y poligénicas (glacis).

3.2.3.1 CANTOS Y BLOQUES. LIMOS Y ARENAS. COLUVIONES (a). LADERAS. HOLOCENO

Son depósitos muy escasos en el ámbito de la hoja (Valle del río Salazar y barranco Xabros) con potencias difícilmente estimables debido a la mala situación y recubrimiento forestal de las formaciones, si bien se estima que no superan el metro.

Constan de cantos y bloques de arenisca, con matriz limoarenosa más o menos abundante.

Su génesis es subactual.

3.2.3.2 CANTOS Y GRAVAS. LIMOS Y ARENAS. TERRAZAS (b, c, d). FLUVIAL.

PLEISTOCENO-HOLOCENO

Se localizan fundamentalmente en el río Salazar, y en menor medida en la regata de Xabros (vease apartado 3.2.2.2.) con tres niveles en el primero de ellos y tan solo uno (el superior) en la segunda.

Las cotas relativas sobre los talwegs, ya mencionadas en el apartado citado, son como sigue:

Nivel $\forall d_{\Delta}$ (8-10), $\forall c_{\Delta}$ (20) y $\forall b_{\Delta}$ (30-35)

Estos depósitos constan de cantos y gravas subangulosos o angulosos, con algún clasto subredondeado, poco o moderadamente transportados, naturaleza calcárea o de arenisca, con algunos fragmentos ígneos de procedencia axial, englobados en una matriz limo-arenosa.

Los clastos se encuentran poco o nada cementados y suelen adquirir morfologías elongadas.

La potencia, en todos los casos es reducida, entre 1 y 2,5 metros.

Se inscriben en el ámbito del Pleistoceno, si bien el nivel inferior (d) puede ser ya Holoceno.

3.2.3.3 CANTOS, BLOQUES Y GRAVAS. LIMOS Y ARENAS. FONDOS DE VALLE (e). FLUVIAL. HOLOCENO.

Se presentan con una litología muy similar a la de las terrazas descritas, con la salvedad de que es notoria la fracción de tamaño bloque (>30 cm).

Los clastos se presentan de forma caótica debido a la intensidad (esporádicamente

torrencial) de la lámina de agua transportadora.

Estos depositos se observan en los valles del río Salazar, regatas de Xabros, Cerrancano y Racas y otros colectores menores. Los espesores oscilan entre 1 y 3 metros.

Son materiales recientes y actuales.

3.2.3.4 CANTOS, GRAVAS Y BLOQUES. ARENAS Y LIMOS. CONOS DE DEYECCIÓN (e). FLUVIAL, HOLOCENO

Son formaciones torrenciales que se instalan a la salida de algunas regatas o barrancos tributarios del rio Salazar. Constan de clastos subangulosos y subredondeados de arenisca, con alguna caliza, empastados en una matriz limo-arenosa.

Su espesor oscila entre 1 y 3 metros, siendo su genesis subactual, con posibles reactivaciones.

3.2.3.5 CANTOS, ARENAS Y LIMOS. GLACIS (f). POLIGENICO. PLEISTOCENO

Se ha cartografiado un único depósito de estas caracterísitcas, localizado en la margen izquierda del rio Salazar, entre las poblaciones de Ustés y Uscarrés.

Consta de cantos de arenisca, con matriz areno-limosa y algun clasto blando margoso. Se considera de edad Pleistoceno, sin más precisiones y su potencia oscila entre 1 y 2 metros.

3.3.EVOLUCIÓN DINÁMICA

El primer evento de la construcción del relieve hoy observable en la hoja de Gallús, debe asociarse al comienzo de la elaboración de los relieves estructurales que conforman el modelado (escarpes y cresteríos). Este proceso comienza a generarse en tiempos

terciarios.

Durante el Mioceno el área de estudio debió verse sometida a una importante erosión, que culminaría con la elaboración de una superficie de arrasamiento finimiocena de la que son testigos los dos relictos mencionados anteriormente. Dicha superficie, con posteriores retoques, daría lugar a la plana deprimida situada entre las bordas de Quiza y Mercader (vease apartado 3.2.2.4.), con posteriores retoques en épocas pliocenas y cuaternarias.

Con posterioridad, ya durante el Pleistoceno, la removilización de las laderas y la acción de la arroyada produjo la instalación de algunos depósitos de tipo poligénico (glacis) de los que el único testimonio actual es la formación localizada entre Ustés y Uscarrés.

Al mismo tiempo comienzan las primeras fases de encajamiento de la red fluvial, con depósito de terrazas del río Salazar y regata de Xabros, que se llegan a continuar durante el Holoceno.

Ya en este periodo se solapan los procesos de erosión-denudación y acumulación (profundización de cauces con retoques en la morfología estructural, comienzo de la configuración de los valles actuales, etc.).

Finalmente desde épocas subactuales hasta el presente, se configura el relieve final: valles de fondo plano, cuna y uve, modelado de las vertientes, etc.

3.4. MORFOLOGÍA ACTUAL-SUBACTUAL Y TENDENCIAS FUTURAS

En el territorio de estudio existe una clara tendencia al predominio de los procesos erosivos sobre los de acumulación, con pérdidas de suelo, deslizamientos de ladera, descalces y caídas de bloques e incisión de los cauces. La existencia de una extensa cobertura forestal, atenua dichos eventos, si bien los procesos de deforestación, aun

controlada, inciden muy negativamente en el equilibrio dinámico de las vertientes y los cauces fluviales.

Por todo ello es necesario una evaluación de dicho riesgo mediante una adecuada política de ordenación territorial, a efectos de minimizar sus efectos.

4.- HISTORIA GEOLÓGICA

La historia geológica de la zona próxima a la hoja se inicia con la transgresión generalizada del Cretácico superior (Cenomaniense). Posteriormente la sedimentación se detendría durante el periodo comprendido entre el Turoniense y parte del Coniaciense, para más tarde iniciarse un nuevo ciclo que duraría hasta el Santoniense inferior, representado por depósitos de una plataforma marina somera, con huellas de una actividad biológica intensa.

A partir del Santoniense superior el substrato experimentó un basculamiento que ocasionaría la emersión en la parte SE de las Sierras Interiores, mientras que hacia el norte causó el hundimiento y profundización de la plataforma (TEIXELL, A. et al 1989). Posteriormente una nueva transgresión durante el Santoniense superior y parte del Campaniense, originaría la sedimentación de calcarenitas ferruginosas en medios someros de alta energía, con una progresiva profundización que daría lugar a depósitos de plataforma externa a talud. Sobre los materiales así originados progradan hacia el NO facies arenosas proximales de edad Campaniense medio, iniciándose un nuevo ciclo que continúa con una mayor profundización que reinstaura la sedimentación margosa que culmina con la progradación de las areniscas de Marboré (Unidad cartográfica 3).

A partir de estos momentos la sedimentación pasó a estar controlada por la evolución tectónica del orógeno pirenaico. Así, durante el Paleoceno la sedimentación tuvo lugar en la denominada cuenca Surpirenaica, individualizada como un surco de antepais de dirección subparalela a la cordillera, y que a su vez iba siendo incorporado en las láminas cabalgantes. Este surco estaría limitado al norte por la actual **Zona Axial** y la parte sur de la **Zona Norpirenaica**, y al sur por un margen distal que iría sufriendo una migración progresiva hacia el antepais.

En la zona que nos afecta la paleogeografía correspondería a un surco turbidítico de alimentación axial, flanqueado en su margen meridional por las plataformas carbonáti-

cas de la **Cuenca de Jaca**.

Durante el Ilerdiense inferior prosiguió la sedimentación de plataforma carbonática, pasando hacia el norte de la zona que nos ocupa a una cuenca más profunda de talud margoso con resedimentación de carbonatos. Esta disposición sufriría durante el Ilerdiense inferior-medio un hundimiento generalizado, dando paso a una sedimentación margosa y brechoide de mayor profundidad, a la vez que las plataformas someras se iría desplazando hacia el sur.

Posteriormente las facies turbidíticas durante el Cuisiense y Luteciense irían apoyándose mediante **onlap**, sobre las plataformas anteriormente citadas, reflejando una migración progresiva del surco hacia el sur. El basculamiento que experimentarían las plataformas del margen meridional de la cuenca causaría ocasionalmente su desestabilización y resedimentación en forma de flujos gravitatorios, ocasionando las **megapacas carbonáticas**, a la vez que prosigue la sedimentación turbidítica hasta el Luteciense Superior-Biarritziense.

Las estructuras compresivas alpinas se iniciarían probablemente a partir de estos momentos, en los que se originaría estructuras de cabalgamientos de bajo ángulo.

5.- GEOLOGÍA ECONÓMICA

5.1.RECURSOS MINEROS. CANTERAS

En la hoja de Gallús no existen explotaciones mineras. Se encuentran inventariadas dos canteras, que se reseñan a continuación:

SUSTANCIA	NUMERO	NOMBRE	X	Y
Arena	448	Eguía	655.950	4.742.250
Caliza	449	Eguía	657.200	4.742.000

5.2.HIDROGEOLOGÍA

5.2.1. INTRODUCCIÓN

La Hidrogeología de la zona es bastante conocida gracias a los estudios que ha realizado el Gobierno de la Comunidad Foral de Navarra. Destaca el Proyecto Hidrogeológico de Navarra, que, desarrollado en dos fases, entre 1975 y 19883, permitió definir las unidades hidrogeológicas y los acuíferos principales de Navarra, así como sus características.

Posteriormente se han realizado otros estudios con objetivos específicos que proporcionan un buen conocimiento de las características hidrogeológicas del territorio, así como de sus posibilidades.

En el mencionado Proyecto Hidrogeológico de Navarra, se definieron 11 unidades hidrogeológicas, de las que en la hoja 1:50.000 de Navascues, se encuentran presentes dos.

Son las siguientes:

- Unidad de Pamplona-Ochagavia, que se desarrolla por casi toda la hoja.
- Unidad de Leyre, que se distribuye por la parte meridional.

5.2.2. UNIDAD HIDROGEOLOGICA DE PAMPLONA-OCHAGAVIA

Ocupa la mayor parte de la hoja 1/50.000 de Navascués, y está formada por materiales del Paleogeno en facies marinas, constituidos por dolomias y calizas, brechas calcareas y flysch.

En general las tres primeras constituyen acuíferos de distribución irregular, escasa extensión y permabilidad media

Por lo general se tratade acuíferos libres y confinados, cuya recarga se realiza por infiltración del agua de lluvia sobre los afloramientos y cuya descarga se produce por manantiales que no suelen superar los 5 l/seg. De caudal. No obstante se encuentran inventariados una serie de puntos de agua que llegan a rebasar, estacionalmente, los 100 l/seg. Y se reseñan a continuación:

Situación	X	Y	Cuadrante
La Tejería-Txapardoia	668.005	4741.187	143-II (Roncal)
Las Goteras	666.959	4738.699	143-II (Roncal)
Campos del Herrero	654.198	4741.757	143-O (Gallús)

Las aguas de la unidad son en su gran mayoría de dureza media, y presentan una mineralización de ligera a notable. De acuerdo a su composición iónica se puede decir que

son aguas bicarbonatado-cálcicas.

5.2.3. UNIDAD HIDROGEOLOGICA DE LEYRE

Como ya se ha mencionado, ocupa la parte meridional de la hoja (cuadrantes de Navascués y Salvatierra de Esca).

En sentido geográfico comprende la sierra de Illón.

Está formada por materiales cretácicos y paleogenos de naturaleza calcárea, dolomítica, con niveles margosos.

Estos materiales por efectos de la tectónica, conforman una serie de estructuras complejas con vergencia hacia el Sur, que dan lugar a una serie de afloramientos alargados en dirección E-O, independientes entre si.

Los principales acuíferos los forman las dolomias y calizas del Paleoceno y las calcarenitas del Eoceno, pudiendo considerarse el resto de los materiales como impermeables.

El agua de lluvia se infiltra en los acuíferos que se drenan, fundamentalmente, por salidas directas a los cauces de los ríos Era y Salazar.

Los dos puntos de agua más importantes, con caudales superiores a los 100 l/seg. Se localizan en la Foz de Arbayun y en el Barranco de Benasa-La Foz:

SITUACION	X	Y	CUADRANTE
Foz de Arbayun	648,876	4726,423	143-II
Benasa-La Foz	655,477	4729,197	143-II

Las aguas son de composición química constante, sin cambios acusados en su evolución, resultando ser de dureza media y mineralización ligera y ocasionalmente notable.

Por sus facies son siempre bicarbonatadas cálcico-magnésicas o cálcicas.

5.3. CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS GENERALES

5.3.1. INTRODUCCIÓN

Se ha realizado una cartografía geotécnica de la hoja 143 a escala 1:25.000 en la que para definir las características geotécnicas de los materiales se ha tomado como base la cartografía geológica a escala 1:25.000 realizada previamente. Las distintas unidades geológicas se han sometido a un proceso de síntesis, agrupandolas en función de sus características y comportamiento geotécnico.

Para definir las características geotécnicas de los distintos materiales se debe partir como es lógico de datos de ensayos realizados en obras y proyectos, en todos sus aspectos: clasificaciones, resistencia, deformación, cohesión, etc. Sin embargo, la inexistencia de datos de ensayos geotécnicos en la actualidad, en estas hojas, impide realizar un tratamiento estadístico que permita clasificar las unidades.

Por este motivo, para clasificar las unidades geológicas en función de sus características geotécnicas será preciso utilizar otros procedimientos. Estos consistirán en la extrapolación de las características de las mismas unidades de las que se disponga datos en hojas contiguas, mientras que para los materiales de los que no se disponga de ningún dato ni en hojas contiguas, su caracterización consistirá en una descripción basada en las observaciones de campo y datos generales de Normas y Códigos.

En cualquier caso, esta clasificación y los datos que en ella se contienen deben considerarse como meramente orientativos, siendo necesaria la realización de los ensayos pertinentes en cualquier obra o trabajo que se vaya a acometer en estas hojas.

Con esta cartografía se pretende que el usuario disponga de una información general, lo

suficientemente objetiva para prever problemas y diseñar una campaña geotécnica puntual.

5.3.2. ZONACIÓN GEOTECNICA

Los distintos materiales que componen los cuadrantes de la hoja 143 se han subdividido en áreas y, estas, a su vez en zonas. El criterio inicial de agrupamiento ha sido fundamentalmente geológico y litológico, al que se han incorporado criterios geotécnicos, teniendo en cuenta las limitaciones que existen en estas hojas, como ya se ha señalado.

La división en áreas resultante es la siguiente:

Área I: Materiales cretácicos (aflorantes unicamente en los cuadrantes III y IV)

Área II: Comprende los materiales terciarios

Área III: Depósitos cuaternarios

Estas áreas, a su vez, se han subdividido en las siguientes zonas:

Área I: Zona Ia

Área II: Zona IIa, IIb, IIc, y IId

Área III: Zonas IIIa

A continuación se describen las distintas unidades, con algunos datos geotécnicos orientativos, que no se corresponden con datos objetivos de ensayos realizados sobre estos materiales. Como ya se ha señalado, la ausencia de investigaciones geotécnicas en estas hojas impide conocer con exactitud sus características.

5.3.3. DESCRIPCIÓN DE LAS UNIDADES

Zona Ia (solamente para los cuadrantes III y IV)

En el **área I** de materiales cretácicos, solamente aparece una zona que agrupa los mate-

riales carbonatados constituidos por calizas, dolomías, calcarenitas y areniscas carbonatadas. Unidades 1, 2 y 3 de edad Santoniense-Maastrichtiense.

Para un cálculo a nivel de anteproyecto, se pueden considerar los valores que establecen las diferentes Normas y Códigos. Si se procede a eliminar la zona de alteración, pueden soportar presiones admisibles del orden de 10 kp/cm².

En general, pueden considerarse rocas duras con algunas zonas de tipo medio, donde el índice RQD desciende. Los primeros metros alterados son fácilmente excavables, pero el sustrato se considera duro y deberá atravesarse con máquina y eventualmente no será ripable. Son frecuentes los fenómenos kársticos en todos sus afloramientos, mientras que la estabilidad de los taludes artificiales está condicionada por el grado de fracturación y la presencia de niveles con distinto grado de alterabilidad, lo que puede ocasionar caídas por desplomes de los materiales más resistentes.

Zona IIa (solamente para los cuadrantes III y IV)

Como en la **zona Ia** esta **zona IIa** corresponde a los materiales calcáreos de edad Paleoceno e Ilerdiense que forman la base del Terciario en estas hojas. Corresponden a las Unidades 5, 6 y 8.

Son rocas moderadamente duras, menos que sus equivalentes mesozoicos, con resistencia a la compresión simple entre 500 y 1000 kp/cm². Las presiones admisibles que pueden soportar serán menores que en la zona anterior, debido a su menor compactación, a sus características petrológicas y a la presencia de numerosas alternancias de niveles de distinta compactación. En general no son ripables o poco ripables. El grado de fracturación y diaclasado es elevado, por lo que la estabilidad de los taludes puede ser muy variable en función del grado de fracturación y de disposición de las juntas.

Zona IIb (solamente para el cuadrante IV)

En esta zona únicamente se incluyen los depósitos lutíticos con niveles de micrita de la Unidad 4 correspondiente a la Facies Garumniense.

Se trata, en general de una sucesión de materiales de fina granulometría, donde la litología más abundante corresponde a arcillas.

Con los valores de que se dispone de formaciones similares, se puede establecer que las presiones admisibles se sitúan entre 1,5 y 3 kp/cm², esperándose asientos de consolidación a largo plazo. Este fenómeno será más importante en afloramientos, donde los materiales han estado sometidos a fenómenos de descompresión. Por el contrario, en sustrato la compactación de las arcillas es mayor, por lo que puede aumentar su capacidad de carga.

Son materiales fácilmente excavables. La estabilidad de los taludes construidos sobre estos materiales puede variar a lo largo del tiempo, deteriorándose progresivamente por fenómenos de alteración.

Zona IIc (solamente para los cuadrantes III y IV)

En esta zona se incluyen los materiales margosos carbonatados que no pertenecen a sucesiones turbidíticas o flysch. En la sucesión de la Hoja 143 corresponden con las unidades 7 y 9, formados por margas y margocalizas.

Su característica fundamental es la alternancia de niveles de material resistente, correspondiente a los estratos más calcáreos, con otros más blandos, de características margosas. El conjunto puede considerarse con una resistencia que clasificaría los materiales como suelo rígido y roca muy meteorizada. Considerando su R.Q.D. se trataría de una roca de categoría muy mala, es decir, R.Q.E. entre 0 y 25%.

A nivel de anteproyecto se puede considerar una presión admisible del orden de 3 kp/cm², siendo importante considerar las posibles heterogeneidades que suponen la alternancia de niveles blandos y duros. En general son terrenos ripables.

Zona II d

En esta zona se han incluidos todos los materiales correspondientes en las facies turbidíticas de edad Cuisiense-Lutecinse. Son todos los materiales comprendidos entre las Unidades 10 y 30.

La principal característica de esta zona es la gran variabilidad y alternancia de materiales de muy distintas características geotécnicas, como corresponde a depósitos turbidíticos. Los materiales más abundantes son margas y areniscas alternantes, en algunos casos margas y calizas nodulosas, sobre las que se intercalan unidades calcáreas en sucesiones de brechas y calcarenitas (Megacapas) o niveles calcareníticos.

Debido a estos condicionantes de sucesiones litológicas, las características geotécnicas de estas unidades son muy variables dependiendo de la mayor o menor presencia de un determinado tipo de litología.

Considerando los niveles más desfavorables, desde el punto de vista geotécnico, en este caso los niveles menos competentes margosos, se pueden establecer, a nivel orientativo una serie de características mínimas.

Las presiones admisibles calculadas para profundidad de cimentación mínima de 1,5-2 m. Generalmente varían para las margas alteradas entre 1,3 y 3 Kp/cm². En los niveles carbonatados, estas presiones aumentan, aunque sería conveniente realizar estudios de resistencia y deformabilidad.

Las zonas alteradas margosas son suelos medios-duros, fácilmente excavables, las margas y areniscas varían entre poco ripables y no ripables, mientras que las zonas brechoides o calcareníticas representan el extremo opuesto siendo ripables.

Los taludes naturales son estables, únicamente presentan el problema de la alteración de

las margas que progresivamente van deteriorando el talud. En los materiales más compactos, los taludes estarán influidos por el grado de fracturación y diaclasado que aparezca.

Zona IVa

Incluye todos los depósitos cuaternarios, formados en gran parte por sedimentos detríticos de ladera y aluviales y coluviales. Unidades 31 a 41. Adquieren su mayor desarrollo a lo largo de los ríos Salazar y Esca.

Litológicamente los materiales de edad cuaternaria están formados en gran parte por sedimentos detríticos, gravas, cantos, arenas, limos y arcillas. Son materiales muy variables litológicamente con diferentes grados de compacidad y resistencia. La mayor parte de sus índices geotécnicos (Clasificación de Casagrande, densidades, límites, etc.) muestran una gran variabilidad.

Son fácilmente excavables. Los taludes naturales se mantienen estables en general en ausencia de nivel freático con alturas pequeñas (2-3 m), pero en el resto de casos, las inestabilidades son frecuentes.

6.- BIBLIOGRAFÍA

BARNOLAS, A., et al (1991).- *Evolución sedimentaria entre la cuenca de Graus-Tremp y la cuenca de Jaca-Pamplona*. I Congreso Grupo Español del Terciario, Vic, 1191, Libro Guía Excursión, nº 1, 123 p.

BARRERE, P. (1962).- *Reliefs mûrs perchés de la Navarre Orientale*. Rev. Geogr. des Pyrénées et Sur-Ouest. XXXIII, 26-40.

CAMARA, P., et al (1985).- *Interpretación geodinámica de la vertiente centro-occidental surpirenaica (Cuencas de Jaca-Tremp)*. Est. Geol. 41, pp. 391-404.

- CANUDO, J.I. et al (1988).- \mathcal{V} Biocronología con foraminíferos planctónicos de la secuencia deposicional de Jaca (Pirineo aragones): Eoceno medio y superior. Congre. Geol. de España, Comunicaciones, 1, pp. 273-276.
- CARBAYO, A. et al (1978).- \mathcal{V} Mapa Geológico de España. E. 1/50.000, 2ª serie. N° 117: OCHAGAVIA; IGME.
- ESTRADA, M.R. (1982).- \mathcal{V} Lóbulos deposicionales de la parte superior del Grupo de Hecho entre los anticlinales de Boltaña y el río Aragón (Huesca). Tesis doctoral. Univ. Autónoma de Barcelona, 164 p.
- JOHNS, D.R. et al (1981).- \mathcal{V} Origin of a thick, redeposited carbonate bed in the Eocene turbidites of the Hecho Group, South-Central Pyrenees, Spain. Geology, 9, pp. 161-164.
- LABAUME, P. (1983).- \mathcal{V} Evolution tectono-sédimentaire et Mégaturbidites du bassin turbiditique eocène sud-pyrénéen (entre les transversales Col du Somport-Jaca et Pic d'Orhy-Sierra de Leyre). Thème 3ème cycle, USTL, Montpellier, 170 p.
- LABAUME, P. et al (1983).- \mathcal{V} Mégaturbidites carbonatées du bassin turbiditique de l'Eocène inférieur et moyen sud-pyrénéen. Bull. Soc. Geol. France (6). 25, pp. 927-941.
- LABAUME, P. et al (1987). \mathcal{V} Megaturbidites: A Depositional Model From the Eocene of the SW-Pyrenean Foreland Basin, Spain. Geol., Marine Letters, 7, Pp. 91-101.
- LABAUME, P. et al (1985).- Evolution of a turbiditic foreland basin an analogy with an accretionary prism: Example of the Eocene South-Pyrenean basin. Tectonics, 4, pp., 661-685.

- LEON, L. (1972).- *Síntesis paleogeográfica y estratigráfica del Paleoceno del norte de Navarra. Paso al Eoceno*. Bol. IGME. 83, pp. 234-241.
- MANGIN, J. PH. (1959-60).- *Le nummulitique sud-pyrénéen à l'ouest de l'Aragon*. Pirineos, 51-58, pp. 1-631.
- MUÑOZ, J.A. (1992).- *Evolution of a Continental Collision Belt: ECORS-Pyrenees Crustal Balanced Cross-section*. In: Mc. Clay, K.R. (Thrusts Tectonics), eds, pp.
- MUTTI, E. (1977).- *Distinctive thin-bedded turbidite facies and related environments in the Eocene Hecho Groups (south-central Pyrenees, Spain)*. Sedimentology, 24, pp. 107-131.
- MUTTI, E. (1984).- *The Hecho Eocene Submarine Fan System, South-Central Pyrenees, Spain*. Geo-Marine Letters, 3, pp. 199-202.
- MUTTI, E., et al. (1979).- *The role of sedimentary by-passing in the genesis of fan fringe and basin plain turbidites in the Hecho Groups System (South-Central Pyrenees)*. Mem. Soc. Geol. Italia, 18, pp. 15-22.
- MUTTI, E. et al. (1972).- *Schema stratigrafico e lineamenti di facies del Paleogeno Marino della zona centrale sudpirenaica tra Tremp (Catalogna) e Pamplona (Navarra)*. Mem. Soc. Geol. Italia, 11, pp. 391-416.
- MUTTI, E. et al (1975).- *Turbidite facies and facies associations*. In: Examples, of turbidite facies and facies association from selected formations of the northern Appennines. Field trip Guidebook, IX Int. Congr. Sediment. A 11, pp. 21-36.
- PUIGDEFABREGAS, C. (1975).- *La sedimentación molásica en la cuenca de Jaca*. Pirineos, 104, 108 p.

PUIGDEFABREGAS, C. et al (1978).- Memoria del Mapa Geológico de España, E. 1:50.000, 2ª serie, hoja nº 143, Navascués. IGME.

PUIGDEFABREGAS, C. et al (1975).- The sedimentary evolution of the Jaca Basin. In: J. Rosell y C. Puigdefabregas (eds): The sedimentary evolution of the South Pyrenean Basin. Exc. Guidebook, I.A.S. 9th International Congress, Nice, part. C, 33 p.

PUIGDEFABREGAS, C. et al (1986).- Tecto-sedimentary cycles and depositional sequences of the Mesozoic and Tertiary from the Pyrennes. Tectonophysics, 129, pp. 173-203.

REMACHA, E. (1983).- Sand tongues de la Unidad de Broto (Grupo de Hecho) entre el anticlinal de Boltaña y el río Osia (prov. de Huesca). Tesis Doct. Univ. Autónoma de Barcelona, 163, p.

REMACHA, E. et al (1987).- Precisiones sobre los límites de la secuencia deposicional de Jaca. Evolución de las facies desde la base de la secuencia hasta el techo de la arenisca de Sabiñanigo. Bol. Geol. y Min. 98, pp. 40-48.

REMACHA, E. y PICART, J. (1991).- El complejo turbidítico de Jaca y el delta de la arenisca de Sabiñanigo. Estratigrafía. Facies y su relación con la tectónica. I Congreso del grupo Español del Terciario. Vic. 1991, Libro-Guía, excursión nº 8, 116 p.

ROBADOR, A. (1990).- Early Paleogene Stratigraphy. In: Introduction to the early Paleogene of the south Pyrenean basin, Field trip guidebook. I.G.C.P. Project 286 (Early Paleogene Benthos). IUGS-UNESCO, Cap. 2, pp-41-87.

ROSELL, J. et al (1975).- The sedimentary evolution of the Paleogene south Pyrenean basin. IAS 9th. International Congress. Nice, July 1975.

- ROURE, F.; CHOUKRONE, P.; BERASTEGUI, X., MUÑOZ, J.A.; VILLIEN, P. MATHERON, P.; BAREYT, M.; SEGURET, M., CAMARA, P. & DERAMOND, J. (1989).- *ECORS Deep Seismic data and balanced cross sections: Geometric constraints on the evolution of the Pyrenees*. *Tectonics*, Washington, 8, 1, pp. 41-50.
- RUPKE, N.A., (1972).- *Geologic studies of and Early and Middle Eocene flysch formation, south-western Pyrenees, Spain*. Ph. D. Thesis, Princeton University, 208 p.
- SANCHEZ CARPINTERO, I. (1972).- *Estudio Geológico de las Sierras de Leyre y Navascués*. Contribución al conocimiento estratigráfico. Tesis Navarra.
- SEGURET, M. (1972).- *Etude tectonique des nappes et séries décollées de la partie centrale du versant sud des Pyrénées. Caractère synsédimentaire, rôle de la compression et de la gravité*. Publ. Ustela. Série Géol., Struct. 2, Montpellier, 155 P.
- SEGURET, M. et al (1984).- *Eocene seismicity in the Pyrenees from megaturbidites in the South-Pyrenean Basin (North Spain)*. *Mar. Geol.* 55, pp. 171-131.
- SELZER, G. (1934).- *Geologie der Sudpyrenaische Sierren in Ober-aragonien*. *Nevves Jhrb. Geol. Pal. Min.* 88, Abt. B. 370-406. Traducción española (1948). Publ. Extranj. Sobre Geología de España, C.S.I.C. Madrid.
- SIMO, A. (1989).- *Upper Cretaceous platform-to-basin depositional sequence development, Tremp basin, south-central Pyrenees*. In: P. D. Crevello, J.L. Wilson, J.F. Sarg y J. Read (eds), *Controls on carbonate platform and basin development*, S.E.P.NM. Spec. Publ. 44, pp. 365-378.
- SOLER, M. et al. (1970).- *Lineas generales de la geología del Alto Aragón occidental*. *Pirienos*, 96, pp. 5-19.

SOUQUET, P. (1967).- Le Cretacé supérieur sudpyrenéen en Catalogne, Aragon et Navarre. Thèse d'Etat, Univ. De Toulouse, 529 p.

TEIXELL, A. (1990). El Cretácico superior en la terminación occidental de la Zona Axial Pirenaica. Geogaceta, 8, pp. 84-86.

VAN ELSBERG, J.N. (1968).- Geology of the upper Cretaceous and part of the lower Tertiary, North of hecho and Aragües del Puerto (Spanish Pyrenees, province of Huesca). Est. Geol. 24, pp. 39-77.