



estudio previo de terrenos



Plan Pirineos

TRAMO: CAMPO - ISONA

MOP

DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS
SUBDIRECCION GENERAL DE NORMAS TECNICAS Y PROSPECCIONES
SECCION DE GEOTECNIA Y PROSPECCIONES

74-07

**NOTAS PREVIAS A LA LECTURA DE LOS
“ESTUDIOS PREVIOS DE TERRENO”
DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS, EN FORMATO DIGITAL**

La publicación que está consultando corresponde a la colección de *Estudios Previos de Terreno* (EPT) de la Dirección General de Carreteras, editados entre 1965 y 1998.

Los documentos que la integran presentan formatos diferentes pero una idea común: servir de base preliminar a los estudios y proyectos de esta Dirección General. En ese sentido y para una información más detallada se recomienda la lectura del documento *“Estudios previos de terreno de la Dirección General de Carreteras”* (Jesús Martín Contreras, et al, 2000)

Buena parte de los volúmenes que integran esta colección se encuentran agotados o resultan difícilmente disponibles, presentándose ahora por primera vez en soporte informático. El criterio seguido ha sido el de presentar las publicaciones tal y cómo fueron editadas, respetando su formato original, sin adiciones o enmiendas.

En consecuencia y a la vista, tanto del tiempo transcurrido como de los cambios de formato que ha sido necesario acometer, deben efectuarse las siguientes observaciones:

- La escala de los planos, cortes, croquis, etc., puede haberse alterado ligeramente respecto del original, por lo que únicamente resulta fiable cuando ésta se presenta de forma gráfica, junto a los mismos.
- La cartografía y nomenclatura corresponde obviamente a la fecha de edición de cada volumen, por lo que puede haberse visto modificada en los últimos años (nuevas infraestructuras, crecimiento de núcleos de población ...)
- El apartado relativo a sismicidad, cuando existe, se encuentra formalmente derogado por las sucesivas disposiciones sobre el particular. El resto de contenidos relativos a este aspecto pudiera, en consecuencia, haber sufrido importantes modificaciones.
- La bibliografía y cartografía geológica oficial (fundamentalmente del IGME) ha sido en numerosas ocasiones actualizada o completada desde la fecha de edición del correspondiente EPT.
- La información sobre yacimientos y canteras puede haber sufrido importantes modificaciones, derivadas del normal transcurso del tiempo en las mencionadas explotaciones. Pese a ello se ha optado por seguir manteniéndola, pues puede servir como orientación o guía.
- Por último, el documento entero debe entenderse e interpretarse a la luz del estado de la normativa, bibliografía, cartografía..., disponible en su momento. Sólo en este contexto puede resultar de utilidad y con ese fin se ofrece.

M. O. P.

**DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS Y CAMINOS VECINALES
SUBDIRECCION GENERAL DE NORMAS TECNICAS Y PROSPECCIONES
SECCION DE GEOTECNIA Y PROSPECCIONES**

ESTUDIO PREVIO DE TERRENOS

PLAN PIRINEOS

TRAMO: CAMPO-ISONA

Estudio 74/7

FECHA DE EJECUCION: JUNIO 1975

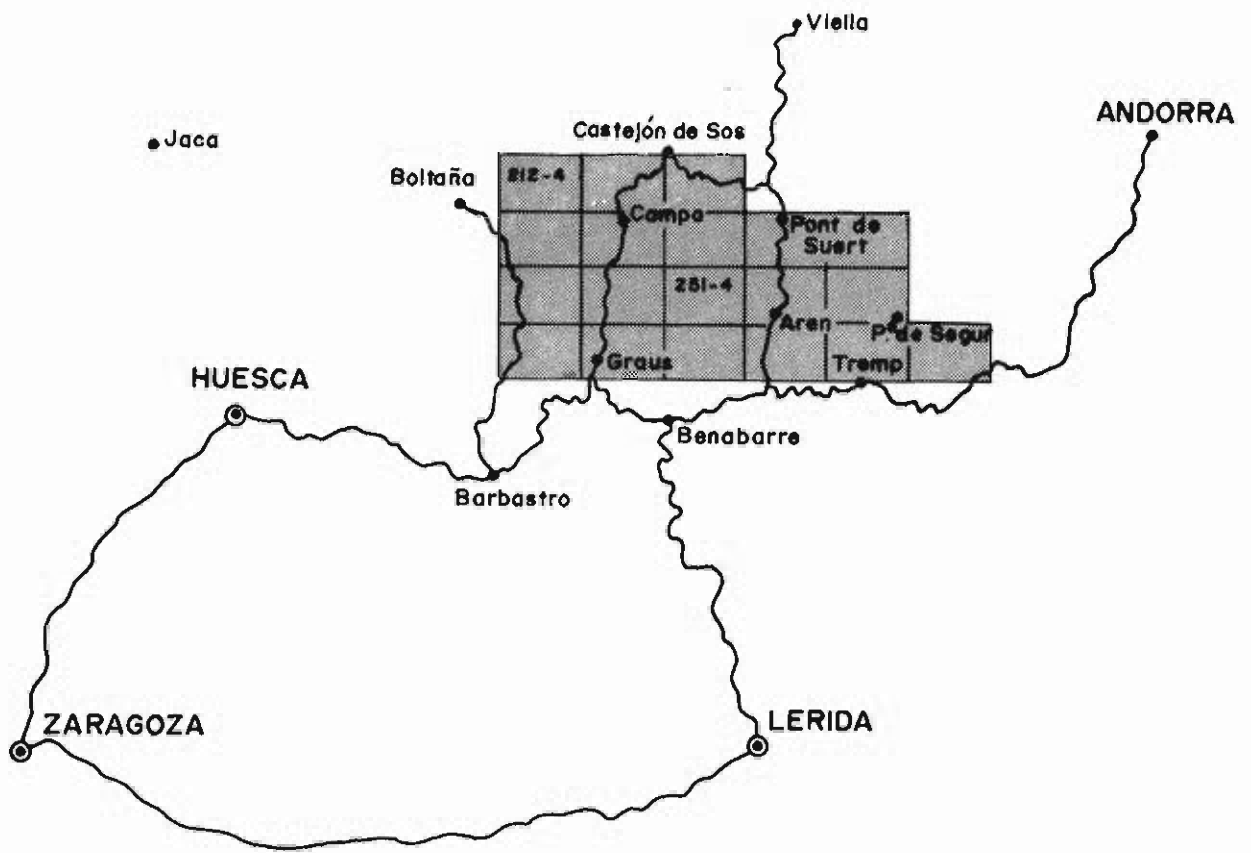


Fig. 1. Esquema de situación del Tramo

I N D I C E

	<u>Pág.</u>
1. INTRODUCCION	1
2. CARACTERES GENERALES DEL TRAMO	2
2.1. GEOMORFOLOGIA	2
2.2. TECTONICA.....	6
2.3. ESTRATIGRAFIA	8
2.4. GRUPOS GEOTECNICOS	13
3. ESTUDIO DE ZONAS	15
3.0. ZONAS DE ESTUDIO	15
3.1. ZONA NORTE	17
3.1.1. GEOMORFOLIGIA Y TECTONICA	17
3.1.2. COLUMNA ESTRATIGRAFICA	21
3.1.3. GRUPOS GEOTECNICOS	22
3.1.4. RESUMEN DE PROBLEMAS GEOTECNICOS QUE PRESENTA LA ZONA	37
3.2. ZONA CENTRAL	38
3.2.1. GEOMORFOLOGIA Y TECTONICA	38
3.2.2. COLUMNA ESTRATIGRAFICA	41
3.2.3. GRUPOS GEOTECNICOS	42
3.2.4. RESUMEN DE PROBLEMAS GEOTECNICOS QUE PRESENTA LA ZONA	68
3.3. ZONA SUR	69
3.3.1. GEOMORFOLOGIA Y TECTONICA	69
3.3.2. COLUMNA ESTRATIGRAFICA	73
3.3.3. GRUPOS GEOTECNICOS	74
3.3.4. RESUMEN DE PROBLEMAS GEOTECNICOS QUE PRESENTA LA ZONA	98

3.4. ZONA CONGLOMERADOS POSTPIRENAICOS	99
3.4.1. GEOMORFOLOGIA Y TECTONICA	99
3.4.2. COLUMNA ESTRATIGRAFICA	103
3.4.3. GRUPOS GEOTECNICOS	104
3.4.4. RESUMEN DE PROBLEMAS GEOTECNICOS QUE PRESENTA LA ZONA	108
3.5. ZONA 5: CUATERNARIO	108
3.5.1. GEOMORFOLOGIA	108
3.5.2. COLUMNA ESTRATIGRAFICA	111
3.5.3. GRUPOS GEOTECNICOS	112
3.5.4. RESUMEN DE PROBLEMAS GEOTECNICOS QUE PRESENTA LA ZONA	122
4. CONCLUSIONES GEOTECNICAS	122
4.1. RESUMEN DE LOS PRINCIPALES PROBLEMAS GEOTEC- NICOS	124
4.1.1. FORMACIONES ESENCIALMENTE CALCAREAS (I)	124
4.1.2. FORMACIONES PIZARROSAS (II)	126
4.1.3. FORMACIONES VOLCANICO - SEDIMENTARIAS (III)	127
4.1.4. FORMACION KEUPER (IV)	127
4.1.5. FORMACIONES FLYSCH (V)	128
4.1.6. MARGAS AZULES (VI)	131
4.1.7. OTRAS FORMACIONES (VII)	131
4.1.8. COLUVIO-ELUVIALES CV1a1 CV6 (VIII)	132
4.1.9. COLUVIALES (IX)	132
4.1.10 TERRAZAS, GLACIS Y ALUVIALES (X)	132
4.2. CORREDORES SUGERIDOS	133
5. ESTUDIO DE YACIMIENTOS	135
5.0. INTRODUCCION	135
5.1. CANTERAS	135
5.1.1. CANTERAS DE ROCAS IGNEAS	135
5.1.2. CANTERAS DE CALIZAS Y DOLOMIAS	136
5.2. GRAVERAS	137
5.3. PRETAMOS	138
5.4. YACIMIENTOS QUE SE DEBERAN ESTUDIAR CON DETA- LLE	142
6. BLIOBIOGRAFIA	143
7. APENDICE	147

1. INTRODUCCION

El presente Estudio Previo de Terrenos correspondiente al Tramo CAMPO—ISONA del PLAN PIRINEOS, comprende los siguientes cuadrantes del Mapa Topográfico Nacional a escala 1/50.000:

Hoja 1/50.000	Cuadrantes
212 Campo	1, 2, 3 y 4
213 Bisaurri	2, 3 y 4
214 Sort	3
250 Graus	1, 2, 3 y 4
251 Arén	1, 2, 3 y 4
252 Tremp	2, 3 y 4

Estos 19 cuadrantes se localizan en el borde sur de la Zona Axial pirenaica, dentro de las provincias de Huesca y Lérida. (fig. 1).

Este Estudio Previo consta de una memoria y de 4 planos complementarios, incluyendo cada uno de ellos: 1 mapa litológico-estructural a escala 1/50.000 y 4 esquemas a escala 1/200.000 (geológico, morfológico, de suelos y formaciones de pequeño espesor y geotécnico).

Han supervisado y realizado el presente estudio:

Dirección General de Carreteras.
Subdirección General de Normas Técnicas y Prospecciones.
Sección de Geotecnia y Prospecciones.

- **Antonio Alcaide Pérez**, Dr. Ingeniero de Caminos
- **José A. Hinojosa Cabrera**, Dr. Ingeniero de Caminos.
- **M.^ª Concepción Bonet Muñoz**, Dr. en Ciencias Geológicas.

GEMAT S.L.:

- **Severino Fernández Blanco**, Ingeniero de Caminos
- **Vicente Sánchez Cela**, Dr. en Ciencias Geológicas.
- **Concepción González Casanovas**, Licenciada en Ciencias Geológicas.

2. CARACTERES GENERALES DEL TRAMO

2.1. GEOMORFOLOGIA

Desde el punto de vista geológico el presente tramo abarca áreas de características estructurales, litológicas y estratigráficas muy diversas, que desde antiguo se han agrupado en las unidades geológicas siguientes: Zona Axial, Sierras Interiores, Sierras Marginales y Depresión del Ebro.

La Zona Axial, representada por su borde sur, se caracteriza por estar constituida por materiales hercínicos diferencialmente metamorfizados, granitizados y con abundantes manifestaciones volcánicas y subvolcánicas. Los procesos petrogenéticos y tectónicos, junto con las peculiaridades lito-estructurales, han condicionado un relieve generalmente abrupto, en donde las sierras aparecen constituidas por materiales calco-dolomíticos del Devónico y los valles por materiales más blandos, fundamentalmente pizarrosos, atribuidos al Devónico-Carbonífero y en los que pueden aflorar sedimentos incompetentes del Trias (fig.2).

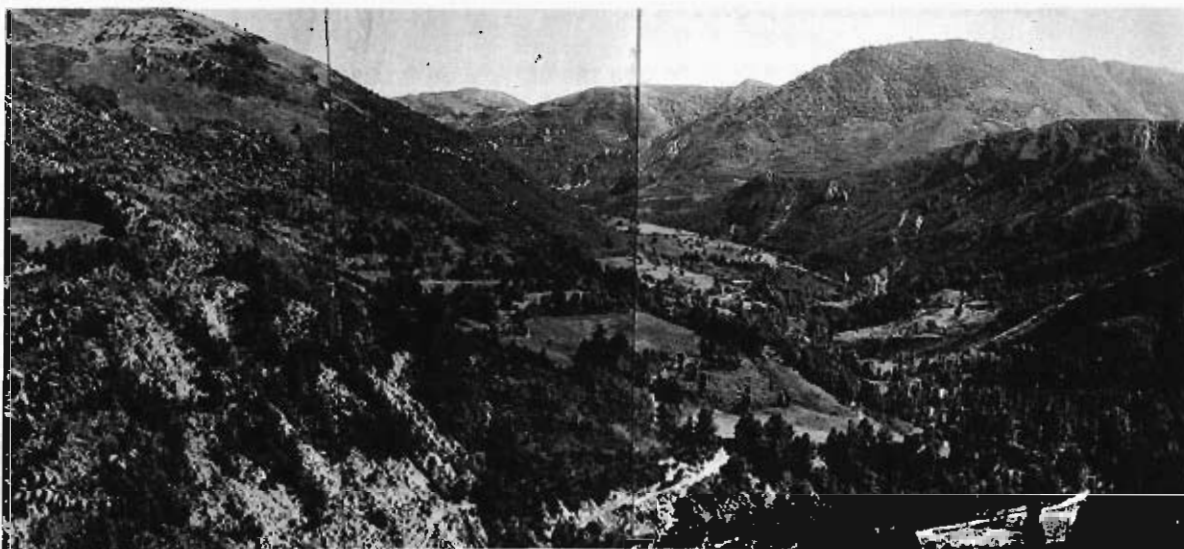


Fig. 2. Morfología de las sierras paleozoicas del Devónico en el área de Málpes.

Las Sierras Interiores están formadas por materiales mesozoicos de naturaleza calco-dolomítica. Constituyen sierras de morfología y pendientes topográficas acusadas. A pesar de estar formadas por materiales bastante competentes, la tectónica de escamas y pequeños mantos, añadido a que suelen descansar, en muchos casos, sobre materiales plásticos del Trias, hacen que sea frecuente en estas sierras encontrar áreas de inestabilidad manifiesta, como ocurre con la zona de Sopeira-Aulet. (fig.3).

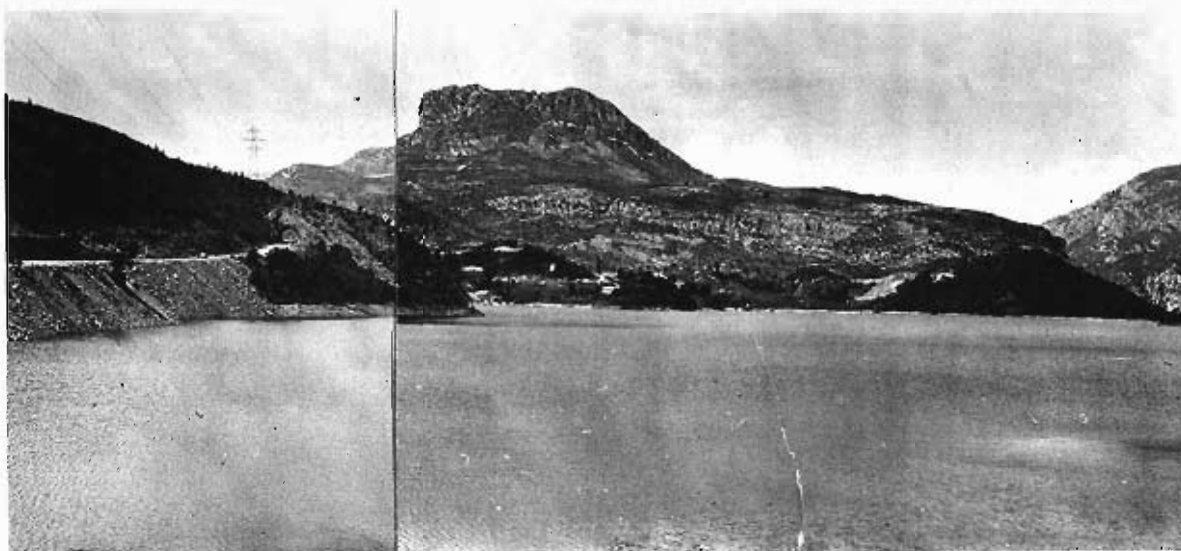


Fig. 3. Morfología de las sierras interiores mesozoicas en el área del embalse de Escalles.

Las Sierras Marginales están constituídas por materiales de evolución sedimentológica muy desigual, puesto que incluyen desde materiales calizos de ambiente marino, a materiales detríticos conglomeráticos. Su morfología es muy variada, encontrándose sierras asimétricas de pendiente muy desigual (calizas de orbitolinas) y sierras simétricas de estructura tabular y morfología y pendiente generalmente acusadas (conglomerados post-pirenaicos), que intercalan suaves valles formados por materiales de facies flisch (fig. 4).

La Depresión del Ebro, representada aquí por su borde norte, está constituída por el Terciario detrítico continental. Constituye relieves de moderados a suaves, siendo el terreno una sucesión de cerros de pendientes generalmente suaves, y valles ocupados generalmente por el Keuper diapírico (Naval, Mediano, etc.).

Estas unidades geológicas aparecen recubiertas por diferentes tipos de recubrimientos cuaternarios, con caracteres muy análogos, a lo largo de todo el tramo.

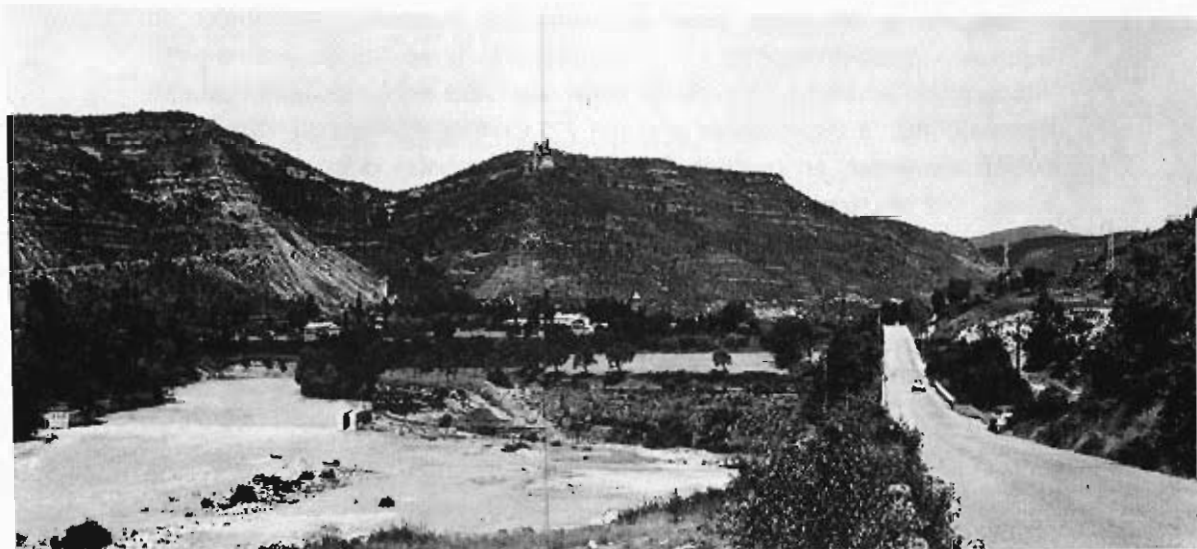


Fig. 4. Morfología de las sierras marginales terciarias en el valle del río Esera.

Dentro de estas grandes unidades geológicas se han establecido otras, a menor escala, atendiendo más a las características geomorfológicas, resultando así las unidades geomorfológicas, cada una de ellas con caracteres bien definidos (fig. 5), que a continuación se relacionan:

GRANDES UNIDADES GEOMORFOLOGICAS

I-1	Sierras paleozoicas	A.-Zona borde
I-2	Depresiones ocupadas por facies Keuper	Axial
II-1	Sierras calizas mesozoicas	B.-Sierras
II-2	Depresiones ocupadas por facies flysch	Interiores
III-1	Sierras de materiales detrítico-compactos	
III-2	Depresiones terciarias flyschoides	C.-Terciario
III-3	Asomos diapíricos	
IV	Sierras tabulares conglomeráticas	
V	Recubrimientos cuaternarios	D.- Cuaternario

Estas unidades geomorfológicas definen en el tramo otras tantas unidades geotécnicas, por lo que ha resultado el criterio más racional para establecer las diferentes zonas de estudio en el presente Estudio Previo.

La red fluvial en el tramo, representada por los ríos Cinca, Esera, Isabena, Noguera Ribagorzana y Noguera Pallaresa, no siguen la estructuración general al estar cortándola en dirección N-S aproximadamente. Esto

- 1. — Paleozoico
- 2. — Permico
Buntsatein
- 3. — Keuper
- 3'. — TRIAS DIAPIRICO
- 4. | JURASICO
- 5. | CRETACICO
- 6. |
- 7. | TERCARIO
- 8. |
- 9. — CUATERNARIO

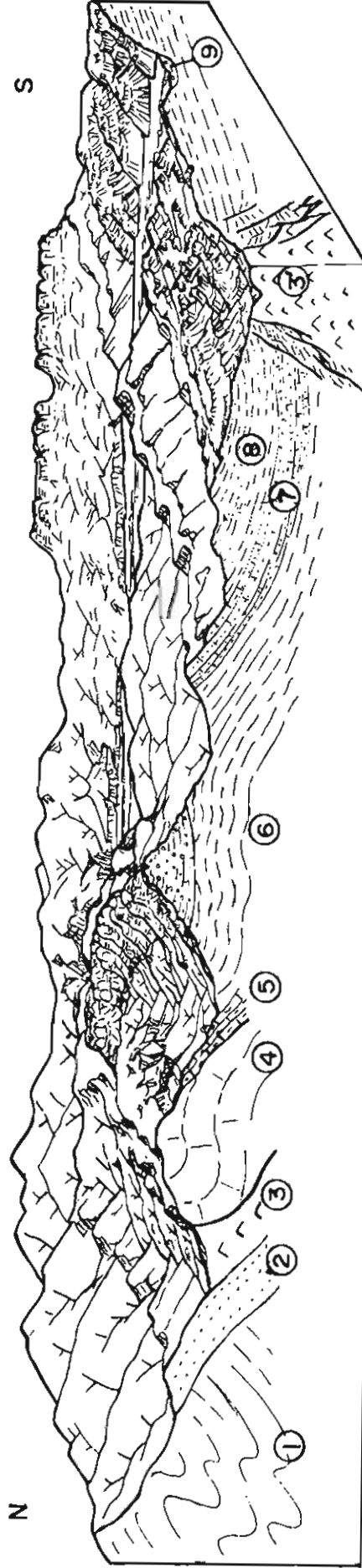


Fig. 5. Bloque geomorfológico esquemático parcial del tramo.

parece que ha sido consecuencia del efecto combinado de la erosión torrencial y fenómenos de epigénesis, por lo que las cabeceras torrenciales de estos ríos que al principio llevan la dirección N-S, la continúan más o menos al dominar el efecto de erosión longitudinal sobre el efecto de acumulación estructural alpina, que aparece con direcciones casi perpendiculares a aquella.

2.2. TECTONICA

La zonificación estructural que guardan la gran mayoría de los materiales del Tramo, está condicionada en gran parte por los procesos tectónicos durante la evolución histórica de los materiales (fig. 6).

Al estar este tramo localizado en el borde de la cadena pirenaica, zona muy tectonizada, los rasgos estructurales son muy complejos pues a los diferentes episodios hercánicos y alpinos se suman la "tectónica diapírica" y diversos procesos tectónicos de tipo gravitacional los cuales, debemos citarlos por su importancia en el comportamiento geotécnico local de los materiales.

En la parte norte del tramo, aunque se aprecian movimientos epirogénicos durante el Devónico Medio-Superior, los procesos principales son hercánicos. Desde el Carbonífero Medio-Superior se suceden varias fases de plegamiento, muchas de ellas sincrónicas con los procesos de granitización en la Zona Axial.

Estas fases tectónicas comienzan en la Zona Norte por pliegues concéntricos, generalmente asimétricos, con sus planos axiales de orientación variable desde E-O a SE-NO. A estos siguen pliegues isoclinales con desarrollo de crucero de plano axial de dirección E-O y vergencia variable hacia el N, muchos de ellos con sus ejes curvados, a veces semicirculares.

La fase póstuma hercánica deforma estas estructuras en una macroestructura curvada según N-NE, en la que más tarde se encajaría el río Noguera Ribagorzana.

Los movimientos alpinos tienen mucha importancia en esta Zona Norte por los muchos accidentes tectónicos que se localizan en el contacto con los sedimentos mesozoicos, en donde los materiales incompetentes de facies Keuper suelen estar presentes.

Souquet (1.967) define a esta área como "zona de escamas de Pont de Suert", la cual corresponde a una franja que se extiende desde el pueblo de Bisaurri al pueblo de Beranuy, límites NO y NE respectivamente del presente tramo.

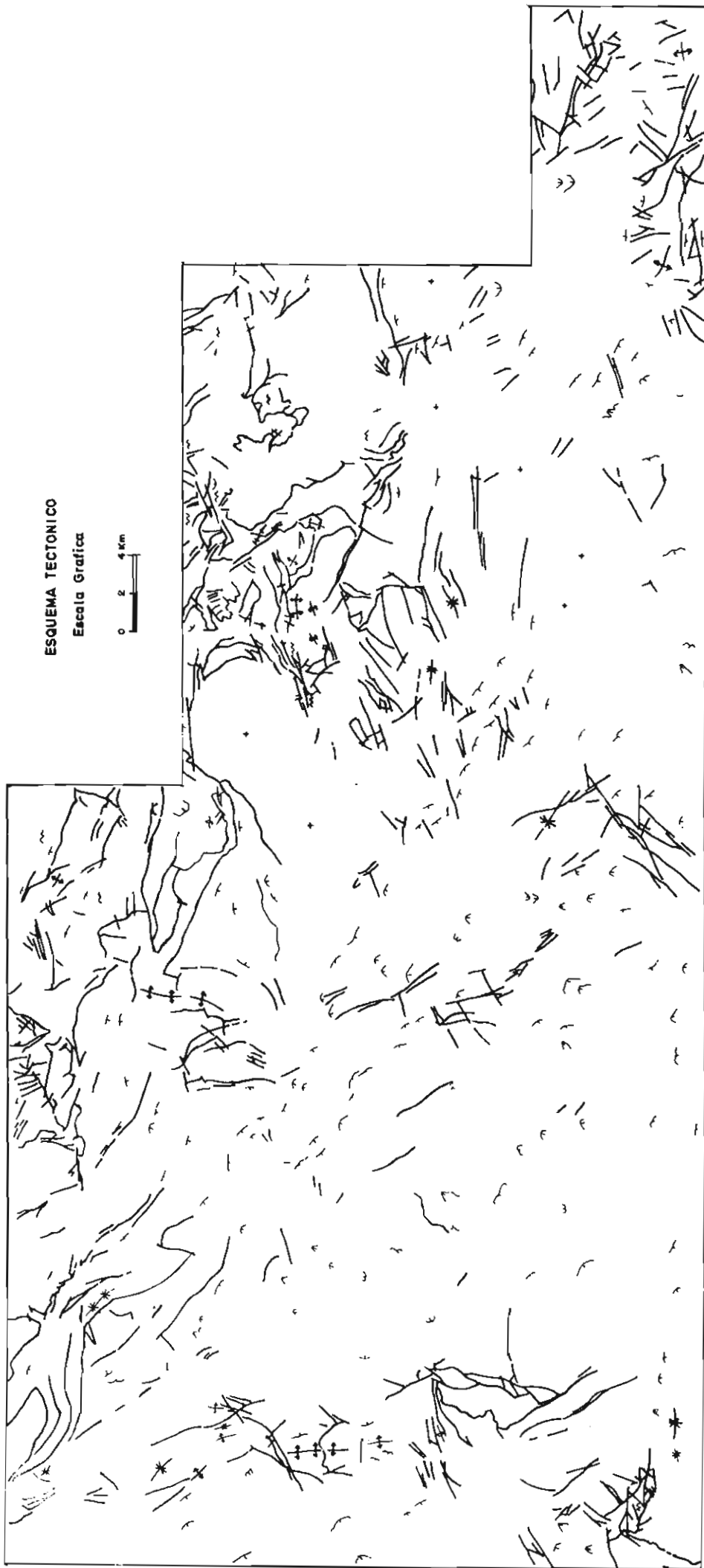


Fig. 6. Esquema tectónico

En conjunto, estas escamas son retazos de materiales calcáreos alóctonos, principalmente cretácicos, que aparecen aislados dentro de los afloramientos del Keuper. Son numerosas las fracturas, generalmente poco profundas, y lo que es más importante, existen abundantes deslizamientos a todas las escalas.

Estas escamas forman varias series o corridas y están replegadas en varias fases con una aloctonía que puede llegar a los 6 Km.

En la Zona Central del tramo la tectónica alpina origina pliegues transversos, con fenómenos diapíricos de dirección NNE-SSO que se manifiestan muy bien en el macizo del Turbón. Al este del río Noguera Ribagorzana la tectónica es más simple con un arrumbamiento del conjunto hacia el Norte.

Al este del río Esera la tectónica se manifiesta por estructuras sinclinales en los materiales calizos a los que se amoldan las facies flyschoides en pliegues isoclinales.

En conjunto, esta zona central, está formada por dos alineaciones de materiales calizos cretácicos, separadas entre sí por una depresión sinclinal de materiales flyschoides. Gran parte de las estructuras anticlinoriales, sobre todo las de la rama norte, aparecen recubiertas por conglomerados terciarios post-pirenaicos.

En la Zona Sur del tramo la tectónica alpina es poco acusada, estando relacionadas las estructuras principales con fenómenos de diapirismo acaecidos durante el Mioceno, y anticlinales del Terciario Inferior-Medio que fosilizan al Mesozoico.

Ambas estructuras se localizan en el valle del río Cinca, y sus proximidades.

La estructura en esta zona es de pliegues suaves isoclinales que en dirección aproximada ONO-SSE vergen hacia el Sur.

Por último, existen en el tramo abundantes sedimentos detríticos que no están afectados por la tectónica alpina, en los que solamente están presentes fenómenos gravitacionales, originados al descansar estos potentes y compactos materiales detríticos sobre formaciones blandas mesozoicas (margas arcillosas y flysch).

2.3. ESTRATIGRAFIA

Están presentes en el Tramo formaciones litológicas muy variadas dentro de una gran dispersión estratigráfica que abarca desde el Paleozoico Medio a los sedimentos actuales, con series mesozoicas y terciarias muy completas.

A continuación se esquematizan las columnas estratigráficas de los

diferentes grupos litológicos, por eras, y con denominación de la formación más característica así como una breve descripción petrográfica de los materiales que la componen.

a) Columna estratigráfica del PALEOZOICO

EDAD	COLUMNA LITOLOGICA	GRUPO	GRUPO	DESCRIPCION
		LITOLÓG.	GEOTEC	
BUNTSANDST.	Techo	211	G. 6	
PERMICO		160	G. 6	211 Facies Bunt.
CARBON.-SUP.		152 c	G. 5	160 Lutitas y areniscas compactas con intercalaciones de brechas y tobas.
" "		152 b3		
" "		152 b2	G. 4	152c Pizarras arcillo-aleuríticas con intercalaciones de areniscas.
" "		152 b1		152b3 Lavas y pitones diabásico-andesíticas.
" "		152 a	G. 3	152b1 Fragmentos de pizarras y calizas asociados a rocas volcánicas.
DEVON.-SUP.		143 b	G. 2	152a Conglomerados-pudingas silíceas.
" "		143 a	G. 1	143b Pizarras lutítico-arcillosas con intercalaciones de calcoesquistos.
DEVON.-MED.		142 c	G. 1	143a Calizas dolomíticas negruzcas y pizarras esquistosas.
" "		142 b	G. 2	142c Calizas dolomíticas (f. griotte) con intercalaciones de calcoesquistos y pizarras.
" "		142 a	G. 1	142b Pizarras y dolomías negruzcas con intercalaciones de calcoesquistos.
DEVON.-INF.		141 b	G. 2	141b Pizarras algo margosas y negruzcas muy esquistosas.
" "		141 a	G. 1	141a Dolomías masivas algo brechoides y calizas dolomíticas.
	Muro			

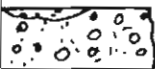


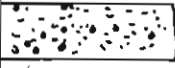
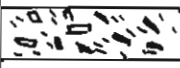

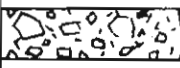
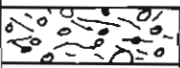





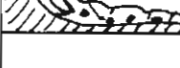

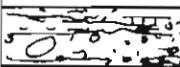
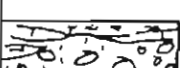
b) Columna estratigráfica del MESOZOICO

EDAD	COLUMNA LITOLOGICA	GRUPO	GRUPO	DESCRIPCION
		LITOLOG.	GEOTE.	
ILERDIEN-INF.		312 a l	G. 28	312a1 "Calizas de alveolinas"
MAESTRICHTI.		232 i	G. 26	232i Calizas dolomíticas y calizas masivas.
FACIES GARUM		232 h2	G. 25	232h2 Margas y lutitas arcillosas abigarradas
" "		232 h1	G. 24	232h1 Lutitas y areniscas rojizas micáceas con niveles de conglomerados.
MAESTRICHT.		232 g	G. 23	232g Areniscas calcáreas con intercalaciones de margas arcillosas.
" "		232 f2	G. 22	232f2 Margas arcillosas y areniscas calcáreas.
" "		232 f1	G. 21	232f1 Margas arcillosas que intercalan areniscas.
CAMPANIEN.		232 e4		232e4 Margas muy arcillosas blandas con intercalaciones de areniscas calco-margosas.
" "		232 e3	G. 20	232e3 Flysch compacto margo-areniscoso.
" "		232 e2		232e2 Flysch de margas arcillosas y areniscas calcáreas.
" "		232 e1	G. 19	232e1 Margas y margocalizas.
SANTONIEN.		232 d	G. 18	232d Brechas calcáreas alternando con margas y margocalizas.
CONIAC.-SAN.		232 c	G. 17	232c Calizas alternando con margas calcáreas.
CENOM.-TURO.		232 b2		232b2 Calizas alternando con margas calcáreas.
" "		232 b1	G. 16	232b1 Calizas micríticas claras con intercalaciones de margas calcáreas.
CENOMANEN.		232 a	G. 15	232a Margas arcillosas blandas alternando con margas calcáreas compactas.
ALBEN.-CEN.		231 c	G. 14	231c Calizas de orbitolinas algo areniscosas y ferruginosas.
ALBENSE		231 b2	G. 13	231b2 Areniscas y conglomerados ferruginosos con calizas y areniscas calcáreas.
" "		231 b1	G. 12	231b1 Margas calcáreas y margas nodulosas grises.
" "		231 a		231a Calizas micríticas masivas claras (facies urgoniana).
URGO-APTEN.		231 a	G. 11	222 Dolomías y calizas dolomíticas negruzcas.
LIAS-DOGGE.		222	G. 10	213b Rocas subvolcánicas: ofitas y diabasas.
KEUPER		213 a	G. 8.a	213a1 Facies Keuper en áreas diapíricas.
MUSCHELKA.		212	G. 7	213a Facies Keuper: margas arcillosas y yesos.
BUNTSANDS.		211		212a Facies Muschelkalk en áreas diapíricas.
PERMICO		160	G. 6	212 Facies Muschelkalk: dolomías y calizas dolomíticas.
				211 Facies Bunt: areniscas y lutitas rojizas con conglomerados basales.
				160 Lutitas y areniscas.

c) Columna estratigráfica del Terciario

EDAD	COLUMNA LITOLOGICA	GRUPO	GRUPO	DESCRIPCION
		LITOLÓG.	GEOTEC.	
OLIG. - MIOC.		321c5	G.45	321c5 Conglomerados y areniscas poco coherentes.
" "		321c4	G.44	321c4 Conglomerados calcáreos compactos.
" "		321c3	G.44	321c3 Conglomerados calcáreos con areniscas y margas areniscosas.
" "		321c2	G.44	321c2 Areniscas calcáreas, conglomerados y margas areniscosas con lignitos.
" "		321c1	G.44	321c1 Conglomerados calcáreos compactos y muy potentes.
" "		321b	G.43	321b Alternancia de areniscas y margas areniscosas con lechos y capas de conglomerados.
" "		321a	G.44	321a Conglomerados poligénicos de cemento calcáreo.
" "		321j	G.43	321j Margas arcillosas abigarradas y areniscas calcáreas.
" "		321i	G.42	321i Calizas micríticas y calizas margo-areniscosas.
" "		321h2	G.42	321h2 Areniscas calcáreas y margas arcillosas con microconglomerados.
LUTEC. - SUP		312j	G.41	312h1 Alternancia de margas arcillosas y areniscas calcáreas.
" "		312i	G.40	312g Margas arcillosas blandas y areniscas calcáreas compactas.
" "		312h2	G.39	312f3 Alternancia de margas arcillosas y areniscas calcáreas.
" "		312h1	G.38	312f2 Margas arcillosas que intercalan y alternan con areniscas calcáreas.
" "		312g	G.38	312f1 Alternancia de areniscas calcáreas y margas arcillosas.
" "		312f3	G.37	312e Conglomerados-pudingas calcáreos compactos.
" "		312f2	G.36	312d2 Margas arcillosas abigarradas.
" "		312f1	G.36	312d1 Margas arcillosas que intercalan areniscas.
LUTEC. - INF.		312e	G.35	312c3 Alternancia de margas arcillosas y areniscas calcáreas.
" "		312d2	G.35	312c2 Margas arcillosas alternando con areniscas calcomargosas.
" "		312d1	G.34	312c1 Alternancia de areniscas calcáreas y margas arcillosas con lechos de conglomerados.
" "		312c3	G.34	312b4 Calizas y margas calcáreas con margas arcillosas y areniscas calcáreas.
" "		312c2	G.33	312b3 Margas calcáreas algo areniscosas nodulosas.
" "		312c1	G.32	312b2 Margas arcillosas con lechos de areniscas calcáreas.
ILIRD. - SUP.		312b4	G.32	312b1 Margas muy arcillosas abigarradas.
" "		312b3	G.31	312a3 Margas calcáreas que intercalan calizas y areniscas calcáreas.
" "		312b2	G.30	312a2 Calizas y calizas margosas claras.
" "		312b1	G.29	312a1 "Calizas de alveolinas".
ILIRD. - MED.		312a3	G.29	

d) COLUMNA ESTRATIGRAFICA DEL CUATERNARIO Y PLIO-CUATERNARIO

EDAD	COLUMNA LITOLOGICA	GRUPO	GRUPO	DESCRIPCION
		LITOLOG	GEOTE.	
CUATERNARIO		T1	G.47	
"		T2	G.47	CV6 Coluviales de grandes bloques sobre formaciones inestables.
"		A1	G.48	CV5 Masas caóticas procedentes de deslizamientos.
"		A2	G.48	CV4 Laderas con procesos de deslizamientos en profundidad y recubrimientos caóticos
"		C1	G.49	CV3 Suelos coluviales o eluviales muy inestables.
"		C2	G.49	CV2 Masas caóticas: calizas procedentes de aludes, desplomes o deslizamientos de materiales muy tectonizados.
"		C3	G.50	
"		D	G.51	CV1 Formaciones margosas afectadas por procesos de alteración y movimientos del terreno.
"		CV1	G.52	C3 Coluviales potentes: fragmentos de rocas calcáreas.
"		CV2	G.52	C2 Coluviales-glacis terrígenos.
"		CV3	G.52	C1 Coluviales margo-areniscosos.
"		CV4	G.52	D Conos de deyección.
"		CV5	G.52	A1/A2 Lechos mayor y menor de la red fluvial actual.
"		CV6	G.52	T1/T2 Terrazas fluviales: gravas poligénicas con matriz arcillosa.
"		350b	G.52	350b Glacis intermedios: gravas poligénicas con matriz arcillosa.
PLIO-CUATE.		350b	G.46	350a Glacis altos: conglomerados poligénicos cementados.
"		350a	G.46	

2.4. GRUPOS GEOTECNICOS

En este apartado se analiza una clasificación de los distintos grupos litológicos que se han enumerado en las columnas estratigráficas del apartado 2.3. Se plasma esto en el cuadro 1, y se seguirá esta notación y agrupamiento en el estudio de zonas que constituyen el capítulo 3.

Para esta clasificación se han tenido en cuenta las características litológico-morfológicas, las propiedades geotécnicas, la sucesión estratigráfica y la cartografía geológica de los diferentes grupos litológicos. Si bien los dos primeros factores deben obviamente definir a los diferentes grupos geotécnicos, se ha creído conveniente tener en cuenta los otros dos para conseguir una mayor unidad y claridad en la exposición detallada que se da de cada uno de ellos en los apartados 3.1.3, 3.2.3, 3.3.3, 3.4.3 y 3.5.3.

C U A D R O I

Equivalencias de grupos litológicos y geotécnicos

Grupo geotéc.	Grupo litol.	Grupo geotéc.	Grupo litol.	Grupo geotéc.	Grupo litol.
G.1	141a	G.18	232d	G.38	312g
	142a 142c 143a	G.19	232e1	G.39	312h1 312h2
G.2	141b	G.20	232e2	G.40	312i
	142b 143b		232e3 232e4		
G.3	152 a	G.21	232f1	G.41	312j
G.4	152b1	G.22	232f2	G.42	321a
	152b2 152b3	G.23	232g	G.43	321b
G.5	152c	G.24	232h1	G.44	321c1 321c2 321c3 321c4
G.6	160 211	G.25	232h2		
G.7	212	G.26	232i	G.45	321c5
		G.27	312a1		
G.8a	213a	G.28	312a2	G.46	350a 350b
G.8b	212a	G.29	312a3	G.47	T1 T2
	213a1				
G.9	213b	G.30	312b1 312b2	G.48	A1 A2
G.10	222	G.31	312b3		
G.11	231a	G.32	312b4	G.49	C1 C2
G.12	231b1	G.33	312c1 312c2		
G.13	231b2	G.34	312c3	G.50	C3
G.14	231c				
G.15	232a	G.35	312d1 312d2	G.51	D
		G.36	312c		
G.16	232b1	G.37	312F1	G.52	CV1 CV2 CV3 CV4 CV5 CV6
	232b2		312F2 312F3		
G.17	232c				

3. ESTUDIO DE ZONAS

3.0. ZONAS DE ESTUDIO

La gradación estratigráfica-estructural de la mayoría de los materiales que componen el presente tramo, ha influido en gran manera en la división en zonas adoptada en el presente Estudio Previo, facilitando, así, la exposición geológica-geotécnica de los distintos materiales y evitando, salvo raras excepciones, que se tengan que citar por segunda vez materiales ya descritos. Como resultado de la sucesión estratigráfica las zonas establecidas corresponden a franjas más o menos amplias, paralelas a la Zona Axial Pirenaica, que se sitúa al norte del Tramo. Dichas franjas aparecen recubiertas por materiales detríticos del Terciario Superior que no se acomodan a esta estructuración y que se incluyen en la 4.ª zona.

Como se dijo en el apartado 2.1. (Geomorfología), dentro de esas grandes unidades geológico-estructurales, se definen unidades geomorfológicas con caracteres bien definidos, por lo que se ha creído conveniente establecer dentro de esas grandes unidades o Zonas, SUBZONAS que correspondan a aquellas unidades geomorfológico-geotécnicas (fig. 7).

Se han distinguido, así, las siguientes zonas y subzonas:

ZONA 1: NORTE.--Se localiza en el borde sur del "Pirineo Axial," y comprende los materiales más antiguos del tramo, que corresponden al Paleozoico y al Triás, estando casi todos ellos afectados por la orogenia hercínica. Se han diferenciado, en ella, dos subzonas:

Subzona 1A: Sierras asimétricas paleozoicas con materiales del Triás Inferior, que dan los máximos relieves del tramo.

Subzona 1B: Depresiones estructurales originadas por los materiales blandos del Triás, que se localizan entre sierras paleozoicas-mesozoicas.

ZONA 2: CENTRAL.-- Constituida principalmente por materiales del Mesozoico y del Terciario Inferior (calizas de alveolinas-Triás) en la que se diferencian dos subzonas:

Subzona 2A: Sierras constituídas por materiales compactos calco-dolomíticos.

Subzona 2B: Depresiones constituídas por materiales blandos de facies flyschoides.

- I Zona I NORTE
- II " 2 CENTRAL
- III " 3 SUR
- IV " 4 TERCARIO POSTPIRENAICO
- V " 5 CUATERNARIO

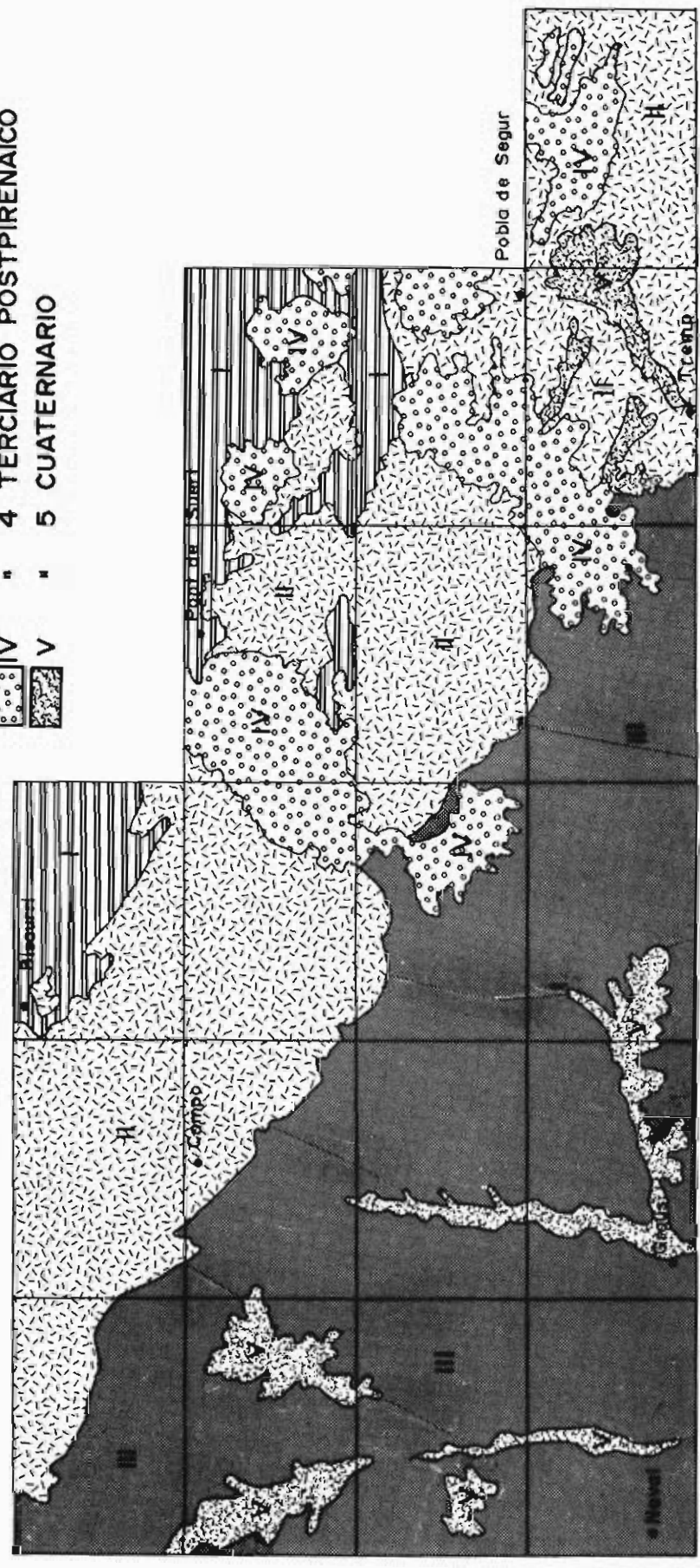


Fig. 7. Esquema de situación de zonas.

ZONA 3: SUR.— Comprende materiales terciarios de facies fundamentalmente detríticas. Se han distinguido:

Subzona 3A: Sierras formadas por materiales compactos, principalmente conglomerados y areniscas calcáreas.

Subzona 3B: Depresiones constituídas por materiales blandos margo-arcillosos de facies flyschoides.

Subzona 3C: Diapíricos de materiales plásticos triásicos que afloran caóticamente en el Terciario.

ZONA 4: CONGLOMERADOS POST-PIRENAICOS.— Constituída por potentes formaciones detríticas gruesas que no guardan una relación estructural con los materiales hercínicos y alpinos. Aparecen fosilizando, en distintas formas y alineaciones, a aquellos materiales.

Por último, los materiales cuaternarios, de características geomorfológicas y litológicas muy variadas, distribuidos por todo el tramo, se agrupan y exponen conjuntamente, para evitar su repetición, en una ZONA 5: CUATERNARIO.

3.1. ZONA NORTE

3.1.1. GEOMORFOLOGIA Y TECTONICA:

La Zona Norte del Tramo corresponde geomorfológicamente al borde sur de la Cadena Pirenaica, en donde la Zona Axial, representada en este área por el Monte Maldito (con el pico Aneto, 3.408 m. de altitud, y el Pico Mundo), se localiza a unos 10 Km. por término medio de la parte más septentrional del presente Tramo (fig. 8).

Exceptuando la presencia de algunas sierras mesozoicas, como el Turbón, Baciero y Ferrera, dan en la Zona Norte los relieves más acentuados del Tramo.

Los caracteres litológicos, y sobre todo los estructurales, han condicionado en esta Zona dos áreas, o subzonas, de características geomorfológicas bien definidas: 1A: Sierras, y 1B: Valles (fig. 9).

Las Sierras

De morfología asimétrica por corresponder al borde sur de la Zona Axial, más o menos individualizadas en alineaciones montañosas, están constituídas por materiales del Paleozoico Medio-Superior, diferencialmen-



Fig. 8. Morfología del borde axial pirenaico al norte de Laspaúles.



- 1.- Paleozóico
- 2.- Volcánico sedimentario
- 3.- Pérmico - Buntsandstein
- 4.- Muschelkalk - Keuper

Fig. 9. Bloque diagrama geomorfológico esquemático parcial para la Zona 1.

te metamorfizados y con manifestaciones filonianas-extrusivas de materiales subvolcánicos-volcánicos. En algunas áreas, la presencia de masas graníticas próximas en profundidad se intuyen por los materiales con metamorfismo de contacto superficiales y que en stocks, o en masas batolíticas, afloran al Norte de esta Zona.

Dentro de las Sierras, generalmente abruptas, se diferencian dos tipos principales: Unas constituídas por materiales compactos calcodolomíticos, originan relieves muy acusados con laderas escarpadas; otras, de morfología más suave, están formadas por materiales más erosionables, pizarras y esquistos, en los que se suele encajar principalmente la red fluvial.

Los Valles

Responden, como las sierras, a dos tipos morfológicos principales, que se diferencian por los materiales en los cuales están excavados. Los primeros, corresponden a los modelados en materiales del Paleozoico principalmente pizarroso; son de morfología y pendientes de ladera en general suaves, con la típica forma de valle aluvial en "V". Los segundos, más importantes desde el punto de vista estructural y geotécnico, corresponden a los valles estructurales originados en aquellas áreas en donde afloran materiales blandos del Trías (fig. 10); son valles con una evolución longitudinal muy desigual, en donde la amplitud y las pendientes de las laderas oscilan grandemente a lo largo del curso fluvial, como ocurre con el curso alto del río Noguera Ribagorzana, en donde desde un amplio valle en el área de Pont de Suert-Aulet pasa hacia el Sur a otro quebrado y abrupto.

Los materiales paleozoicos de esta Zona Norte han sido afectados por procesos prehercínicos, hercínicos, post-hercínicos y alpinos además de los procesos gravitacionales que, aunque atectónicos, son importantes en el "acabado" geomorfológico y sobre todo por las derivaciones que pueden implicar en sus características geotécnicas.

En resumen la evolución histórica de estos procesos puede sintetizarse como sigue:

Prehercínicos:

Movimientos epirogénicos durante el Devónico Medio-Superior, con granitizaciones profundas en las zonas axiales.

Hercínicos

Pliegues característicos de dirección E-O, pliegues isoclinales, granitización, rocas volcánicas-subvolcánicas.

Alpinos

Movimientos epirogénicos, fallas de desgarre, cabalgamientos, escamas tectónicas, rocas subvolcánicas.

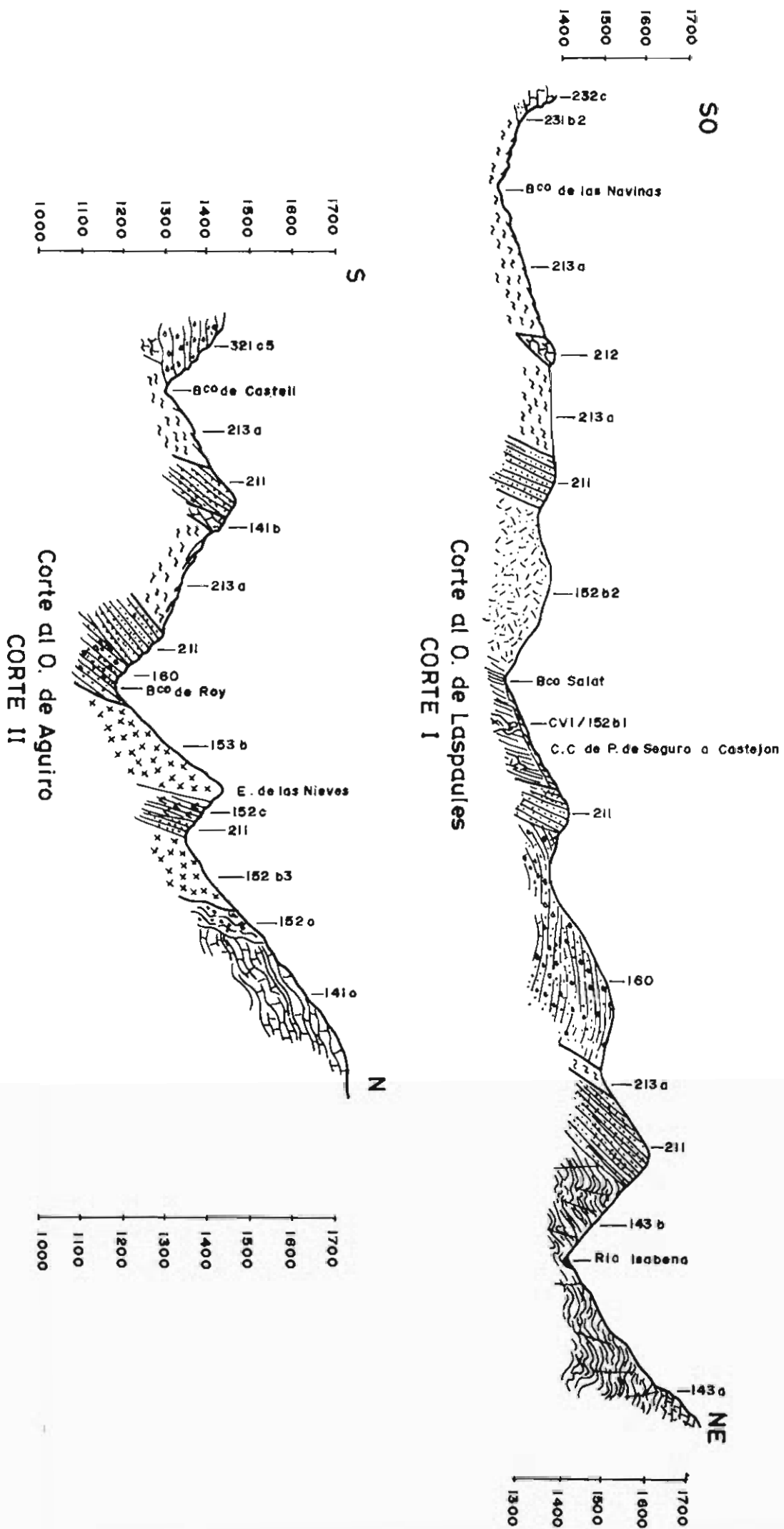


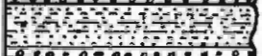



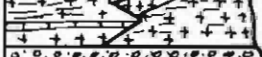


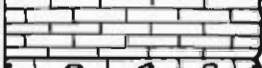


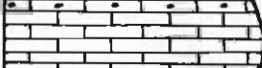
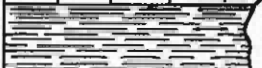



Fig. 10. Cortes geológicos de la zona 1

3.1.2 COLUMNA ESTRATIGRAFICA

EDAD	COLUMNA LITOLOGICA	GRUPO	GRUPO	DESCRIPCION
		LITOLÓG.	GEOTEC.	
KEUPER MUSCHELKA.		213b	G.9	213b Rocas subvolcánicas: ofitas y diabasas.
		213a	G.8a	213a Facies Keuper; margas arcillosas y yesos.
		212	G.7	212 Facies Muschelkalk: dolomías y calizas dolomíticas.
BUNTSANDST.		211	G.6	211 Facies Bunt: areniscas y lutitas rojizas con conglomerados basales.
PERMICO		160	G.6	160 Lutitas y areniscas
CARBON.-SUP.		152c	G.5	152c Pizarras arcillo-aleuríticas con intercalaciones de areniscas.
" "		152b3		152b3 Lavas y pitones diabásico-andesíticas.
" "		152b2	G.4	152b2 Tobas y lavas diabásico-andesíticas.
" "		152b1		152b1 Fragmentos de pizarras y calizas asociados a rocas volcánicas.
" "		152a	G.3	152a Conglomerados-pudíngas silíceas
DEVON.-SUP.		143b	G.2	143b Pizarras lutítico-arcillosas con intercalaciones de calcosquistos.
" "		143a	G.1	142b Pizarras y dolomías negruzcas con intercalaciones de calizas.
DEVON.-MED.		142c	G.1	141b Pizarras algo margosas y negruzcas muy esquistosadas.
" "		142b	G.2	143a Calizas dolomíticas negruzcas y pizarras esquistosas.
" "		142a	G.1	142c Calizas dolomíticas (F. Griotte) con intercalaciones de calcosquistos y pizarras.
DEVON.-INF.		141b	G.2	142a Calizas magnesianas nodulosas y dolomías con intercalaciones de calcosquistos.
" "		141a	G.1	141a Dolomías masivas algo brechoides y calizas dolomíticas.

3.1.3. GRUPOS GEOTECNICOS

G.1.) **Dolomías y calizas dolomíticas devónicas (141a, 142a, 142c, 143a) .**

Litología:

Comprende este grupo cuatro conjuntos litológicos de características análogas. Se trata de conjuntos estratigráficos en los que dominan los niveles dolomíticos y calco-dolomíticos, los cuales intercalan horizontes pizarreños, más o menos margosos, y calcoesquistos.

El conjunto 141a es el más ampliamente representado. Lo constituyen dolomías y calizas dolomíticas de tonos oscuros y bien estratificadas, en capas que oscilan entre los 10 cm y 2 m de potencia, adquiriendo a veces aspecto masivo. Se intercalan lechos de pizarras, más o menos margosas, y calcoesquistos. Las dolomías se presentan con estructura algo brechoide, con vetas de calcita y huellas carbonosas ramificadas. (fig. 11).



Fig. 11.- Dolomías y calizas dolomíticas del grupo 141a. Talud en la carretera local de Senterada a Capdella.

Los materiales del grupo 142a, reducidos a un área limitada, están formados por una serie que comienza por una alternancia de calizas magnesianas nodulares, espáticas, de tonos grisáceos, y dolomías con intercalaciones de lechos de calcoesquistos; las capas poseen potencias de 15 a 30 cm; sigue un tramo de dolomías con rocas cuarcíticas y termina con calizas negruzcas, algo azuladas, finamente estratificadas, que intercalan calcoesquistos hacia el techo.

El grupo 142c tiene una representación similar a la del 142a; se trata de calizas dolomíticas nodulosas, en capas de 0,2 m a 2 m ; de tonos negruzcos y medianamente estratificadas (facies griotte). Intercalan lechos de calcoesquistos de 1 cm. a 10 cm y pizarras margosas oscuras.

Por último, el grupo 143a, de representación algo más amplia, lo forman calizas dolomíticas de estructura masiva y frecuentemente bien estratificadas en capas de 0,3 m a 2 m de potencia. Intercalan capas de calcoesquistos, pizarras margosas y pizarras muy esquistosas (fig. 12).



Fig. 12. Calizas dolomíticas del grupo 143a. en la carretera C-144 de Pont de Suert – Castejón de Sos.

Estructura:

Todos estos conjuntos litológicos corresponden a series del Devónico, comprendiendo en conjunto niveles inferiores (141a), medios (142a, 142c) y superiores (143a). Se trata en general de materiales que han sufrido un fuerte diastrófismo, encontrándose normalmente muy afectados por la tectónica. Sus estructuras se orientan normalmente en direcciones desde E-O a SE-NO. Los estratos forman pliegues a cualquier escala, dominando los de amplio radio.

Dan lugar a una morfología montañosa, en especial el grupo 141a; el resto, por tener menos extensión superficial, se engloban con otros conjuntos litológicos, para formar unidades morfológicas de relieve pronun-

ciado. En general, puede decirse que dan lugar a relieves abruptos con laderas de fuertes pendientes, a veces escarpadas y con frecuencia estructurales. En los grupos de amplio desarrollo superficial, la red hidrográfica se ha encajado profundamente, siendo los fondos de los barrancos y valles muy estrechos y de curso sinuoso, por acomodarse a la estructura y tectónica de las rocas.

Geotecnia:

Dada la fracturación general de los materiales que engloban este grupo, su permeabilidad se puede considerar de media a alta, si bien interrumpida por las intercalaciones pizarrosas. Como por otra parte la topografía de las áreas ocupadas por él es bastante movida, el drenaje superficial es en general bueno.

Las áreas muy fracturadas (más abundantes en el 141a), así como las tableadas (más abundantes en el 143a) y las predominantemente pizarrosas, que son bastante erosionables, presentan problemas de estabilidad que se verán catalizadas por los desmontes. En las primeras, son frecuentes los desprendimientos, si bien de bloques de tamaño medio o pequeño. En las segundas, se pueden originar, también, corrimientos a favor de los estratos, si el buzamiento de los mismos es favorable; y, en las últimas áreas citadas, pueden incluso producirse deslizamientos que ocasionalmente afectarán a los tramos calcáneos más consistentes, si bien serán forzosamente de poco desarrollo.

Estos problemas de estabilidad tienen un carácter local por el pequeño tamaño de las áreas afectadas, pero se dan, y se pueden dar, en puntos muy diversos. En la actualidad son observables, por ejemplo, en los desmontes que la carretera de Senterada a Torre de Capdella (al este del cuadrante 214-3). Allí se pueden ver, entre otras, una zona de fractura bastante importante que rompe la unidad de un desmonte casi vertical, de unos 2 a 3 m. de altura, en material calcáneo, y en la que ha sido necesario disponer de gaviones para contener el terreno.

No está de más el señalar que la erosionabilidad y alterabilidad de los tramos pizarrosos se ve favorecida por el drenaje que los niveles calcáneos efectúan sobre él, siendo pues bastante continua la acción del agua sobre ellos.

El grupo no es ripable, a excepción de las áreas muy fracturadas o predominantemente pizarrosas o las tableadas y replegadas. Los taludes naturales son, en general, estables, alcanzando alturas superiores a los 40 m con inclinaciones variables, siendo los más frecuentes entre los 30° y los 45°.

G.2.) Pizarras y calcoesquistos devónicos (141b, 142b, 143b).

Litología:

Forman este grupo tres conjuntos litológicos en los cuales dominan las pizarras y los calcoesquistos.

El conjunto 141b, está representado por pizarras, más o menos margosas, de tonos negros, muy esquistosas y de fisibilidad acusada, que intercalan lechos y capas de calcoesquistos y dolomías análogas a las del grupo 141a, al que se pasa gradualmente (fig. 13).



Fig. 13. Esquistosidad y clivage en las pizarras del grupo 141b.
Carretera local de Senterada a Capdella.

La serie representada por el 142b, comienza con pizarras negras, algo metamorfizadas, que contienen lechos de caliza negra, y terminan con dolomías negruzcas con lechos de pizarras negruzcas. Tiene muy pequeña representación.

El tercer conjunto, 143b, está constituido por un potente y monótono grupo de pizarras lutíticas-arcillosas con intercalaciones de pizarras grauváquicas pizarras margosas, calcoesquistos, nódulos de sílex y fosfato cálcico. Presenta esquistosidad y fisibilidad acusadas; los colores suelen ser negro-grisáceos (fig. 14).

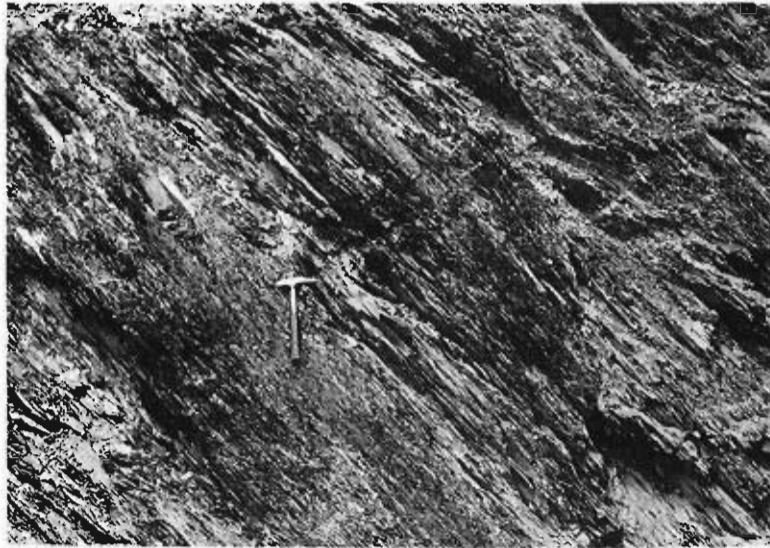


Fig. 14. Pizarras arcillosas del grupo 143b con fisibilidad acusada en el área de Ribera.

Estructura:

Al ser materiales devónicos, participan de las directrices estructurales definidas para el grupo dolomítico expuesto anteriormente. No obstante, la naturaleza menos dura de estos conjuntos incide directamente en su respuesta al plegamiento, dando lugar a estructuras de detalle más complejas.

Se trata normalmente de materiales que se meteorizan con facilidad, por lo que es normal que se oculten bajo una capa de suelo coluvial, más o menos potente, de naturaleza limo-arcillosa. Habitualmente dan lugar a laderas de morfología variada según las distintas zonas y conjuntos.

El 141b origina laderas de pendiente pronunciada, recubiertas por un suelo de potencia variable, si bien se supone no muy potente. El carácter más destacado de dichas laderas es su perfil suavemente escalonado, que parece indicar un antiguo proceso geomorfológico de un lento deslizamiento generalizado de los niveles superficiales más meteorizados, con probables interferencias en el fenómeno de estructuras tectónicas, tales como la pizarrosidad, diaclasado y fallas, sin olvidar por supuesto el papel princi-

palísimo de la descarga de agua de los macizos circundantes.

Por lo que respecta al conjunto 143b, su morfología es bastante distinta. Forma un relieve más abrupto con barrancos y arroyos profundos que desconectan estos materiales en gran parte de las áreas eminentemente dolomíticas. La formación de suelos es menos importante.

Los materiales simbolizados por 142b, dan lugar a una pequeña área de morfología abrupta.

Geotecnia:

La permeabilidad de este grupo es función del grado y espesor de la alteración superficial. Dada la tectonicidad general del grupo y la topografía de las áreas ocupadas por él, el drenaje superficial es relativamente bueno.

No es ripable salvo en la parte superficial alterada que, si bien es casi continua, tiene un espesor variable.

En líneas generales puede decirse que el conjunto es alterable y erosionable originando productos arcillosos de plasticidad con frecuencia alta.

Presenta el problema típico de inestabilidad en los desmontes influyendo en ello la dirección de esquistosidad local. Debe de tenerse también en cuenta que no es difícil que los suelos y coluviales, fundamentalmente arcillosos, que con frecuencia se desarrollan sobre él estén afectados por fenómenos de deslizamientos, los cuales alcanzan también a la zona superficial más alterada y muchas veces a la propia formación. Es general la acumulación al pie de los desmontes de los productos de la erosión, así como de pequeños bloques caídos.

Los taludes naturales son en general estables, alcanzando alturas superiores a los 40 m con inclinaciones variables, en general comprendidas entre los 20° y los 30°.

G.3.) Conglomerados de Aguiró (152a)

Litología:

Conglomerados-pudingas bien cementados, fundamentalmente silíceos con algún canto calcáreo. Los cantos presentan tamaños que pueden oscilar entre 2 cm y 10 cm. El cemento es calco-silíceo. Intercalan brechas tobáceas volcánicas; (fig. 15).



Fig. 15. Conglomerados-pudingas silíceas de Aguiró, grupo 152a
cerca del pueblo de Avellanos.

Estructura:

Constituyen un afloramiento poco contínuo en contacto con las formaciones dolomíticas devónicas en la zona meridional de las mismas. Las capas mal estratificadas presentan buzamientos subverticales. Topográficamente forman parte de las laderas sur del área montañosa paleozoica. Su representación es muy pequeña.

Geotecnia:

Son muy resistentes y no ripables. Su permeabilidad es baja, únicamente debida a la fisuración. Aparte de su dureza, el único problema que presentan es la posibilidad de estar sujetos a desplomes y desprendimientos por la erosión de los materiales sobre los que se apoyen que es claramente mayor, si bien estos fenómenos son poco frecuentes.

G.4.) **Formaciones volcánico-sedimentarias de Las paules (152b1, 152b2 y 152b3).**

Litología:

Este grupo está integrado por tres conjuntos litológicos, los cuales están formados en su gran mayoría por rocas de origen volcánico.

Los materiales del 152b1, están constituidos por rocas de muy diversas litologías: se trata de restos, a todas las escalas, de calizas y pizarras del Paleozoico incluídas en una masa brechoide heterogénea compuesta por tobas y rocas diabásicas-andesíticas más o menos compactas.

La unidad litológica 152b2 posee un mayor carácter volcánico. La forman tobas más o menos brechoides, dacítico-andesíticas, con pitones y masas compactas andesítico-diabásicas con algún enclave de pizarras y dolomías del Paleozoico (fig. 16).



Fig. 16. Morfología de las tobas volcánicas del grupo 152b2
cerca del pueblo de Avellanos.

Por último, el conjunto 152b3 está integrado por lavas y pitones andesítico-diabásicos.

Estructura:

Este grupo, de edad carbonífera, forma una franja de terreno estrecha y continua, orientada en general de NO a SE, y de O a E en los afloramientos situados más al Este. Aparece, normalmente, con contactos mecánicos con las formaciones en las que queda encajado: la serie devónica dolomítico-pizarreña al Norte, a veces materiales del Trías o Permo-Trías y estos mismos o un Carbonífero Superior pizarroso (152c) al Sur.

La estructura en conjunto de los diversos materiales es muy compleja y su tectonicidad muy acusada, debido al hecho mismo de su génesis.

La menor dureza de este grupo con respecto a los que lo encajan (en especial el 152b1) es causa de que de lugar a un área deprimida, cauce de arroyos y barrancos subsecuentes. El grupo 152b2, por la mayor abundancia en el de pitones y masas compactas andesítico-diabásicas, da lugar a la alineación de un relieve positivo; igual ocurre con el 152b3 que ocasiona algunas crestas bien acusadas.

Geotecnia:

Dada la relativa heterogeneidad litológica del grupo, las características geotécnicas son variables.

Las rocas andesítico-diabásicas, que se presentan en forma de pitones que ocupan los núcleos de los cerros, son muy duras, no ripables, permeables por fisuración y constituyen, en general, masas canterables de buena calidad.

Las tobas volcánicas son ripables, alterables y erosionables, originando productos arcillosos, con frecuencia de plasticidad alta; en general no son permeables.

Los restos de rocas sedimentarias englobadas en el conjunto están muy tectonizados y fracturados, pudiendo considerarse ripables en diversas áreas. Su erosionabilidad es media.

Por la morfología de la zona ocupada por estos materiales, así como por su naturaleza, se presentarán problemas de drenaje en las áreas deprimidas, si bien no muy acusados; estas áreas son más frecuentes en el grupo 152b2.

En el grupo 152b1, se presentarán problemas de estabilidad en los desmontes, siendo frecuentes los desprendimientos y los corrimientos de materiales desorganizados de muy diversas características. Asimismo, en dicho grupo y en las tobas del 152b2, la erosión originará una visible regresión de los taludes, con acumulación de materiales al pie.

Dada la heterogeneidad del grupo, es obvio que deben de cuidarse las cimentaciones de las obras de fábrica, buscando siempre las áreas de materiales andesítico-diabásicos que son las más estables, pues la erosionabilidad de los otros materiales podría producir desperfectos más o menos importantes.

G.5.) Pizarras de Vilaplana (152c)

Litología:

Este grupo está formado por una alternancia rítmica de pizarras arcillosas y limo-areniscosas que hacia el techo intercalan conglomerados, lechos de sílex, areniscas y pizarras negras con niveles de carbón. Tiene escasa

representación superficial.

Estructura:

Parte de este conjunto litológico queda encajado dentro de la serie volcánico-sedimentaria constituida por el grupo G.4, mientras la gran mayoría de él, forma una estrecha franja que sigue, y se adosa al sur de la mencionada serie volcánico-sedimentaria en la banda más oriental que recorre la mitad norte del cuadrante 214-3.

Geotecnia:

Su permeabilidad en general baja, es función del grado y espesor de alteración superficial y de la intensidad del diaclasado. El drenaje superficial de las áreas ocupadas por él, es en general bueno, estando favorecido por su morfología. La ripabilidad del grupo es variable, en general baja.

Presentará problemas de estabilidad en los desmontes siempre en función de la dirección de esquistosidad y del buzamiento.

G.6.) Conglomerados, areniscas y lutitas rojas del Pérmico y Bunt (160, 211).

Litología:

Este grupo está integrado por dos series con características litológicas y estructurales muy análogas. El conjunto simbolizado como 160, es una formación detrítica rojiza compuesto de lutitas y areniscas compactas que integran conglomerados-brechas silíceos, cenizas volcánicas y lechos discontinuos de calizas dolomíticas. El 211 es así mismo otra serie detrítica rojiza constituida por areniscas silíceas de grano medio a fino de naturaleza cuarzoso-moscovítica y lutitas ricas en moscovita bien estratificadas, cruzada, en cuya base existen conglomerados silíceos (silex, cuarzo) con algún canto de naturaleza volcánica o de caliza (fig. 17).

Estructura:

Este grupo integra los materiales correspondientes al Pérmico (160) y Buntsandstein (211). Dicho conjunto suele presentarse en el terreno formando un relieve estructural caracterizado por una franja o franjas alargadas, según la dirección NO-SE o E-O, formando normalmente series monoclinales con buzamientos fuertes al Sur e incluso subverticales.

Geotecnia:

La permeabilidad del grupo es en general baja, si bien en algunas áreas aparece bastante fisurado. Dada la morfología de las áreas ocupadas por él, no ocasionará problemas de drenaje.



Fig. 17. Areniscas compactas del Bunt, (211) en una cantera de Cherallo.

Si bien es un grupo estable, en algunos puntos en que los estratos se presentan con menores espesores, y en aquellos en que están tectonizados y fracturados, pueden producirse desplomes de bloques de tamaños muy variados. Cuando el buzamiento sea favorable podrán producirse corrimientos a favor de los estratos, pero de modo ocasional y no generalizado, dependiendo de la fracturación de la zona.

El grupo en general no es ripable, y su erosionabilidad es muy baja, solo destacables en los niveles más margosos. Constituye un grupo canterable en muchos puntos, habiendo sido ya explotado en algunos.

Los taludes naturales son estables y alcanzan con frecuencia alturas superiores a los 40 m con pendientes entre los 45° y casi verticales.

Excluyendo la no ripabilidad del grupo, puede considerarse de características constructivas buenas, a pesar de los inconvenientes antes señalados, de carácter local y no generalizado.

G.7.) Calizas y dolomias del Muschelkalk (212)

Litología:

Calizas dolomíticas bien estratificadas, en capas de 0,10 m a 1,70 m de tonos grises-oscuros, que en la base y techo pasan a margas dolomíticas, generalmente cavernosas. (fig. 18).



Fig. 18. Calizas dolomíticas del Muschelkalk, (212) en el área de Aulet.

Estructura:

En general aparecen en masas alóctonas, más o menos brechoides, "flotando" en el Keuper, por lo que en superficie constituyen masas muy discontinuas, casi siempre asociadas a rocas de tipo ofítico. Muestran una gran tectonicidad.

Geotecnia:

Por la general fisuración que presenta el grupo, su permeabilidad puede calificarse de media-a alta. El drenaje superficial de las áreas ocupadas por él no tendrá ningún tipo de problemas, si bien dado el modo de presentarse en masas aisladas, no tendrá prácticamente relevancia alguna. En general no es ripable, si bien en algunos casos en que aparece muy fracturado y tableado puede serlo.

Por su tableado característico, y por la tectonicidad general que muestran, son propensas a corrimientos a favor de los paquetes, máxime en desmontes que se efectúen de modo que el buzamiento tenga una componente favorable a tales movimientos. Es casi general el problema de desprendi-

mientos en los desmontes, si bien no de grandes bloques, y más acusado en las áreas más tectonizadas. Por otra parte, conviene señalar que su modo casi general de presentarse a forma de manchas aisladas "flotando" en el Keuper, hace que esté sometido a una "tectonicidad gravitacional" ocasionada por la erosionabilidad e inestabilidad de éste, lo cual adquiere particular importancia en los casos de afloramientos relativamente pequeños sobre terrenos del Keuper semiinundados y sometidos a cambios frecuentes del nivel freático (como sucede en el caso del área de Aulet, en el embalse de Escalles), lo que potencialmente puede calificarse de muy peligroso.

G.8.a.) **Facies Keuper (213a)**

Litología:

Margas lutíticas arcillosas, de tonos abigarrados, con yesos desde diseminados (margas yesíferas) a bancos masivos en donde el yeso se presenta con estructuras diversas, siendo las más frecuentes las de tipo granuda alabastina y sacaroidea y macrocristalina. Dentro de este grupo se engloban enclaves dolomíticos y rocas órficas de los grupos G.7 (212) y G.9 (213b) (fig. 19).

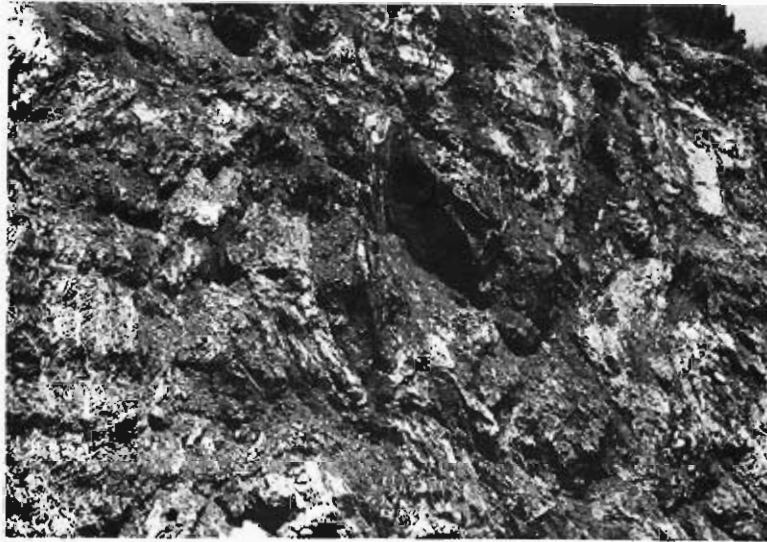


Fig. 19. Yesos y margas arcillosas del Keuper, (213 a) en el área de Aulet.

Estructura:

La plasticidad de los materiales de este grupo juega un papel fundamental en la tectónica. Se presenta normalmente como un nivel de despegue de los materiales mesozoicos y paleozoicos en la fase de plegamientos.

Sus afloramientos, que ocupan amplios sectores en la zona, delimitan sus contornos mediante contactos mecánicos. Dichas áreas tienden a formar dos franjas alargadas que siguen la dirección O-NO y conectadas entre sí mediante otras más estrechas que siguen alineaciones N-NO y N-S.

La tectonicidad acusada es uno de los aspectos estructurales más característicos de este grupo. Con gran frecuencia estos materiales se encuentran laminados, rotos o replegados, presentando una estructura más o menos caótica y desorganizada, circunstancia que viene a ser incrementada por los procesos geomorfológicos de alteración y deslizamiento.

Estos materiales suelen constituir normalmente áreas deprimidas, formadas por laderas de acusadas pendientes, frecuentemente abarrancadas, dando un perfil quebrado y abrupto situado por debajo de los altos relieves a que dan lugar los macizos calizos o conglomeráticos de los materiales mesozoicos o terciarios.

El relieve de estas laderas y sierras presenta formas desiguales de unas zonas a otras en razón de la mayor o menor abundancia de crestas dolomíticas, masas ofíticas o niveles de yeso masivo que, a cualquier tamaño y más o menos desordenadamente, aparecen incluidos dentro de la masa fundamental de margas y margas yesíferas.

Los aspectos más característicos de este grupo pueden resumirse diciendo que posee una alta tectonicidad, lo que debido a su naturaleza plástica les proporciona con frecuencia una estructura caótica.

Geotecnia:

Los materiales de este grupo son en general impermeables presentándose problemas de drenaje en varias zonas, tales como fondos de valle y áreas deprimidas. Constituye una formación en general ripable, si bien de modo desigual.

Estos materiales presentan con frecuencia una plasticidad de media a alta, siendo bastante general la presencia de sulfatos.

Por la tectonicidad del grupo, el fuerte relieve en muchas áreas, la existencia de importantes acuíferos colgados sobre él (drenando los materiales calcáreos o conglomeráticos), y la naturaleza y características de los materiales que lo componen, es un grupo que se meteoriza con facilidad y de una gran inestabilidad, puesta de manifiesto por los numerosos deslizamientos existentes en la mayoría de los grandes afloramientos.

La erosionabilidad e inestabilidad de este grupo condiciona una "tectónica gravitacional" sobre las formaciones compactas y resistentes que se apoyan sobre él o que están inmersos y "flotando" en él, ocasionándose importantes desplomes y desprendimientos e incluso deslizamientos que afectan en su cabeza a estos niveles más compactos. Estos fenómenos pueden verse favorecidos por los cambios fuertes del nivel freático que pueden ocasionarse en algunas áreas inundadas (p.e. en el área del Aulet, en el embalse de Escales), pudiendo calificarse estas zonas como de peligrosidad potencialmente alta.

Más concretamente, se plantearán problemas de estabilidad en los desmontes, pues en la actualidad son muy frecuentes los taludes, aún de altura reducida, que no se mantienen. Debe preverse también la posibilidad de que se produzcan asientos perjudiciales, ocasionados fundamentalmente por la progresiva erosión que facilitará los descalces, así como por la solubilidad de las sales inmersas en el grupo.

G. 9.) Rocas ofítico-diabásicas del Keuper (213b)

Litología:

Rocas subvolcánicas de composición ofítico-diabásicas de tonos oscuros, grises-verdosos. La textura es porfídica holocristalina y compuesta de una asociación de clinopiroxenos y plagioclasas con minerales opacos, y anfíboles y cloritas como minerales accesorios, (fig. 20).



Fig. 20. Pitón de ofitas, (213 b) en el área de Aulet.

Estructura:

Aparecen en masas y pitones muy discontinuos, en estructuras masivas fuertemente diaclasadas y brechoides.

En pequeños afloramientos las rocas aparecen bastante alteradas en toda su masa, entre otras razones, debido a los acusados diaclasado y brechificación. Cuando las masas son potentes, la capa alterada es muy superficial dando por ello lomos o crestas destacadas dentro de los terrenos margosos del Keuper.

Geotecnia:

Si bien estas rocas en sí no son permeables, por la fisuración que presentan se puede suponer para el conjunto una permeabilidad de media a baja.

El drenaje superficial de las áreas ocupadas por este grupo puede calificarse como bueno, si bien no tendrá mucha relevancia dada la forma de presentarse en masas aisladas.

En general no es ripable. Es canterable en muchos puntos, siendo varias las explotaciones abiertas en la actualidad o en un pasado no lejano.

El grupo en sí es en general estable, pero en algunas zonas aparece muy diaclasado originando problemas de desprendimientos en los demontes. En otras se presenta superficialmente muy cuarteado, originándose acumulaciones de bloques en las laderas. Por otra parte, el estar los afloramientos de este grupo "flotando" sobre el Keuper, está sometido a una "tectónica gravitacional" originada por la erosionabilidad e inestabilidad de este grupo lo cual puede adquirir particular importancia en los casos de afloramientos relativamente pequeños sobre terrenos del Keuper semiinundados y sometidos a cambios frecuentes de nivel freático (como puede ser el caso del área de Aulet, en el embalse de Escalles), lo que potencialmente puede calificarse de muy peligroso.

Los taludes naturales que presenta el grupo son estables, y de altura e inclinación variables, en general fuertes, alcanzando a veces alturas superiores a los 40 m y con taludes subverticales.

3.1.4.. RESUMEN DE PROBLEMAS GEOTECNICOS QUE PRESENTA LA ZONA.

Dentro de los grupos geotécnicos, que componen la presente Zona, caben efectuar las siguientes agrupaciones:

a) **Formaciones esencialmente calcáreas**, (que incluye a los grupos G.1 (41a, 142a, 142c, 143a), G.3 (152a), G.6 (160, 211), G.7 (212) y G.9 (213b), en las que se plantean aparte de los problemas generales de una topografía abrupta, los problemas geotécnicos de desprendimientos en los desmontes, más acusados en las zonas de fuerte tectonicidad y/o fracturación.

b) **Formaciones pizarrosas**, (que incluye a los grupos G.2 (141b, 142b, 143b) y G.5 (152c), en las que se plantean problemas de estabilidad en los desmontes, en función de las direcciones locales de esquistosidad, así como de la presencia de materiales plásticos subproductos de alteración, que en algunas áreas pueden facilitar la aparición de deslizamientos.

c) **Formaciones volcánico-sedimentarias**, (que incluye el grupo G.4 (152b1, 152b2, 152b3), que componen un conjunto heterogéneo de ripabilidad muy variable, y que en varias áreas plantea problemas de drenaje, así como de estabilidad de los taludes por la presencia de arcillas plásticas producto de la erosión y por el grado de fracturación y tectonicidad generalmente elevados.

d) **Formación Keuper**, (grupo G.8 (213a) con problemas acusados de inestabilidad, de drenaje en muchas áreas y de asientos importantes derivados de la erosionabilidad de otras formaciones, estables en sí, que están en contacto con ella.

3.2. ZONA CENTRAL

3.2.1. GEOMORFOLOGIA Y TECTONICA:

La Zona Central del tramo se extiende por lo que Solé Sabarís definió como "cobertera mesozoica del Pirineo Axial", y que forma un abrupto conjunto morfológico y tectónico constituyendo las "Sierras Interiores" o "Sierras Marginales", que están afectadas por una tectónica en escamas y mantos reducidos de corrimiento.

La litología de los materiales, su estructuración, y sobre todo la tectónica alpina, han condicionado dos grandes áreas o subzonas geomorfológicas con caracteres bien definidos: 2.a) Sierras, y 2.B) Valles.

Las Sierras

Constituídas por materiales calcáreos, forman los accidentes morfológicos más importantes dentro de las "Sierras Marginales". La resistencia de los materiales calco-dolomíticos añadido a que muchos constituyen estructuras de anticlinales muy agudos, a veces "extruídos", han originado resaltes morfológicos muy acusados, que como en el caso de Las Sierras de Turbón y Baciero, constituyen accidentes topográficos más acusados que los de las Sierras del Paleozoico en la Zona 1 (Norte), con altitudes que sobrepasan los 1.000 m. sobre la cota media de la Zona, y con laderas de pendientes muy acusadas (fig. 21).

En general, estas sierras calcáreas constituyen anticlinales de dirección transversa dentro de la gran estructura sinclinal mesozoica que con dirección NNO-SSE vergen hacia el SSO.



Fig. 21. Morfología de la Zona Central en el área de Sopeira con las "Sierras" de materiales calizos, y los "Valles" flyschoides.

Los Valles

Definen una subzona geomorfológica de amplias depresiones, principalmente erosivas, ocupadas por materiales erosionables de facies flysch. En la zona más oriental éstas depresiones, son en gran parte estructurales al ocupar un amplio sinclinal (área de Tresp). En general estos materiales flyschoides aparecen en pliegues amplios de dirección O-E o ONO-ESE. Las citadas depresiones son generalmente asimétricas, con fuertes pendientes hacia el Norte al estar los materiales mesozoicos en aquella área fosilizados por los potentes y compactos conglomerados post-pirenáicos, como ocurre en el área de Pobl de Segur, mientras que hacia el Sur las pendientes son más suaves, con una morfología generalmente escalonada originada por la alternancia de paquetes compactos de areniscas calcáreas dentro de los materiales blandos.

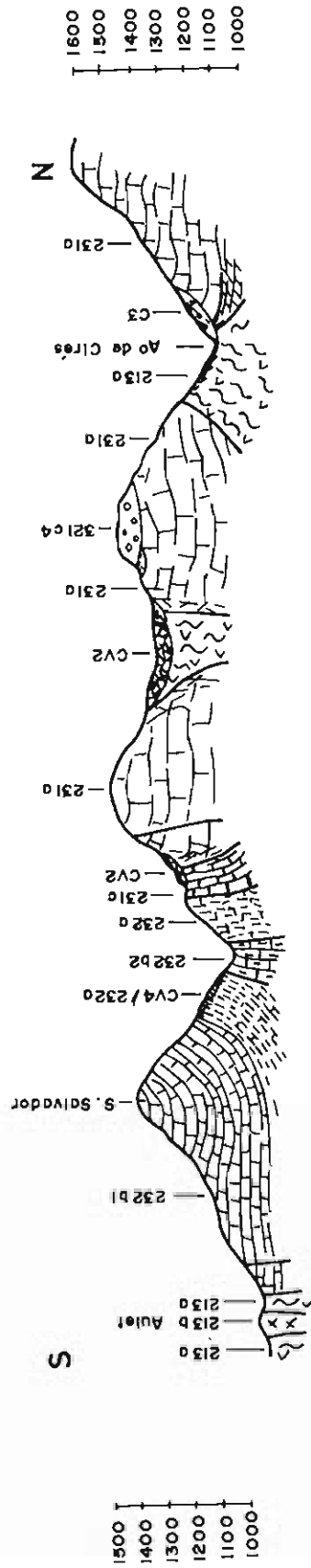
Todos los materiales de esta Zona Central han sido afectados, aunque de manera diversa, por los movimientos alpinos.

En el área de Pont de Suert, Sauquet (1967) definió numerosas escamas constituídas por grandes masas de la cobertera jurásica-cretácica, que aparecen aisladas y dislocadas en la superficie del Keuper, localizándose principalmente en los valles de los ríos Noguera Pallaresa y Esera. En general, este área, que corresponde a la parte nord-oriental de la Zona Central, se caracteriza por la existencia de grandes fracturas y deslizamientos a todas las escalas. Es un ejemplo de la influencia que las deformaciones y fracturas sufridas por el zócalo surpirenaico durante los movimientos epirogénicos antecenenomanenses, han ejercido sobre las características locales de los pliegues y accidentes pirenaicos.

En la zona del río Noguera Ribagorzana las estructuras presentan un arribamiento de conjunto hacia el Norte; en el área del Turbón se caracterizan por diversos pliegues transversos de dirección NNE-SSO.

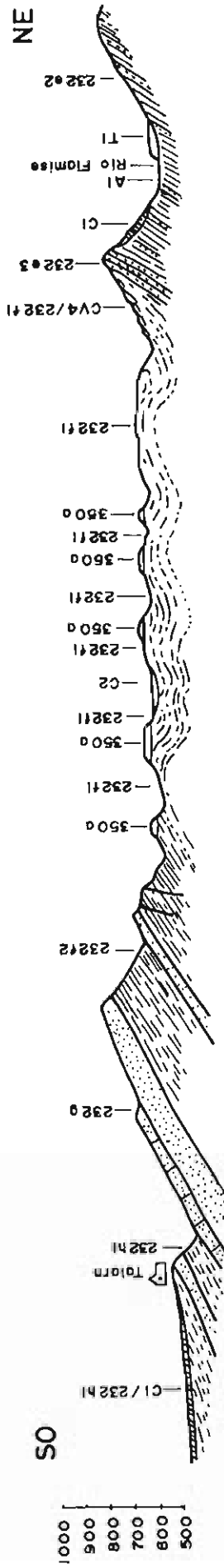
Al este del río Esera, se desarrolla un sinclinal complejo de materiales calizos rodeados por diversos anticlinales de direcciones variables.

En el área de Tremp, la estructura es sinclinorial, en conformidad, hacia la parte sur, con los materiales mesozoicos y terciarios. Los caracteres lito-estructurales y geomorfológicos se esquematizan en las figuras 22 y 23.



Corte en la vertiente derecha del pantano de Escalles

CORTE I



Corte en la vertiente derecha del pantano de Talarn

CORTE II

Fig. 22. Cortes geológicos de la Zona 2

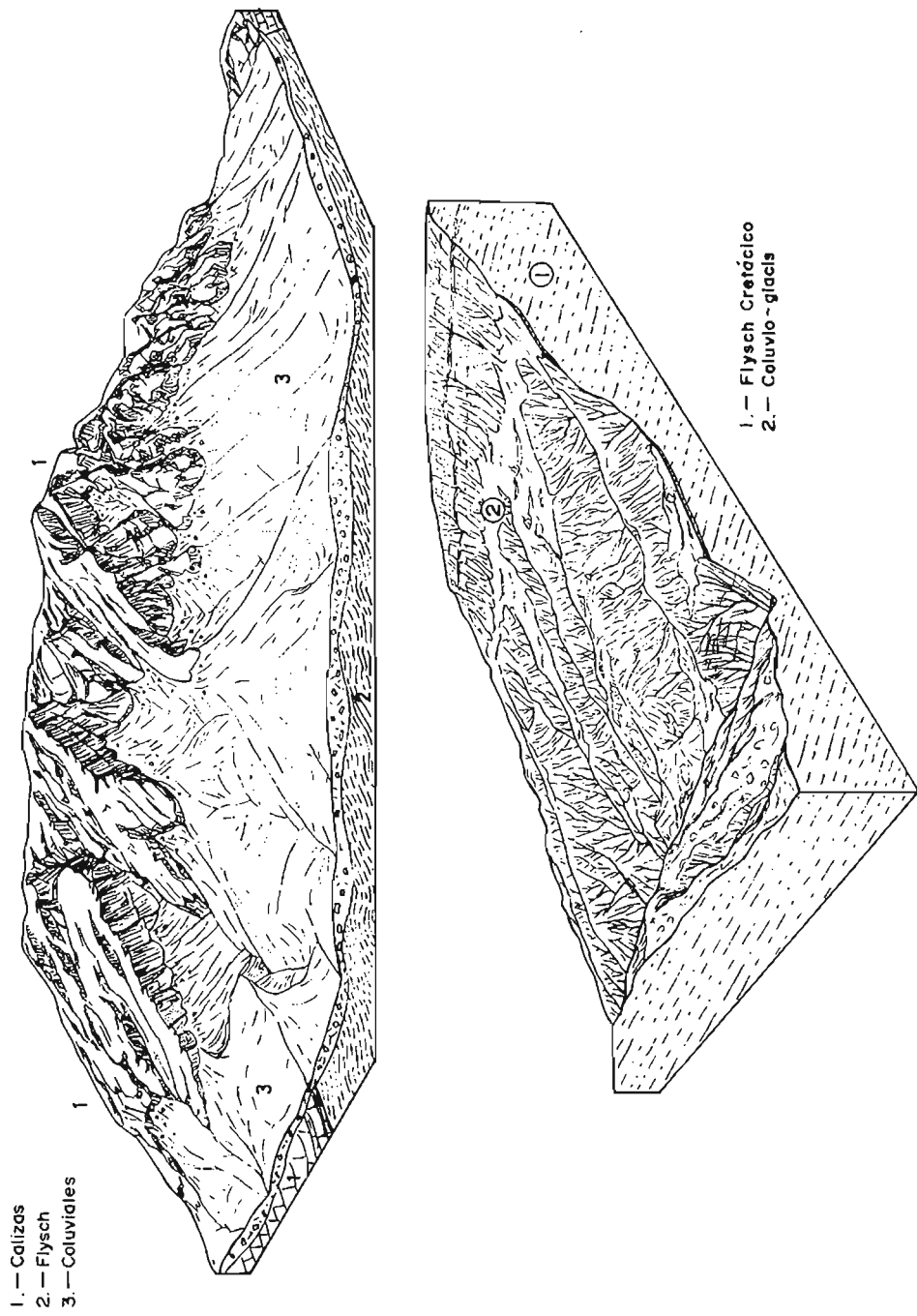


Fig. 23 Bloques diagrama esquemáticos parciales de la Zona 2

3.2.2 COLUMNA ESTRATIGRAFICA

EDAD	COLUMNA LITOLOGICA	GRUPO	GRUPO	DESCRIPCION
		LITOLÓG.	GEOTEC.	
ILIRD.-INFE.		312a2	G.28	232g Areniscas calcáreas con intercalaciones de margas arcillosas.
" "		312a1	G.27	
DANIENSE		232i	G.26	232f2 Margas arcillosas y areniscas calcáreas.
GARUMNENSE		232h2	G.25	232f1 Margas arcillosas que intercalan areniscas
		232e4	G.24	232e4 Margas muy arcillosas blandas con intercalaciones de areniscas calco-margosas
"		232h1	G.24	232e3 Flysch compacto margo-areniscoso.
MAESTRICHT.		232g	G.23	232e2 Flysch de margas arcillosas y areniscas calcáreas.
"		232f2	G.22	232e1 Margas y margocalizas.
"		232f1	G.21	232d Brechas calcáreas alternando con margas y margocalizas.
CAMPANIEN.		232e4	G.20	232c Calizas compactas grisáceas.
"		232e3		232b2 Calizas alternando con margas calcáreas.
"		232e2	G.19	232b1 Calizas micríticas claras con intercalaciones de margas calcáreas.
"		232e1	G.18	232a Margas arcillosas blandas alternando con margas calcáreas compactas.
SANTONIENS.		232d	G.17	231c Calizas de orbitolinas, algo areniscosas y ferruginosas.
CONIACENSE		232c	G.16	231b2 Areniscas y conglomerados ferruginosas con calizas y areniscas calcáreas.
CENOM.-TUR.		232b2	G.15	231b1, Margas calcáreas y margas nodulosas grises.
" "		232b1	G.14	231a Calizas masivas claras (f. urgoniana).
CENOMANEN.		232a	G.13	222. Dolomías y calizas dolomíticas negruzcas.
ALBEN.-CEN.		231c	G.12	232h1 Lutitas y areniscas rojizas micáceas con niveles de conglomerados.
CENOM.-TUR.		231b2	G.11	232h2. Margas y lutitas arcillosas abigarradas.
" "		231b1	G.10	232i. Calizas danenses
URGO-APTE.		231a	G.10	312a1 "Calizas de alveolinas"
LIAS-DOGG.		222	G.10	312a2 Calizas y calizas margosas claras.

213a + 213b

3.2.3. GRUPOS GEOTÉCNICOS:

G.10) Dolomías: Formación La Coma (222)

Litología:

Dolomías negras algo fétidas y algo recrystalizadas, medianamente estratificadas en capas de 0,3 a 2m. Hacia el techo pasan a calizas dolomíticas oscuras y calizas más claras bien estratificadas. Dentro de este grupo se engloba un nivel de margas bituminosas de colores oscuros.

Estructura:

Este grupo representa en su conjunto al Jurásico y sus materiales aparecen formando el núcleo de muchos anticlinales. El dominio fundamental corresponde a las rocas dolomíticas, siendo muy escasos los afloramientos margosos, puestos normalmente de manifiesto por áreas de barrancos o laderas de suave pendiente dentro de los abruptos y escarpados relieves a que dan origen los mencionados materiales calco-dolomíticos (fig. 24).



Fig. 24. Dolomías y margas del Lias, (222.) en el embalse de Escales.

Habitualmente este grupo presenta una gran tectonicidad que se traduce en una brechificación masiva de las rocas.

Geotecnia:

La permeabilidad de este grupo, que como queda dicho, se presenta bastante fisurado y diaclasado, se puede considerar de media a alta. El drenaje superficial de las áreas ocupadas por él no presenta ningún problema especial, pudiendo considerarse en general como bueno. Obviamente no es ripable.

El grupo es en general estable, pero dada su tectonización y fisuración elevadas, se plantean problemas de desprendimientos de bloques de muy diversos tamaños, circunstancia más acusada en las áreas de fuertes pendientes. La apertura de desmontes en él no cabe duda que se encontrará con estos problemas, e incluso se puede considerar que los activará.

En algunas áreas se encuentra el grupo sometido a movimientos gravitacionales, originados por la erosionabilidad e inestabilidad de los materiales del Keuper, sobre los que se apoya, originándose desgajes de grandes masas dolomíticas, en general muy tectonizadas.

Los taludes naturales son en general estables, alcanzándose alturas superiores a los 40 m con inclinaciones normalmente entre los 30° y 60°, si bien existen cortes subverticales.

G.11) Calizas claras: Formación Ciérvoles (231a)**Litología:**

Calizas de facies urgoniana, masivas, micríticas de tonos grises-amarillentos. Medianamente a mal estratificadas en capas de hasta 3 m. Hacia el techo aparecen mejor estratificadas, tableadas, con alguna intercalación de lechos calcomargosos. (fig. 25).

Estructura:

Se hallan estos materiales plegados según estructuras cuyos ejes siguen muy distintas direcciones de E a O y de SE a NO.

Se desarrolla en este grupo un notable diaclasado, y en algunas zonas una fuerte brechificación, relacionadas directamente con los casi constantes contactos mecánicos, mediante los cuales establece sus límites con otras formaciones (el Keuper la gran mayoría de las veces). Gran número de fallas cortan las estructuras haciéndolas, a veces, bastante complejas.

Ocupa grandes extensiones de terreno dando lugar a sierras de abrupto relieve en donde las laderas llegan a tener pendientes muy acusadas y con bastante frecuencia escarpadas.

Geotecnia:

Debido a la fisuración que presenta, la permeabilidad del grupo puede suponerse de media a alta. El drenaje superficial de las áreas ocupadas por

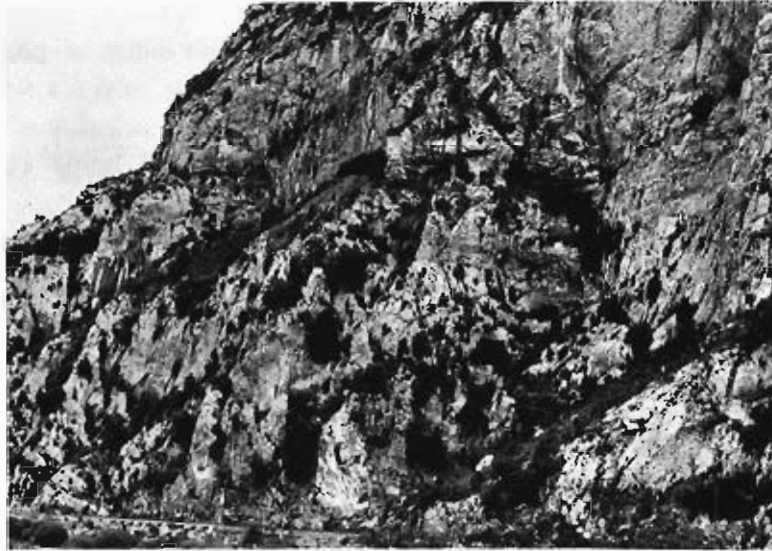


Fig. 25. Calizas masivas algo brechoídes (231 a) al Sur de Santorens.

él es en general bueno. No es ripable.

Si bien el grupo es en general estable, se plantearán en los desmontes problemas de desprendimientos de bloques de muy diversos tamaños, más acusados en las áreas de fuerte tectonicidad. En estas, las laderas suelen estar cubiertas de gran número de fragmentos de roca de todos los tamaños, con lo que se acentúan los citados problemas, (p.e. al norte y noroeste de Viu de Llevata, cuadrante 214-3).

En las áreas en que se intercalan lechos calco-margosos, más erosionables, se facilitan los procesos de descalce de los lechos más calcáreos, y se presentarán, en aquellos desmontes que corten al buzamiento desfavorablemente, problemas de corrimientos. En las áreas en contacto con el Keuper sigue siendo válido lo apuntado para el grupo anterior.

Los taludes naturales son en general estables, alcanzándose alturas superiores a los 40 m con taludes entre los 30° de inclinación y casi verticales.

G.12) Margas y margocalizas: Formación Llusa (231b1)

Litología:

Margas calcáreas, y calizas margosas y margas, de tonos grisáceos, con estructuras nodulosas fosilíferas. Se presentan bien o medianamente estratificadas en lechos de 0,10 a 0,30 m (fig. 26).

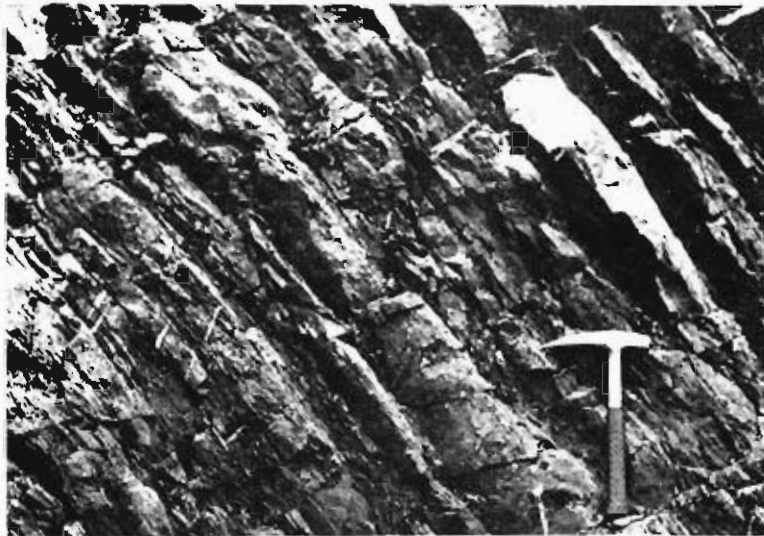


Fig. 26. Detalle de las margas y margas calcáreas nodulosas del grupo 231 bi en Llusa.

Estructura:

Ocupan zonas de sinclinales que dan lugar a depresiones suaves, y más frecuentemente laderas con pendientes relativamente fuertes por debajo de los escarpados relieves calizos del grupo G.11 (231a). La tectonicidad de los materiales suele ser muy acusada.

Geotecnia:

La permeabilidad del grupo es en general baja, estando asegurado el drenaje superficial por escorrentía. Su ripabilidad es en general baja.

Esta formación en general es estable, pero se plantean problemas (no muy acusados) de corrimientos en aquellos desmontes que corten desfavorablemente el buzamiento, y, siempre, de pequeños desprendimientos.

Las laderas de las áreas ocupadas por el grupo es frecuente que estén cubiertas por un manto de derrubios y de grandes bloques de calizas, procedentes (por desplomes) del grupo anterior (G.11 (231a)), en el cual se originan a veces deslizamientos que llegan a alcanzar a los materiales del grupo.

La estabilidad de los taludes naturales es así mismo muy variable; en dependencia muy directa de la disposición estructural de los estratos y de su tectonicidad. En general se pueden suponer estables, con alturas entre los 20 m y los 40 m en inclinaciones de 20° a 30°.

G.13) Areniscas ferruginosas: Formación Turbón (231b2)

Litología:

Serie de transición formada por areniscas arcillo-ferruginosas, areniscas cuarcíticas, algún banco de conglomerado poligénico (en la base), margas y areniscas calcáreas de grano grueso cuarzoso. El tramo superior es carbonatado y el inferior detrítico. Es una formación poco continua que se intercala entre las margas calcáreas de la formación 231b1 y las calizas de orbitolinas (231c).

Estructura:

Los afloramientos más importantes de este grupo quedan circunscritos a las grandes estructuras anticlinales del Turbón, la sierra que el río Isábena corta en angosta y profunda encajadura al norte de Beranúy, y la amplia estructura cortada por el barranco de Gabás al norte del Turbón, (cuadrantes 213-3 y 213-4).

Las areniscas y conglomerados constituyen las laderas del barranco excavado en el núcleo anticlinal del pronunciado relieve estructural que da origen al vértice Turbón. En la sierra cortada por el río Isábena se presenta formando estrechas y alargadas franjas que originan, así mismo, áreas deprimidas en los abruptos relieves. Dentro de la estructura en la cual se encaja el barranco de Gabás los materiales de este grupo forman parte de las zonas altas de las vertientes de morfología acusada.

Geotecnia:

Las características geotécnicas varían ligeramente según el componente litológico predominante, siendo en conjunto similares a las del grupo anterior (G.12 (231b1)).

La permeabilidad del grupo es de media a baja, y no presenta problemas de drenaje superficial. Su ripabilidad es en general baja.

Conviene señalar que las laderas a que normalmente da lugar se encuentran con bastante frecuencia recubiertas de derrubios, a veces de espesores importantes. En el área del barranco de Gabás, donde este grupo aparece en contacto con los materiales del Keuper, se presenta el problema de desplomes originados por la mayor erosionabilidad de dichos materiales, así como a veces de deslizamientos que iniciados en la formación del Keuper, más inestables, llegan a alcanzar a este grupo.

G.14) Calizas de orbitolinas, (231c)

Litología:

Tramo formado por calizas areniscosas, ferruginosas en la base y pasando hacia el techo a calizas claras, bien estratificadas, en lechos y capas de 0,2 a 0,7 m bastante homogéneas y compactas.

Estructura:

Los afloramientos más extensos corresponden a importantes estructuras que se orientan de E a O dando lugar a acusados relieves estructurales que se sitúan al norte de las hojas de Aren y Tremp. Las calizas están cortadas, en profundos cañones, por los ríos Noguera Ribagorzana y Flamisell. Los estratos suelen presentar buzamientos muy fuertes, a veces subverticales. (fig. 27).



Fig. 27. Calizas del grupo 231c sobre las margas del 231 bi en la cerrada del embalse de Escalles.

Geotecnia:

Estas calizas aparecen bastante fisuradas, pudiendo considerarlas con una permeabilidad de media a alta; dada la morfología de las áreas ocupadas por ellas, su drenaje superficial es en general bueno, no planteándose ningún problema al respecto. Obviamente no son ripables.

Plantean en general problemas de desprendimientos de bloques de muy diversos tamaños (en general no grandes) en los desmontes que se efectúen. Por otra parte, en muchas zonas acumulan coluviales de cantos, en general de poca extensión, que son bastante inestables.

Dan taludes naturales estables, de alturas superiores a los 40 m y con pendientes que oscilan entre los 45° y los 90°.

G.15) Margas de Sopeira (232a)

Litología:

Comienza la serie por calizas, calizas margosas y margas calcáreas (20 m a 40 m) Siguen 200 m de alternancia rítmica de margas más o menos calcáreas y margas arcillosas grisáceas, muy blandas, bien estratificadas, algo nodulosas en capas de 0,10 a 0,40 m. Termina la serie con unos 30 m. de margas y margas calcáreas. (fig. 28).

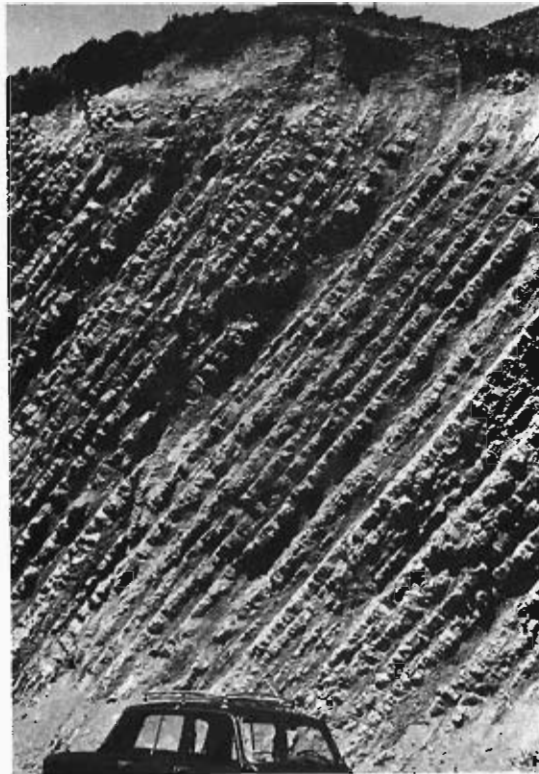


Fig. 28 . Flysch calcáreo del grupo 232a. Talud en la carretera N-230 en el pueblo de Sopeira.

Estructura:

Los estratos margosos y margo-calcáreos de este grupo se encuentran encerrados entre dos formaciones calizas importantes: el grupo 231c (G.14) en la base y los grupos 232b1 y 232b2 (G.16) en el techo. Sus afloramientos más importantes se adosan a las estructuras anticlinales de Sopeira y a las sierras que limitan al Embalse de Escalas en el río Noguera Ribagorzana, así como en la estructura monoclinial cortada por el río

Flamisell entre Senterada y Eriña.

Las capas presentan normalmente fuertes buzamientos. La naturaleza más blanda de este grupo le hace presentarse en áreas deprimidas dentro de los relieves montañosos en los que se encuentra incluido. Son terrenos situados muy frecuentemente en laderas recubiertas a veces por mantos de derrubios y en donde la alternancia rítmica de niveles blandos margosos y niveles margo-calcáreos algo más duros buzando fuertemente, confieren a éstas una morfología bandeada y dentada.

Geotecnia:

La permeabilidad puede considerarse de media a baja, estando interrumpida por los niveles margo-arcillosos. Dada la morfología de las áreas ocupadas por el grupo, el drenaje superficial en los mismos no planteará problema especial alguno, pudiendo calificarse en general como adecuado.

Los niveles margo-arcillosos tienen una plasticidad de media a alta. El conjunto es en general no ripable, si bien puede serlo según el buzamiento (i.e. a contrabanco) en los niveles más tableados y típicos.

Los niveles calcáreos más compactos son en general nodulosos, muy frágiles, y los niveles margo-arcillosos, blandos, son erosionables y alterables, pudiendo el conjunto calificarse como de erosionabilidad media, siendo frecuente la acumulación de materiales al pie de los desmontes y los desprendimientos de pequeños bloques de calizas.

En este grupo se plantea el problema de los corrimientos de paquetes según el buzamiento en aquellos desmontes que corten a éste desfavorablemente (i.e. a contraladera); estos fenómenos se acentúan por la impermeabilidad y erosionabilidad de los niveles margo-arcillosos, sobre los que drenan los niveles calcáreos. De todos modos, estos corrimientos no son muy peligrosos, pues las masas movilizadas serán en general pequeñas por la disposición morfológico-estructural del grupo. Los taludes naturales son en general estables, con alturas superiores a los 23 m. y pendientes que oscilan normalmente entre los 15° y los 45°.

G.16) Calizas, calizas y margocalizas: formación de Santorens-Abella-d'Adons. (232b1, 232b2).

Litología:

Este grupo está formado por una serie estratigráfica en la cual pueden diferenciarse dos conjuntos: uno inferior (232b1) esencialmente calizo y otro superior (232b2) calizo y margo-calizo.

Las calizas del primero (fig. 29) son micríticas, de tonos claros, medianamente estratificadas en lechos y capas de 0,4 a 1 m, con intercalaciones

de lechos de margas calcáreas con pirita y glauconita (fig. 29). El segundo conjunto, 232b2, comienza por un paquete de 10 a 20 m de calizas claras compactas bien estratificadas a las que siguen 100 m de una alternancia de calizas y margo-calizas para terminar en 20 m de calizas margosas y areniscas en tránsito de facies flysch (fig. 30).



Fig. 29 . Flanco anticlinal de las calizas del grupo 232b1 en el desfiladero de Congost.

Estructura:

Están ocupando una estructura de anticlinal-sinclinal muy tendido y orientado en dirección E-O entre Santorens y Abella d'Adons. La tectonicidad es bastante acusada dándose amplias zonas en donde los materiales se encuentran muy brechificados (en general el conjunto 232b2).

Dan lugar a una morfología en general y abrupta, mucho más fuerte en el grupo 232b1, más calizo, la cual se ve cortada por el pantano de Escales en el río Noguera Ribagorçana.

Geotecnia:

La permeabilidad de este grupo, que como queda dicho se presenta en general muy tectonizado, se puede considerar de media a alta. Conviene

señalar al respecto que las calizas del grupo 232b1 presentan en algunas zonas signos de carstificación (p.e. al Sureste del cuadrante 213-4). Dada por otra parte la morfología de las áreas ocupadas por él no se presenta problema alguno de drenaje superficial, pudiendo pues calificarse como bueno.

El grupo no es ripable, si bien en algunas zonas el conjunto 232b2 puede serlo, concretamente en aquellos en que se presenta más tableado (donde puede ser ripable a contrabanco) y/o muy fracturado.



Fig. 30 . Calizas y margas calcáreas tableadas del grupo 232b2 unos 2 km al sur de Pont de Suert.
(Carretera N - 230).

Presenta el problema de desprendimientos de bloques de tamaños muy diversos, más acusado en los desmontes que se realicen en el conjunto 232b1, donde serán más frecuentes y de bloques de mayor tamaño. A este respecto, los desmontes efectuados en la carretera en construcción por la margen derecha del embalse de Escalles (cuadrante 213-2) y los de la que, también en construcción, va por el curso alto del río Isábena (sureste del cuadrante 212-4) hasta la localidad de Bonansa (fuera ya del tramo), son bastante ilustrativos. En las áreas ocupadas por el conjunto 232b2, que con frecuencia se presenta tableado, se plantearán problemas de corrimientos en los desmontes que corten al buzamiento desfavorablemente, si bien serán locales y de poca peligrosidad, pues los volúmenes movidos no podrán ser grandes.

Conviene señalar que las zonas de fractura suponen áreas de mayor inestabilidad, y que los coluviales que con frecuencia presentan, a base en general de cantos sueltos, son también inestables.

En algunas áreas en que se presenta el grupo en contacto con el Keuper (p.e. en la zona del embalse de Escales), dada la erosionabilidad e inestabilidad de éste, se originarán movimientos gravitacionales de grandes masas calizas, produciéndose asientos diferenciales entre grandes bloques (favorecidos por las grandes líneas de fractura), y que se acentúan con las variaciones del nivel freático (de importancia en las áreas ocupadas por embalses artificiales como el citado antes). Este fenómeno tiene interés a efectos de la estabilidad general de obras de fábrica importantes e incluso del propio trazado, si bien y en general a largo plazo.

La carstificación observada en algunas zonas del conjunto 232b1 (anteriormente citadas) debe de tenerse en cuenta a efectos de cimentaciones de obras de fábrica, como es normal en terrenos cársticos en general.

Los taludes naturales son en general estables, más altos y fuertes en el conjunto 232b1 que en el 232b2. En el primero fácilmente superan los 20 a 40 m de altura con inclinaciones entre los 45° y los 90°, en tanto que en el segundo oscilan entre los 10 a 40 m de altura con inclinaciones de 15° a 45°.

G.17.) Calizas: Formación Peña Madrid (232c)

Litología:

Potente serie de materiales calizos de tonos grisáceos; bien estratificados en lechos y capas de 0,3 a 1,5 m. Dominan en este grupo las calizas micríticas subarrecifales con fauna de Hippurites. Hacia el muro intercala calizas areniscosas, a veces ferruginosas, y hacia el techo calizas margosas tableadas con fauna de Micraster.

Estructura:

Se presenta en el terreno generalmente formando grandes estructuras en anticlinales, más o menos complejos, cuyos ejes se orientan en la dirección NO-SE con tendencia a O-E e incluso existe una dirección N-S en el anticlinal que origina el macizo del Turbón. Dan lugar a pronunciados relieves estructurales de morfología montañosa, muy agrestes, con laderas de pendientes superiores a los 30°, siendo muy frecuentes los perfiles escarpados. Los ríos Esera e Isábena cortan en estrechos y profundos desfiladeros al macizo calizo más importante de este grupo (fig. 31).

Geotecnia:

La permeabilidad del grupo se puede considerar de media a alta por fisuración. Dada por otra parte la morfología de las áreas que ocupa, no se presentará en ellas problema alguno de drenaje superficial pudiendo calificarse este como bueno. Obviamente este grupo no es ripable.



Fig. 31. Potente formación de calizas del grupo 232c en el desfiladero de Obarra.

Presentará este grupo problemas locales de desprendimientos en los desmontes que se efectúen, que serán acusados en las áreas más tectonizadas y fracturadas. Conviene señalar también que sobre las laderas a que da lugar, en general muy pronunciadas, se suelen acumular coluviales bastante sueltos, con grandes bloques, y en general inestables, lo que representa cierta peligrosidad; estos coluviales muchas veces no son cartografiables, y pueden verse por ejemplo en las hoces que el río Esera abre entre Campo y Seira, aguas arriba de esta última localidad (cuadrante 212-1).

Los taludes naturales suelen ser estables, con alturas superiores a los 40 m y pendientes superiores a los 45° , con frecuencia subverticales.

G.18.) Brechas de Campo (232d)

Litología:

Brechas calcáreas de calizas compactas, grisáceas, bien cementadas, de espesor y continuidad variables, alternando con margas y margas calcáreas, a veces flyschoides, de tonos grisáceos y bien estratificadas (fig. 32).



Fig. 32. Brechas calcáreas del grupo 232d al norte de Campo.

Estructura:

Se encuentran adosadas al macizo montañoso calizo existente al norte de Campo. Las capas presentan un fuerte buzamiento al sur y una dirección NO-SE u O-E.

Topográficamente forman parte de la vertiente Sur del relieve estructural que origina el grupo 232c. Desde el punto de vista morfológico, en las pendientes de este macizo montañoso se realiza un cambio de pendientes más o menos brusco, mediante un escalón o área deprimida que marca el contacto entre dos conjuntos litológicos.

Geotecnia:

Presenta este grupo una permeabilidad media por fisuración, con discontinuidades en las áreas flyschoides. En las áreas ocupadas por él no se plantearán problemas de drenaje pudiendo calificarse como bueno. En general no es ripable.

Se plantarán problemas, no acusados, de deprendimientos en los desmontes.

En las áreas flyschoides, en general las más alejadas del grupo 232c, las características geotécnicas varían ligeramente acercándose a las del grupo G.15 (232a), pero con los problemas allí citados menos acentuados, dada la mayor consistencia y menor plasticidad de los niveles margosos.

Los taludes naturales son en general estables, alcanzándose alturas superiores a los 20 m y con pendientes que oscilan entre los 30° (para las áreas flyschoides) y los 80° - 90°.

G.19.) Flysch calizo de San Corneli (232el)**Litología:**

Grupo constituido fundamentalmente por margas y margocalizas nodulosas de tonos grisáceos. La serie comienza por calizas y margas compactas y termina con una alternancia rítmica (flysch) de margas arcillosas y margas areniscosas calcáreas, en general blandas, medianamente estratificadas en lechos de 0,10 a 0,40 m.

Estructura:

Estos materiales aparecen adosados a los de los grupos 232b1 ó 232b2. Al este de Tremp este grupo forma una amplia estructura anticlinal que origina un relieve estructural surcado por importantes fallas, una de las cuales le pone en contacto con el grupo 232f1 por el Sur.

Este grupo forma relieves en ladera en el extremo sur del angosto curso del río Flamisell, entre Senterada y Pobla de Segur, y con mayor extensión en la vertiente sur de la Sierra de San Gervás, al este de Sopeira, en donde los materiales presentan una fuerte tectonicidad y recubrimientos coluviales importantes (fig. 33).

Geotecnia:

La permeabilidad del grupo puede considerarse de media a alta, estando interrumpida por los niveles margosos. Dada la morfología de las áreas que ocupa, el drenaje superficial de las mismas no planteará en general problema especial alguno, pudiendo calificarse como adecuado.



Fig. 33. Flysch margo-calcáreo del grupo 232el al sur de Sopeira.

A medida que se aleja del grupo calcáreo G.16 adquiere una clara disposición tipo flysch y se asemeja al grupo G.15 (232a), si bien los niveles margosos son de plasticidad más baja y ligeramente predominantes. En general no es ripable, pudiendo serlo a contrabanco en las áreas flyschoides (hacia el techo del grupo). Se plantearán en estas áreas problemas de corrimientos en los desmontes que corten desfavorablemente al buzamiento.

En general planteará problemas de desprendimientos en los desmontes, si bien poco acusados.

Los taludes naturales son estables, con alturas superiores a los 20 m e inclinaciones que oscilan normalmente entre los 15° y los 45°.

G.20.) Flysch blanco (232e2 , 232e3, 232e4)

Litología:

Está integrado este grupo por tres conjuntos de facies flysch que presentan distintos aspectos litológicos dentro de una potente serie estratigráfica.

El conjunto 232e2 está constituido por una potente y monótona alternancia bien estratificada de capas duras y blandas. Aquellas, formadas por areniscas calcáreas de grano fino silíceo más o menos margosas con tonos grises claros en fractura, en lechos de 0,10 a 0,40 m (fig. 34). Las partes blandas son margosas, muy arcillosas, de tonos grisáceos oscuros. De muro a techo la formación se va haciendo más arcillosa para dar paso al conjunto 232e4 el cual está representado por otra potente serie de margas muy arcillosas que intercalan lechos esporádicos de areniscas calcomargosas. Hacia el techo pasa a un verdadero flysch en donde alternan

margas arcillosas blandas y capas duras de areniscas calcáreas de 0,10 m a 0,20 m de potencia (fig. 35).



Fig. 34 . Flysch margo-areniscoso del grupo 232e2 al norte de Campo.



Fig. 35. Margas arcillosas blandas del grupo 232e4 al este de Campo (pueblo de Egea)

El conjunto 232e3 lo forma un flysch margo-arcilloso compacto poco potente, integrado por areniscas calcáreas de grano fino cuarzoso en lechos de 0,10 a 0,50 m, margas más o menos calcáreas y margas arcillosas grises oscuras. Se intercala entre el grupo 232e2 en el que suele dar relieves más acusados.

Estructura:

Este grupo constituye un área muy importante dentro de la unidad del Prepirineo. Forma una amplia franja orientada en dirección NO-SE, dando lugar a relieves deprimidos entre los de morfología montañosa originados por los grupos calizos y conglomeráticos del Mesozoico y Terciario.

En el área de Campo y en la de Seira el grupo constituye una serie monoclinas que buza al Sur con ángulos que pueden llegar a los 40°.

En el valle del río Isábena la serie es igualmente monoclinas y los buzamientos hacia el Sur aunque la dirección de las capas tienden a ser E-O.

Entre Sopeira y Arén, el grupo presenta una serie de pliegues anticlinales y sinclinales orientados en dirección E-O.

En el área de Poble de Segur, la serie vuelve a presentar estructura monoclinas con buzamientos al Sur.

Aunque suele ocupar áreas deprimidas, el relieve a que da lugar este grupo no es suave. Se presenta en laderas y alomaciones de pendientes acusadas, en las que suelen destacar a modo de crestones los niveles más duros de la serie flysch. Suele desarrollarse una erosión importante con formación de barrancos y cárcavas, a veces muy abundantes. Los recubrimientos de ladera son generalmente importantes.

La morfología de todos estos terrenos está intensamente influenciada por procesos geomorfológicos de deslizamientos y corrimientos.

Geotecnia:

Los materiales del grupo presentan una permeabilidad lateral en los bancos calcoareniscos, que se ve interrumpida por los niveles margo-arcillosos, originándose acuíferos a media ladera. Así pues, la permeabilidad decrece a medida que los niveles compactos van perdiendo importancia, pasando de media a francamente baja (en el grupo 232a4). En general dada la morfología de las áreas ocupadas por el grupo, no se presentan problemas acusados de drenaje superficial, si bien en algunas áreas (predominantemente desarrolladas en el 232e4) puede calificarse de deficiente.

La ripabilidad es variable según el predominio de los niveles compactos o de los blandos. El grupo 232e4 puede considerarse en general como ripable; el 232e2 es ripable en muchas áreas, superficialmente y/o a contrabanco siempre (se exceptúa el área de Seira, cuadrante 213-1, donde los niveles margosos se presentan muy duros y compactos); el 232e3 es ripable

a contrabanco, salvo cuando los niveles areniscosos se hacen potentes.

La erosionabilidad decrece con la mayor importancia de los niveles calcoareniscosos, siendo alta en el 232e4. En éste los taludes naturales son inestables, altamente regresivos por la erosión, acumulándose materiales muy arcillosos al pie de los mismos. En general, en el grupo 232e3 los taludes naturales son estables, y en el 232e2 pueden considerarse como inestables.

Los niveles margosos blandos (en los cuales se han tomado las muestras 2-1 y 2-2, ver Apéndice) tienen una plasticidad media, llegando a ser alta en los niveles del grupo 232e4. Se han encontrado en ellos ligeros indicios de sulfatos. Estos niveles margo-arcillosos son bastante erosionables y alterables, dando como producto de alteración materiales arcillosos más plásticos.

Se han localizado bastantes deslizamientos en este grupo, así como corrimientos cuando los paquetes areniscosos adquieren cierta importancia.

En resumen, el grupo presenta cierta peligrosidad y es bastante inestable; el drenaje casi continuo, que tiene lugar a través de los niveles areniscosos acentúa la erosión progresiva de los taludes que en él se abren. Con frecuencia aparece superficialmente bastante roto, con lo que los niveles compactos, cuando no superan los 30-50 cm, no lo estabilizan y, las arcillas más plásticas que los niveles margosos dan por alteración, acentúan la inestabilidad general del grupo, en el cual son y serán fuertes los deslizamientos y corrimientos, con frecuencia importantes por el volumen de materiales afectados. Cuando estos materiales sean cortados por desmontes de modo que el buzamiento quede a contraladera y existan niveles areniscosos (232e2 y 232e3) la peligrosidad será menor, produciéndose en todo caso desprendimientos de cornisas por la erosión diferencial.

G.21.) Margas arcillosas grises: Formación Torallola (232f1)

Litología:

Este grupo está formado por margas arcillosas de tonos grisáceos que intercalan lechos de areniscas calcáreas de 5 a 30 cm. Hacia el techo aumenta la proporción de niveles de areniscas calcáreas.

Estructura:

Se presenta formando una franja de terrenos que orientada según dirección E-O al pie de la vertiente sur de la Sierra de San Corneli, en donde se pone en contacto por falla con el grupo 232e1, se inflexionan al NO al adaptarse a la estructura anticlinal del citado grupo. Con esta última dirección se prolonga en la margen derecha del embalse de Talarn para desapa-

recer soterrado bajo los conglomerados terciarios que constituyen la Sierra de San Salvador, y volver a aflorar en el valle del río Noguera Ribagorzana con la misma estructura.

Las capas suelen presentar buzamientos importantes al Sur, entre los 25° y 40°, y mucho más acusados al sur de la Sierra de San Corneli.

Debido a la naturaleza blanda de los materiales que lo componen dan lugar a áreas deprimidas, presentándose frecuentemente en laderas de pendientes acusadas y cubiertos por mantos de derrubios más o menos importantes. En zonas bajas, en las proximidades del curso del río Noguera Pallaresa, existen relieves alomados de pendientes suaves recubiertos en parte por derrubios de ladera y aluviones de los barrancos.

Geotecnia:

Sus características son similares a las del grupo G.21 anterior, pudiendo considerarse intermedias entre las del conjunto 232e4 y las del 232e2, si bien más próximas a las del primero.

G.22.) Margas arcillosas con areniscas: Formación Santa Engracia (232f2).

Litología:

Consta el grupo de margas arcillosas, grisáceas, blandas, intercalando en la base y alternando hacia el techo con capas de areniscas calcáreas de grano fino cuarzoso; compactas, en bancos de hasta 5m de potencia, siendo lo normal 0,3 a 1 m (fig. 36).



Fig. 36 . Margas y areniscas calcáreas del grupo 232f2 al noreste de Arén.

Estructura:

Este grupo se adosa al 232f1 sobre el que descansa estratigráficamente. Sigue las directrices estructurales del mismo, formando igualmente una franja de terrenos orientada en dirección NO-SE y O-E al sur de San Corneli, con buzamientos al Sur generalmente fuertes.

En el área sur de San Corneli los materiales presentan una gran tectonicidad, estando la formación cortada por numerosas fallas.

En la margen derecha del Embalse de Talarn y en el valle del río Noguera Ribagorzana los bancos de areniscas potentes forman un relieve estructural pronunciado a modo de loma, formando la vertiente sur los niveles más margosos.

La prolongación de este grupo en la margen izquierda del Embalse del Talarn da lugar a una morfología distinta, debido a una estructura más compleja motivada por una mayor tectonicidad.

Los materiales suelen presentarse en ladera muy afectados por procesos geomorfológicos de desprendimientos y deslizamientos; en especial en la que mira al embalse.

Geotecnia:

Presenta el grupo una permeabilidad lateral en los paquetes areniscosos, interrumpida por los niveles margosos, originándose acuíferos a media ladera. El drenaje superficial de las áreas originadas por él es en general adecuado.

La ripabilidad varía con la presencia de los niveles compactos areniscosos que no son ripables; cuando predominan los niveles margosos y los paquetes duros no superan los 30-50 cm. es ripable; a contrabanco pueden serlo aunque los niveles areniscosos sean más potentes. Hacia el techo del grupo, donde las areniscas son predominantes, no es ripable.

Presenta en general problemas de desprendimientos de cornisas de areniscas, por la erosión diferencial de los dos componentes fundamentales del grupo, y de corrimientos a favor de la estratificación, favorecidos por los niveles blandos, fenómenos éstos que se presentarán siempre que los desmontes corten desfavorablemente el buzamiento.

Los taludes naturales son en general estables, con alturas que superan los 20 m, e inclinaciones medias de 30°. En las áreas muy tectonizadas (p.e. al este del Embalse de Talarn) son inestables, habiéndose localizado en ellos deslizamientos importantes, que estarán ligados a las variaciones del nivel freático ocasionados por el citado embalse.

G.23.) Areniscas calcáreas de Arén (232g)

Litología:

Este grupo de muro a techo está integrado por una alternancia de areniscas calcáreas compactas de grano medio a fino cuarzoso (2 - 4 m) que alternan y luego intercalan margas arcillosas, para terminar en areniscas calcáreas con un banco final potente (4 - 8 m) de caliza areniscosa muy compacta. Este grupo es fundamentalmente detrítico hacia la zona occidental del tramo y más calcáreo en la oriental, en donde queda representado por calizas areniscosas en su mayor parte.

Estructura:

El paquete de areniscas calcáreas de Arén (fig. 37) forma una corrida que hace su aparición en el ángulo sureste del tramo, recorriéndole en dirección NO para acabar en una gran falla a la altura del puerto de Foradada, habiendo recorrido gran parte de la zona, interrumpiendo su continuidad dos veces al soterrarse bajo los conglomerados postpirenáicos. Dicha franja de terreno, que buza al SO unos 30°, da lugar a una pequeña sierra estructural en donde los planos de los estratos calcoareniscosos forman la pendiente natural del terreno en la vertiente sur, estando ocupada la vertiente norte por el perfil escarpado del frente, el cual se apoya sobre los terrenos blandos de los grupos estratigráficamente inferiores (232f2 y 232e4). En la sierra existente al sur de Campo, los grupos 232h1 y 312a1 se superponen al 232g, siendo el grupo 312a1 el que da lugar a la pendiente estructural de la vertiente sur.



Fig. 37. Areniscas calcáreas, grupo 232g en el pueblo de Arén

Geotecnia:

La permeabilidad puede considerarse media, pues da un cierre para el Embalse del Talarn. El drenaje superficial de las áreas ocupadas por el puede calificarse como bueno. No es ripable, siendo las areniscas bastante duras.

Es un grupo en general estable y poco erosionable, presentándose el problema de desprendimientos de cornisas por la erosión diferencial de los dos componentes fundamentales del grupo. Cuando los niveles margosos se presentan con cierta importancia, con espesores similares a los areniscos, se plantearán problemas de corrimientos en aquellos desmontes que corten desfavorablemente al buzamiento.

Los taludes naturales son en general estables, con inclinaciones y alturas bastante variadas.

G.24.) Areniscas rojizas de Talarn (232h1)**Litología:**

Formación detrítica continental constituida por más de 200 m_z de areniscas, lutitas y pasadas de conglomerados silíceos. La serie comienza por unos 100 m_z de lutitas arcillo-limosas y areniscas micáceas de tonos rojo-ladrillo de grano fino cuarzoso; sigue un tramo de unos 50 m. de bancos de areniscas micáceas rojizas de grano medio cuarzoso que alternan con lutitas, y que hacia el techo (pueblo de Talarn) alternan con bancos de conglomerados silíceos de 0,5 a 2 m de potencia. Termina la serie con una alternancia de areniscas micáceas de grano medio cuarzoso y lutitas rojizas dominando estas últimas. Conjunto bien estratificado (fig. 38).

Estructura:

Sigue en general las directrices estructurales del grupo 232g al cual se superpone estratigráficamente. Al oeste de Tremp forma un área extensa, recubierta en gran parte por derrubios de ladera. Hacia el NO se prolonga en una franja de terrenos deprimidos adosados al sur de las pequeñas sierras estructurales a que da lugar el grupo de areniscas de Arén (232g) en los valles de los ríos Noguera Ribagorzana e Isábena. En la sierra al sur de Campo, el grupo es solo una pequeña franja emparedada entre los paquetes duros que constituyen los grupos 232g y 312a1.

Los niveles potentes de areniscas dan lugar a resaltes topográficos en donde los frentes de las capas que vergen al NE producen perfiles escarpados, como la culminación de la vertiente derecha del barranco de Seros sobre la que se asienta el pueblo de Talarn. Sobre los materiales blandos se desarrolla un notable abarrancamiento.

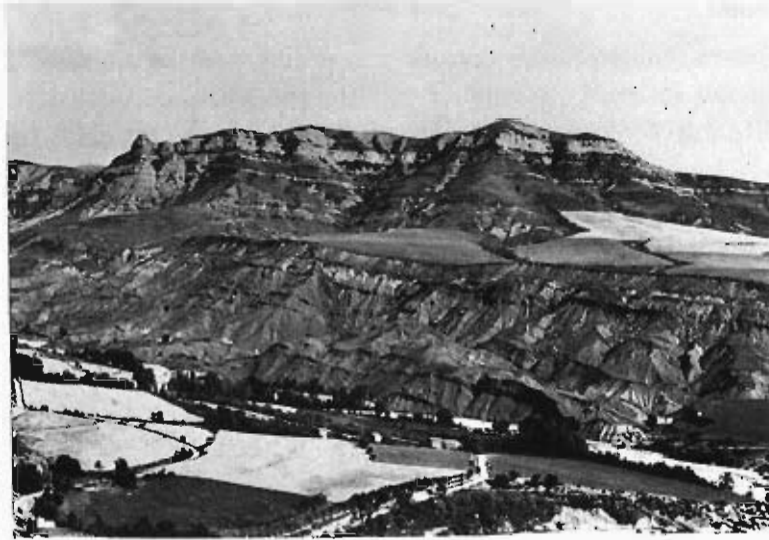


Fig. 38. Areniscas y lutitas rojas, grupo 232h1, al este de Arén

Geotecnia:

El grupo presenta permeabilidad lateral, en los bancos de areniscas, interrumpido por los niveles margosos impermeables, produciéndose acuíferos a media ladera. Dada la morfología de las áreas que ocupa, no se presentarán problemas de drenaje superficial, pudiendo calificarse éste como adecuado. En general no es ripable.

Se ha tomado la muestra 2-3 en los niveles margosos (ver Apéndice) que presentan en general baja plasticidad y presencia de sulfatos. No es muy erosionable, manteniéndose taludes naturales bastante fuertes, si bien regresivos por la erosión diferencial. Por ello se plantearán problemas de desprendimientos de cornisas. Al no presentar buzamientos fuertes no serán probables corrimientos en desmontes.

G.25.) Margas arcillosas abigarradas de Sant Adriá (232h2)

Litología:

Grupo fundamentalmente arcilloso. Comienza la serie con lutitas arcillosas abigarradas, dominando los tonos rojizos (tránsito del grupo 232h1). Hacia el techo se hacen más negruzcas-azuladas, más blandas, conteniendo en general algo de materia orgánica e intercalaciones esporádicas de calizas margo-areniscosas y yesos fibrosos. Se presenta medianamente estratificado y tiene una potencia de 200 m (fig. 39).



Fig. 39. Margas arcillosas blandas, (232h2) en Sant Adriá (oeste de Tremp).

Estructura:

Serie monoclinal orientada de Noroeste a Sureste buzando ligeramente al Suroeste. Presenta este grupo una morfología acusada por la existencia de interfluvios de perfil acusado y desarrollo de abarrancamientos en las laderas, estando gran parte de las mismas cubiertas por potentes masas de rocas con estructura más o menos caótica debido a procesos de deslizamientos.

Geotecnia:

La permeabilidad del grupo es en general baja, si bien los niveles calcáreos son permeables por fracturación, ocasionándose acuíferos a media ladera. Puede presentar problemas de drenaje en algunas áreas deprimidas. En general puede considerarse ripable.

Los niveles margo-arcillosos predominantes tienen una plasticidad de media a alta, son bastante erosionables y alterables dando materiales arcillosos más plásticos. Debe tenerse en cuenta la presencia de sulfatos.

Se presentarán problemas de desprendimientos de cornisas por la erosión diferencial de los estratos. El drenaje de los pequeños acuíferos colgados pertenecientes a los niveles calco-areniscos acentuará dicha erosión y la consiguiente regresión de los taludes. Taludes naturales pronunciados e inestables.

G.26.) Calizas de Sierra Ferrera (232i)

Litología:

Calizas dolomíticas y calizas de "facies danense", medianamente a mal estratificadas dando estructuras masivas. Presentan tonos claros (blanco-amarillentos) y son muy compactas. Hacia el techo de la serie intercalan calizas margosas y calizas lacustres con lignitos, y margas abigarradas hacia el muro.

Estructura:

Forman el flanco norte del sinclinal de Sierra Ferrera dando una agreste morfología montañosa de laderas escarpadas. Descienden en una estrecha banda por la vertiente izquierda del río de la Garona para pasar a la derecha formando un anfiteatro de frente escarpado que mira al lecho del río profundamente encajado.

Geotecnia:

Este grupo tiene escasa representación y sus características geotécnicas son similares a las del grupo G.27 (312a1) junto con el cual se presentan en la Sierra Ferrera.

G.27.) Calizas de Alveolinas (312a1)

Litología:

Este grupo está formado por unas calizas de alveolinas, claras, compactas, más o menos brechoides, medianamente estratificadas en capas de 1 a 3 m. Intercalan hacia la base y luego alternan hacia el techo con margas calcáreas.

Hacia el noroeste del tramo pasa a una serie potente de calizas claras compactas (Peña Montañesa) (fig. 40).

Estructura:

El grupo se presenta formando un flanco monoclinal que buza unos 20° al SO y con una dirección SE-NO cruza los valles de los ríos Noguera Ribagorzana, Isábena y Esera, constituyendo un relieve estructural cada vez más pronunciado en dirección NO, llegando en el valle del río Esera

en unión de otros grupos litológicos a formar una pequeña sierra cortada en estrecho cañón por dicho río, y que más al noroeste da lugar a Sierra Ferrera que es un relieve estructural invertido.

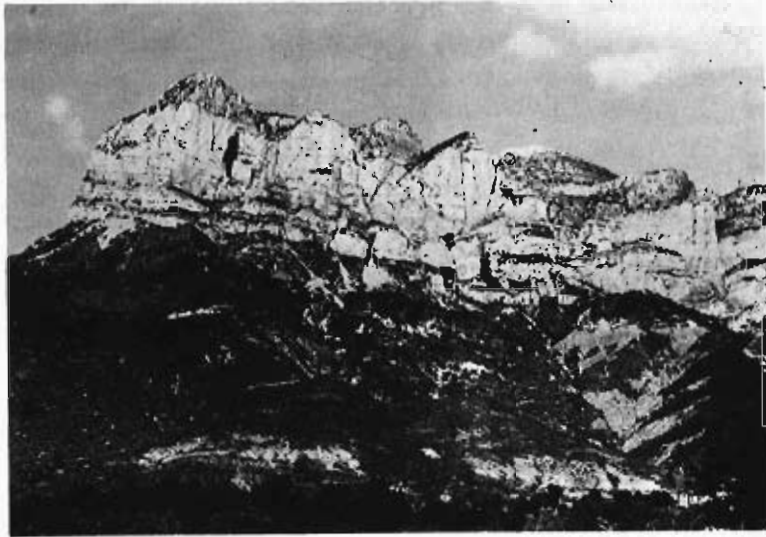


Fig. 40. Peña Montañosa, constituida por potentes bancos de "calizas de alveolinas", (312a1).

Geotecnia:

La permeabilidad de estas calizas puede considerarse de media a alta; el drenaje superficial de las áreas ocupadas por él no presenta ningún problema, pudiendo calificarse como bueno. Obviamente el grupo no es ripable.

Es un grupo bastante estable, presentándose no obstante problemas de desprendimientos en los desmontes, y en las áreas más fracturadas pueden, ocasionalmente, producirse desplomes de relativa importancia.

Los taludes naturales son estables para alturas superiores a los 40 m y pendientes que oscilan como media entre 30° y 45°, dando con frecuencia cortes subverticales.

G.28.) Calizas arrecifales: Formación Berganuy (312a2)

Litología:

Calizas de tonos claros que alternan con calizas margosas y margas calcáreas con alveolinas. Es una formación arrecifal muy discontinua.

Estructura:

Aparece a modo de un gran banco sobre las calizas de alveolinas (312a1)

dando lugar a la Sierra de Berganuy, de morfología abrupta, en donde la pendiente estructural de las calizas, que buzcan suavemente al Sur, forma la cuesta del paisaje, originando una mesa inclinada que presenta su frente escarpado al Sur. Dicho frente está afectado por una serie de fallas gravitacionales, las cuales hunden y separan grandes masas de calizas muy brechoides que constituyen la cabeza de un gran deslizamiento que afecta a toda la ladera sur de la mencionada sierra. Esta ladera se encuentra recubierta de masas caóticas coluviales sobre un sustrato margoso y margo-calizo del grupo 312a1 afectado así mismo por el deslizamiento.

Geotecnia:

Las características geotécnicas son similares a las del grupo G.27 (312a1), si bien como queda dicho están afectados por movimientos gravitacionales derivados de su situación estratigráfica-estructural, por lo que en ellos se desarrolla un área de cierta inestabilidad, que presentará dificultades para su paso.

3.2.4. RESUMEN DE PROBLEMAS GEOTECNICOS QUE PRESENTA LA ZONA.

Dentro de la Zona que nos ocupa, y a efectos de tener un resumen de sus problemas geotécnicos, se puede efectuar la siguiente agrupación:

- a) Áreas calcodolomíticas (incluye los grupos 222, 231a, 231c, 232b1, 232c, 232i, 312a1 y 312a2) que presentan en general una topografía abrupta. Se plantean aquí problemas de desprendimientos de bloques en los desmontes que efectúan, más acusados en unos grupos que en otros en función del grado de tectonicidad y de fracturación. Están constituidos por materiales no ripables y constituyen en general masas canterables. Algunos de ellos presentan una peligrosidad potencialmente alta por descansar sobre los materiales del Keuper, que los hace estar sometidos a movimientos gravitacionales importantes.
- b) Áreas de transición de los materiales anteriores casi masivos a otros de estructura más tableada, que siguen estando constituidas por materiales fundamentalmente calcáreos y en los que cabe prever problemas de corrimientos en los desmontes que corten al buzamiento desfavorablemente; se incluyen aquí los grupos 232b2 y 232d; en general tienen poca extensión.
- c) Áreas ocupadas por flysch duro que puede incluir a los grupos 232a y 232a1, en los que los problemas de corrimientos en los desmontes son más importantes por la presencia de niveles margosos; también tienen poca extensión.

d) Áreas ocupadas, en sentido amplio, por un flysch blando, y que estaría constituida por los grupos 232e2, 232e3, 232e4, 232f1 y el 232f2 (si bien este último estaría a caballo entre estos materiales y los del grupo anterior). Presentan estos materiales, en general, problemas de inestabilidad de cierta magnitud, variable con la importancia de la presencia de areniscas. Por otra parte es casi general el problema de corrimientos en desmontes que corten desfavorablemente al buzamiento y en muchas zonas se plantearían también problemas de deslizamientos. Los taludes que se abriesen serían muy inestables por la progresiva erosión, acelerada por la aparición de acuíferos a media ladera.

e) Área fundamentalmente areniscosa, con pocos problemas, constituida por el grupo 232g.

f) Finalmente los grupos 232h1 y 232h2, bastante margosos, presentan problemas derivados de su erosionabilidad, alterabilidad y plasticidad. El drenaje superficial es deficiente en algunas áreas.

3.3. ZONA SUR

3.3.1. GEOMORFOLOGIA Y TECTONICA

La Zona Sur ocupa en extensión superficial casi el 50 % del total del presente Tramo. Geológicamente está incluida en el borde norte de la gran "depresión del Ebro".

Está constituida casi en su totalidad por materiales detríticos de facies granulométricas muy variables, ya que desde los conglomerados continentales tipo fanglomerados hasta calcarenitas marinas bien clasificadas, existen todos los términos sedimentológicos intermedios.

La morfología de la Zona es en general de maderada a suave, con sierras que sobrepasan los 500 m sobre la media topográfica. (fig. 41).

La litología, grado de cementación, estructuración (estratigráfica y tectónica), anisotropía en la evolución sedimentológica y el diapirismo han condicionado la existencia de tres áreas o subzonas geomorfológicas con caracteres bien definidos: 3A) Sierras, 3B) Valles y 3C) Diapiros.

Las Sierras están constituidas por materiales detríticos: conglomerados, areniscas y lutitas más o menos cementadas. Son en general de morfología moderada con pendientes de laderas poco acusadas y generalmente en graderío, debido a la alternancia de paquetes duros y blandos y a la estratificación subhorizontal o que buza suavemente hacia el SSO. La anisotropía estructural y sedimentológica ha condicionado que las pendientes más acusadas correspondan en general a las laderas norte de estas sierras, como ocurre con las de Campanué, Calvera, etc.



Fig. 41. Geomorfología de la Zona 3 en la margen derecha del valle del río Esera en primer plano. Al fondo, a la izquierda de la foto, la Sierra de Campanué y a la derecha, valle de Foradada.

Los Valles corresponden a depresiones de orientación NO-SE ocupadas por materiales flyschoides y originados por la mayor erosionabilidad de estos materiales (margas arcillosas grisáceas y azuladas) con relación a los detríticos. Las formas de erosión son características, con una red de abarrancamientos y carcavas dendriformes, recubiertos por abundantes coluviales y con deslizamientos en todas las escalas.

Los Diapiros originan en general depresiones con problemas estructurales-tectónicos ocasionados por los materiales plásticos del Keuper que hacen "extrusión" a través de la cobertura mesozoica y terciaria, ocasionándose no solo afloramientos más o menos alóctonos de calizas dolomíticas del Muschelkalk, si no también de masas cretácicas y a veces jurásicas.

La morfología de estas áreas se caracteriza por constituir valles de escarpes abarrancados, con una estructuración caótica de los materiales que aparecen en general subverticales.

La tectónica alpina en la Zona Sur es poco acusada; la estructura es de pliegues isoclinales suaves que con una dirección aproximada ONO-SEE vergen hacia el Sur, y que se manifiesta por buzamientos de 5° a 20° en la inclinación de las capas hacia el SSO.

En el área suroeste y oeste de esta Zona se localizan los accidentes tectónicos principales, plasmados por fenómenos de diapirismo que originan extrusión y fuertes fracturas en los materiales calcáreos mesozoicos del zócalo; estos fenómenos se localizan en las márgenes y proximidades del río Cinca.

Los caracteres lito-estructurales y geomorfológicos se esquematizan en las figs. 42 y 43.

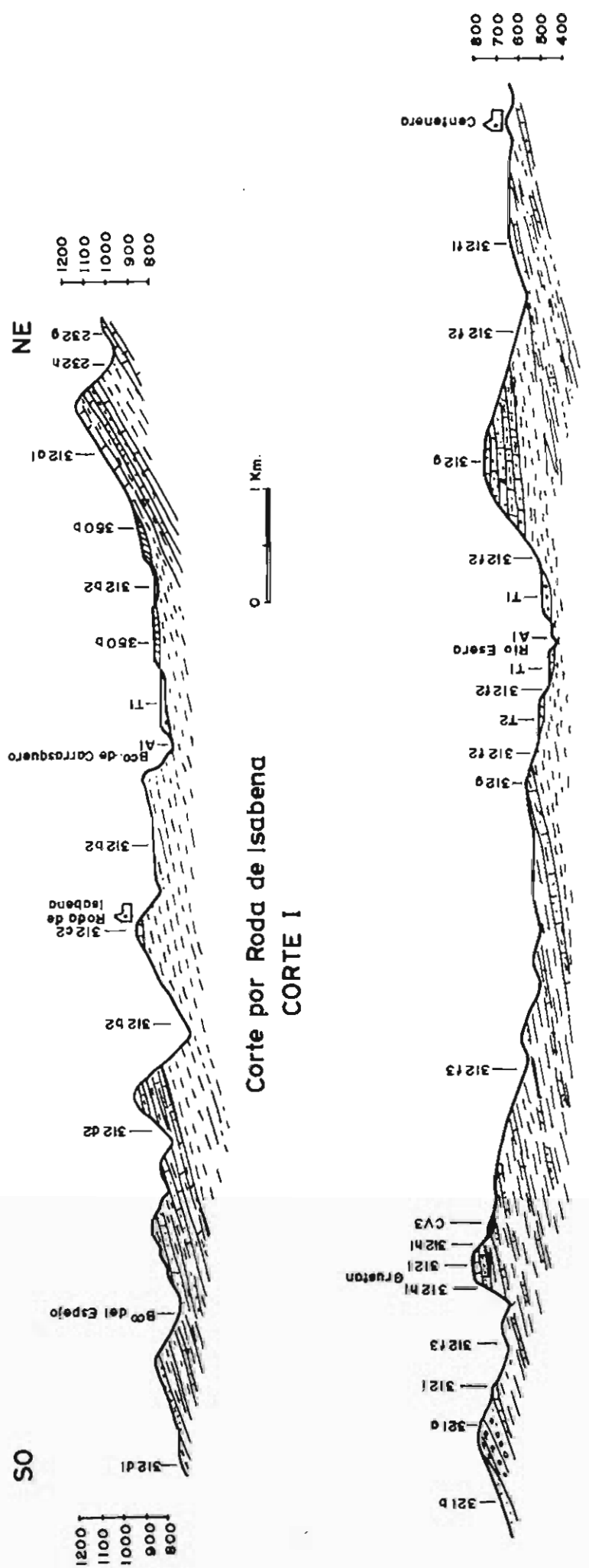


Fig. 42. Cortes geológicos de la zona 3.

1. Terciario (Zona 3)
2. Conglomerados Postpirenaicos (Zona 4)
3. Aluvial del Rio Isabena (Zona 5)



Fig. 43. Bloque diagrama esquemático parcial de la zona 3.

3.3.2 COLUMNA ESTRATIGRAFICA

EDAD	COLUMNA LITOLOGICA	GRUPO	GRUPO	DESCRIPCION
		LITOLÓG.	GEOTEC.	
OLIG.-MIOC.		321b	G.43	312a3 Margas calcáreas que intercalan calizas y areniscas calcáreas.
" "		321a	G.42	312b1 Margas muy arcillosas abigarradas.
LUTEC.-SUP.		312j	G.41	312b2 Margas arcillosas con lechos de areniscas.
" "		312i	G.40	312b3 Margas calcáreas algo areniscosas y nodulosas.
" "		312h2	G.39	312b4 Calizas y margas calcáreas con margas arcillosas y areniscas calcáreas.
" "		312h1		312c1 Alternancia de areniscas calcáreas y margas arcillosas con lechos de conglomerados.
" "		312g	G.38	312c2 Margas arcillosas alternando con areniscas.
" "		312f3	G.37	312c3 Alternancia de margas arcillosas y areniscas calcáreas.
" "		312f2		312d1 Margas arcillosas que intercalan areniscas.
" "		312f1		312d2 Margas arcillosas abigarradas.
" "		312e	G.36	312e Conglomerados-pudingas calcáreos compactos.
LUTEC.-INF.		312d2	G.35	312f1 Alternancia de areniscas calcáreas y margas arcillosas.
" "		312d1		312f2 Margas arcillosas que intercalan y alternan con areniscas calcáreas.
" "		312c3	G.34	312f3 Alternancia de margas arcillosas y areniscas.
" "		312c2	G.33	312g Margas arcillosas blandas y areniscas calcáreas compactas.
" "		312c1		312h1 Alternancia de margas arcillosas y areniscas.
ILERD.-SUP.		312b4	G.32	312h2 Areniscas calcáreas y margas arcillosas con microconglomerados.
" "		312b3	G.31	312i Calizas micríticas y areniscosas.
" "		312b2	G.30	312j Margas arcillosas abigarradas y areniscas calcáreas.
" "		312b1		321a Conglomerados poligénicos de cemento calcáreo.
ILERD.-MED.		312a3	G.29	321b Alternancia de areniscas y margas areniscosas con lechos de conglomerados.
" INFE.		312a1	G.27	212a Facies Muschelkalk en áreas diapíricas.
GARUMNENS.		232h1	G.24	213a1 Facies Keuper en áreas diapíricas.
CAMP.-INFE.		232a1	G.19	
KEUPER		213a	G.8b	
MUSCHELK.		212	G.7	

3.3.3. GRUPOS GEOTECNICOS

G.8b) Trías diapírico de Naval y Mediano (212a, 213a1).

Litología:

Margas limo-arcillosas de tonos abigarrados con abundantes sulfatos y otras sales (halita, salinas de Naval), que intercalan niveles de dolomías margosas, negruzcas, algo bituminosas y rocas subvolcánicas de tipo diabásico muy alteradas, no representables por su poca extensión y potencia.

Estructura:

El área de Naval forma una depresión ocupada, en su mayor parte, por materiales margosos entre los cuales destacan los niveles dolomíticos formando crestones o laderas de fuertes pendiente por encima del antiguo nivel de erosión, representado por los coluviales que recubren parte de esta zona y que le confieren una morfología suave, disecada por el actual encajamiento de la red fluvial. (fig. 44).



Fig. 44. Morfología en el área de Naval. Valle aluvial sobre el Trías diapírico

Los materiales triásicos parecen orientarse en dirección NE-SO con fuertes buzamientos al NO. La tectonicidad de todo el grupo es muy grande dándose áreas de gran brechificación e inestabilidad de los taludes naturales.

En el diapiro de Mediano existe una mayor abundancia de materiales dolomíticos. La estructura se complica con la existencia de charnelas en boveda anticlinal y sinclinal, alargadas en dirección E-O y falladas en esta misma dirección.

La presencia de grandes masas dolomíticas dan a esta zona una acusada morfología de pronunciado relieve, en la cual los materiales margosos dan pendientes más suaves afectadas normalmente por movimientos deslizantes.

Geotecnia:

Las características geotécnicas fundamentales de los materiales que componen este grupo han sido señalados en la zona 1, al describir los grupos 212, 213a y 213b, descripciones a las que nos remitimos.

Cabe señalar aquí las áreas ocupadas por los materiales del Keuper son bastante inestables, presentando problemas de drenaje en varios puntos. Es esta formación muy erosionable, y se han observado en ella deslizamientos.

En cuanto a las masas dolomíticas cabe señalar el problema de desprendimiento pues su fracturación es acusada.

G.19; G.24 y G.27 han sido descritos en el apartado 3.2.3.

G.29) Margas y margocalizas de Santa Bárbara (312a3)

Litología:

Grupo formado fundamentalmente por margas calcáreas de tonos claros, bien estratificados en lechos y capas de 0,3 a 2 m, que en la base intercalan calizas claras compactas con alveolinas y lechos de areniscas calcáreas y margas arcillosas. La potencia oscila entre los 50 y los 100 m (fig. 45).

Estructura:

Constituye gran parte del núcleo anticlinal de Mediano, orientado en dirección N-S. Las capas se cierran periclinamente al norte de la estructura. Forma este grupo el prominente cerro de Santa Bárbara, de morfología acusada, al este de Mediano.

Así mismo forma un núcleo anticlinal que da lugar al vértice La Picarra al oeste de Naval. Se trata de un cerro de acusada morfología que presenta una fuerte tectonicidad.



Fig. 45. Margas calcáreas del grupo 312a3 en la presa de Mediano

Geotecnia:

El grupo puede considerarse medianamente permeable por fisuración. Las áreas ocupadas por él no presentan problema alguno de drenaje superficial, pudiendo calificarse como bueno. No es ripable.

Es en general estable, presentándose problemas de desprendimientos en los desmontes, si bien de bloques de tamaños no muy grandes; este fenómeno adquiere más importancia en las áreas fracturadas y en general en aquellas de tectonicidad acusada.

Es canterable en varios puntos. Sobre él se asienta la presa de Mediano. Los taludes naturales son estables, alcanzando alturas superiores a los 40 m, con inclinaciones que en media oscilan entre los 30° y los 60°, si bien da algunos cortes subverticales.

G.30) Margas arcillosas blandas (312b1, 312b2)

Litología:

Este grupo es fundamentalmente arcilloso. Comienza la serie con más de 100 m de margas muy arcillosas, de tonos oscuros-abigarrados, que intercalan esporádicos lechos de areniscas calcáreas finas. El tramo medio,

de unos 150 m es de margas arcillosas, de tonos azulado-negruzcos, con materia orgánica diseminada e intercalaciones de lechos de 3 a 30 cm. de areniscas calcáreas finas y calizas arcillosas.

El tramo superior, de aproximadamente unos 170 m, es de margas arcillosas de tonos grisáceos-oscuros, que intercalan primero y luego alternan con areniscas calcáreas y calizas orgánicas. Conjunto medianamente (312b2) a bien estratificado (312b1). (fig. 46).



Fig. 46. Talud en las margas arcillosas blandas del grupo 312b2 al este de Navarra

Estructura:

Constituye este conjunto una importante franja de terrenos que desde el **oeste de Tremp**, donde el grupo 312b1 se presenta en una mancha a modo de un flanco monoclinal que buza en líneas generales suavemente al O, cruza de SE a NO los valles de los ríos Noguera Ribagorzana, Isábena y Esera, formando una estructura monoclinal con buzamiento medio al SO de unos 35°. Constituye, sin interrupción morfológica a lo largo de su recorrido, un relieve deprimido al encajarse en ella arroyos de dirección subsiguiente, cuyas laderas presentan una fuerte disección fluvial con gran desarrollo de barrancos y cárcavas que dejan colgados a restos de un antiguo coluvial-glacis de acumulación. Como la mayor parte del grupo aflorante en esta franja se sitúa en la vertiente sur de dichos arroyos, las capas se encuentran con gran frecuencia buzando contra la pendiente natural.

Al sur de Sierra Ferrera, ocupando una parte importante de la cuenca del río La Nata, las capas forman una serie de pliegues anticlinales y sinclinales que presentan estructuras disarmónicas y gran número de fallas

importantes. Dentro de grandes fluctaciones, las direcciones de los ejes siguen siendo de NO-SE, y los buzamientos son muy variables.

Constituye esta última región áreas deprimidas en las cuales se ha desarrollado un relieve de erosión, que ha dejado descolgadas antiguas superficies de erosión recubiertas por sedimentos de tipo glacis. La erosión es intensa, con gran desarrollo de barrancos y cárcavas que dan a la red de drenaje una morfología dendrítica muy apretada.

Geotecnia:

Es una formación claramente impermeable, aunque en algunas zonas la presencia de niveles calco-areniscosos, con frecuencia cuarteados, le confieren una ligera permeabilidad. En algunas áreas deprimidas se plantean problemas de drenaje superficial, el cual en general suele estar asegurado por escorrentía.

El grupo es muy erosionable y bastante alterable. A veces adquiere un aspecto pizarroso y en general está muy astillado (p.e. al sur de Sierra Ferrera). Se cuarteja superficialmente y por alteración da arcillas en general de plasticidad alta, que recubren los taludes naturales y se amontonan al pie; estos productos arcillosos son muy inestables y favorecen deslizamientos (que a veces afectan a la formación "in-situ"), desarrollándose en ellos, cuando adquieren cierta importancia, flujos de terreno.

Las margas arcillosas tienen en general una plasticidad media, presentando indicios de sulfatos (la muestra 3-2 pertenece a esta formación, ver Apéndice). Son bastante duras y su ripabilidad es en general baja, si bien la zona superficial alterada es ripable.

La estabilidad de la formación depende sobremanera de la disposición estructural. No es propensa a deslizamientos, salvo en la zona alterada, en la cual, como antes se ha dicho, pueden iniciarse. Se producirán corrimientos en aquellos desmontes que corten al buzamiento desfavorablemente. En algunos desmontes actuales (carretera local 140, al sur de Sierra Ferrera) se mantiene con taludes cuasiverticales coincidentes con la estratificación, pero se producen en ellos desconches y desplomes casi de modo continuo.

G.31) Margas calcáreas nodulosas de Foradada (312b3)

Litología:

Grupo litológico de poca extensión superficial y potencia. Corresponde a la base del grupo 312b2 y está formado por margas calcáreas más o menos areniscosas y nodulosas, medianamente o mal estratificadas, que hacia el techo alternan con margas arcillosas. La potencia puede llegar a los 40 m (fig. 47).



Fig. 47. Flysch mergo-calcáreo del grupo 312b3 al este de Foradada

Estructura:

Este grupo litológico se adosa al pie de la ladera estructural que forman las calizas de alveolinas (grupo 312a1) al sur de Campo. Las capas siguen una dirección NO-SE y los buzamientos al SO son bastantes fuertes

Estas capas llegan a formar pendientes naturales estructurales en la vertiente izquierda del barranco de Foradada. Gran parte de este grupo, en dicha zona, se encuentra recubierto por mantos coluviales procedentes del relieve más pronunciado a que da lugar el mencionado grupo 312a1.

Geotecnia:

Sus características geotécnicas son muy similares a los de los grupos 232a y 232e1 de la zona 2. Dada su escasa representación superficial basta con señalar que planteará el problema de corrimientos en los desmontes que corten el buzamiento desfavorablemente, así como de pequeños desprendimientos. En general es ripable a contrabanco, y no plantea problemas de drenaje superficial.

G.32) Calizas, margas y areniscas de Abizanda (312b4)

Litología:

Grupo carbonático-detrítico. Comienza la serie por un tramo de 20 a 40 m de calizas con alveolinas y margas calcáreas que intercalan margas arcillosas de tonos grisáceos. Hacia el techo se hace más detrítico: 30 a 50 m de margas y margas arcilloso-areniscosas que intercalan areniscas

calcáreas. Grupo bien estratificado en lechos y capas de 0,1 a 1 m.

Estructura:

Se encuentra formando parte del anticlinal de Mediano en el cual forma un arco de cierre periclinal con la concavidad dirigida al Norte. La erosión diferencial y en especial en encajamiento del barranco de la Usía, que corta perpendicularmente la estructura en profunda garganta, hacen aflorar este grupo en laderas de fuerte pendiente con las capas buzando contra ella.

Geotecnia:

El grupo presenta una cierta permeabilidad a través de los niveles calco-areniscosos, interrumpida por los niveles margosos; es propenso, pues, a la aparición de acuíferos a media ladera. Dada la morfología de las áreas ocupadas por él, no se presentarán problemas de drenaje superficial. No es ripable, salvo los niveles margosos que lo son en la zona superficial alterada.

Planteará problemas de corrimientos en desmontes que corten al buzamiento desfavorablemente, así como de desprendimientos de cornisas por la erosión diferencial de los niveles margosos frente a los calco-areniscosos. Los taludes naturales son en general estables, presentando alturas y pendientes muy variables, si bien son frecuentes los perfiles pronunciados debido a que el buzamiento de las capas se realiza generalmente a contra ladera.

G.33) Areniscas y Margas Arcillosas (312c1, 312c2)

Litología:

Formación detrítica formada por una alternancia irregular de areniscas calcáreas y margas arcillosas. Las areniscas son calcarenitas grises de grano fino a medio, constituídas por clastos subangulosos de cuarzo y carbonatos, matriz arcillosa y cemento calcáreo algo recristalizado. Forman lechos y capas comprendidas dentro de las dimensiones de las areniscas.

Dentro del grupo 312c1 las areniscas calcáreas llegan a intercalar bancos de conglomerados calcáreos compactos en capas de 1 m a 3 m de potencia (fig. 48).

En el grupo 312c2 el predominio de los niveles areniscosos sobre los margosos se establece según ciertos niveles estratigráficos. Por otra parte este grupo en el área de Cajigar intercalan niveles de lignitos hacia el techo de la formación.

Estructura:

Vienen a representar estos conjuntos litológicos el flanco norte de la

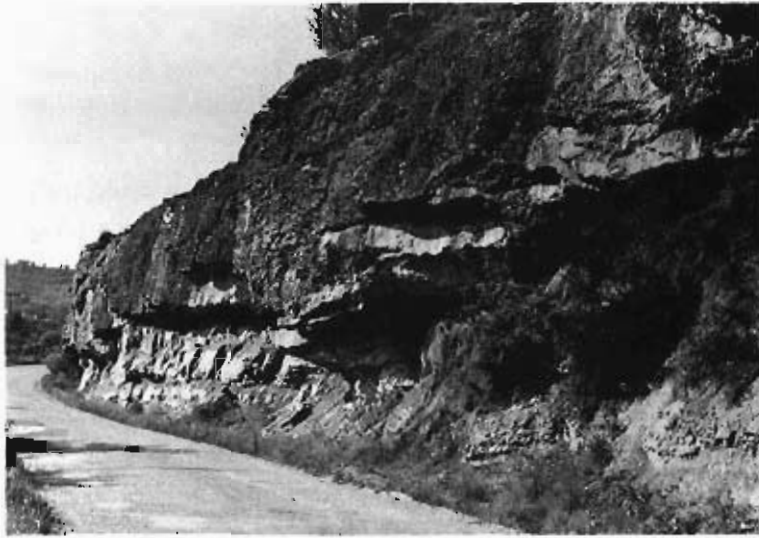


Fig. 48. Microconglomerados y areniscas calcáreas del grupo 312c1 en la C.N. 230 pk 95,5 al sur de Arén

gran estructura terciaria de la "Conca de Tremp". Los sedimentos se adaptan a pliegues de gran radio, cuyas directrices generales son NO-SE. No obstante, existen importantes fluctaciones en la dirección y buzamiento de los estratos y puede hablarse en general de una tendencia masiva a la creación de un gran flanco monoclinal de dirección NO-SE que sufre una inflexión sinclinal-anticlinal hacia el área central.

La erosión diferencial de una red fluvial profundamente encajada, da lugar a un relieve de morfología muy acusada con gran desarrollo de cuevas estructurales, interfluvios dentados y barrancos de laderas muy pronunciadas, en las cuales se observan constantemente procesos de descalce por alteración y erosión de los niveles margosos, así como movimientos de terreno, que crean amplias superficies recubiertas por masas de estructura caótica.

Geotecnia:

Este grupo presenta una permeabilidad de media a alta en los bancos de areniscas y conglomerados, que con frecuencia se presentan fisurados, estando interrumpida por los niveles margo-arcillosos claramente impermeables; se forman acuíferos a media ladera. Dada la morfología de las áreas ocupadas por él, no se plantearán problemas de drenaje superficial el cual puede calificarse como adecuado.

Los niveles de conglomerados y de areniscas no son ripables, los niveles margosos si lo son, con lo que el conjunto puede calificarse en general como no ripable, salvo en aquellas áreas en que los niveles compactos

tienen un espesor no muy elevado y están muy cuarteados.

Los niveles margosos son erosionables y alterables, dando productos arcillosos de plasticidad alta, particular a tener en cuenta en aquellas áreas en que claramente predominan; estas alterabilidad y erosionabilidad se ven favorecidas por el drenaje de los niveles duros.

El grupo 312c1 suele dar un relieve pseudotabular, estando los niveles duros cuarteados y tumbados en sus bordes, por el descalce progresivo, siendo frecuentes las laderas recubiertas de bloques, a veces de tamaños relativamente grandes. En el grupo 312c2 son frecuentes los relieves estructurales, siendo también frecuentes los corrimientos a favor de la estratificación.

Se plantearán problemas, a veces importantes, de desprendimientos de cornisas por la erosión diferencial de los dos niveles fundamentales. En las áreas en que el buzamiento supere los 30° se tendrán muy probablemente, problemas de corrimientos en aquellos desmontes que corten los estratos según ladera. En general, debe de tenerse en cuenta la inestabilidad de las laderas por los bloques sueltos que las recubren y los materiales plásticos originados por alteración de las margas.

G.34) Areniscas y margas de Bacamorta (312c3)

Litología:

Grupo detrítico formado por lechos y capas de areniscas de 0,2 a 3 m de potencia que alternan con niveles margosos; siempre estos últimos en proporción menor (fig. 49). Las areniscas son calcarenitas grisáceas de grano grueso, constituídas por clastos de cuarzo, carbonatos y restos de foraminíferos, matriz limo-arcillosa y cemento cálcico. Los niveles de marga suelen ser arcillosos o algo areniscosos; los tonos son grises-oscuros y en algunas áreas contienen materia orgánica diseminada.

Estructura:

Este grupo es la continuidad estratigráfica de los grupos 312c1 y 312c2 hacia el noroeste de la Zona.

Se localiza casi en su totalidad en la hoja de Campo, presentándose como un paquete de gran espesor que se adapta a la estructura general de la Zona, formando grandes corridas que representan los flancos de los pliegues anticlinales y sinclinales que, si bien normalmente siguen directrices NO-SE, sufren inflexiones periclinales y complican la estructura por la existencia de gran número de fallas. Los buzamientos de las capas, aunque fluctúan considerablemente, suelen presentar valores medios entre los 25° y 35°, existiendo por otra parte una mayor disposición de flancos con buzamiento al SO, siendo el más importante el que cruza perpendicularmente el río



Fig. 49 Areniscas calcáreas del grupo 312c3 en la C.C. 140 de Ainsa a Foradada

Esera, que es cortado por este en profunda garganta.

Por intercalarse este grupo entre dos series esencialmente arcillosas, sus estructuras se muestran con notable claridad formando los relieves más pronunciados dentro de la depresión existente entre las sierras de Ferrera, al Norte, y Campanué al Sur. Dentro de esa depresión crean sierras y alomaciones de pronunciado relieve, con formas estructurales: cuestras, cejos y crestas e interfluvios dentados que la erosión diferencial pone de manifiesto.

La potencia del grupo puede estimarse en unos ochenta metros.

Geotecnia:

La permeabilidad de los niveles calco-areniscosos se ve interrumpida por los niveles margo-arcillosos claramente impermeables, formándose frecuentemente acuíferos a media ladera. Por la morfología de las áreas que ocupan, no se plantearán problemas de drenaje superficial, pudiendo este calificarse como bueno.

Los niveles calco-areniscosos no son ripables; los niveles margo-arcillosos se alteran dando productos arcillosos de plasticidad alta, por lo que superficialmente son ripables; el conjunto en general no es ripable, si bien en las áreas en que se presenta tableado, con los niveles duros de poco espesor y bastante cuarteados, si lo es.

Las margas son, como se ha dicho, alterables y erosionables estando favorecidos estos procesos por el drenaje de los bancos calcoareniscosos.

La estabilidad del grupo depende de su disposición estructural. En desmontes que corten al buzamiento desfavorablemente se plantearán problemas de corrimientos, y en general de desprendimientos de bloques de areniscas, por la erosión diferencial de los dos niveles fundamentales.

G.35) **Margas arcillosas grises (312d1, 312d2)**

Litología:

Grupos fundamentalmente arcillosos, formados por margas arcillosas de tonos grisáceo-oscuros que intercalan (grupo 312d2) o alternan (grupo 312d1) bancos de areniscas calcáreas de unos 10 a 40 cm de potencia. Se trata de un conjunto bien estratificado que puede alcanzar una potencia de 100 m (312d2) a más de 300 m (312d1) (fig. 50).



Fig. 50. Margas arcillosas del grupo 312d1 en la carretera local de Castigalen

Estructura:

La disposición tectónica de los grupos 312d1 y 312d2 es similar a la expuesta para los grupos 312c1, 312c2 y 312c3 y en general a la de otros que en conjunto forman la gran masa de sedimentos neógenos implicados en la gran estructura sinclinal de la Depresión Central.

El conjunto 312d1, se presenta en una disposición monoclinal con sus capas orientadas de NO a SE y buzamientos al SO con valores medios de 25°. Constituye un relieve pronunciado en donde la erosión diferencial hace destacar las capas duras que dan crestas y cuestas estructurales. Los procesos de descalce y deslizamiento son frecuentes en estos terrenos.

Por lo que respecta al conjunto 312d2, de naturaleza más arcillosa, está formando una banda, en la falda noroeste de la Sierra Campanué y que se abre y extiende al noroeste y oeste de dicha sierra, en donde ocupa el fondo sinclinal de un amplio pliegue y así mismo la margen derecha del río Cinca, hasta la cerrada del embalse de Mediano en donde las capas aparecen con una estructura monoclinial de dirección NO-SE y buzamiento al SO de unos 30° a 35°.

En la vertiente noroeste de Sierra Campanué aparece como emparedado, formando un área deprimida entre el grupo 312c3 y los conglomerados de Campanué (312e). En el área sinclinal entre la falda de la Sierra y el cierre periclinal del grupo 312c3, constituye una depresión recubierta en gran parte por un glacis de acumulación; se desarrolla en esta un relieve de erosión caracterizado por la gran diversificación de barrancos y cárcavas, no profundamente encajados. En la margen derecha del río Cinca existen amplias áreas recubiertas por glacis, coluviales o terrazas; por encima de estas superficies de erosión y acumulación se alcanzan pronunciadas lomas que siguen y marcan las direcciones estructurales de los niveles duros calcoareniscos intercalados entre los niveles blandos.

Geotecnia:

Las margas son muy impermeables, de plasticidad de baja a media (la muestra 3-3 pertenece al grupo 312d2, ver Apéndice) con presencia de sulfatos; son erosionables y alterables, dando productos arcillosos de plasticidad generalmente alta; en corte fresco resultan duros, siendo generalmente no ripables, sin embargo superficialmente lo son, en función del espesor de alteración. Las areniscas son duras y permeables, apareciendo con frecuencia bastante cuarteadas. La ripabilidad del grupo decrece con la importancia de las areniscas.

La permeabilidad de los niveles areniscos se ve interrumpida por las margas, originándose acuíferos a media ladera, que favorecen la erosión y alteración de los paquetes margosos, generalmente predominantes.

Dada la morfología de las áreas ocupadas por el grupo, no se plantearán en general problemas de drenaje superficial, pero puede sin embargo ser deficiente en algunas zonas.

La estabilidad general de la formación depende de su situación estructural. Cuando el buzamiento es a contraladera o subhorizontal es bastante estable, presentando el problema de desprendimientos de bloques de areniscas por la erosión diferencial de los dos componentes fundamentales del grupo; en el segundo supuesto se tendrá una regresión progresiva del talud por la erosionabilidad de las margas, acumulándose los materiales al pie del talud, fenómeno creciente con la mayor presencia de margas.

Cuando el buzamiento sea según ladera, se plantean problemas, a veces

acusados, de corrimientos a favor de la dirección de los estratos, por descalce progresivo de los niveles duros y alteración de las margas, favorecida por el drenaje de aquellos. Parecen ser estos los movimientos más importantes y en la actualidad se presentan en las zonas con relieves estructurales (así en los km. 30–32 de la carretera local 138, se observa un corrimiento muy importante ocasionado por la erosión del río Susis, que allí discurre subsecuentemente.) Estos corrimientos adquieren más peligrosidad con la presencia de coluviales.

Los deslizamientos de grandes masas no parecen muy probables, si bien movimientos de este tipo siempre pueden producirse iniciándose en los materiales plásticos que se originan por la alteración de las margas.

G.36) Conglomerados de Campanué (312e)

Litología:

Potente formación detrítica grosera constituida por más de 400 m de conglomerados y pudingas de cantos subangulosos a subredondeados de naturaleza calcárea y silícea, de tamaños entre 3 a 30 cm; matriz calcarenítica y fuertemente cementados por carbonatos. Intercalan y alternan hacia el tramo medio con areniscas y margas areniscosas compactas fosilíferas. Se trata de un conjunto bien estratificado en lechos y capas de 0,3 a 3m de potencia (fig. 51).

Estructura:

Constituye una formidable masa de depósitos de aspecto masivo en la Sierra de Campanué y en la vertiente sur del barranco de Bacamorta. Hacia el S y SO se pierden sin solución de continuidad al efectuarse un rápido cambio lateral de facies.

Originan un relieve muy abrupto en el cual el río Esera ha abierto una profunda garganta.

Geotecnia:

El grupo es permeable por fisuración, no planteando problema alguno de drenaje superficial, el cual se puede calificar como bueno. Se trata de un material no ripable.

En sí es una formación estable, pero plantea problemas, a veces importantes, de desplomes en sus bordes; ocasionados por el descalce progresivo a que se ven sometidos, ya que descansan sobre formaciones más blandas y erosionables. Mantienen taludes subverticales superiores a los 20 m.



Fig. 51. Conglomerados de Campanué (312a) al sur de Navarra en la margen derecha del río Esara

G.37) Areniscas y margas arcillosas (312f1, 312f2, 312f3).

Litología:

Grupo formado por conjuntos litológicos muy análogos. En general la serie comienza por margas arcillosas, a veces, algo yesíferas (yeso diseminado o pequeñas vetas), de tonos grisáceos oscuros, blandas, que intercalan primero y luego alternan hacia el techo con areniscas calcáreas compactas (calcarenitas) constituidas por clastos subangulosos de grano medio cuarzoso, carbonatos (muy abundantes) y restos de foraminíferos, con matriz algo arcillosa y cemento calcáreo parcialmente recristalizado. Esporádicamente se intercalan niveles de microconglomerados. La estratificación se presenta en lechos y capas de 0,1 a 0,8 m.

El grupo 312f1 presenta en general mayor densidad de bancos de areniscas los cuales pueden llegar a tener potencias superiores a los 2 m. En la base de los grupos 312f2 y 312f3 aparecen lechos de calizas lacustres y lignitos.

Estructura:

Los potentes y amplios conjuntos litológicos que forman este grupo con más de 300 m. de sedimentos presentan una estructura sencilla al no manifestarse en ellos pliegues anticlinales y sinclinales ni grandes fallas que pudieran diferenciar bloques estructurales distintos. La gran masa de sedimentos presenta una constante y suave inclinación al SO.

Los conjuntos 312f1 y 312f2, constituyen un relieve pronunciado con cuestas estructurales y formas tabulares en las vertientes de los profundos barrancos en donde la erosión diferencial hace destacar las capas duras y desarrolla los procesos de descalce (fig. 52).

El grupo 312f3 constituye una constante ladera que ocupando gran parte de la margen derecha del río Esera en el cuadrante 250-2 pasa hacia el oeste formando la vertiente de la margen izquierda del río Isábena. Dichas laderas se encuentran recubiertas con bastante frecuencia por masas de derrubios y glacia de acumulación al pie de las mismas.



Fig. 52. Bancos de areniscas calcáreas del grupo 312f1 al norte de La Puebla de Fontova

Geotecnia:

Las características geotécnicas varían con la importancia de los niveles areniscosos, y para la misma densidad de ellos con situación o disposición morfológico-estructural.

En líneas generales, las areniscas son permeables y no ripables. Las margas tienen una plasticidad de baja a media, contenido en sulfatos, que va desde indicios a presencia clara (la muestra 3-4 pertenecen al 312f1 y la

3-5 al 3123, ver Apéndice); son erosionables y alterables, dando arcillas de plasticidad en general alta. La importancia y efectos de estas últimas características dependen del espesor de los niveles margosos y de la disposición morfológico-estructural.

En conjunto, el drenaje superficial de las áreas ocupadas por el grupo puede calificarse como bueno, siendo localmente deficiente en algunas áreas de los grupos 312f2 y 312f3.

Los grupos 312f1 y 312f2 pueden calificarse en general como no ripables, por la mayor alteración de los niveles margosos y la menor presencia de areniscas.

Se plantean en general problemas de desprendimientos de cornisas por la erosión diferencial de los dos componentes, (fig. 53) y los derivados de los bloques que con frecuencia recubren las laderas (particular importante en el grupo 312f3). En el grupo 312f3 adquiere importancia la regresión de los taludes por la erosionabilidad de las margas, proceso acusado en las áreas situadas en la margen derecha del río Esera, donde el drenaje de los materiales calcoareniscosos, que descansan sobre este grupo, acelera dicho proceso. Es en estas áreas donde la inestabilidad del grupo es importante, existiendo deslizamientos que se inician en las capas superiores alteradas de las margas, y donde los procesos de desplomes y desprendimientos por descalce de los niveles duros son más frecuentes.



Fig. 53. Descalces de bancos areniscosos sobre margas arcillosas (312f3)

G.38) Areniscas calcáreas y margas de Cascarret (312g)

Litología:

Grupo detrítico constituido por una alternancia irregular de areniscas calcáreas y margas, en la cual dominan ampliamente las primeras. Este dominio de las areniscas se hace mucho más patente en los niveles altos de la formación y aumentan asimismo en dirección norte, en donde se intercalan estratos de calizas areniscosas. Las areniscas son calcarenitas de grano medio con clastos subangulosos de carbonato cálcico (dominante), cuarzo, feldspatos y restos de foraminíferos, muy bien cementados por carbonatos parcialmente recristalizado. Hacia el techo el dominio de los carbonatos hace que los estratos sean más compactos y lleguen a formarse e intercalarse los mencionados niveles de calizas areniscosas. Los estratos margosos son de carácter arcilloso y tonos grises y están en bastante menor proporción que los de areniscas.

Este grupo se encuentra bien estratificado en lechos y capas de 0,3 a 3 m de potencia.

Estructura:

Los estratos yacen subhorizontales o suavemente inclinados al SO. Forman laderas escarpadas y cerros de estructura tabular terminados en mesas en las que, a veces, los bordes sufren grandes desplomes, fenómeno que también se da en laderas pronunciadas de los barrancos encajados en este conjunto litológico. (fig. 54). El grupo tiene una potencia de unos 300 m.



Fig. 54. Areniscas calcáreas y margas arcillosas del grupo 312g sobre las margas arcillosas (312d2) en Sta. Liestra.

Geotecnia:

El conjunto no es ripable, si bien los niveles margo-arcillosos inferiores pueden serlo superficialmente por alteración. En los niveles superiores calcoareniscosos la permeabilidad es media, y hacia la base se ve interrumpida por los paquetes margosos, produciéndose acuíferos a media ladera. No plantea problemas de drenaje superficial, que puede calificarse como bueno.

El grupo es en general estable, si bien los bordes se ven afectados en algunas zonas por procesos de desplomes y desplazamientos gravitacionales, ocasionando áreas con coluviales bastante inestables.

Plantea problemas de desprendimientos de cornisas por la erosión diferencial de los niveles duros calcoareniscosos y de los blandos margo-arcillosos. Estos últimos se alteran dando arcillas más plásticas.

Los taludes naturales son en general estables, con alturas superiores a los 40 m, e inclinaciones entre los 30° y los 45°.

G.39) Areniscas calcáreas con margas arcillosas (312h1, 312h2)**Litología:**

Conjuntos litológicos muy análogos en los cuales queda integrado un potente nivel estratigráfico que efectúan un suave cambio lateral de facies de norte a sur. En conjunto se trata de una serie alternante de areniscas calcáreas compactas constituídas por clastos de cuarzo, carbonato cálcico y restos de foraminíferos, inmersos en una matriz limo-arcillosa poco abundante y cementadas por un material calcáreo parcialmente recristalizado. El grano de estas calcarenitas varía de medio a grueso. Los estratos adquieren potencias de 0,3 a 2 m (fig. 55). Los niveles de margas arcillosas, que a veces son yesíferas por la presencia en ellas de yeso diseminado, son menos abundantes que las de arenisca y sus potencias más reducidas.

Hacia el Norte la facies detrítica se va haciendo más gruesa, llegando a intercalarse niveles de conglomerados y microconglomerados. Este cambio lateral sirve de base para la diferenciación entre 312h1 y 312h2 que representa la facies norte más gruesa.

Estructura:

Desde la Sierra de Campanué a la de Grustán este grupo constituye una potente serie de más de 200 m cuyas capas buzan ligeramente al sur en la sierra nombrada en primer lugar para pasar al sur de la misma a tomar posiciones subhorizontales y finalmente a la altura de la de Grustán tender nuevamente a un ligero cabeceo hacia el Sur.



Fig. 55. Talud del grupo 312h2 al norte de Troncedo.

Llega a formar este gran conjunto litológico la línea de cumbres que orientada de Norte a Sur marca la divisoria entre los ríos Cinca y Esera. Supone dicha línea una estrecha superficie de formas planas por coincidir con niveles estructurales. A uno y otro lado las vertientes son escarpadas y de morfología tabular.

Geotecnia

Los niveles duros calco-areniscosos y conglomeráticos son permeables, apareciendo frecuentemente cuarteados. Los niveles margo-arcillosos impermeables ocasionan la formación de acuíferos a media ladera. Si bien las margas son ripables en la zona superficial alterada, el conjunto puede calificarse como no ripable.

Las margas tienen una plasticidad en general baja y presencia de sulfatos (muestras 3-7 y 3-8 del grupo 312h1, ver Apéndice) Son alterables y erosionables, dando materiales arcillosos muy plásticos. El drenaje de los niveles compactos acelera su erosionabilidad y alterabilidad, ocasionándose frecuentemente desprendimientos de cornisas, por lo que las laderas suelen estar recubiertas de bloques si bien de tamaños no muy grandes. (fig. 56).

G.40) Calizas de Grustán (312i)

Litología:

Formación calcárea bien estratificada, en lechos y capas de 0,3 a 1 m. de potencia, y constituida por calizas de tonos claros, generalmente micríticas, que intercalan otras margo-areniscosas (calcareníticas).



Fig. 56. Descalces de bancos de areniscas grupo 312h1 en la C^a local de Troncedo a Panillo.

Hacia el muro y techo pasa gradualmente a formaciones detríticas. La potencia aproximada es de 80 m.

Estructura:

La caliza de Grustán se presenta como la montera que corona la potente serie de sedimentos detríticos que constituyen la divisoria de los ríos Cinca y Esera en la hoja 250 de Graus al norte de dicho pueblo. Esta montera, que forma la parte más alta y escarpada de la sierra de Grustán, da lugar al vértice San Martín que se alza al oeste de Panillo y termina en una superficie estructural ligeramente inclinada al Sur y delimitada por una continúa y gran escarpadura.

Geotecnia:

Se trata de un grupo permeable por fisuración que no plantea problema alguno de drenaje superficial, pudiendo este calificarse como bueno. No es ripable y es bastante estable, pero puede plantear problemas, no acusados, de desprendimientos en los desmontes. Taludes naturales estables, con alturas superiores a los 20 m e inclinaciones superiores a los 45° siendo muy frecuentes los subverticales.

G.41) Margas arcillosas y areniscas de Mipanas (312j)

Litología:

Formación detrítica constituída por margas arcillosas, abigarradas, blandas, que intercalan y alternan hacia el techo con areniscas calcáreas compactas de grano medio a grueso constituídas por clastos subangulosos de cuarzo y carbonatos con cemento calcáreo y algunos bancos de conglomerados con cantos de naturaleza calcárea y silíceo, matriz calcarenítica y cemento calizo. En la base aparecen lechos de calizas lacustres con algún nivel de lignito. Se trata de un conjunto bien estratificado en lechos y capas de 0,3 a 2 m (fig. 57).



Fig. 57. Margas arcillosas con areniscas del grupo 312j en la C^o C, 138, al norte de Abizanda.

Estructura:

En la Sierra de Chiró, al este de Castigaleu en la hoja 251 (Arén), este grupo está representado por un conjunto monoclinual que normalmente presenta buzamientos al Sur, salvo en áreas afectadas por importantes fallas. El relieve es de morfología muy acusada dándose formas de tipo estructural como consecuencia de la erosión diferencial entre las capas duras de areniscas y conglomerados y los niveles margosos.

En los terrenos que ocupa este grupo en la margen derecha del río Cinca las capas presentan una dirección NO SE y buzamientos (<20°) al SO, y los existentes en la izquierda la dirección es en líneas generales E-O y el buzamiento al sur algo más pronunciado. El relieve es acusado en general y la red hidrográfica, con gran poder erosivo, se encaja en múltiples barran-

cos y cárcavas. No obstante, existe un área de relieve más suave localizado en la margen derecha del río Susía, que presenta una antigua superficie de erosión y deposición de sedimentos de tipo glacis, los cuales cubren gran parte de esta Zona.

La potencia del grupo oscila entre los 200 y 300 m.

Geotecnia:

Los conglomerados están bien cementados y no son ripables y las areniscas son duras y no ripables. Las margas tienen una plasticidad de media a baja y presentan indicios de sulfatos (muestras 3-9 y 3-10, ver Apéndice), pudiendo considerarse ripables; son alterables y erosionables y dan productos arcillosos de plasticidad alta.

La permeabilidad de los niveles areniscosos se ve interrumpida por los bancos de margas, ocasionándose acuíferos a media ladera que aceleran la alteración y erosión de las últimas.

Cuando predominan claramente las margas (p.e. hacia el norte y al oeste del río Cinca), el conjunto puede considerarse ripable.

Se presenta en este grupo el problema de desplomes de bloques de los niveles duros por la erosión diferencial de los componentes fundamentales. Los taludes de los desmontes se ven también sometidos a una continua regresión, con acumulación tanto de bloques como de los materiales de alteración de las margas, en los cuales no es difícil que se ocasionen deslizamientos. Cuando el buzamiento de la formación tiene componente vertical importante se pueden producir corrimientos a favor de los estratos blandos, aunque no se han observado movimientos importantes de este tipo. Es frecuente que las laderas estén recubiertas de bloques de areniscas en situaciones netamente inestables.

G.42) Conglomerados y areniscas de Graus (321a)

Litología:

Formación detrítica grosera constituida por conglomerados-pudingas de cantos fundamentales calcáreos y silíceos (estos procedentes del Pérmico), (Tm 2-30 cm), con abundante matriz calcarenítica y cemento calcáreo de tonos rojizo-amarillentos, que intercalan y alternan hacia el muro con bancos de areniscas calcáreas-microconglomeráticas de clastos silíceos y carbonáticos matriz limosa y bien cementados por carbonatos recristalizados. Es un conjunto bien estratificado en capas y bancos que oscilan de 0,5 a 8 m de potencia (fig. 58).

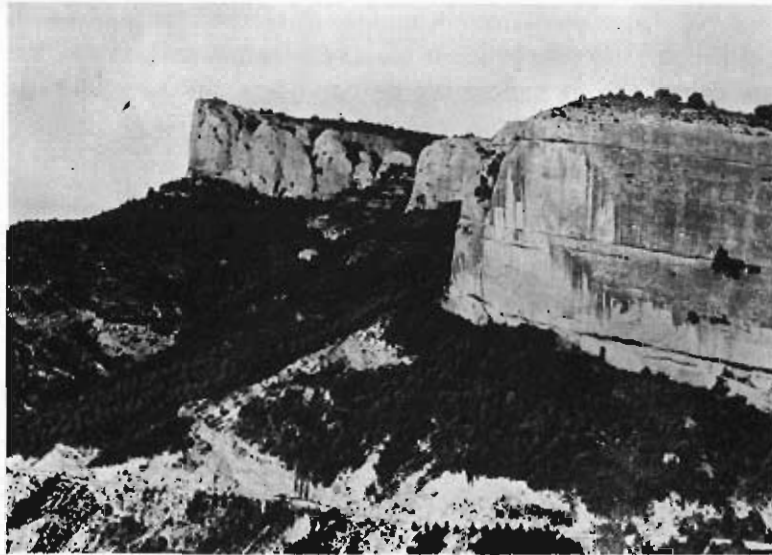


Fig. 58. Potente paquete de conglomerados calcáreos del grupo 321a en el Pico Colvera

Estructura:

Los conglomerados y areniscas de Graus están formando una amplia franja de forma arqueada, con su concavidad dirigida al SO, así como las pronunciadas laderas y cumbres de las sierras existentes al oeste de Abizanda y áreas menores al oeste de Troncedo, de morfología igualmente acusada.

Presentan los estratos, en los terrenos existentes al oeste de Graus, direcciones fluctuantes entre al NO-SE y O-E y buzamientos al SO ó S, a veces fuertes. Al sureste de Graus los estratos pasan suavemente a direcciones O-E con buzamientos ligeros al S, formando la alineación de cumbres y laderas escarpadas que miran al valle del río Isábena. La potencia del conjunto puede superar los 100 m.

Geotecnia:

Es un grupo permeable por fisuración sin problemas de drenaje superficial. Tanto las areniscas como los conglomerados son muy duros y no ripables. Es un grupo en general estable con problemas de desplomes en los bordes, si bien no puede considerarse esto como frecuente. Los taludes naturales son estables, con alturas superiores a los 20-40 m e inclinaciones muy próximas a los 90°.

G.43) Areniscas calcáreas de Secastilla (321b)

Litología:

Comienza la serie por una alternancia de areniscas calcáreas grises, compactas de grano medio silíceo y calcáreo y margas arcillo-areniscosas con intercalaciones de conglomerados calcáreos finos de tonos gris-amarillentos. Hacia el techo las areniscas calcáreas alternan con margas arcillosas blandas. El conjunto está bien estratificado en capas de 0,4 a 2 m de potencia (fig. 59).



Fig. 59. Areniscas calcáreas compactas del grupo 321b al sureste de Naval

Estructura:

Este grupo que se encuentra apoyado sobre los conglomerados de Graus (321a) presenta sus capas orientadas en dirección E-O. La estructura está afectada por un pliegue sinclinal cuyo eje se orienta en la dirección mencionada a la altura de Secastilla. Con excepción de la pequeña área que forma el flanco sur de dicho sinclinal, el resto del conjunto litológico que aflora en la zona presenta normalmente buzamientos al Sur, generalmente moderados.

El relieve es acusado en general, las laderas pronunciadas y la red de drenaje muy diversificada.

La potencia del grupo puede superar los 150 m.

Geotecnia:

Las areniscas y conglomerados son duros, permeables por fisuración y no ripables. Las margas tienen una plasticidad generalmente baja y presencia de sulfatos en algunas áreas (muestra 3-11, ver Apéndice), pudiendo ser ripables.

La formación en conjunto no es ripable. Se presentan en ella acuíferos a media ladera que aceleran la erosionabilidad y alterabilidad de las margas. Son frecuentes las laderas recubiertas de bloques en situación inestable procedentes de desprendimientos de los niveles duros. Se han observado algunos deslizamientos importantes.

Se plantearán a los desmontes problemas de desprendimientos, y cuando la presencia de margas sea mayoritaria los taludes serán más regresivos.

3.3.4. RESUMEN DE PROBLEMAS GEOTECNICOS QUE PRESENTA LA ZONA.

El principal problema que presentan los materiales de la Zona es su inestabilidad, con diferentes grados de peligrosidad, relacionados con la erosionabilidad y alterabilidad de muchos de los grupos que la componen.

En los grupos de alternancias de paquetes duros calcoareniscos y paquetes blandos margo-arcillosos (G.19, G.24, G.31, G.32, G.33, G.34, G.35, G.37, G.39, G.41, G.43) se tienen problemas de desprendimientos de bloques de areniscas, de erosionabilidad y alterabilidad de las margas (favorecido por el drenaje de los niveles duros), que ocasionan la continua regresión de los taludes de los desmontes. Se presentan problemas de corrimientos cuando los buzamientos tienen inclinaciones importantes así como de deslizamientos cuando los niveles margosos adquieren preponderancia, favorecidos por los materiales arcillosos plásticos productos de su alteración. Todos estos problemas son decrecientes a medida que los niveles duros calco-areniscos van predominando. Con frecuencia, las laderas de estas áreas están ocupadas por bloques de tamaños diversos en situación muy inestable.

En los grupos margo-arcillosos, en donde los niveles de areniscas prácticamente han desaparecido. (G.30 y el Keuper G.8b (213a1), la erosionabilidad y alterabilidad siguen siendo importantes, pero desaparece el catalizador que supone el continuo drenaje sobre ellos. El problema de corrimientos prácticamente desaparece, pero los deslizamientos son más probables. También plantean estos grupos problemas locales de drenaje.

En los grupos constituídos fundamentalmente por materiales duros y compactos (calizas, areniscas, conglomerados y dolomías de los grupos G.8b (212a), G.27, G.29, G.36, G.38, G.40, G.42 se plantean problemas de desprendimientos en los desmontes y de desplomes en los bordes, por descalces ocasionados por la mayor erosión de los materiales sobre los que se apoyan.

3.4. ZONA DE CONGLOMERADOS POSTPIRENAICOS

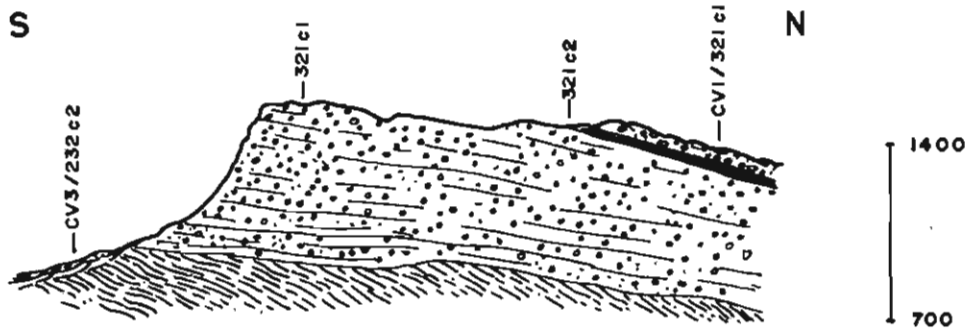
3.4.1. GEOMORFOLOGIA Y TECTONICA:

El Terciario postpirenaico, formado por potentes formaciones conglomeráticas, aparece en el Tramo ocupando amplias áreas en sierras generalmente de topografía pronunciada y de formas tabulares, consecuencia ésta de la litología, grado de cementación y sobre todo estructura. Estos sedimentos, al no estar afectados por la tectónica alpina, aparecen discordantes sobre los materiales hercínicos y alpinos en estructuras horizontales-subhorizontales, bien a medianamente estratificados, más o menos diaclasados y frecuentemente con fracturas y fallas debidas a reajustes del zócalo mesozoico (figs. 60 y 61).

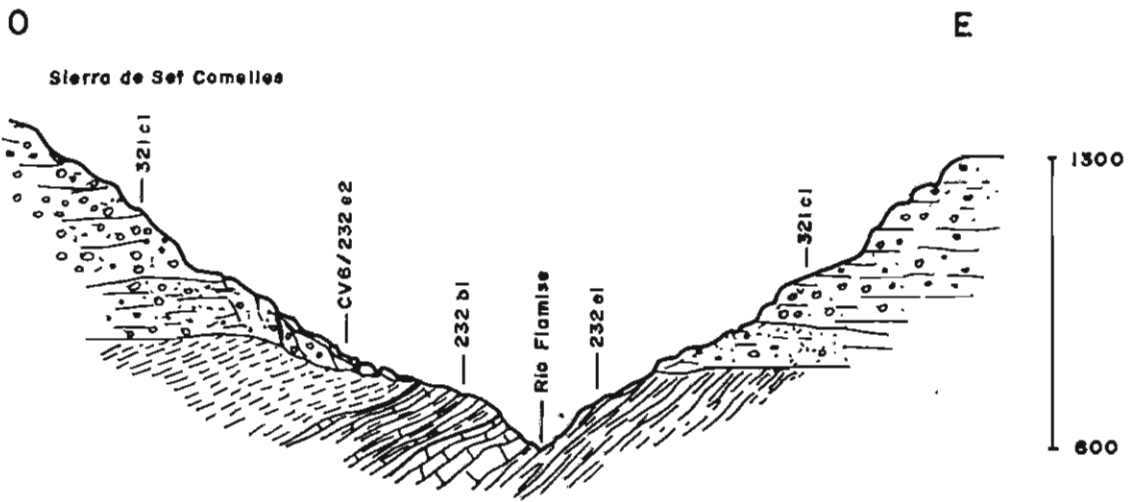
Casi siempre son visibles en estos conglomerados, dos niveles morfológicos (fig. 62). El inferior, constituido por conglomerados bien estratificados con intercalaciones de areniscas de tonos amarillentos, origina taludes que, aunque acusados, no llegan a ser verticales, mientras que el superior origina taludes verticales muy estables (salvo en las zonas en que descansa sobre él flýsch). Están medianamente o mal estratificados y sí en cambio muy cementados circunstancia ésta que confiere homogeneidad y gran resistencia a estos materiales que se pone de manifiesto por sus taludes subverticales de más de 200 m en el área de Pobra de Segur.

El sistema de diaclasas y fracturas, y sobre todo las fallas, han originado una red juvenil de barrancos de pendientes pronunciadas por los que discurren corrientes superficiales de agua muy escasas e intermitentes.

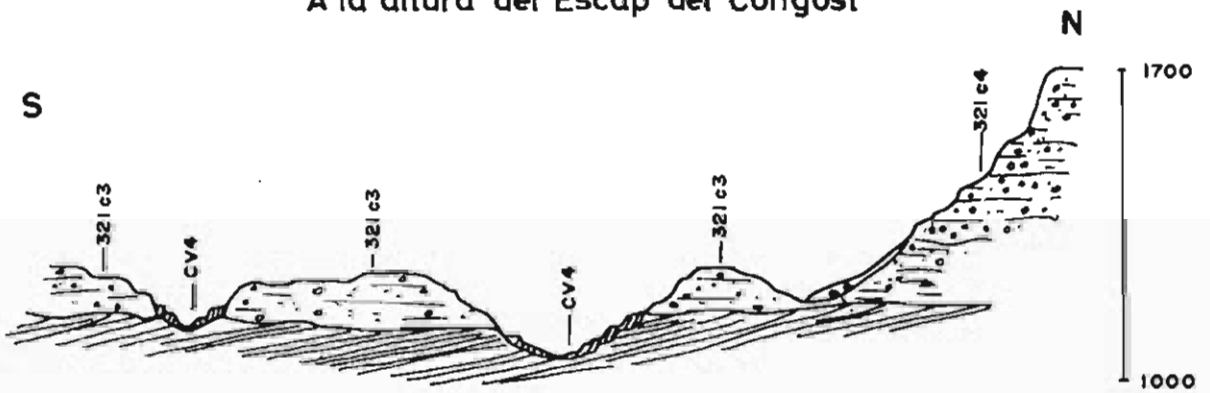
Los conglomerados del área de Pervés y Sarroca de Bellera (norte del Tramo) presentan una morfología más suave debido a que son más erosionables a causa de que su grado de cementación es bajo, por lo que suelen originar pendientes poco acusadas que, sin discontinuidad topográfica, enlazan con las de los materiales del zócalo.



CORTE I
Al O. de Pobla de Segur



CORTE II
A la altura del Escap del Congost

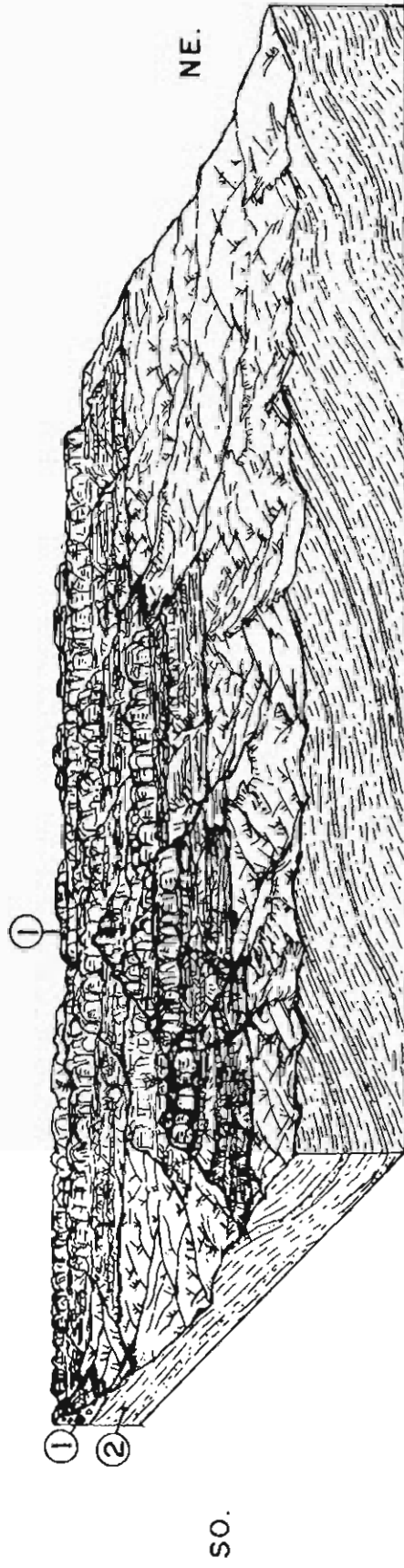


CORTE III
Al norte de Cajigar

Fig. 60. Cortes geológicos de la Zona 4



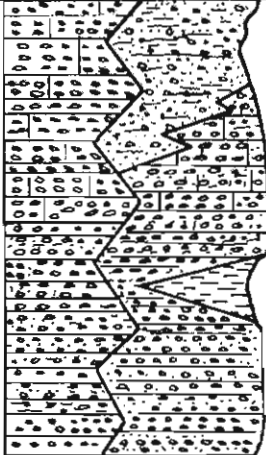
Fig. 61. Conglomerados postpirenaicos discordantes sobre el Mesozoico en el área de Pobla de Segur.



1. -- Conglomerados Postpirenéricos. 2. -- Cretácico.

Fig. 62. Bloque diagrama esquemático parcial de la Zona 4

3.4.2 COLUMNA ESTRATIGRAFICA

EDAD	COLUMNA LITOLOGICA	GRUPO	GRUPO	DESCRIPCION
		LITOLÓG.	GEOTEC.	
OLIG.-MIOC.		321c5	G.45	321c5 Conglomerados y areniscas poco coherentes.
" "		321c4	G.44	321c4 Conglomerados calcáreos compactos.
" "		321c3	G.44	321c3 Conglomerados calcáreos con areniscas.
" "		321c2	G.44	321c2 Areniscas calcáreas y margas areniscosas con lignitos.
" "		321c1	G.44	321c1 Conglomerados calcáreos compactos muy potentes.

3.4.3. GRUPOS GEOTECNICOS

G.44) **Conglomerados de Poble de Segur (321c1, 321c2, 321c3, 321c4).**

Litología:

Este grupo está formado por potentes depósitos de piedemonte, muy heterométricos, medianamente a bien cementados, que intercalan, sobre todo hacia la base, niveles de areniscas, lutitas margosas rojizas y depósitos lacustres. De muro a techo se distinguen los siguientes tramos:

a) Discordantes sobre el Mesozoico-Terciario Inferior aparecen de 100 m. a 400 m. de conglomerados calcáreos, de cantos del Mesozoico, subredondeados, con matriz calcarenítica, medianamente a bien cementados por carbonatos. Este tramo es de tonalidades rojizas.

b) Siguen unos 200 m. de conglomerados calcáreos que alternan e intercalan bancos de areniscas, margas areniscosas, niveles de lignitos y algún lecho de caliza lacustre.

c) 100 m. de conglomerados calcáreos de características muy similares al tramo a). Estos tramos a), b), c) corresponden al grupo 321c3.

d) 20 m. de una alternancia de margas areniscosas y areniscas con niveles de microconglomerados, lignitos y calizas lacustres. Este tramo, que es muy discontinuo, corresponde al grupo 321c2.

e) Un tramo superior constituido por más de 400 m. de conglomerados-pudigas polimicticos, con cantos de redondeados a subangulosos, de 2 a 60 cm (Md = 10 cm.), de rocas calcáreas y silíceas con algún otro de rocas volcánicas y graníticas. La matriz muy recristalizada es calcarenítica. El grado de cementación es muy acusado por lo que este tramo se caracteriza por su morfología de pendientes subverticales. Corresponde al grupo 321c4.

El 321c1 (fig. 63) corresponde a la serie total y se localiza en aquellas áreas en las que por sus peculiaridades morfológicas-litológicas no hemos realizado la subdivisión en tramos.

Estructura:

Las potentes series de conglomerados postpirenáticos no han sufrido plegamientos que pueden modificar en gran manera su arquitectura sedimentaria, pero si que han sido afectados por reajustes tectónicos de zócalo que han dado lugar a suaves basculamientos y fallas.

Los materiales de este grupo están fosilizando las estructuras alpinas de las series esencialmente mesozoicas.

Morfológicamente, los conglomerados se alzan sobre los terrenos mesozoicos o terciarios, de relieve ya de por sí acusado, para dar lugar a altas

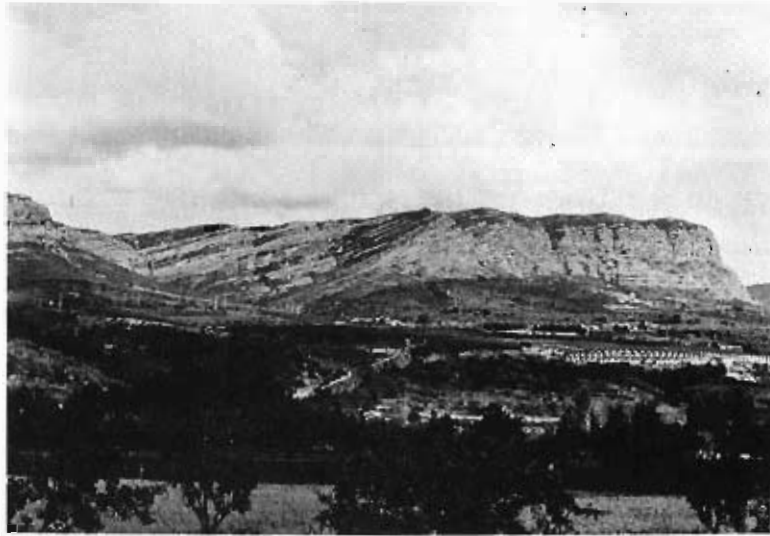


Fig. 63. Sierra de Pesonada constituida por los potentes conglomerados del grupo 321c1.

sierras de estructura tabular limitadas por bordes escarpados. Las primitivas plataformas estructurales, con las que tendrían su terminación estos macizos montañosos, han sido objeto de una fuerte disección por parte de una red fluvial poco diversificada pero profundamente encajada que deja interfluvios de perfil muy agudo, habiendo desaparecido prácticamente las mencionadas superficies estructurales.

Geotecnia:

Son materiales muy duros, no ripables. Pueden considerarse permeables por fisuración, y no plantean problemas de drenaje superficial.

Presentan problemas de desplomes en los bordes de la extensa área que ocupan, originados por la mayor erosionabilidad de los materiales sobre los que se apoyan que los hace estar sujetos a un descalce progresivo. Estos desplomes no son frecuentes pero potencialmente son de alta peligrosidad, dependiendo la mayor o menor probabilidad de que se produzcan, del grado de fracturación actual y del tipo de material sobre el que apoyen.

Aparte del problema apuntado, y de los derivados de su dureza y de la abrupta topografía de las áreas que ocupan, no presentan inconvenientes dignos de mención.

Los taludes naturales son en general estables, con alturas superiores a los 40 m e inclinaciones superiores a los 60°, con gran frecuencia subverticales.

G.45) Conglomerados de Pervés (321c5)

Litología:

Este grupo está formado por conglomerados de cantos calcáreos muy heterométricos, medianamente, cementados, que intercalan en lechos discontinuos microconglomerados, areniscas y lutitas areniscosas con estratificación cruzada, débilmente cementadas.

La matriz, de tonos rojizo-amarillentos, muy abundante, es calcarenítica y muy mal clasificada. El cemento es detrítico-químico, poco recrystalizado, lo que origina una mayor erosionabilidad en estos materiales. (fig. 64).



Fig. 64. Conglomerados del grupo 321c5 en el área de Pervés

En general, el grado de cementación aumenta de Norte a Sur. Al Norte, en contacto con las formaciones paleozoicas, son verdaderos fanglomerados muy análogos a los actuales, de cantos angulosos muy heterométricos (2 a 60 cm.), débilmente cementados y de tonalidades rojizas. La potencia es superior a los 300 m.

Estructura:

Conjunto subhorizontal, medianamente a mal estratificado. La erosionabilidad de estos materiales origina, aunque aparecen fosilizando a sierras paleozoicas y mesozoicas, una morfología relativamente suave, de laderas poco abruptas recubiertas por abundantes coluviales que enlazan morfológica y litológicamente con los materiales "in situ".

Hacia el Sur se hacen gradualmente más compactos al estar mejor clasificados y sobre todo más cementados originando relieves más abruptos.

El relieve más suave origina interfluvios de perfil más redondeado, desarrollándose un drenaje más diversificado y aparición de áreas de abarrancamientos.

Geotecnia:

Comparando con el grupo anterior, la dureza de este grupo es menor, pero debe de considerarse de todos modos como no ripable. El grupo es permeable por fisuración y el drenaje superficial de las áreas que ocupa puede calificarse como bueno.

Sigue planteando el problema de desplomes en los bordes. Cabe señalar que este grupo está, a veces, en contacto con el Keuper por lo que los descalces son más frecuentes y se ven favorecidos, en general, por la menor resistencia del grupo, en comparación con el anterior (fig. 65). Los taludes naturales son en general estables, con alturas superiores a los 40 m e inclinaciones superiores a los 60°, con gran frecuencia subverticales.



Fig. 65. Problemas de descalces en los conglomerados del grupo 321c5.

3.4.4. RESUMEN DE PROBLEMAS GEOTECNICOS QUE PRESENTA LA ZONA .

Conviene insistir aquí en la general dureza de los materiales que engloban la zona, todos ellos conglomerados no ripables, así como en la abrupta topografía con que se presentan.

Debe de tenerse en cuenta la inestabilidad general de los bordes de la zona, por la posibilidad de desplomes de grandes bloques de conglomerados originados por el descalce progresivo, derivado de la erosión de los materiales sobre los que se apoyan. Este problema, potencialmente acusado, es mayor en el grupo 321c5, por su relativa menor dureza y menor resistencia.

3.5. ZONA 5: CUATERNARIO

3.5.1. GEOMORFOLOGIA:

Sobre la variada orografía de la zona estudiada, los terrenos de origen cuaternario presentan una diversidad de formas y orígenes que señalan la existencia de una serie de ciclos de erosión y sedimentación importantes, como así mismo otros procesos de transformación del sustrato por alteración "in-situ" debido a fenómenos de alteración y movimientos del terreno

Representando los diversos ciclos erosivos que modelaron, en sucesivas épocas, superficies de erosión que posteriormente fueron fosilizadas por depósitos de piedemonte (glacis), existen a lo largo y ancho de la zona y a diversas alturas sobre los cauces actuales de la red fluvial, plataformas más o menos amplias de suave pendiente, que están coronando interfluvios de laderas de fuerte pendiente. Dichos glacis de acumulación que tuvieron que cubrir gran parte de las depresiones excavadas sobre los materiales margosos del Cretácico y Paleoceno, han sido profundamente diseccionados en el último proceso de encajamiento de la red fluvial.

Directamente relacionados con las plataformas-glacis y enlazando normalmente con ellas, existen masas coluviales potentes que arrancan de las zonas altas de las vertientes de las sierras calizas más destacadas.

Dada en general la acusada topografía de la región y la existencia de amplias áreas ocupadas por formaciones de gran espesor, en las que alternan estratos margosos con otros duros de arenisca o caliza, se comprende la facilidad de formación de suelos coluviales procedentes de meteorización de unos y descalce de otros. Este tipo de fenómeno se complica con la introducción de otros factores, como pueden ser: existencia de laderas estructurales, presencia de acuíferos colgados sobre las formaciones margosas, alta tectonicidad, etc. Dicha complicación se traduce en una profunda transformación del sustrato provocada por los movimientos gravitacionales del terreno. Estos fenómenos están bastante desarrollados

en la región en donde los materiales más o menos caóticos resultantes, cubren extensas áreas de las formaciones margosas en general (fig. 66 A y B)

La red fluvial principal frecuentemente encajada en estrechos y, a veces, angostos valles, excavados normalmente en dirección perpendicular a las estructuras, ha dejado en general, testigos poco dimensionados lateralmente de dos niveles de aterrazamiento.

La red fluvial lateral profundamente dimensionada, especialmente en las series margosas cretácicas y paleógenas, presenta valles encajados en uve de fondo estrecho apenas sin depósitos.

1. — Aluvial
2. — Terraza
3. — Glacis
4. — Deslizamiento
5. — Terciario (Zona 3)

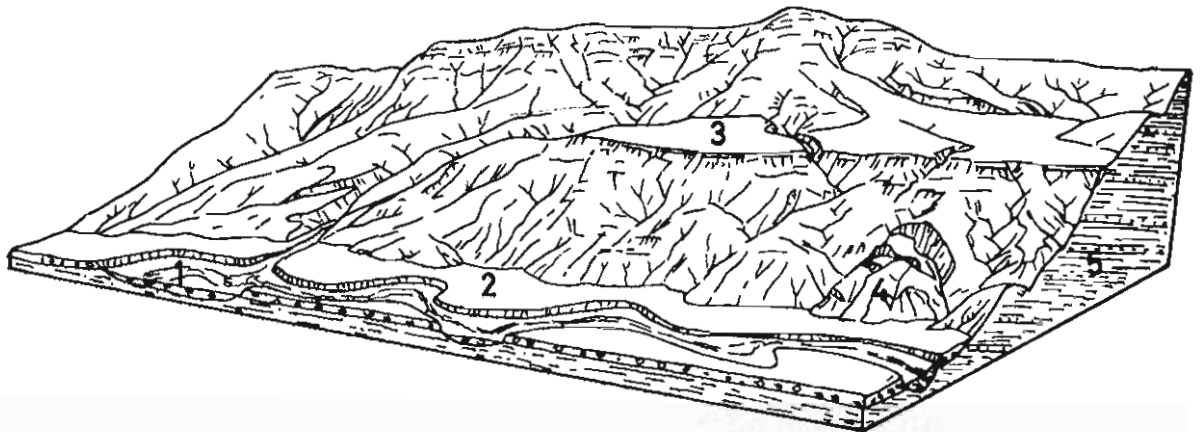


Fig. 66A. Bloque diagrama esquemático parcial de la Zona 5

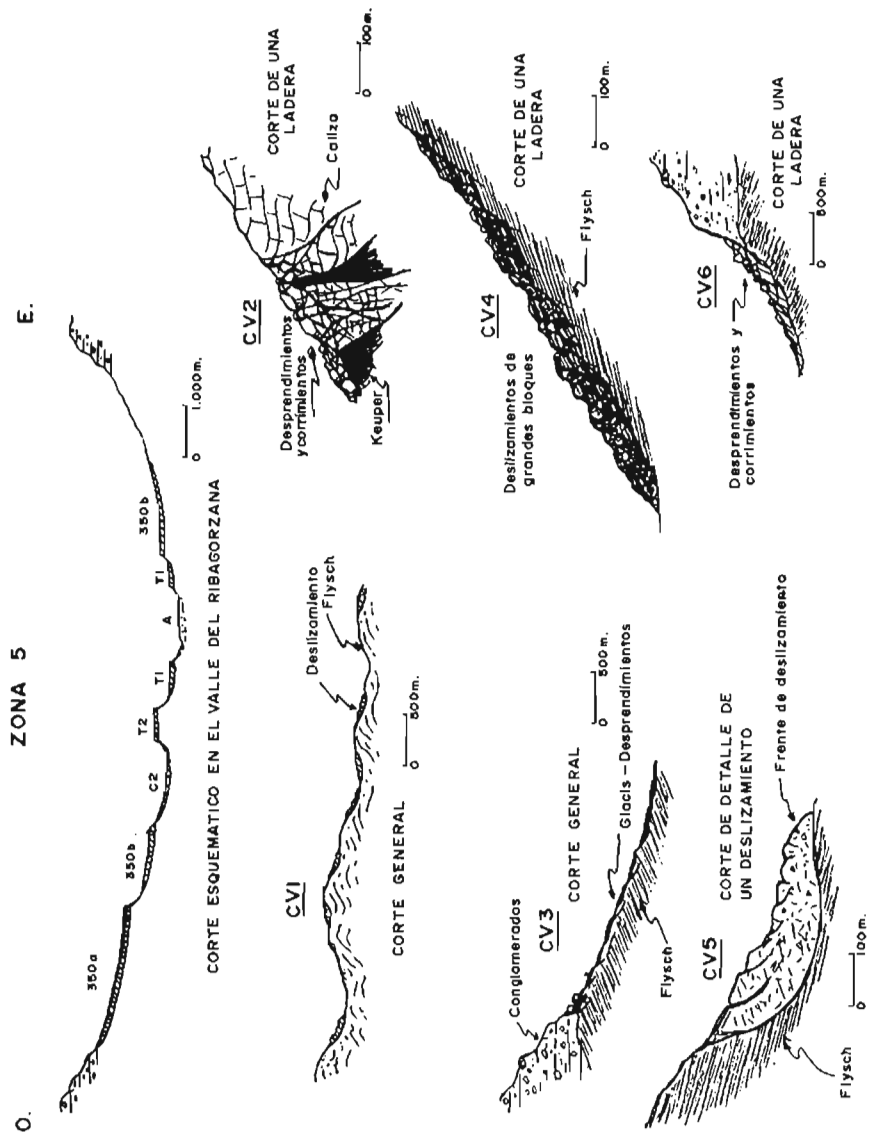
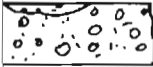
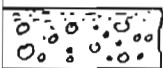
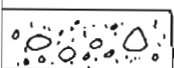

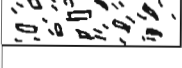
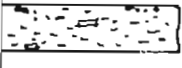
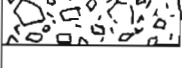
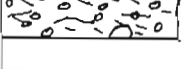






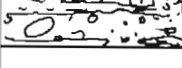
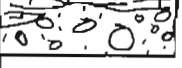


Fig. 66b. Cortes geológicos de la Zona 5

3.5.2

COLUMNA ESTRATIGRAFICA

EDAD	COLUMNA LITOLOGICA	GRUPO	GRUPO	DESCRIPCION
		LITOLOG	GEOTE.	
CUATERNARIO		T1	G.47	
"		T2	G.47	CV6 Coluviales de grandes bloques sobre formaciones inestables.
"		A1	G.48	CV5 Masas caóticas procedentes de deslizamientos.
"		A2	G.48	CV4 Laderas con procesos de deslizamientos en profundidad y recubrimientos caóticos
"		C1	G.49	CV3 Suelos coluviales o eluviales muy inestables.
"		C2	G.49	CV2 Masas caóticas: calizas procedentes de aludes, desplomes o deslizamientos de materiales muy tectonizados.
"		C3	G.50	
"		D	G.51	CV1 Formaciones margosas afectadas por procesos de alteración y movimientos del terreno.
"		CV1	G.52	C3 Coluviales potentes: fragmentos de rocas calcáreas.
"		CV2	G.52	C2 Coluviales-glacis terrígenos.
"		CV3	G.52	C1 Coluviales margo-areniscosos.
"		CV4	G.52	D Conos de deyección.
"		CV5	G.52	A1/A2 Lechos mayor y menor de la red fluvial actual.
"		CV6	G.52	T1/T2 Terrazas fluviales: gravas poligénicas con matriz arcillosa.
PLIO-CUATE.		350 b	G.46	350b Glacis intermedios: gravas poligénicas con matriz arcillosa.
"		350 a	G.46	350a Glacis altos: conglomerados poligénicos cementados.

3.5.3. GRUPOS GEOTECNICOS.

G.46) Glacis (350a, 350b). (fig. 67)

Litología:

Dentro del conjunto formado por los glacis de acumulación distribuidos a lo largo y ancho de la **Zona**, se ha hecho una pequeña diferenciación con algunos depósitos situados a alturas relativamente importantes sobre los cauces actuales de los cursos fluviales. Dichos sedimentos se han designado como 350a. Su potencia y consolidación y una mayor antigüedad con respecto a gran parte de los incluidos en el conjunto 350b han sido el motivo esencial de dicha separación.

La naturaleza litológica varía según las áreas en que se localicen. En líneas generales puede hablarse de tres zonas importantes de acumulación de depósitos tipo glacis: Cuenca del río Cinca, Cuenca del río Isábena y Cuenca del Noguera Pallaresa.

Los sedimentos de la cuenca del río Cinca presentan distinta naturaleza según corresponden a las vertientes de la sierra caliza de Foradada, a la de



Fig. 67. Glacis de Lascuarre constituyente del grupo 350b

Campanué o sierras de la margen derecha del río, constituidas por materiales conglomeráticos y areniscosos esencialmente.

Abundan en estos depósitos los materiales conglomeráticos de cantos procedentes en su mayor parte de los conglomerados terciarios o de calizas

en el caso de las vertientes de la sierra de Foradada. Entre los niveles detríticos gruesos se intercalan lechos limosos y arenosos con desigual importancia. Superficialmente suelen presentarse costras travertínicas.

En la cuenca del río Isábena los potentes glaciares existentes en la zona de Las Cuarre presentan un carácter terrígeno más acusado que en la zona del río Cinca. Junto a los lechos de detritos gruesos de cantos procedentes de los conglomerados terciarios se intercalan niveles de limos y limos arenosos, que si bien suelen estar en proporción muy inferior a los lechos conglomeráticos, no dejan de tener cierta importancia aunque ésta sea desigual de unas zonas a otras con cambios bruscos en áreas próximas.

En el área del Noguera Pallaresa deben hablarse de los glaciares existentes en la vertiente de la margen derecha (350a) con independencia de los de la margen izquierda. En la primera, existen unos depósitos potentes formados esencialmente por conglomerados con lentejones de arenas más o menos limosas. El conjunto suele encontrarse bastante travertinizado principalmente en superficie. En la margen izquierda (350b) pueden definirse dos niveles de arrasamiento; el más alto, puede corresponder con el nivel 350a de la margen derecha quedando gran parte de él incluido en el grupo CV3 que se superpone al 232e2. El resto corresponde a glaciares posteriores que enlazan con los niveles de terraza y que superficialmente, sobre los niveles detríticos gruesos, existen lechos limosos.

Estructura:

Se recogen en este grupo restos de lo que en otra época constituyó un potente glaciar de acumulación en el área que estudiamos y que en la actualidad quedan reflejados por superficies estructurales fuertemente disecadas.

Arrancan estos depósitos, en la gran mayoría de las áreas montañosas de la región, de la línea de brusca ruptura de pendiente, provocada por un ciclo erosivo diferencial que ha excavado depresiones en las series blandas mesozoicas y terciarias, dejando como relieves positivos las formaciones calcáreas y arenisco-calcáreas del Mesozoico y Terciario, así como los potentes depósitos de conglomerados postpirenáticos. Posteriormente dichas depresiones fueron rellenadas, total o parcialmente por glaciares coluviales de acumulación. Los sucesivos encajamientos de la red fluvial han erosionado en su gran mayoría a estos depósitos, de los cuales solo quedan restos más o menos amplios formando plataformas de suave pendiente que coronan interfluvios, y que debido a una cementación por travertinización local, preservan de una erosión rápida al sustrato normalmente margoso sobre el que se asientan.

Geotecnia:

La permeabilidad de este grupo es muy variable de unos puntos a otros, si bien puede calificarse en general como baja. Dada la subhorizontalidad de las áreas ocupadas por este grupo se presentarán, en algunas, problemas de drenaje superficial, cuya importancia será función de la mayor o menor presencia de limos. Pueden considerarse en general como ripables y erosionables, si bien en algunos afloramientos se presenta una capa superficial travertinizada de cierta importancia, que los estabiliza y dificulta en su ripabilidad p.e. en las proximidades del pueblo de Samper, cuadrante 212-4).

Estos depósitos no suelen estar muy consolidados, en su capacidad portante es en general deficiente, salvo en las áreas en que aparecen superficialmente travertinizados y ello con espesor adecuado.

G.47) Terrazas (T1 y T2) (Figs. 68 y 69)

Litología:

Esencialmente, estas terrazas están formadas por bolos y gravas poligénicas inmersos en una matriz generalmente muy escasa de naturaleza arenó-limosa. Superficialmente puede ser normal encontrar una capa no muy potente de limos de inundación o depósitos de origen coluvial y naturaleza arcillosa en la proximidad de los bordes de las laderas. Lateralmente las terrazas pueden adquirir un carácter muy terrígeno al imbricarse con depósitos tipo glacis.



Fig. 68. Terresa del río Ribagorzana, pk. 107,5 C^a N 230



Fig. 69. Terraza alta (T2) del río Cinca a la altura de Usana

Estructura:

Se incluyen en este grupo los dos niveles de terraza existentes en las márgenes de los cursos fluviales más importantes de la zona. T1 se corresponde con la terraza más baja y T2 con la más alta. La extensión lateral de éstos depósitos suele ser pequeña dado el carácter encajado y montañoso de gran parte de las márgenes de los valles fluviales. No obstante el desarrollo longitudinal suele ser muy amplio en todos los grandes ríos de la región en especial la terraza más moderna (T1).

Geotecnia:

En general es un grupo permeable, por lo que no ocasionará problemas de drenaje superficial a pesar de su morfología.

Su erosionabilidad es variable, dependiendo del grado de cementación y compactación. Puede calificarse como ripable, si bien superficialmente se presenta el grupo bastante endurecido, lo que en algunos puntos puede dificultar su tratamiento.

Sus características constructivas dependen también del grado de cementación. Es un grupo estable, si bien en sus bordes planteará problemas por verse sometido a la acción continua de los agentes erosivos.

Ocupa este grupo áreas muy llenas, y cuando tiene cierta extensión es muy adecuado para el trazado de vías de comunicación, pues su capacidad portante suele ser buena (p.e. la carretera comarcal 139, al norte de Graus cuadrante 250-2, discurre durante unos 8 Km. por este grupo y con buenos resultados).



Fig. 70. Vista del río Isábena en las proximidades de Capella

G.48) Aluviales actuales (A1 y A2) (Fig. 70)

Litología:

El grupo A1 está constituido por los acarrees de los ríos más importantes, que arrastran gravas y arenas poligénicas con grandes bolos; más abundantes estos últimos en los tramos altos.

El A-2 está formado por los aluviones de los ríos menos importantes, y de los arroyos que mantienen sus cursos en áreas esencialmente margo-arcillosas, dominando en ellos los elementos detríticos finos sobre los gruesos, siendo estos últimos, en gran parte, heredados de formaciones detríticas de tipo glacis.

Geotecnia:

Los materiales que lo constituyen suelen estar sueltos, pudiendo calificarse el grupo como ripable por tramos, dependiendo solo del tamaño de los cantos. Pueden presentarse problemas de asentamientos.



Fig. 71. Coluvión C1 al NO del cuadrante 312-3, en la variante de la C^a comarcal 138, que se está construyendo desde Morillo de Tou a Ainsa por causa de la elevación del nivel del pantano de Mediano

G.49) Coluviales arcillosos (C1 y C2) (Fig. 71)

Litología:

Se engloban en este grupo los recubrimientos de ladera originados esencialmente a partir de las formaciones margosas y margo-areniscosas en general. Estos depósitos están constituidos por limos arcillosos que engloban, en gran abundancia, fragmentos lajosos de los estratos areniscos-calcareos y también gravas y bolos procedentes de la destrucción de los conglomerados. De hecho existe toda una gama de recubrimientos que va desde las masas caóticas de bloques de estratos duros descalzados, hasta los más evolucionados y con predominio de elementos finos.

Estructura:

Dada la morfología normalmente abrupta de la región, las masas coluviales se sitúan frecuentemente sobre laderas pronunciadas (C1) y en menor proporción recubriendo superficies de suave topografía (C2) que pueden representar pequeñas áreas de coluvio-glacis terrígenos más

moderados que los 350a y 350b.

Geotecnia:

La permeabilidad de este grupo es variable, dependiendo principalmente de la proporción de finos. En general es ripable, aunque en algunas zonas se debe calificar como ripable por tramos, dependiendo del tamaño de los bloques que engloban.

Constituye un grupo con problemas de estabilidad, siempre dependiendo de las pendientes de las áreas que recubren. En las áreas ocupadas por el grupo litológico C1 se pueden producir movimientos de terreno, siendo una característica geomorfológica muy extendida en ellas los procesos de reptación y deslizamiento.

G.50) Coluviales de macizos calcáreos (C 3)

Litología:

A partir de las pronunciadas vertientes de las grandes sierras calizas o conglomeráticas tienen nacimiento importantes mantos coluviales que vienen a cubrir extensas áreas en las formaciones detrítico-margosas situadas topográficamente por debajo. Estos depósitos están formados, en abundante proporción, por fragmentos de rocas calizas de tamaños muy variables (pueden encontrarse desde grandes bloques a gravas), empastados en una matriz limo-arcillosa en proporción muy variable de unas zonas a otras.

Los mantos coluviales más antiguos son los más potentes y presentan frecuentemente una costra travertínica, a veces, muy consistente (fig. 72).

Geotecnia:

Su permeabilidad puede calificarse de media a baja, no planteando problema alguno de drenaje superficial.

Pueden considerarse como de erosionabilidad media y ripables en general. Su estabilidad es función del grado de consolidación y de la pendiente de las laderas que recubren. Superficialmente suelen presentarse endurecidos, y se mantienen con frecuencia los cortes verticales, si bien las pendientes naturales estables no suelen ser fuertes.

Cuando falta la costra travertínica o su espesor es pequeño, se pueden plantear problemas de capacidad portante deficiente.



Fig. 72. Coluvión C3 ≈ p.k. 7 de la C^a Comarcal 140, en la proximidad de Foradada de Tiscar

G. 51) Conos de deyección (D)

Litología:

Estas formaciones no llegan a tener gran importancia en la zona. Los abanicos aluviales situados al final de los barrancos y arroyos, a escala difícilmente cartografiables, pueden ser numerosos, pero no así los de gran dimensión. En la construcción de los últimos suelen dominar las gravas de matriz arcilloso-arenosa y grandes bloques.

Geotecnia:

Este grupo es en general permeable, no planteando problemas de drenaje superficial, se puede calificar como ripable por tramos, dependiendo del tamaño de los bloques que presente.

Sus características constructivas son bastante variables, dependiendo del grado de consolidación, que en general es deficiente.

G.52) Coluvio-eluviales sobre sustratos muy inestables (CV1 al CV6)

Se describen aquí, más que unos conjuntos litológicos definidos, el estado superficial de algunos terrenos que con distinta intensidad han manifestado y manifiestan alta inestabilidad, originándose frecuentes movimientos de terreno de diversos tipos (fig. 66 A).

CV1: Corresponde a áreas generalmente de gran dimensión, de topografía fuertemente alomada y compleja, y de naturaleza margosa flyschoides. La alteración superficial afecta desigualmente al sustrato, en el cual pueden darse movimientos de terreno con variados grados de intensidad. Es normal y relativamente frecuente en los terrenos que corresponden a esta signación encontrar amplias superficies formadas por masas caóticas procedentes de deslizamientos y corrimientos.

CV2: Representa a masas calizas formadas por bloques, de todos los tamaños. Unas veces corresponden al sustrato calizo fuertemente tectonicizado el cual da lugar a la formación de macrobrechas que ocupan áreas importantes. Otras, las más, se trata de masas caóticas procedentes del desplome, desprendimiento o corrimiento de los sectores de alta tectonicidad mencionados. (fig. 73).

Formaciones de dichas características tienen un amplio desarrollo en las áreas de gran tectonicidad y relieve abrupto que configuran las vertientes del Embalse de Escales al sur de Pont de Suert. Como norma muy generalizada puede decirse que los contactos que suele establecer el Keuper con el resto de las formaciones no triásicas suelen ser mecanizados y en muchas ocasiones de gran complejidad e intensidad tectónica, debido a lo cual son éstas áreas de contactos mecanizados, en donde el Keuper, a veces sólo está



Fig. 73. Brechas calizas (CV2). C^a Nacional 250 entre Aulet y Pont de Suert

representado por un delgado nivel debido a la laminación sufrida por su naturaleza plástica, las susceptibles de originar grandes superficies de terreno con las características enunciadas anteriormente.

CV3: Se refiere a áreas de sustratos margosos de facies flysch o Keuper recubiertos normalmente por suelos coluviales o eluviales afectados globalmente por fenómenos de deslizamientos y corrimientos.

CV4: Las áreas englobadas en este grupo se localizan en laderas de pendiente acusada, a veces, estructurales, en formaciones generalmente muy potentes, constituídas por una alternancia irregular de capas duras (generalmente areniscosas) y blandas (margosas). Los procesos de alteración y rotura del sustrato por corrimientos da lugar a superficies de perfil escalonado a gran escala, recubiertas unas veces por masas coluviales caóticas de grandes bloques y otras en donde el sustrato, sin apenas recubrimiento, conservó su estructura después del movimiento. En el origen de estos fenómenos cuentan esencialmente la presencia de acuíferos colgados en, o sobre, estas formaciones, que aceleran la alteración de los niveles blandos y facilitan así el corrimiento según ellos. (fig. 74).



Fig. 74. Taludes en materiales inestables coluvio-aluviales (CV4) sobre el grupo 232a en las proximidades de Aulet C⁶ N-230

CV5: Con este grupo quedan delimitadas áreas ocupadas por un deslizamiento bien definido que afecta al sustrato y al recubrimiento.

CV6: Normalmente se trata de áreas de sustrato margoso, localizadas al pie de grandes escarpes o en laderas de muy fuerte pendiente, originadas esencialmente por materiales conglomeráticos. Estas zonas se encuentran recubiertas, en general, por los productos de desplomes de dichos escarpes. El sustrato de naturaleza margosa se encuentra a su vez alterado y afectado por deslizamientos y corrimientos superficiales.

3.5.4. RESUMEN DE PROBLEMAS GEOTECNICOS QUE PRESENTA LA ZONA.

Los principales problemas que presentan los materiales en esta Zona son los siguientes:

- Problemas de drenaje en algunas áreas, principalmente en algunas zonas de las ocupadas por los glacis.
- Capacidad portante localmente deficiente: en algunos grupos cuando falta la parte superior travertinizada o su espesor sea reducido (como el de los glacis y de los coluviales de macizos calcáreos); en otros, como los aluviales, se unirán a problemas de asientos.
- Problemas de estabilidad de muy acusados en algunos grupos, como los coluvio-aluviales (CV1 a CV6), donde se plantean con carácter general, acusados pero de carácter local en otros, como los coluviales y conos de deyección.

4.- CONCLUSIONES GEOTECNICAS

En este apartado se valora todo el tramo con vistas al proyecto de carreteras, teniendo en cuenta su topografía, características geotécnicas de los diferentes terrenos que en él se presentan y los yacimientos de materiales, indicándose al final las zonas de trazado preferente mediante un esquema a escala 1/200.000. (fig. 75).

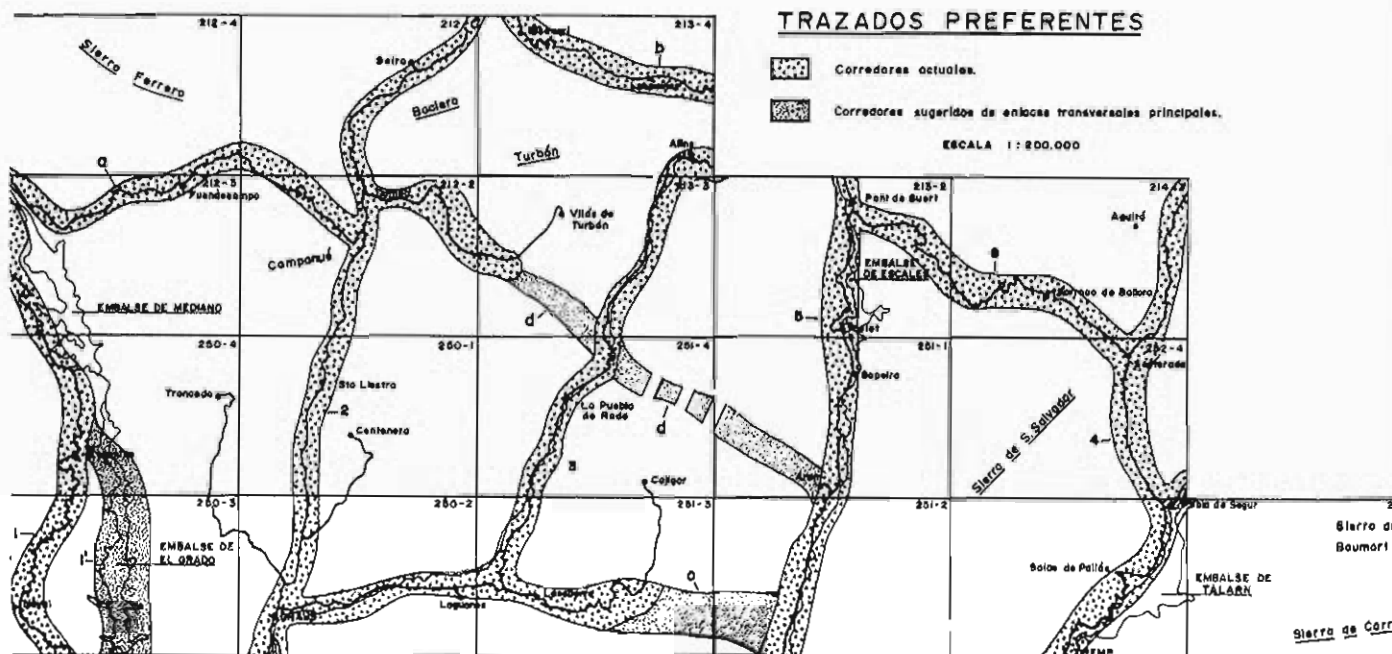


Fig. 75 Trazados preferentes

4.1. RESUMEN DE LOS PRINCIPALES PROBLEMAS GEOTECNICOS:

Dada la estructura general del tramo, en un corte NNE-SSO se pueden recorrer casi todas las formaciones tipo, con problemas y peculiaridades características. Esta presentación esquemática se ve solamente rota por los afloramientos diapíricos del Keuper y de las formaciones relacionadas con él y por las áreas ocupadas por los potentes conglomerados post-pirenáicos, sin olvidar el hecho de que determinadas características, generalmente morfológicas, condicionan en áreas concretas problemas específicos.

Asimismo, materiales situados en niveles estratigráficos distintos dan franjas sensiblemente normales a la dirección antes citada, con problemas que se describen, que por otra parte, coinciden, en líneas generales, con los diferentes tramos distinguidos en el esquema geotécnico que a escala 1/200.000 se acompaña en cada uno de los cuatro planos que se incluyen en el presente trabajo.

4.1.1. FORMACIONES ESENCIALMENTE CALCAREAS (I):

Se incluyen en este gran grupo materiales rocosos, con problemas de ripabilidad, que harán preciso el uso de explosivos para abrir a través de ellos una vía de comunicación. Suelen dar áreas de topografía agreste, lo que dificultará el trazado y hará precisos grandes movimientos de tierras cuando no túneles e importantes obras de fábrica. En general, serán necesarios trabajos de reconocimientos enfocados a la determinación de los niveles freáticos, zonas de fracturación y tectonización importantes, así como su alcance, importancia de las fallas y fracturas, intensidad de la carstificación en determinadas áreas, etc.

En estas formaciones se pueden localizar buenas zonas canterables, y no plantearán estos materiales problema alguno para préstamos, como no sean los derivados de su extracción.

Dentro de este gran grupo, la litología obliga a distinguir varios subgrupos importantes. A saber:

l.a) **Áreas ocupadas por materiales calcodolomíticos devónicos:** Estos materiales solo se presentan al norte y sureste de los cuadrantes 213-4 y 214-3, y a veces engloban áreas pizarrosas. Están afectados por una tectonización elevada y las áreas de fracturación son en general importantes. Plantearán problemas de desprendimientos de los desmontes; en aquellas en que la fracturación sea intensa, se plantearán también problemas de estabilidad (siendo posibles corrimientos y deslizamientos), debiendo preverse trabajos de saneamiento y de sostenimiento en los desmontes que se efectúen.

1.b) **Áreas ocupadas por areniscas bien cementadas:** Comprenden a las areniscas duras del Trías y del Permotrías, así como el nivel de areniscas calcáreas que en la hoja de Tremp constituyen la cerrada del embalse del Talarn. Dan áreas en general estables, donde no debe de olvidarse el peligro de desprendimientos, planteándose en algunos puntos concretos problemas de desplomes.

1.c) **Áreas ocupadas por materiales calcáreos:** Corresponden a niveles estratigráficos del Mesozoico y del Terciario; en general dan zonas escarpadas, constituyendo barreras topográficas importantes para el trazado de una vía de comunicación, están surcadas por los ríos principales del tramo (Esera, Isábena, Noguera Pallaresa) originándose angostos cañones por los que precisamente discurren las actuales carreteras.

Dan las mayores elevaciones del tramo y suelen estar acompañadas por áreas de coluviales, a veces no cartografiables, constituídos con frecuencia por bloques de muy diversos tamaños, en situaciones notoriamente inestables.

Suelen presentar zonas de tectonización y fracturación acusadas, y otras de carstificación importante. Aparte de los problemas topográficos antes señalados, se plantean los potenciales de desplomes de bloques (en general no muy acusados) y los derivados de desprendimientos en los desmontes que se efectúan, particular este que es visible en los desmontes actuales (algunos de ellos en construcción). Será preciso prever un tratamiento adecuado de los taludes y conceder gran importancia a su observación durante la construcción.

Para el paso a través de estas áreas, o bien se siguen los cursos de los ríos existentes (actualmente ocupados por las carreteras en uso), para lo que sería preciso la apertura de grandes desmontes y la construcción de frecuentes y pequeños túneles, o bien se atraviesan por un túnel de relativamente gran longitud. En este segundo supuesto, es obvio señalar la necesaria investigación de los niveles freáticos, si bien a nuestro juicio no deben estar en la actualidad demasiado altos.

Conviene señalar, que a modo de transición de las formaciones calcáreas propiamente dichas a otras más blandas, suelen aparecer áreas calcomargosas, tableadas, de desarrollo superficial no muy amplio y en general discontinuo. En ellos alternan niveles duros calcomargosos con niveles blandos margosos, y suelen presentar buzamientos con componente vertical importante (superior a los 30°). Estas áreas, que se engloban también dentro del subgrupo que estamos comentando, plantearán problemas de corrimientos en aquellos desmontes que corten desfavorablemente a los paquetes.

Por último, dentro de estas áreas se han englobado zonas fundamental-

mente margosas, que constituyen a modo de pequeños enclaves dentro del gran conjunto calcáreo; estas áreas son con frecuencia inestables, pero en ningún caso tan peligrosos que hagan aconsejables su individualización.

1.d) Areas ocupadas por materiales terciarios diversos: Constituyen zonas ocupadas por conglomerados, calizas, areniscas, y a veces margas bastante compactas, correspondientes a la serie terciaria. Se localizan fundamentalmente en las hojas de Graus (250) y Campo (212). Suelen constituir las zonas topográficamente más altas de los relieves tabulares, o bien enclaves duros dentro de las áreas de dominio del flysch, presentándose en disposición subhorizontal (en el primer caso) o bien monoclinal con buzamientos casi nunca muy fuertes (en el segundo caso); suelen dar fuertes pendientes, cuando no escarpes, que dificultan su acceso.

No plantean en general problemas importantes, siendo de señalar los potenciales desplomes en los bordes, y los de desprendimientos en los desmontes. En algunas zonas (como el valle del río Esera entre Campo y Graus) estos materiales están sometidos a una fuerte erosión y aparecen en general fisurados, por lo que en la actualidad las laderas son inestables, presentándose además en ellas frecuentes e importantes coluviales con claros signos de movimientos.

1.e) Areas ocupadas por la potente serie de conglomerados post-pirenaicos: Constituyen zonas de topografía sensiblemente llana, limitadas por grandes escarpes, y situadas en general a alturas por encima de los 1.000 m, siendo notoria la dificultad de acceso a ellas.

Coinciden con la zona 4 considerada a lo largo de los apartados anteriores (estudiada con detalle en el apartado 3.4) y cabe señalar problemas, potencialmente muy acusados, de desplomes en los bordes.

4.1.2. FORMACIONES PIZARROSAS (II).

No tienen una extensión importante y se localizan al norte del tramo, en los cuadrantes 213-4 y 214-3, correspondiendo a diversos niveles estratigráficos del Paleozoico. Dan áreas de topografía no muy abrupta, si bien con elevaciones importantes, presentando los valles, a veces, fuertes pendientes.

En general, se plantearán problemas de estabilidad en estas formaciones, cuya importancia dependerá obviamente de la esquistosidad y del grado de diaclasado. Cabe señalar, que dada la plasticidad, generalmente alta, de los subproductos que se originan por la erosión, se pueden producir, sobre todo cuando la zona superficial alterada presenta coluviales o recubrimientos relativamente potentes, deslizamientos que llegan incluso a afectar a la roca "sana" e incluso a otras formaciones más duras que descansen sobre las pizarras.

Se pueden considerar como materiales aptos para préstamos. Los trabajos de reconocimiento deben orientarse, según los casos, a la determinación del espesor de la zona alterada (para lo que dará buenos resultados la prospección sísmica, alternando con sondeos mecánicos y eléctricos) y al estudio local de la esquistosidad y del diaclasado. Conviene señalar que si bien la topografía incomodará al trazado, en ningún caso planteará problemas importantes.

4.1.3. FORMACIONES VOLCANICO-SEDIMENTARIAS (III):

Están constituidos por un conjunto heterogéneo de materiales paleozoicos, cuya extensión superficial no es muy grande, localizándose fundamentalmente en los cuadrantes 213-4 y 214-3. Se plantearán problemas locales en el trazado por la presencia de materiales no ripables (pitones diabásicos), que suelen originar ligeras alomaciones, junto con otros en general ripables (tobas volcánicas) y otros cuya ripabilidad depende del grado de tectonización y desorganización que presentan (restos, a todas las escalas, de calizas y pizarras). Fácilmente se comprende que la delimitación de las citadas zonas, siempre importante para la planificación de las obras, no se puede establecer a la escala de trabajo del presente estudio previo.

En algunas áreas deprimidas, recubiertas por materiales de plasticidad con frecuencia alta (producto fundamentalmente de la alteración de las tobas) se plantearán problemas de drenaje superficial. También, en los desmontes que se efectúen deben preverse problemas de estabilidad: unas veces se reducirán a desprendimientos de trozos de roca y otras a verdaderos deslizamientos y corrimientos, favorecidos en este último caso por la plasticidad de los subproductos de alteración.

Se pueden considerar como materiales aptos para préstamos, con una especial precaución en las áreas tobáceas alteradas. La topografía que suelen dar no es agreste, en ningún caso, y no se plantearán problemas para el encaje de un trazado por estas áreas. Los trabajos de reconocimiento deberán orientarse a definir, entre otros, la situación de los pitones diabásicos (que por otra parte pueden utilizarse como canteras), las áreas de tectonización elevada, los de acumulación de recubrimientos, el grado de alteración de las tobas, etc.

4.1.4. FORMACION KEUPER (IV):

Se desarrolla en una serie de áreas de fácil localización, con problemas específicos, e importantes, puestos de manifiesto en apartados anteriores de esta memoria. Como se ha señalado anteriormente, esta formación condiciona determinados problemas en los materiales que están sobre ella, agudizados en las áreas inundadas por los embalses.

Deben considerarse estas áreas como peligrosas, con problemas de estabilidad, con drenaje deficiente en muchos puntos, con problemas de asentamientos, y con alterabilidad y erosionabilidad importantes, sin olvidar la presencia de sulfatos.

Dentro de este grupo quedan englobados afloramientos de pitones ofíticos y de calizas del Muschelkalk, que aparecen como "flotando" en él, y cuya individualización no cabe a la escala del presente estudio.

No cabe duda, pues, que debe evitarse esta formación y cuando no sea posible, todo tipo de precauciones que se tome debe considerarse insuficiente, sin que ello quiera decir, en ningún caso, que los problemas que plantean sean insolubles. Obviamente, estos materiales no deben utilizarse para préstamos, salvo en casos de extrema necesidad, y ello con una serie completa de estudios y ensayos.

4.1.5. FORMACIONES FLYSCH (V):

Este gran grupo está constituido en líneas generales, por una alternancia de niveles blandos de margas y niveles duros de calizas y calizas areniscosas fundamentalmente; ocupa gran parte de la mitad sur del tramo y engloba niveles estratigráficos correspondientes al Mesozoico y al Terciario. Como problema común cabe citar el derivado de la erosión diferencial de los dos componentes fundamentales, favorecida por el drenaje de los niveles duros (permeables) sobre los blandos (impermeables y mucho más erosionables y alterables).

Se producirán, pues, desprendimientos de cornisas en los desmontes, debiendo preverse una regresión continua de los taludes, por lo que las "cunetas" deben proyectarse con suficiente amplitud; la importancia de este problema variará de unas zonas a otras, en función de los espesores de los paquetes duros y de la frecuencia de su presencia, magnitudes las dos bastante variables.

Dentro de estas formaciones se pueden hacer distinciones según la estructura y disposición que presenten, lo cual condiciona problemas geotécnicos diferentes, y puesto que aquellos están muy relacionados con la edad geológica, se han diferenciado los siguientes grupos:

V.a) **Flysch blando mesozoico:** Se desarrolla fundamentalmente en la hoja de Tremp (252) y en el cuadrante 251-1, ocupando parte de los valles de los ríos Noguera Ribagorzana y Noguera Pallaresa. Corresponde a diversos niveles estratigráficos del Mesozoico, y dentro de él los paquetes duros de areniscas calcáreas se pueden considerar, en general, minoritarios con respecto a los blandos de margas arcillosas. Aparece en líneas generales replegado, con buzamientos variables, y los niveles duros suelen presentarse bastante rotos, en tanto que los blandos suelen estar bastante alterados.

En conjunto es un área con problemas de estabilidad, pudiendo presentar corrimientos y deslizamientos; los primeros tendrán lugar cuando los desmontes corten desfavorablemente al buzamiento de los paquetes, y los segundos se originarán con mayor probabilidad en las zonas en que los niveles duros tengan una menor presencia. Superficialmente se presenta roto y alterado.

Los trabajos de reconocimiento deben de orientarse a definir los buzamientos de la formación en los puntos que se vayan a ver afectados por el trazado, así como a la determinación de las características de los niveles blandos margoarcillosos; pueden utilizarse para préstamos, pero debe realizarse previamente una toma de muestras para conocer las características de las margas.

Un factor que creemos importante como acelerador de la inestabilidad del grupo es la alterabilidad de las margas, que dan arcillas de plasticidad generalmente alta, así como su erosionabilidad, las cuales se ven catalizadas por el drenaje sobre ellas de los niveles duros. Deben pues, preverse en los desmontes que se realicen, trabajos de saneamiento que disminuyen los efectos del citado fenómeno. No debe olvidarse que cualquier trazado a media ladera por estos materiales estará sujeto a posibles movimientos, pues superficialmente las laderas presentan en general signos de movimiento, por lo que en caso necesario deben preverse estudios adecuados para delimitar las zonas peligrosas, así como trabajos tendentes a su estabilización.

V.b) **Flysch duro:** Se engloban aquí niveles estratigráficos del Mesozoico y del Terciario, que constituyen, en líneas generales, una franja que atraviesa el tramo en dirección NNO-SSE. Está constituido, fundamentalmente, por areniscas calcáreas dispuestas como en grandes paquetes entre cada dos de los cuales se pasa gradualmente a una alternancia con margas blandas. Su disposición estructural es variable, siendo la típica monoclinal con buzamiento hacia el Sur (área de Arén).

Dentro de este grupo se engloban también otras áreas donde la presencia de margas es minoritaria y que suelen dar formas topográficas muy fuertes, y otras que aparecen muy replegadas y con estructuras complejas dentro de los cuadrantes 212-3 y 212-4.

No plantearán estas formaciones problemas importantes para atravesarlas en dirección normal, pero sí plantearán problemas de estabilidad si se pretende desarrollar por ellas un trazado a media ladera, máxime si se hace en ladera de pendiente estructural. En las áreas donde se presente replegado deben preverse corrimientos en aquellos desmontes que corten desfavorablemente a los buzamientos, por lo que sería necesario un estudio local de éstos.

V.c) **Flysch Terciario sin conglomerados:** Ocupa este subgrupo grandes áreas dentro de las hojas de Graus (250) y de Arén (251). Se caracteriza, en líneas generales, por su disposición horizontal o subhorizontal, dando relieves tabulares típicos, si bien en algunas zonas (como en las laderas de la margen izquierda del río Isábena, cuadrantes 251-4 y 251-3), presentan buzamientos con componente vertical superior a los 15 °.

Característica muy generalizada es el hecho de que las laderas se suelen presentar recubiertas por bloques de tamaños muy variables, con frecuencia grande, y que los paquetes duros calco-areniscosos se suelen curvar en sus bordes, apareciendo fisurados (así, en el valle del río Noguera Ribagorzana, al Sur de Arén). Superficialmente los niveles margosos blandos se suelen presentar bastante alterados, lo que unido a lo anterior confiere a casi todas las laderas una inestabilidad superficial notable.

En las partes topográficamente más altas suelen presentarse los niveles duros, lo que da a modo de llanuras que no plantean ningún problema especial. En aquellas zonas donde el buzamiento deja de ser subhorizontal se presentan problemas de estabilidad, siendo relativamente frecuentes las laderas de pendiente estructural afectadas en su totalidad por procesos de corrimiento, a veces de gran extensión (p.e. la zona antes citada del valle del río Isábena).

En algunas zonas, como al noroeste de Graus, en donde son predominantes los niveles blandos, existe sobre este grupo un fuerte drenaje (a través de las formaciones, relativamente potentes, de calizas, areniscas y conglomerados que sobre él descansan) que favorece su alteración y erosión, los problemas se ven aumentados, y el aspecto general de las laderas es poco aleccionador, pues son continuos los desprendimientos de bloques y la regresión de los taludes es más rápida.

En conjunto, es un grupo que localmente puede presentar problemas importantes de corrimientos, por lo que deben de efectuarse reconocimientos de más detalle para definir los buzamientos y las características geotécnicas de las margas.

V.d) **Flysch terciario con conglomerados:** Comprende formaciones que se desarrollan fundamentalmente en los cuadrantes 250-3 y 250-4 en los que además de los niveles duros de areniscas calcáreas se presentan niveles de conglomerados, en general bien cementados (también aparece este subgrupo en los cuadrantes 251-2 y 251-3). Los niveles blandos son menos frecuentes que en el subgrupo anterior, si bien van adquiriendo importancia a medida que se avanza hacia el Norte, donde pasa a ponerse en contacto con el gran grupo de las margas azules.

Si bien no es frecuente que se presente con buzamientos fuertes, el principal problema que plantea es el de corrimientos en las áreas con

pendiente estructural. Así pues, un control adecuado de los buzamientos de la formación facilitará la elección de un buen trazado a través de ella.

Se pueden considerar aptos para préstamos previo control de las características de los niveles blandos cuando su presencia sea notable. Plantearán problemas de ripabilidad pues con frecuencia los niveles duros son bastante potentes y frecuentes.

4.1.6. MARGAS AZULES (VI):

Se caracteriza este grupo por el predominio casi total de las margas azules, a veces duras, y de aspecto astilloso, si bien en algunas áreas intercalan nivelillos de areniscas calcáreas, de espesor a veces inferior a los 5 cm. Ocupan gran parte de la hoja de Campo (212), con mayor desarrollo hacia el Oeste, y partes de los cuadrantes 250-4, 251-4, 251-2, 242-3, 251-1 y 213-3.

En algunas zonas presentan estructuras complejas, apareciendo muy plegadas (mitad Oeste de la hoja 212), en otras presentan disposición monoclinas con buzamientos de componentes Sur. Engloban niveles estratigráficos del Mesozoico y del Terciario. Las formas de erosión son muy típicas, a base de cárcavas.

Constituyen un conjunto en general erosionable y alterable, en el que pueden producirse, con relativa facilidad, deslizamientos. Un problema general que debe tenerse en cuenta es la continua regresión de los taludes, con acumulación de los materiales al pie, particular que debe tenerse en cuenta en el proyecto. Caso de un trazado por estas áreas debe realizarse un estudio geomorfológico de detalle que delimite las áreas más erosionables, que en cualquier momento pueden producir problemas relativamente importantes.

En general, son bastante compactas, y su alterabilidad hacia materiales arcillosos de plasticidad elevada debe de tenerse muy en cuenta caso de utilizarlas para préstamos.

4.1.7. OTRAS FORMACIONES (VII):

Dentro de este gran grupo se engloban, por exclusión de los anteriores, determinadas áreas de fuerte morfología, ocupadas por masas rocosas de naturaleza muy diversa (calizas, areniscas, pizarras, conglomerados, etc. . .), en general muy tectonizadas, y en las que son frecuentes los desprendimientos y movimientos en general. Constituyen tres manchas aisladas en los cuadrantes 214-2 y 213-2, en las que no cabe individualizar los diferentes componentes fundamentales. Están en contacto con el Keuper, lo que en gran parte es la causa de su inestabilidad. Constituyen, en resumen, zonas peligrosas por su inestabilidad y constituídas por materiales duros.

4.1.8. COLUVIO-ELUVIALES CV1 AL CV6 (VIII):

Engloban grupos litológicos de muy diversa naturaleza, que tienen en común su inestabilidad, con movimientos en la actualidad. Si bien se desarrollan en casi todos los cuadrantes, constituyen a modo de manchas aisladas. Sus características han sido descritas con detalle en el apartado 3.5.3. y sólo cabe decir que constituyen áreas de alta peligrosidad que deben evitarse. No cabe duda que su estudio servirá para evitar zonas que en potencia se le parecen, y que la densidad de su presencia informa sobre la peligrosidad de una determinada área.

4.1.9. COLUVIALES (IX):

Engloban los coluviales y los conos de deyección, grupos que han sido descritos con detalle en el apartado 3.5.3. Se presentan con frecuencia a lo largo del tramo en una serie de manchas de poca extensión, salvo en los bordes de Sierra Ferrera, en donde adquieren cierta continuidad. Son áreas con problemas de estabilidad, a las que debe preverse una escasa capacidad portante. Los trabajos de reconocimiento se orientarán a determinar los espesores de la capa superficial endurecida (con sondeos mecánicos y eléctricos) y el grado de cementación con que se presenten; no debe olvidarse su erosionabilidad, por lo que serán precisos estudios geomorfológicos concretos para determinar las áreas más afectadas y evitar problemas posteriores.

4.1.10. TERRAZAS, GLACIS Y ALUVIALES (X):

Engloban los grupos que con la misma denominación se han tratado, con más detalle, en el apartado 3.5.3. Se han incluido los aluviales, pues su dimensión no hace posible su cartografía a escala 1/200.000. Ocupan los cursos principales de los ríos y algunas áreas más altas, correspondientes a niveles de deposición más antiguos.

En los glacis y terrazas deben de efectuarse reconocimientos según el trazado para conocer los espesores de la parte superficial endurecida, para lo que será conveniente una campaña de sondeos mecánicos de diámetros del orden de los 100 mm y de sondeos eléctricos resistivos. Deben evitarse sus bordes y las áreas sometidas a mayor erosión. En general, cuando no falta la capa superior endurecida, constituyen buenas superficies para un trazado.

En los aluviales, compuestos en general por bolos y cantos sueltos, se plantean problemas de ripabilidad y de asentamientos. Constituye en general una buena fuente de materiales granulares.

4.2. CORREDORES SUGERIDOS (V. fig. 75).

Para establecer una vía de comunicación importante que atraviese el tramo de Sur a Norte, no cabe duda que debe seguirse alguno de los valles de los ríos principales o de sus afluentes.

De todos ellos, nos parece más adecuado seguir el curso del Barranco del Guibano (1), al Oeste del cuadrante 250-3, por el que si bien se atraviesa una zona del Keuper, ésta es pequeña y además es quizá la que mejores condiciones geotécnicas presenta de todos los afloramientos de dicha formación. Siguiendo así por el borde este del tramo, las formaciones del flysch Terciario no plantearán grandes problemas, pues la topografía no es muy acentuada (Puerto del Pino), y bastará, a medida que se va hacia el Norte, no seguir las pendientes estructurales para evitar los clásicos problemas de corrimientos. Se saldría así de zona en el cuadrante 212-3.

Este trazado puede admitir la variante de seguir el valle del río Cinca (1') en la mitad Sur, con lo que se evitaría el Keuper de la zona de Naval, si bien a costa de mayores desmontes, pues la existencia del embalse del Grado obligaría a elevar bastante el trazado.

Los valles de los ríos Noguera Ribagorzona y Noguera Pallaresa atraviesan una serie de zonas peligrosas por su inestabilidad.

El valle del río Isábena (3), en las hojas 250 y 251 no plantea problemas acusados (solamente los derivados de la inestabilidad del flysch en el cuadrante 251-4 y de la presencia de margas azules en el mismo cuadrante, que fácilmente se pueden evitar), sin embargo se plantea en el cuadrante 213-3 el problema de atravesar la gran barrera que suponen los macizos calcáreos, pues el cañón sería a todas luces insuficiente para el trazado que se proyecta y serían precisos túneles y desmontes costosos e importantes. También en dicho cuadrante, hacia el Sur, se plantearían problemas de estabilidad que exigirían estudios de detalle para evitarlos y en su caso, tratamientos especiales.

En el valle del río Esera (2) no se plantearían problemas de estabilidad importantes, pero en algunos puntos (norte del cuadrante 250-1 y cuadrantes 212-1 y 212-2). Se plantearían notables inconvenientes topográficos, que si bien al Sur de Morillo de Liena se podría solucionar elevando el trazado por la margen derecha, al norte de dicho pueblo no habría más remedio que abrir grandes túneles o realizar costosos trabajos de elevación del trazado, con grandes desmontes y obras de fábrica.

Analizados así los posibles trazados Norte-Sur del presente Tramo, que se han señalado en la figura 75 con un número de orden que señala una cierta preferencia (obviamente provisional, pues serían necesarios estudios y consideraciones de otro nivel), es conveniente analizar los posibles trazados transversales (sensiblemente Este-Oeste).

A pesar de que no parece lo más adecuado efectuar trazados de este tipo por la zona estudiada, pues las barreras topográficas que existen

entre los diferentes valles son ciertamente importantes, existen a modo de trazados parciales que pudieran considerarse.

Así, el enlace entre el valle del Cinca y el valle del Esera (a) puede realizarse sin grandes problemas por el Puerto de Foradada (por donde actualmente discurre la Carretera Comarcal 140).

El valle del Esera y el valle del Noguera Ribagorzana (b), pueden enlazarse con relativa facilidad por la zona de Bisaurri a través de Coll de España, actual trazado de la Carretera Comarcal 144. Estos dos valles también podrán enlazarse por el Sur, continuando la actual carretera que une Graus, Lascuarre y Castigalén.

Otro enlace entre los dos valles citados podría establecerse por la parte central del tramo (d), siguiendo la Carretera que une Campo con Egea y después el valle del arroyo de Villacarli hasta la zona de Barrio del Pou. Para unir luego con el valle del Noguera Ribagorzana, a la altura de Arén, se podría seguir, desde este pueblo, el arroyo de Sobrecastell discurriendo así por materiales de los grupos G.23 y G.22. No obstante, se plantearía el problema de salvar la divisoria (zona entre los pueblos de Riguala e Iscles), que presenta altitudes superiores a los 1.500 m, con bastante complejidad litológica y estructural y en general, con problemas geomorfológicos acusados.

Por último, un enlace entre el valle del Noguera Ribagorzana y el Noguera Pallaresa (e) podría hacerse siguiendo el actual trazado de la carretera comarcal 144 a través del puerto de Pervés pero serían precisos grandes movimientos de tierras y se plantearían problemas de estabilidad en las partes bajas de los valles.

NOTA: La información de este apartado corresponde exclusivamente a la fecha de edición de esta publicación

5. ESTUDIO DE YACIMIENTOS

5.0. INTRODUCCION

En el presente Tramo no son abundantes las canteras en explotación actualmente pues, si exceptuamos algunas localizadas en los alrededores de Pont de Suert, al norte del Tramo, en el resto del mismo están casi ausentes, excepto pequeñas explotaciones empleadas con usos muy limitados.

En cambio son muy numerosos los materiales susceptibles de ser utilizados como masas canterables.

Los yacimientos granulares son, como las canteras, también poco explotados en la actualidad, aunque existen abundantes áreas potenciales para su posible explotación.

En los cuadros II, III y IV se detallan las canteras y yacimientos granulares en explotación y las masas de posible explotación en el futuro que se representan en los esquemas 1/200.000 adjuntos, representados por los signos correspondientes de la cantera o centro de gravedad de posible explotación y con un símbolo que indica la naturaleza e importancia de los materiales canterables.

I.— Roca ígnea (volcánica-subvolcánica)

C.— Calizas y/o dolomíticas

Y.— Yacimiento granular

5.1. CANTERAS

5.1.1. CANTERAS DE ROCAS IGNEAS:

Las canteras o masas canterables integradas en este grupo están localizadas principalmente en la Zona 1, es decir en la parte norte y nororiental del Tramo.

Responden por sus génesis y caracteres estratigráficos a dos tipos principales:

a) Canteras de rocas volcánicas-subvolcánicas de tipo andesítico-diabásico del Paleozoico Superior.

b) Canteras de rocas subvolcánicas de tipo ofítico localizadas dentro de los materiales del Trías.

Las primeras constituyen escasas explotaciones, puesto que si exceptuamos el área de Laspaules, no aparecen canteras en explotación. Estas rocas que pertenecen a los grupos 152b1, 152b2 y 152b3, constituyen masas en general poco continuas y de poco cubicaje, por lo que excepto

NOTA: La información de este apartado corresponde exclusivamente a la fecha de edición de esta publicación

la localizada al Oeste de Laspaules, explotada actualmente, no son susceptibles de explotación en futuro, excepto para pequeñas obras de fábrica que se localicen en los alrededores.

En el área de Aguiró aparecen formando frentes más extensos, pero las dificultades de los accesos hacen poco viable su explotación en un futuro próximo.

Las rocas ofíticas del grupo 213b, constituyen al contrario excelentes masas canterables, tanto por sus cualidades geotécnicas como por la abundancia y extensión de las mismas.

Son numerosas las explotaciones actuales de dichas rocas, que se localizan principalmente entre los alrededores de Pont de Suert y Sopeira, en donde son usadas activamente en la reforma de la carretera nacional n.º 230 (Lérida-Valle de Arán por Arén) (fig. 76).



Fig. 76. Cantera de ofitas (13) grupo 213b al norte de Pont de Suert.

Estas explotaciones son susceptibles de realizarse en todos aquellos afloramientos en los cuales su importancia y fácil accesos serán fácilmente localizados con una simple visualización de los mapas litológicos-estructurales a escala 1/50.000 que se acompañan al final de la presente memoria.

Casi todas las explotaciones de rocas ofíticas, por su peculiar localización dentro de los materiales más o menos plásticos y poco competentes del Trías, estarán sujetas a problemas geotécnicos de deslizamiento y desprendimiento.

5.1.2. CANTERAS DE CALIZAS Y DOLOMIAS:

A pesar de la abundancia de rocas carbonáticas en el presente tramo,

NOTA: La información de este apartado corresponde exclusivamente a la fecha de edición de esta publicación

son muy poco abundantes las canteras existentes. En cambio son numerosas las masas calizas susceptibles de ser explotadas. Se detallan aquellos puntos (centros de gravedad) que reúnen además de sus buenas cualidades (con extensos frentes), los de fácil acceso, ordenándolos según la frecuencia estratigráfica.

Las principales masas conteras son las siguientes:

- a) Paleozoico: grupos 151a, 142a, 142c, 143a, (fig. 79).
- b) Mesozoico: grupos 212, 212a, 222, 231a, 231c, 232c, 232g. (fig. 79).
- c) Terciario: grupo 312i.



Fig. 77. Cantera de calizas magnesianas (C24) grupo 212a al este de Naval.

5.2. GRAVERAS:

Los yacimientos granulares dentro del tramo corresponden a tres niveles estratigráficos geomorfológicos: glacis, terrazas y aluviales.

Los glacis no constituyen en general buenos yacimientos granulares, debido a que por presentar abundancia de finos suelen estar más o menos travertinizados y constituir, salvo excepciones, masas de poca potencia. Los únicos susceptibles de explotación corresponden al nivel de glacis bajos (350b) que se localizan en la margen izquierda del río Isábena, entre las localidades de Lascuarre y Laguarres en donde existe en la actualidad una explotación relativamente importante (fig. 78).

NOTA: La información de este apartado corresponde exclusivamente a la fecha de edición de esta publicación

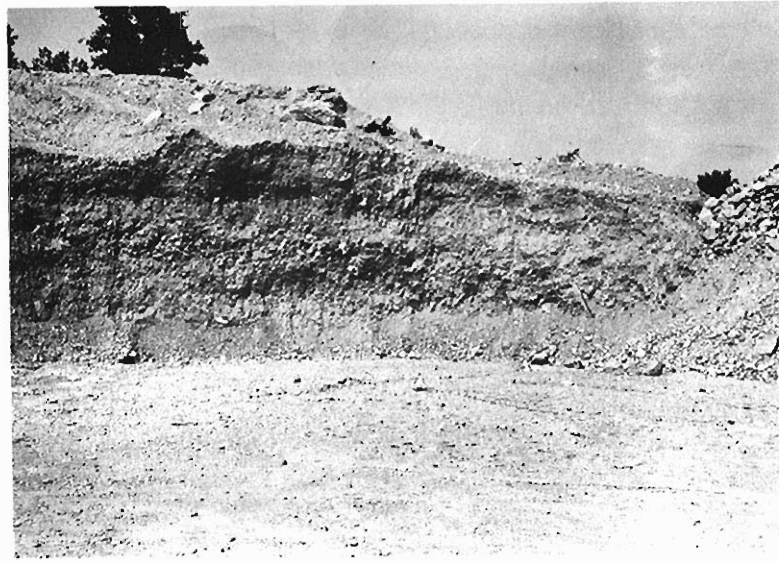


Fig. 78. Yacimiento granular (Y10) grupo 350b al oeste de Laguarres.

Las terrazas pueden constituir en algunos puntos yacimientos granulares de mediana importancia. Aunque están mejor "lavadas" que los glaciares suelen estar encalichadas y constituyen en general afloramientos de reducida extensión y poca potencia.

Los aluviales constituyen los yacimientos granulares más importantes en todo el Tramo. Se puede decir que todos los valles aluviales de los tramos medios de los ríos Cinca, Esera, Isábena y Noguera constituyen buenas áreas de yacimientos granulares, aunque tienen el inconveniente de la mala clasificación (alta heterometría) y abundancia de arena.

5.3. **PRESTAMOS.—**

Como el número de grupos geotécnicos es muy elevado, se ha creído conveniente no reseñar aquí los yacimientos posibles de explotación, ya que es obvio que su teórica utilización puede deducirse de la exposición hecha en los capítulos anteriores. No obstante puede admitirse que con excepción hecha de aquellos grupos claramente desfavorables, como pueden ser la mayoría de las formaciones flyschoides eminentemente margosas y la facies Keuper, el resto son susceptibles de ser utilizados como préstamos.

NOTA: La información de este apartado corresponde exclusivamente a la fecha de edición de esta publicación

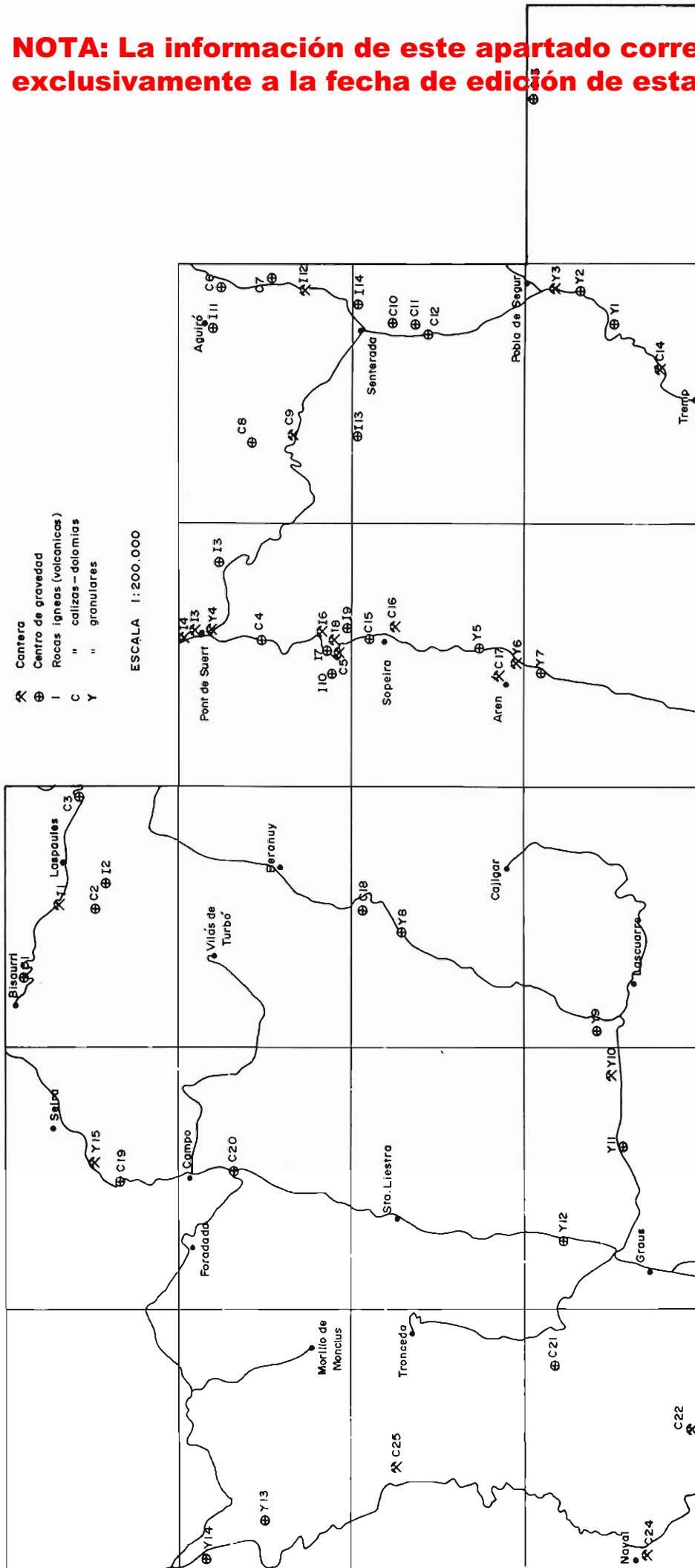


Fig. 79 Esquema de situación de canteras

NOTA: La información de este apartado corresponde exclusivamente a la fecha de edición de esta publicación

C U A D R O I I

CANTERAS DE ROCAS IGNEAS (Diabasas-ofitas)

Tipo de cantera	grupo litológ.	n.º cuadrante	coordenadas		Volumen aprox. (m ³).
			X	Y	
11	152b3	213-4	4° 15' 30"	42° 28' 30"	> 3 x 10 ⁵
12	213b	213-4	4° 15' 45"	42° 27' 15"	> 10 ⁵
13	213b	213-2	4° 25' 35"	42° 24' 45"	> 3 x 10 ⁵
14	213b	213-2	4° 25' 30"	42° 24' 55"	> 3 x 10 ⁵
15	213b	213-2	4° 28' 30"	42° 24' 05"	> 10 ⁵
16	213b	213-2	4° 26' 00"	42° 20' 50"	> 10 ⁵
17	213b	213-2	4° 25' 25"	42° 20' 45"	> 10 ⁵
18	213b	213-2	4° 25' 40"	42° 20' 40"	> 10 ⁵
19	213b	213-2	4° 25' 40"	42° 20' 25"	> 4 x 10 ⁵
110	213b	213-2	4° 24' 40"	42° 20' 35"	> 2 x 10 ⁵
111	152b3	214-3	4° 37' 15"	42° 23' 45"	> 10 ⁶
112	213b	214-3	4° 39' 00"	42° 21' 30"	< 2 x 10 ⁵
113	213b	252-4	4° 33' 30"	42° 19' 55"	> 3 x 10 ⁵
114	213b	252-4	4° 38' 15"	42° 19' 45"	> 3 x 10 ⁵

NOTA: La información de este apartado corresponde exclusivamente a la fecha de edición de esta publicación

C U A D R O I I I

CANTERAS DE CALIZAS Y/O DOLOMIAS

Tipo de cantera	Grupo litol.	n.º cuadrante	Coordenadas		Volumen aproxim. (m ³)
			X	Y	
C1	143a	213-4	4° 12' 40"	42° 20' 30"	> 2 x 10 ⁵
C2	212	213-4	4° 15' 30"	42° 27' 25"	< 10 ³ > 10 ⁵
C3	143a	213-4	4° 19' 40"	42° 27' 55"	< 10 ⁴
C4	231a	213-4	4° 25' 45"	42° 22' 25"	ilimitado
C5	212	213-4	4° 25' 20"	42° 20' 30"	> 3 x 10 ⁵
C6	141a	214-3	4° 39' 00"	42° 23' 35"	ilimitado
C7	141a	214-3	4° 39' 15"	42° 22' 20"	ilimitado
C8	141a	214-3	4° 39' 10"	42° 22' 45"	> 2 x 10 ⁵
C9	231a	214-3	4° 33' 00"	42° 21' 40"	ilimitado
C10	231a	252-4	4° 37' 35"	42° 18' 50"	ilimitado
C11	231c	252-4	4° 37' 40"	42° 18' 15"	> 4 x 10 ⁵
C12	231b1	252-4	4° 37' 20"	42° 17' 40"	> 4 x 10 ⁵
C13	232b2	252-3	4° 46' 20"	42° 14' 50"	ilimitado
C14	232g	252-3	4° 36' 10"	42° 11' 10"	> 4 x 10 ⁵
C15	231c	252-3	4° 25' 45"	42° 19' 25"	ilimitado
C16	232b1	251-1	4° 25' 55"	42° 18' 40"	> 10 ⁵
C17	232g	251-1	4° 24' 50"	42° 15' 35"	> 4 x 10 ⁵
C18	232g	251-4	4° 15' 20"	42° 10' 40"	< 10 ⁵
C19	232c	212-1	4° 04' 25"	42° 26' 45"	> ilimitado
C20	232g	212-2	4° 05' 05"	42° 23' 25"	> 10 ⁵
C21	312i	250-3	3° 57' 55"	42° 14' 10"	> 10 ⁵
C22	312a1	250-3	3° 55' 20"	42° 10' 05"	< 10 ⁵
C23	232e1	250-3	3° 51' 15"	42° 11' 55"	< 10 ⁵
C24	212a	250-3	3° 50' 40"	42° 11' 20"	< 10 ⁵
C25	312a3	250-4	3° 54' 05"	42° 18' 40"	> 10 ⁵

NOTA: La información de este apartado corresponde exclusivamente a la fecha de edición de esta publicación

C U A D R O I V

YACIMIENTOS GRANULARES

Tipo de cantera	Grupo litol.	n.º cuadr.	Coordenadas		Volumen aprox. (m ³)
			X	Y	
Y1	T1	252-3	4° 37' 40"	42° 12' 35"	> 2 x 10 ⁵
Y2	T1	252-3	4° 39' 10"	42° 13' 30"	> 5 x 10 ⁵
Y3	T1	252-3	4° 39' 05"	42° 13' 10"	> 5 x 10 ⁵
Y4	T1	213-2	4° 25' 50"	42° 24' 10"	> 2 x 10 ⁵
Y5	T1	251-1	4° 25' 25"	42° 16' 25"	> 5 x 10 ⁵
Y6	T1	251-1	4° 24' 55"	42° 15' 25"	> 2 x 10 ⁵
Y7	T1	251-2	4° 24' 30"	42° 14' 40"	> 5 x 10 ⁵
Y8	A1	251-4	4° 14' 15"	42° 18' 25"	> 5 x 10 ⁵
Y9	A1	251-3	4° 10' 40"	42° 12' 55"	> 5 x 10 ⁵
Y10	350b	250-2	4° 08' 30"	42° 12' 10"	> 5 x 10 ⁵
Y11	A1	250-2	4° 08' 00"	42° 12' 00"	> 5 x 10 ⁵
Y12	A1	250-2	4° 02' 20"	42° 13' 35"	> 2 x 10 ⁵
Y13	A1	212-3	3° 50' 55"	42° 22' 30"	> 5 x 10 ⁵
Y 14	A1	212-3	3° 50' 35"	42° 23' 35"	> 5 x 10 ⁵
Y 15	C3	212-1	4° 05' 25"	42° 27' 35"	< 10 ⁵

5.4. YACIMIENTOS QUE SE DEBERAN ESTUDIAR CON DETALLE

De todas las rocas susceptibles de ser explotadas en canteras, son sin duda los yacimientos de origen ígneo (rocas volcánicas y subvolcánicas) aquellos que deberán ir precedidos de un estudio de detalle antes de tomar una decisión sobre su explotación en plan masivo. Esta advertencia tiene su base en la forma de yacer de estos materiales, asociados a la formación Keuper y volcano-sedimentaria carbonífera, ya que normalmente las masas intrusivas se muestran muy variables en cuanto a su continuidad y estado de alteración.

6 BIBLIOGRAFIA

ALASTRUE, E., ALMELA, A. y RIOS, J.M. (1957)

Explicación del Mapa Geológico de la provincia de Huesca.
Mapa Geol. de Esp. esc. 1:200.000. **I.G.M.E.**

ALMELA, A. y RIOS, J.M. (1957)

Explicación del Mapa Geológico de la provincia de Lérida.
Mapa Geol. de Esp. esc. 1:200.000. **I.G.M.E.**

ALMELA, A., DE GALVEZ-CAÑERO, A. y RIOS, J.M. (1958)

Explicación del Mapa y Hoja número 211, Boltaña (Huesca),
Mapa Geol. de Esp. esc. 1:50.000. **I.G.M.E.**

ALVARADO, M., COMA, E. y del VALLE, J. (1959)

Explicación del Mapa y Hoja número 289, Benabarre
(Huesca - Lérida).
Mapa Geol. de Esp., esc. 1:50.000. **I.G.M.E.**, 84 pp.

CRUSAFONT, M., RENZI, M. DE y CLAVELL, E. (1966).

Un corte estratigráfico modelo del Garumniense-Paleoceno-
-Eoceno, en la cuenca preaxial del Isábena. **Act. Geol.
Hisp.** a 1, n.º 5, pp. 21-23.

DUCASSE; O (1972)

“Les Ostracodes de la coupe de Campo (prov. de Huesca)”
Rev. Esp. de Micropaleontología, número extraordinario
de diciembre de 1972, pp. 273-289.

GARRIDO MEGIAS, A. (1968)

Sobre la estratigrafía de los conglomerados de Campanué
(Santa Liestra) y formaciones superiores del Eoceno
(extremo occidental de la cuenca Tremp-Graus, Pirineo
Central, provincia de Huesca). **Act. Geol. Hisp.** t. III,
n.º 2, pp. 39-43.

- GARRIDO MEGIAS, A. y RIOS ARAGUES, L.M. (1972)
 Síntesis geológica del Secundario y Terciario entre los ríos Cinca y Segre. **Bol. Geol. Min.** T. LXXXIII-I, pp. 1-47.
- GOMEZ DE LLARENA Y PON, J. (1915)
 "Excursión por el Esera y el Valle de Arán" **Bol. Geol. de la R. S. Esp. de H.N.**, tomo XV pp. 442-445.
- GUTIAN OJEA, F. CARBALLAS, T y DIAZ-FIERROS, F. (1973)
 "Suelos de la zona húmeda española: VII. Suelos naturales del Pirineo Oscense". *Pirineos*, n.º 108, pp. 5-40.
- IGME. (1972)
 Mapa geológico de España 1/200.000 (síntesis de la Cartografía existente) Hoja n.º 23. "Huesca".
- IGME. (1972)
 Mapa geológico de España 1/200.000 (síntesis de la cartografía existente) Hoja n.º 24. "Berga".
- MALLADA, L. (1875)
 "Breve reseña geológica de la provincia de Huesca". *An. de la S. Esp. de H.N.* Tomo IV, pp. 169-232.
- MEY, P.H.W. (1968)
 Geology of the Upper Ribagorzana and Tor valleys, Central Pyrénées Spain. *Shett*, 8, 1:50.000. **Leidse Geol. Med.**, 41 pp. 221-228, Leiden.
- MEY, P.H.W. (1968)
 Geology of the Upper Ribagorzana and Baliera Valleys, Central Pyrénées, Spain. **Leidse Geol. Med.**, 41, pp. 153-220, Leiden.
- RENZI, M. de (1967)
 El problema del límite Secundario y Terciario en las proximidades de Serraduy, en el Valle del Isábena (prov. de Huesca). **Act. Geol. Hisp.**, a 2, pp. 19-24.

ROGER, Ph. (1965)

Etude stratigraphique et structurale de la zone de Nogueras entre l'Esera et l'Isabena (Huesca, España). **Act. Soc. Linnéenne de Bordeaux**, t. 102, pp. 1-25.

ROSELL, J. (1970)

Explicación del Mapa y Hoja n.º 252 "Trempe" Map. Geol. Esp. 1:50.000 **I.G.M.E.**

SAENZ GARCIA, C.

"Informe Geológico de la Cerrada de Murillo (Barranco de las Mosqueras)", (para la H.E.C.).

SEGURET, M. (1970)

Etude tectonique des nappes et séries decollées de la partie centrale du versant sud des Pyrénées. Caractère synsedimentaire, rôle de la compression et de la gravité. These Fac. Sc. de Montpellier.

SERVICIO GEOLOGICO DE OBRAS PUBLICAS

"Informe acerca de los corrimientos y desprendimientos producidos en el trozo segundo de la carretera local de Senterada a Capdella (Lérida). Madrid 1953.

SERVICIO GEOLOGICO DE OBRAS PUBLICAS

"Informe sobre la posibilidad geológica de los embalses de Campo y Morillo de Liena, sobre el río Esera, y las condiciones de las cerradas y vasos de los mismos (términos de Campo y de Foradada de Toscar, prov. de Huesca)". Madrid, Julio de 1960.

SERVICIO GEOLOGICO DE OBRAS PUBLICAS

"Informe acerca de los sondeos realizados para el estudio de la cerrada del embalse de Morillo de Liena sobre el río Esera (Huesca)". Madrid, octubre 1969.

SERVICIO GEOLOGICO DE OBRAS PUBLICAS:

"Informe acerca de los sondeos ejecutados en el emplazamiento previsto para la cerrada del embalse de Campo en el río Esera, término de Campo (Huesca)". Madrid 1971.

SITTER, L.U. (1956)

A cross section through the Central Pyrénées Geol. Rundsh. Bd. 45, pp. 214-233. Corte geológico a través de los Pirineos centrales. Trad. J.M. Ríos, **Not. y Com. I.G.M.E.**, n.º 46, pp. 177-207. 1957.

SOUQUET, P. (1967)

Le Crétacé Supérieur sud-Pyrénéen en Catalogne, Aragon et Navarre. Tesis Doctoral, 530, pp. Faculté des Sciences de Toulouse.

7. A P E N D I C E

ENSAYOS DE LABORATORIO

Se han efectuado ensayos de identificación de 14 muestras de terreno correspondientes a diversos grupos litológicos del tramo; tres corresponden a grupos de la zona 2 y 11 a grupos de la zona 3. Estas muestras se han numerado con dos números separados por un guión, el primero de ellos indica la Zona y el segundo es de orden dentro de la Zona. La procedencia de las muestras es la siguiente:

2-1 y 2-2: Se han tomado en el grupo 232e2, en la carretera que desde Poble de Segur va a Senterada por la margen izquierda del río Flamisell, (cuadrante 252-4).

2-3: Tomada en el grupo 232h1, en el B^{CO}. de Esplugafreda, afluente del río Noguera Ribagorzana por la izquierda, (cuadrante 251-1).

3-1: Tomada en el grupo 213a de la zona de Naval, p.k. 12 de la carretera comarcal 138, (cuadrante 250-3).

3-2: Tomada en el grupo 312b2, al sur de Aren, (cuadrante 251-1).

3-3: Tomada en el grupo 312d2, p.k. 32 de la carretera comarcal 138, (cuadrante 250-4).

3-4: Tomada en el grupo 312f1, cerca del cruce de la carretera local de Puebla de Fantova a Centenera sobre el B^{CO} de Pinares (cuadrante 250-1).

3-5 y 3-6: Tomadas en el grupo 312f3 en los p.k. 6 y 3 de la carretera local de Graus a Panillo (cuadrante 250-2).

3-7 y 3-8: Tomadas en el grupo 312h1 en los p.k. 14 y 11 de la carretera local de Graus a Panillo, Pano y Troncedo, (cuadrante 250-4).

3- 9 y 3- 10: Tomadas en el grupo 312j en el p.k. 20-21 de la carretera comarcal 138 (cuadrante 250-3).

3- 11: Tomada en el grupo 321b, en el p.k.9 de la carretera comarcal 138 (cuadrante 250-3).

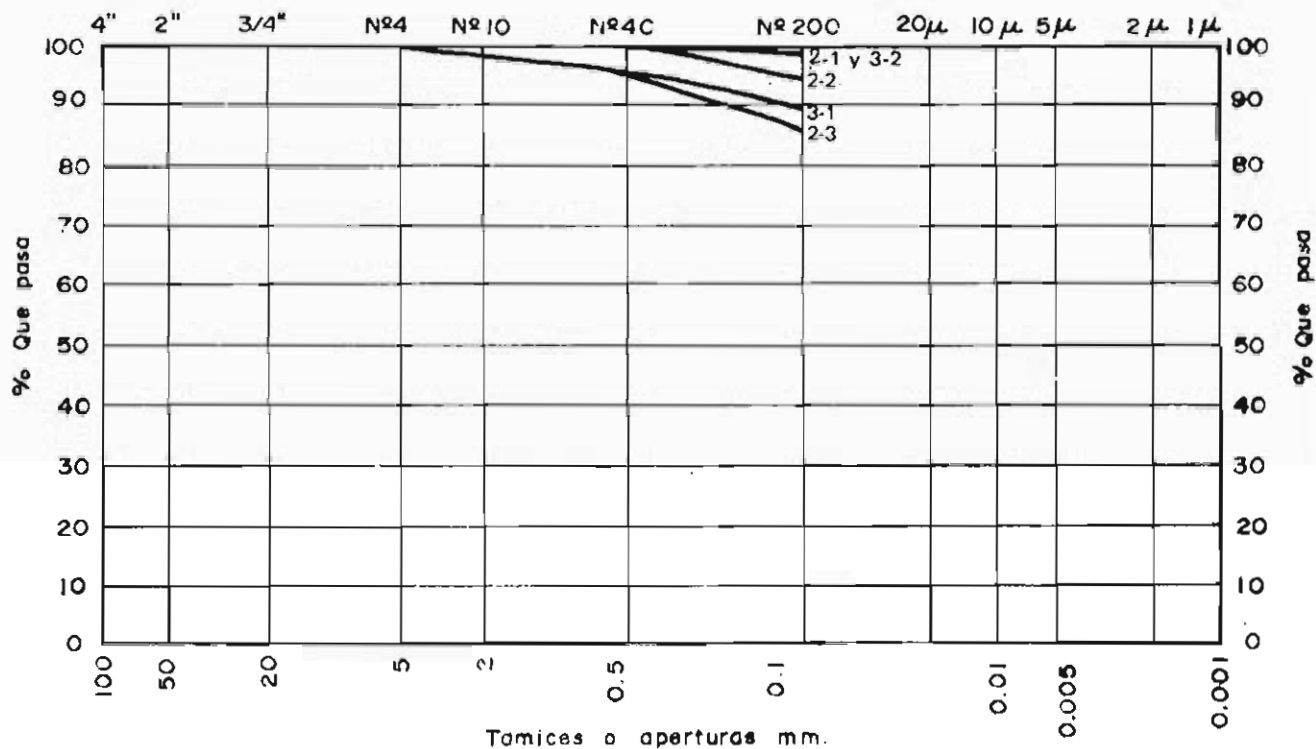
Se han determinado en estos ensayos el límite líquido, el límite plástico, granulometría, contenido cuantitativo de carbonatos y cualitativo de sulfatos. Los resultados se indican en los cuadros que a continuación se acompañan, habiéndose representado en un gráfico de plasticidad de Casagrande los puntos representativos de las diferentes muestras.

ENSAYOS DE CLASIFICACION Y COMPLEMENTARIOS

MUESTRA N°		2-1	2-2	2-3	3-1	3-2
GRUPO LITOLÓGICO		232 e2	232 e2	232-h1	213 a	312 b2
LÍMITE LÍQUIDO ÍNDICE DE PLASTICIDAD		38 19	40 17	24 10	46 22	36 15
% QUE PASA POR LOS TAMICES	10	100	100	99	98	100
	40	100	100	96	95	100
	200	94	94	84	89	99
ÍNDICE DE GRUPO		12	11	8	14	10
CLASIFICAC.	H. R. B.	A-6	A-6	A-6	A-7-6	A-6
	CASAGRANDE	CI	CI	CL	CI	CI
CARBONATOS(%CO ₃ Ca)		53	51	53	22	34
SULFATOS		Ligeros In.	Ligeros In.	Sulfatos	Ligeros In.	Indicios

Serie ASTM

GRÁFICO GRANULOMÉTRICO

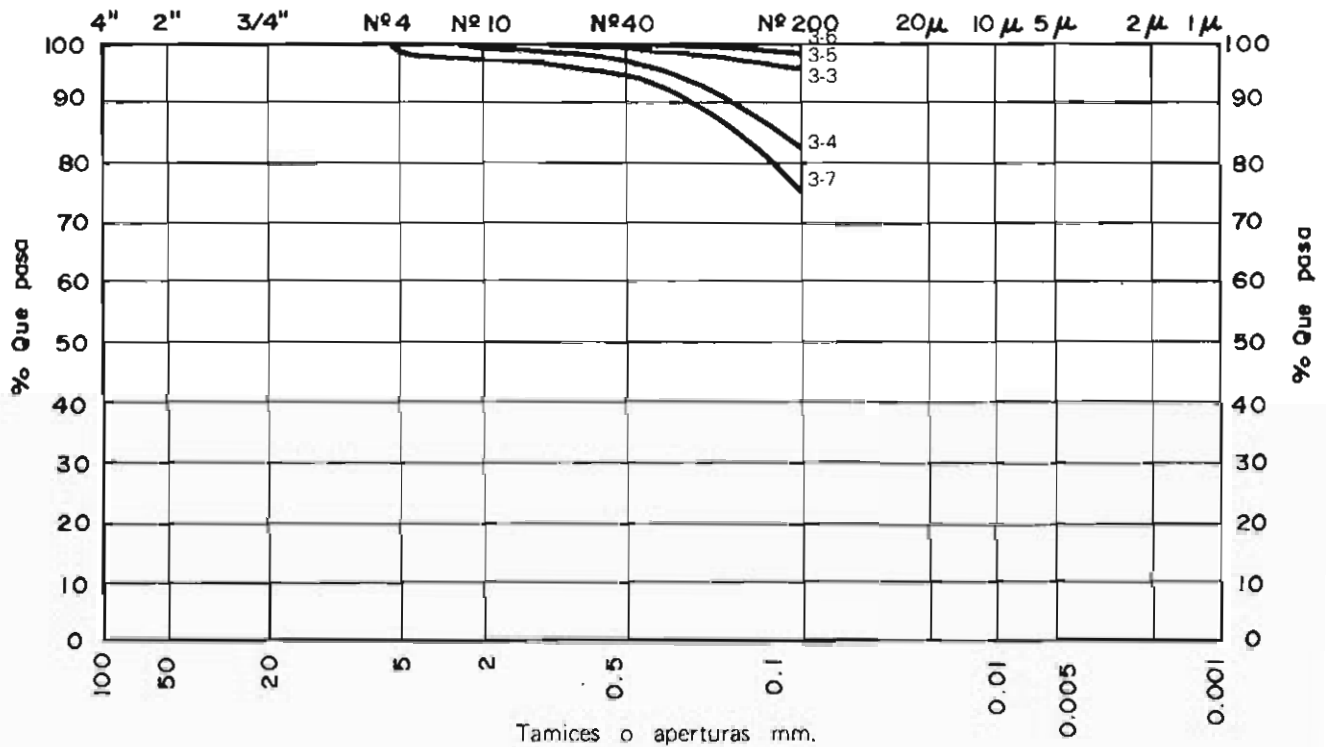


ENSAYOS DE CLASIFICACION Y COMPLEMENTARIOS

MUESTRA N°	3-3	3-4	3-5	3-6	3-7	
GRUPO LITOLÓGICO	312 d2	312 f1	312 f3	312 f3	312 h1	
LIMITE LIQUIDO INDICE DE PLASTICIDAD	31 13	25 11	35 16	30 12	26 9	
% QUE PASA POR LOS TAMICES	$\left\{ \begin{array}{l} 10 \\ 40 \\ 200 \end{array} \right.$	100	100	100	100	
		100	99	99	100	97
		97	82	99	100	94
INDICE DE GRUPO	9	8	11	9	8	
CLASIFICAC.	H. R. B.	A-6	A-6	A-6	A-6	A-4
	CASAGRANDE	CL	CL	CL	CL	CL
CARBONATOS (% CO ₂ ca)	56	34	49	41	56	
SULFATOS	Sulfatos	Sulfatos	Indicios	Ligeros In	Sulfatos	

Serie ASTM

GRAFICO GRANULOMETRICO

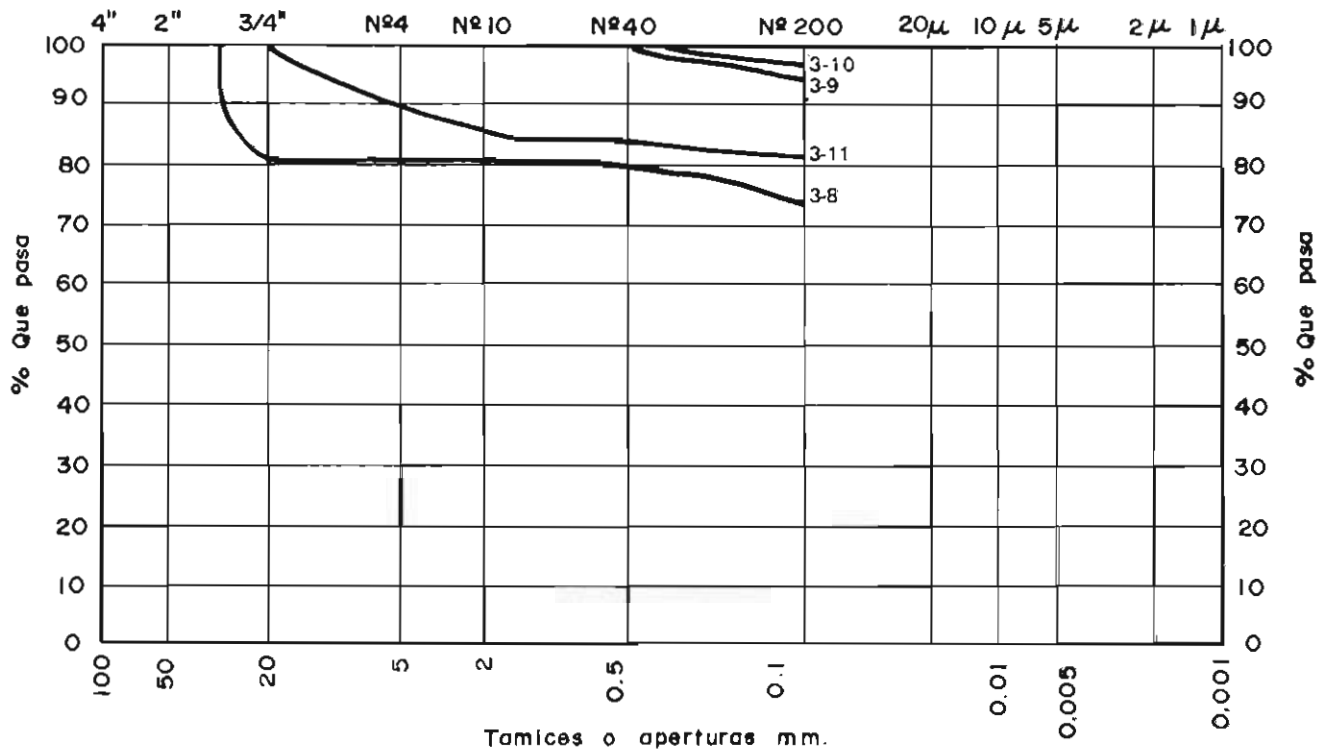


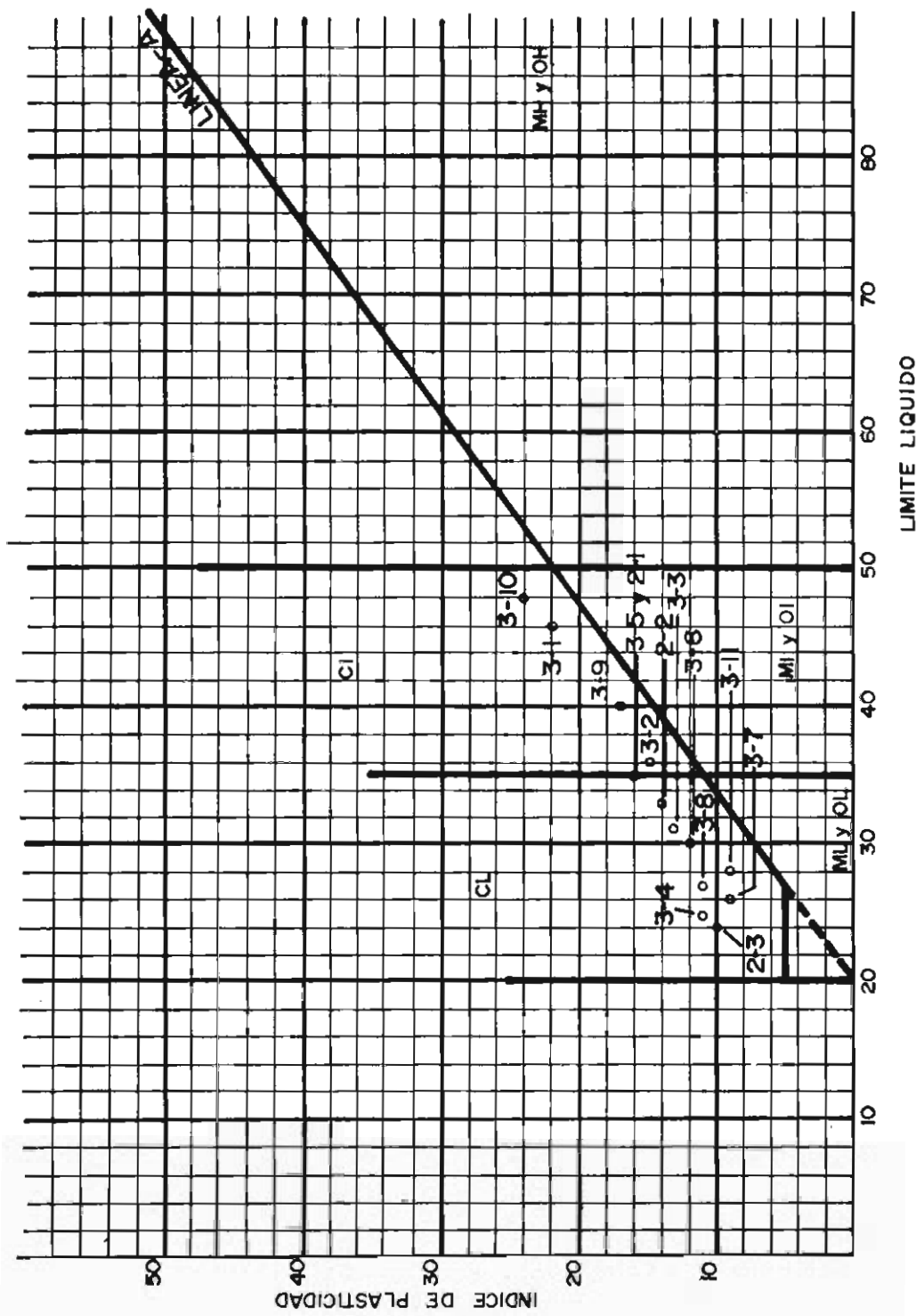
ENSAYOS DE CLASIFICACION Y COMPLEMENTARIOS

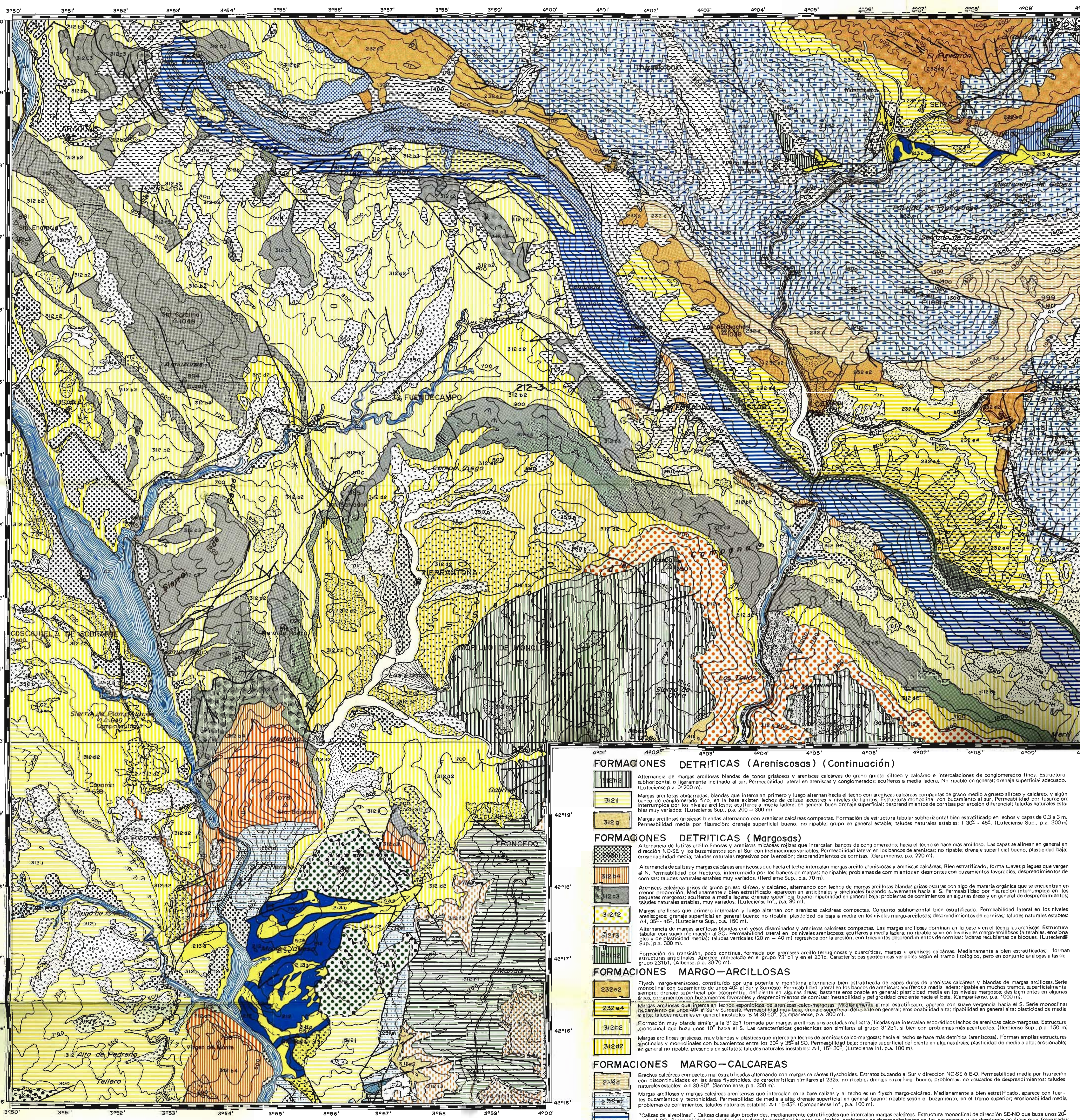
MUESTRA N°	3-8	3-9	3-10	3-11	
GRUPO LITOLÓGICO	312 h1	312 j	312 j	321 b	
LÍMITE LÍQUIDO ÍNDICE DE PLASTICIDAD	27 11	40 17	48 24	28 9	
% QUE PASA POR LOS TAMICES	81 80 76	100 100 97	100 100 98	86 84 82	
ÍNDICE DE GRUPO	8	11	16	8	
CLASIFICAC.	H. R. B.	A-6	A-7-6	A-7-6	A-4
	CASAGRANDE	CL	CI	CI	CL
CARBONATOS (% CO ₃ Ca)	47	47	40	53	
SULFATOS	Sulfatos	Indicios	Ligeros In	Sulfatos	

Serie ASTM

GRÁFICO GRANULOMÉTRICO





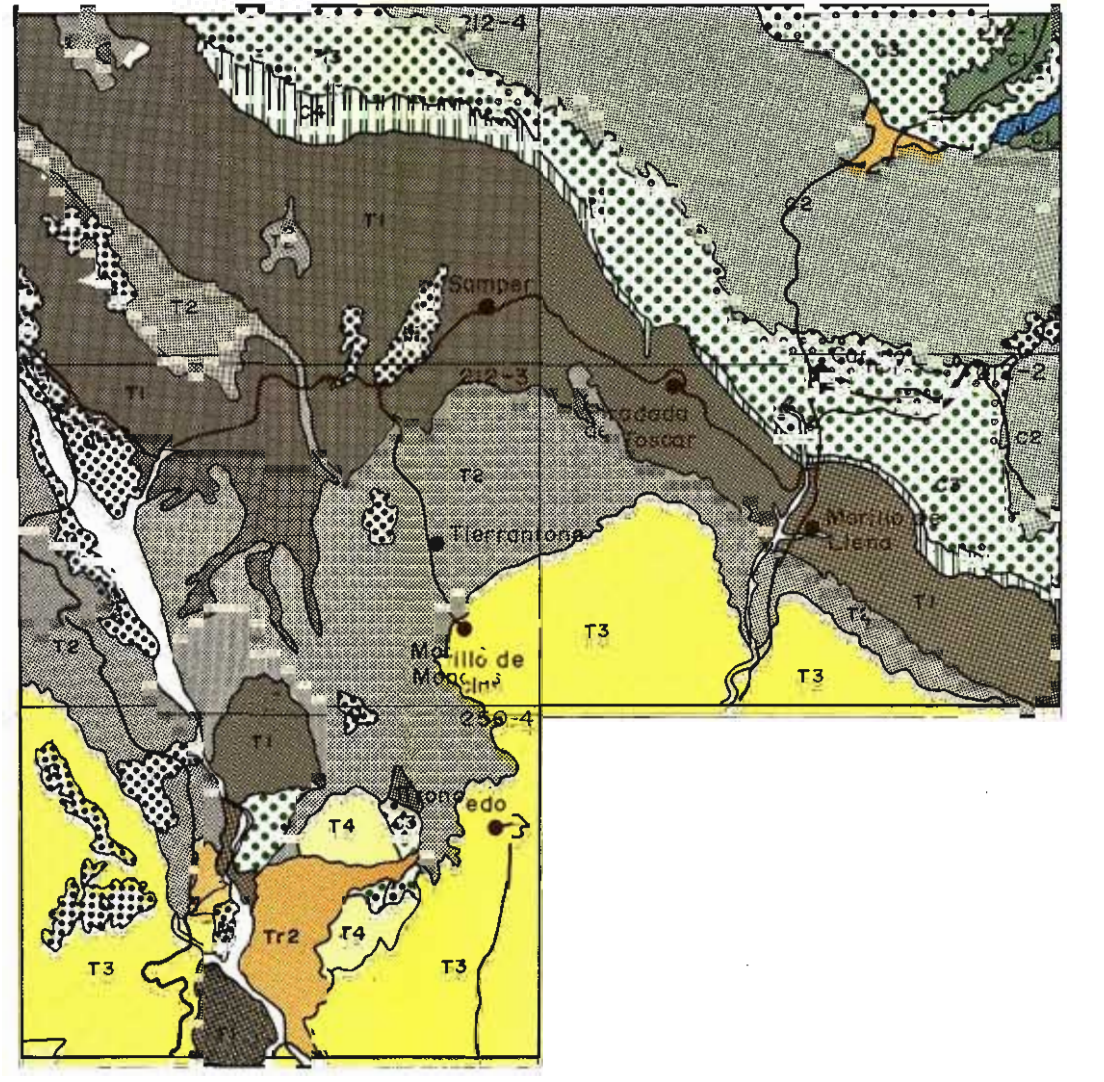


MAPA LITOLOGICO - ESTRUCTURAL Escala, 1:50.000

FORMACIONES CALCAREAS	Calizas dolomíticas de tonos gris-rosados, bien estratificadas. Aparecen en masas discontinuas, a veces alóctonas, dentro del Keuper. Permeabilidad de media a alta; buen drenaje superficial; en algunas áreas aparecen muy fracturadas y tabeicas presentando en los desplomes problemas de desprendimientos, pudiendo ser ripables. (Muschelkalk, p.a. 50 m).
FORMACIONES DETRITICAS (Conglomeráticas)	Formación potente de conglomerados y puzos fundamente calcareos, bien cementados que intercalan bancos y lechos de areniscas calizas. Bien estratificada; buzamiento suave hacia el S. Permeabilidad media; drenaje superficial bueno; no ripable; problemas de desprendimientos en los desplomes; taludes naturales estables. A1 (Luteciano Sup., p.a. 400 m).
FORMACIONES DETRITICAS (Areniscosas)	Areniscas calizas compactas de grano medio a fino, calcareas que intercalan y alternan hacia la base con margas arcillosas y margas calcáreas. Grupo bien estratificado en capas y bancos de 0,2 a 2 m. Permeabilidad lateral en las areniscas; acuífero a media altura; en general no ripable; drenaje superficial adecuado; presencia de sulfatos en los niveles margosos; taludes recubiertos de bloques, desprendimientos de cornisas. (Luteciano Sup., p.a. > 200 m).

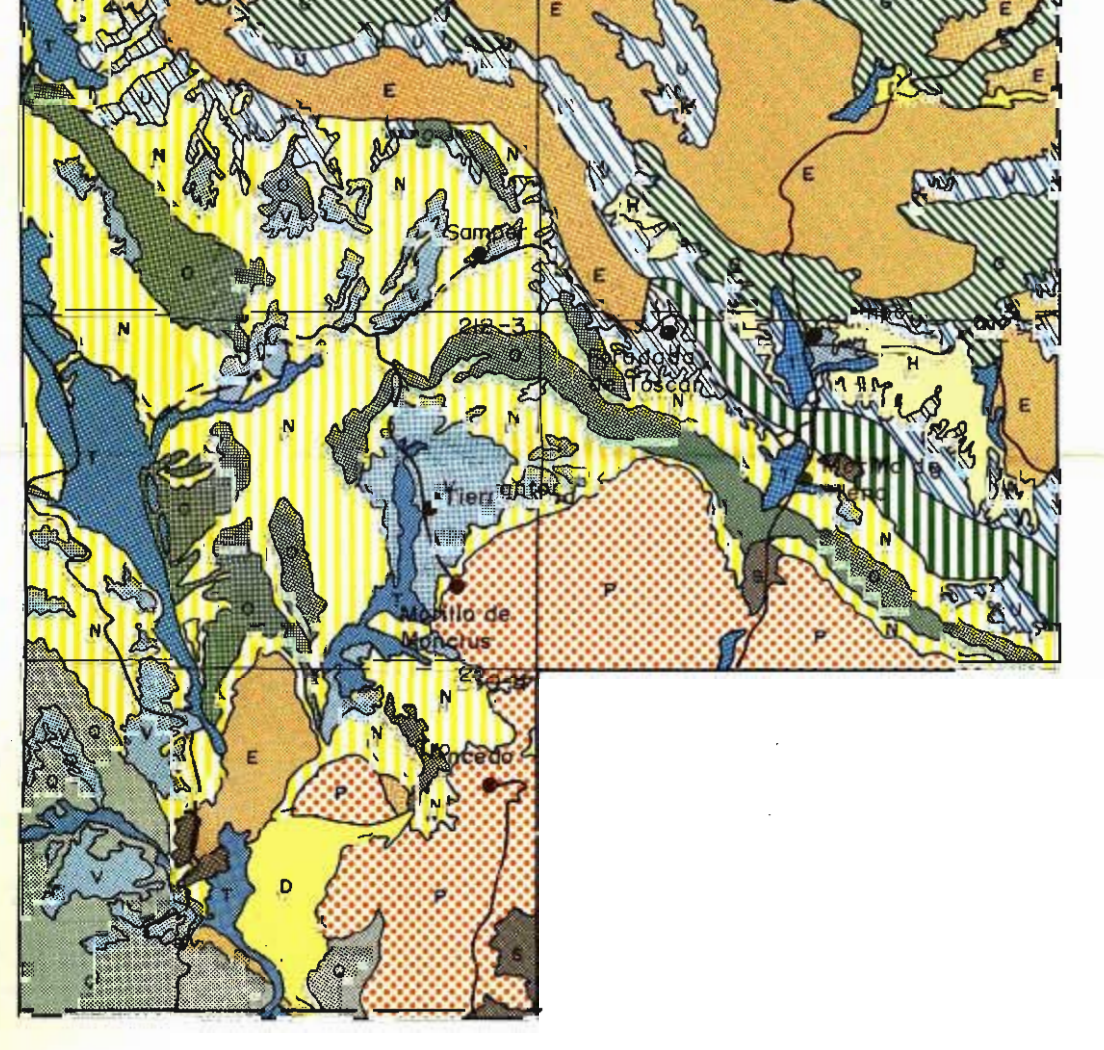
FORMACIONES DETRITICAS (Areniscosas) (Continuación)	Aternancia de margas arcillosas blandas de tonos grisáceos y areniscas calizas de grano grueso silíceo y calcáreo o intercalaciones de conglomerados finos. Estructura subhorizontal o ligeramente inclinada al sur. Permeabilidad lateral en areniscas y conglomerados; acuíferos a media altura. No ripable en general; drenaje superficial adecuado. (Luteciano Sup., p.a. > 200 m).
FORMACIONES DETRITICAS (Margas)	Aternancia de lutitas arcillo-limosas y areniscas calcáreas que intercalan bancos de conglomerados; hacia el techo se hace más arcilloso. Las capas se alinean en general en dirección N23E y los buzamientos son al Sur con inclinaciones variables. Permeabilidad lateral en los bancos de areniscas; no ripable; drenaje superficial bueno; plasticidad baja; erosionalidad media; taludes naturales resiguos por la erosión; desprendimientos de cornisas. (Luteciano Sup., p.a. 220 m).
FORMACIONES MARGO - ARCILLOSAS	Flysch margo-areniscoso, constituido por una potente y monótona alternancia bien estratificada de capas duras de areniscas calcáreas y blandas de margas arcillosas. Serie monótona; buzamiento de unos 40° al Sur y Sureste. Permeabilidad lateral en los bancos de areniscas; acuífero a media altura; ripable en muchos tramos; superficialmente siempre drenaje superficial por escorrentía, del tipo en algunas áreas, bastante erosional; en general, plasticidad media en los niveles margosos; delaminación en algunas áreas; corrimientos con buzamientos tóxicos; desprendimientos de cornisas; inestabilidad y peligrosidad creciente hacia el Este. (Campaniano, p.a. 1000 m).

ESQUEMA GEOLOGICO. — Escala, 1:200.000



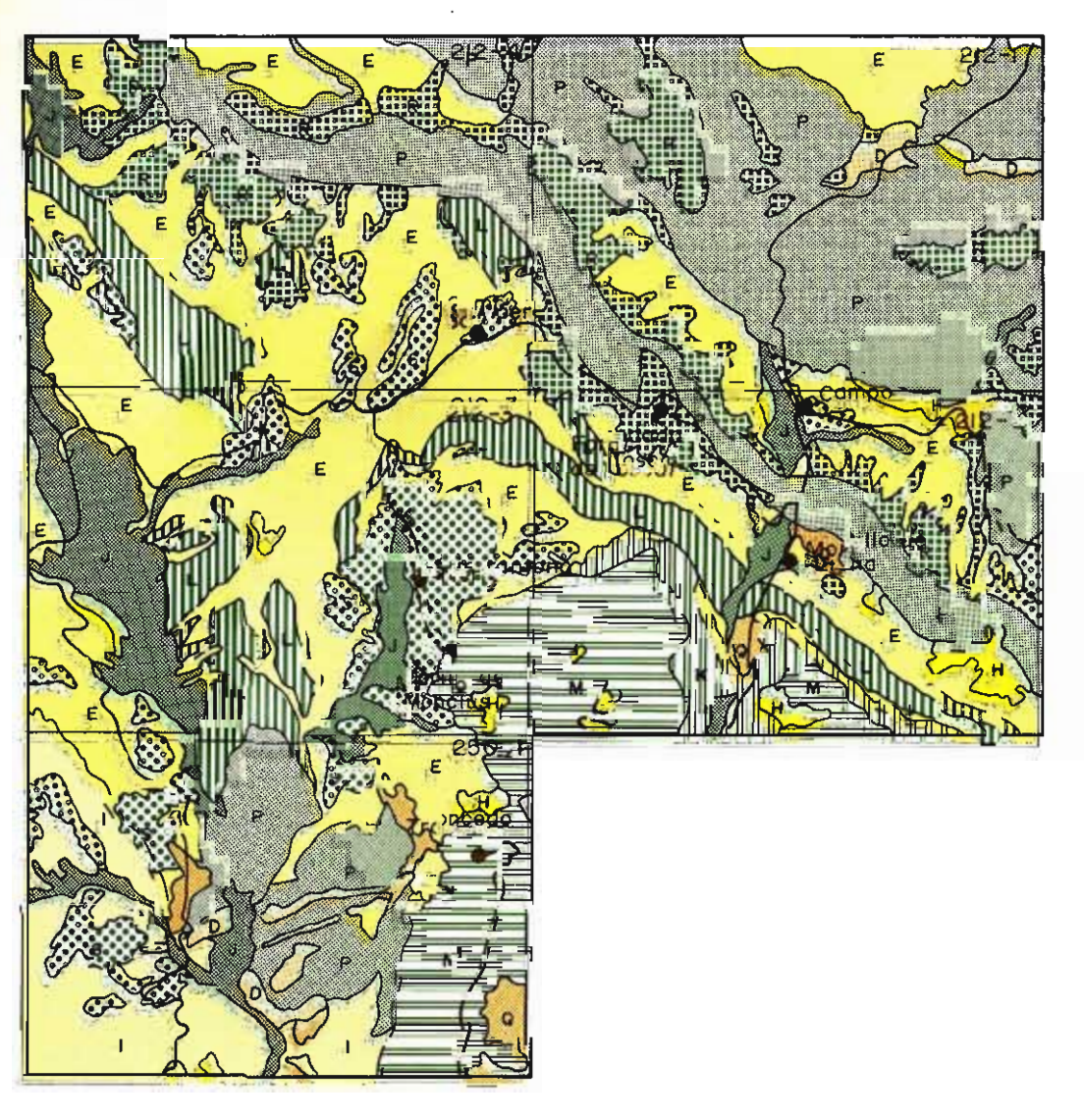
MESOZOICO	Triás-Medio Superior Facies Keuper con calizas dolomíticas y rocas volcánicas
Jurásico Dolomitas y calizas dolomíticas	
CRETACICO	Albense - Cenomaniense Calizas, margas y margolitas
Cenomaniense - Santoniense Calizas	
Companiense Flysch margo-areniscoso	
Mastriehiense - Daniense Margas y areniscas	
TERCIARIO	Plioceno - Eoceno inferior Calizas, margolitas y margas arcillosas
Eoceno - Medio Superior Areniscas calcáreas y margas arcillosas	
Eoceno - Superior Conglomerados, areniscas y margas arcillosas	
Oligoceno - Mioceno Conglomerados y areniscas	
PLIO - CUATERNARIO	Glacia, terrazas, aluviales, coluviales y aluviales

ESQUEMA GEOMORFOLÓGICO. — Escala, 1:200.000



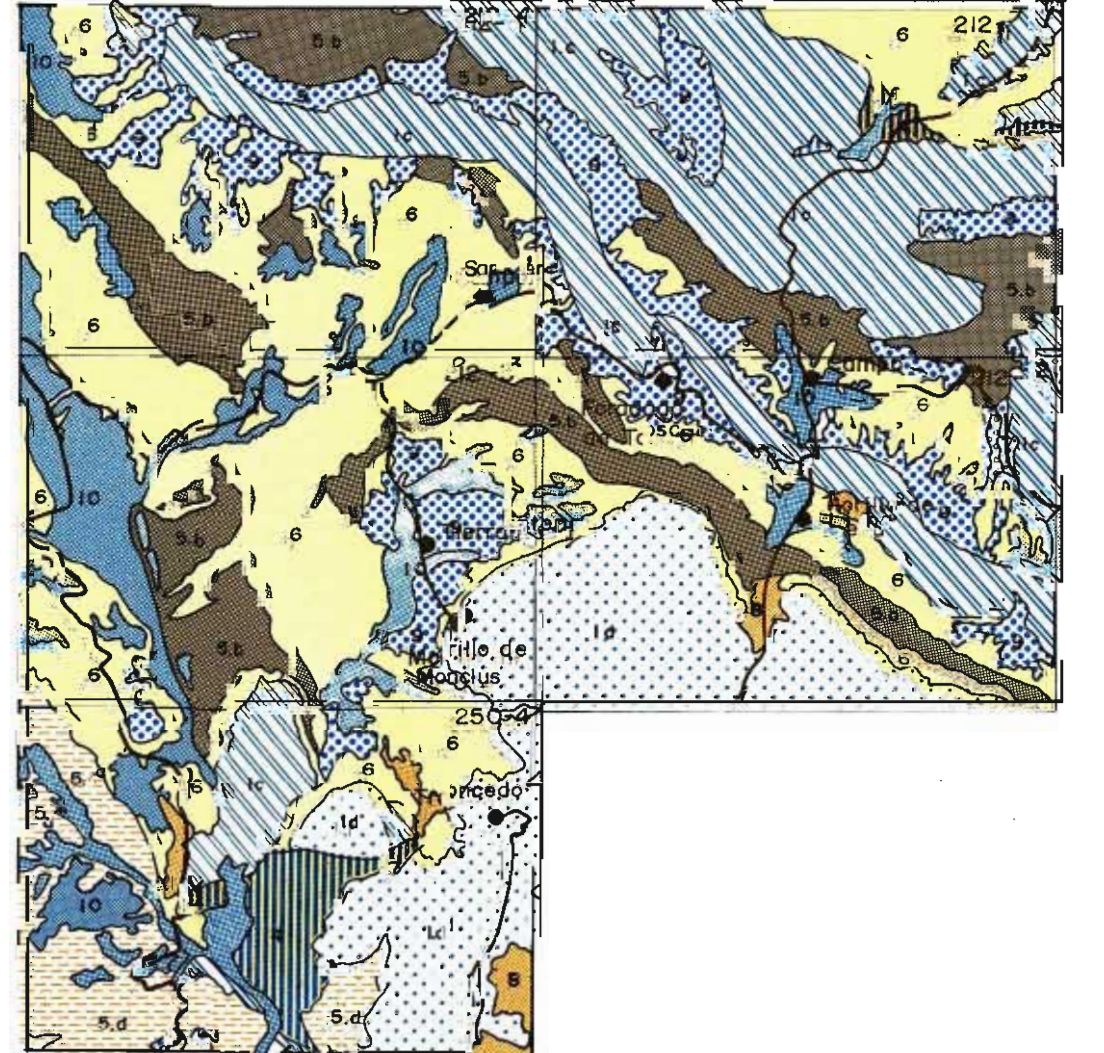
D	Áreas generalmente depřimidas ocupadas por los materiales del Keuper y Muschelkalk; laderas de perfiles variados; las materiales dolomíticos o volcánicos (loftas), se presentan con frecuencia destacando en morros, crestas y alineaciones más o menos extensas; fenómenos generados de inestabilidad muy acusada.
E	Relieves montañosos de morfología abrupta, constituidos normalmente por materiales calizos, que exhiben áreas depřimidas de naturaleza margosa o calcárea; al inclinarse hacia el este, se presentan con pendientes pronunciadas que ocasionan problemas de desprendimientos de cornisas.
H	Áreas depřimidas formadas laderas muy abarrancadas; fenómenos de deslizamiento muy generalizado en las pendientes estructurales.
N	Áreas ocupadas generalmente por relieves depřimidos constituyendo laderas y alineaciones de morfología quebrada y en general pronunciada; la presencia de niveles duros areniscos da lugar a cuevas estructurales, e interfluvios distribuidos; red de drenaje dendrítica muy acusada.
O	Relieves similares a los del grupo M constituidos por formaciones esencialmente areniscas-calcareas. Las pendientes estructurales no lo son constantemente al SO aunque sí en su mayor parte.

ESQUEMA DE SUELOS Y FORMACIONES DE PEQUEÑO ESPESOR. — Escala, 1:200.000

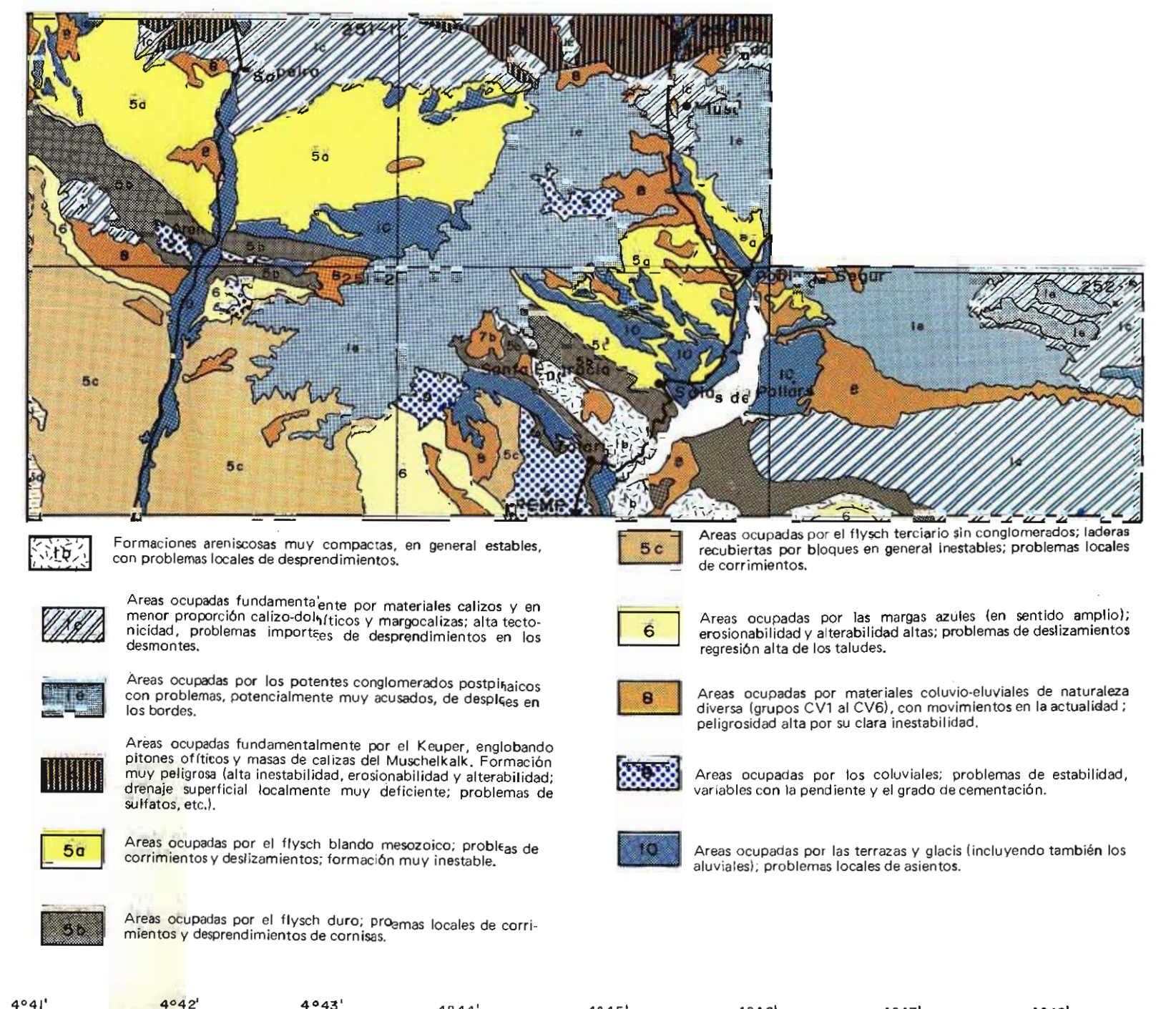
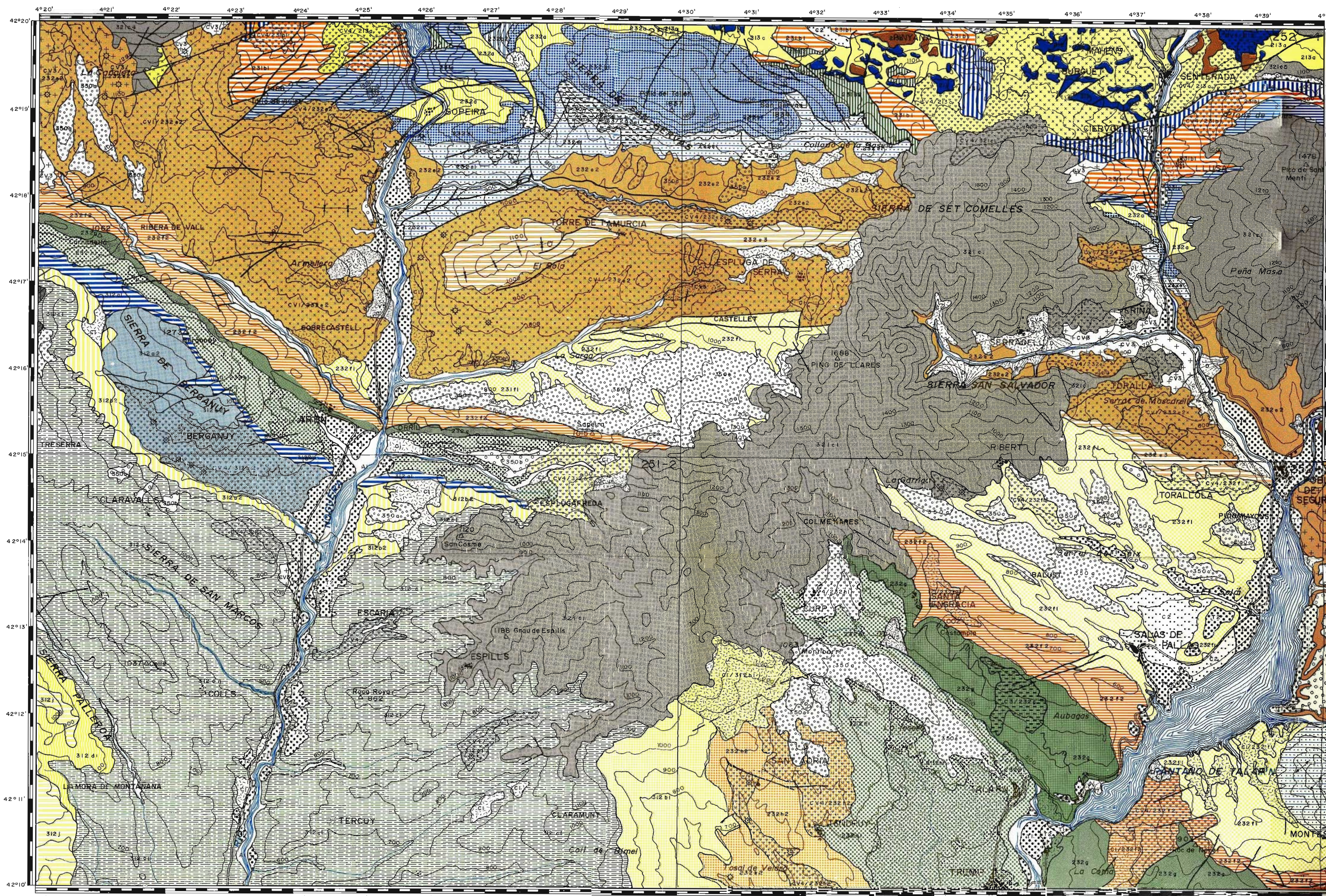


SUELOS COHESIVOS	Recubrimientos arenosos muy continuos sobre materiales del Keuper, de alta plasticidad; resistencia muy baja; poco consolidados; permeabilidad muy baja.
SUELOS NO COHESIVOS	Aluviales y terrazas fluviales de bot, grava y arcilla; areniscas limo-arcillosas y limos en arroyos laterales; suelos y parcialmente consolidados en terrazas; permeabilidad media o alta.
OTROS TIPOS	Recubrimientos poco consistentes sobre materiales calcáreas formados por fragmentos de rocas calizas con matriz arcillosa en proporción muy variable según que procedan o se sitúen sobre niveles más o menos margosos (generalmente margosos), compactos ó filios; permeabilidad media ó alta.

ESQUEMA GEOTECNICO. — Escala, 1:200.000



A	Áreas ocupadas fundamentalmente por materiales calizos y en menor proporción calizo-dolomíticos y margolitas; alta tectonicidad; problemas importantes de desprendimientos en los desplomes.
B	Áreas ocupadas por terrenos terciarios (conglomerados, calizas, areniscas; y de yeso margal, que coronan los relieves tabulares o dan enclaves duros dentro del flysch con problemas de deslomes en los bordes, y en general de deslizamientos).
C	Áreas ocupadas fundamentalmente por el Keuper, englobando plines ofíticos y masas de calizas del Muschelkalk. Formación muy pilgrona (alta inestabilidad, erosionalidad y alterabilidad; drenaje superficial localmente muy deficiente; problemas de asentos y de presencia de sulfatos, etc.).
D	Áreas ocupadas por el flysch duro, problemas locales de corrimientos y desprendimientos de cornisas.
E	Áreas ocupadas por el flysch terciario con conglomerados; problemas locales de corrimientos.



- Legend for Geotechnical Scheme: 5C Areas occupied by compact argillaceous formations... 6 Areas occupied by marls... 8 Areas occupied by materials... 10 Areas occupied by terraces and glacial... 10C Areas occupied by the flysch...

MAPA LITOLÓGICO - ESTRUCTURAL Escala, 1:50.000

- FORMACIONES VOLCANICAS: Rocas subvolcánicas de tipo-dabásicas...
FORMACIONES CALCAREAS: Calizas dolomíticas de tonos porcelánicos...
FORMACIONES DETRITICAS (Conglomeráticas): Grupo muy potente que integra la serie total de tramos...
FORMACIONES DETRITICAS (Areniscosas): Areniscas calcáreas compactas de grano medio a fino...
FORMACIONES DETRITICAS (Margosas): Formación de transición, poco continua, formada por areniscas...

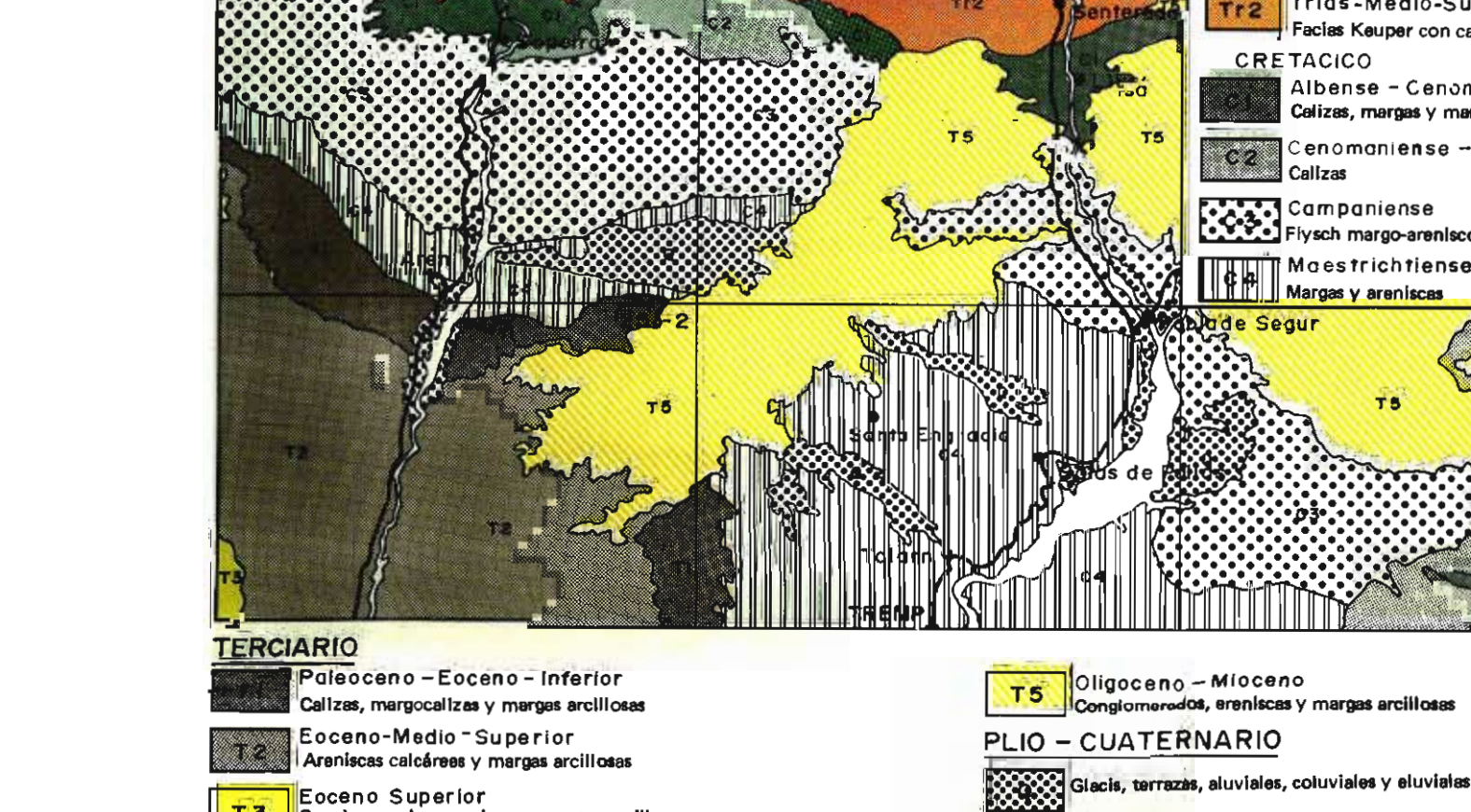
- FORMACIONES MARGO-ARCILLOSAS: Flysch margo-arcilloso, constituido por una potente y monótona alternancia...
FORMACIONES MARGO-CALCAREAS: Margas calcáreas, calizas margosas y margas de tonos grisesos...
FORMACIONES SUPERFICIALES: Recubrimientos de latera originados a partir de formaciones margosas...

- FORMACIONES MARGO-CALCAREAS (continued): Margas calcáreas, calizas margosas y margas de tonos grisesos...
FORMACIONES SUPERFICIALES (continued): Recubrimientos de latera originados a partir de formaciones margosas...

ESQUEMA DE SUELOS Y FORMACIONES DE PEQUEÑO ESPESOR. - Escala, 1:200.000

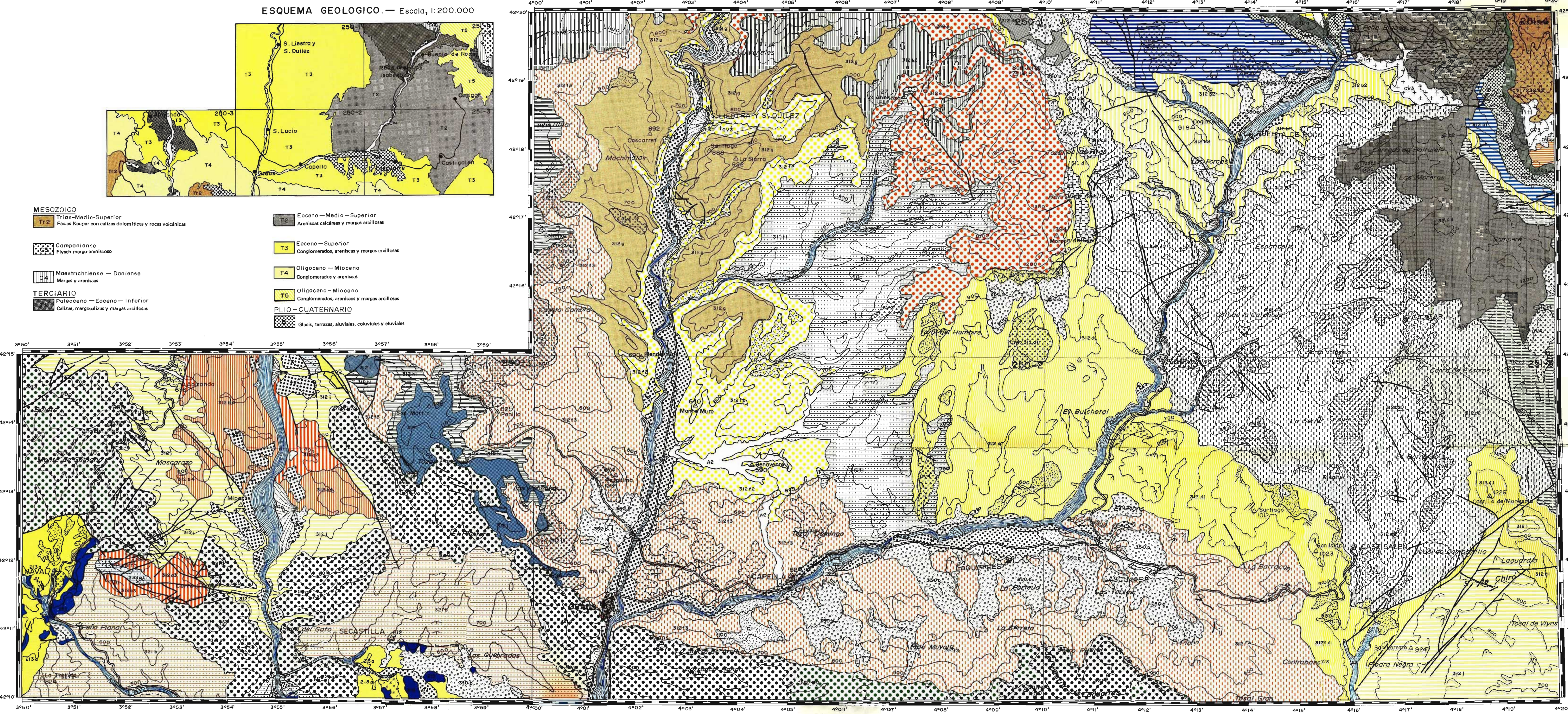
- SUELOS COHESIVOS: Recubrimientos arcillosos muy continuos sobre materiales del Keuper...
OTROS TIPOS: Recubrimientos parciales de gravas y arenas limosas...
SUELOS NO COHESIVOS: Aluviales y terrazas fluviales de bolos, gravas y esquistos...

ESQUEMA GEOLOGICO. - Escala, 1:200.000

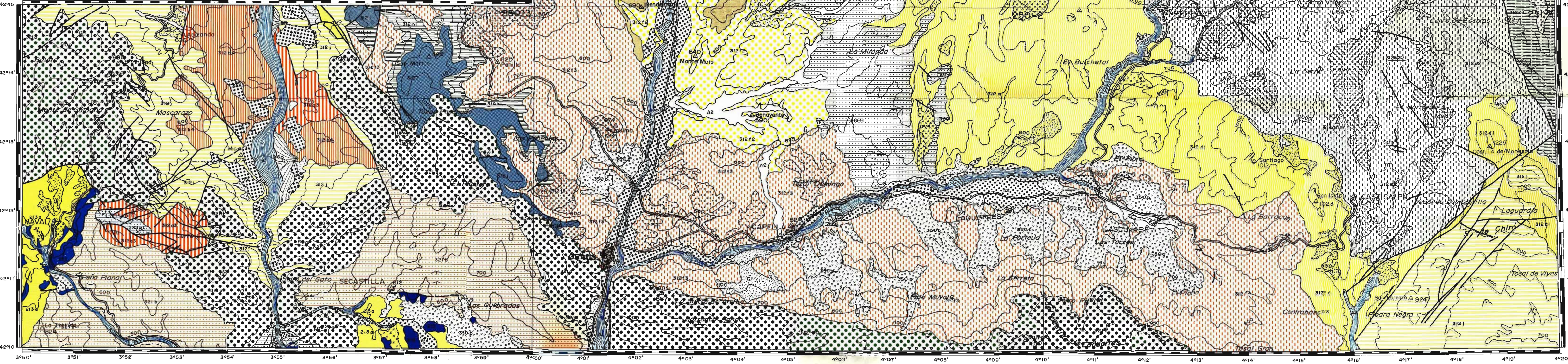


ESQUEMA GEOMORFOLOGICO. - Escala, 1:200.000

- Relieves de topografía bastante acusada, red de drenaje dendrítica...
Relieves montañosos constituidos por los potentes conglomerados...
Superficies planas de suave pendiente formadas por glacia...



Legend for the geological map, detailing units from Mesozoico (T2, T3, T4, T5) to Terciario (T6) and Plio-Cuaternario (PLIO-CUATERNARIO). It includes descriptions of rock types and geological features like faults and glacial terraces.



MAPA LITOLOGICO-ESTRUCTURAL Escala, 1:50.000

FORMACIONES CALCAREAS

- 312b2: Calizas de la zona de...
312d1: Calizas de la zona de...
312d2: Calizas de la zona de...

FORMACIONES DETRITICAS (Conglomeráticas)

- 312c: Conglomerados de...
312d: Conglomerados de...
312e: Conglomerados de...

FORMACIONES DETRITICAS (Areniscosas)

- 312f: Areniscas de...
312g: Areniscas de...
312h: Areniscas de...

FORMACIONES DETRITICAS (Margosas)

- 312i: Margas de...
312j: Margas de...
312k: Margas de...

FORMACIONES MARGO-ARCILLOSAS

- 312l: Margas arcillosas...

FORMACIONES MARGO-ARCILLOSAS (Continuación)

- 312b2: Margas arcillosas...
312d1: Margas arcillosas...
312d2: Margas arcillosas...

FORMACIONES MARGO-CALCAREAS

- 312c: Margas calcáreas...

FORMACIONES YESIFERAS

- 213a: Yesos...

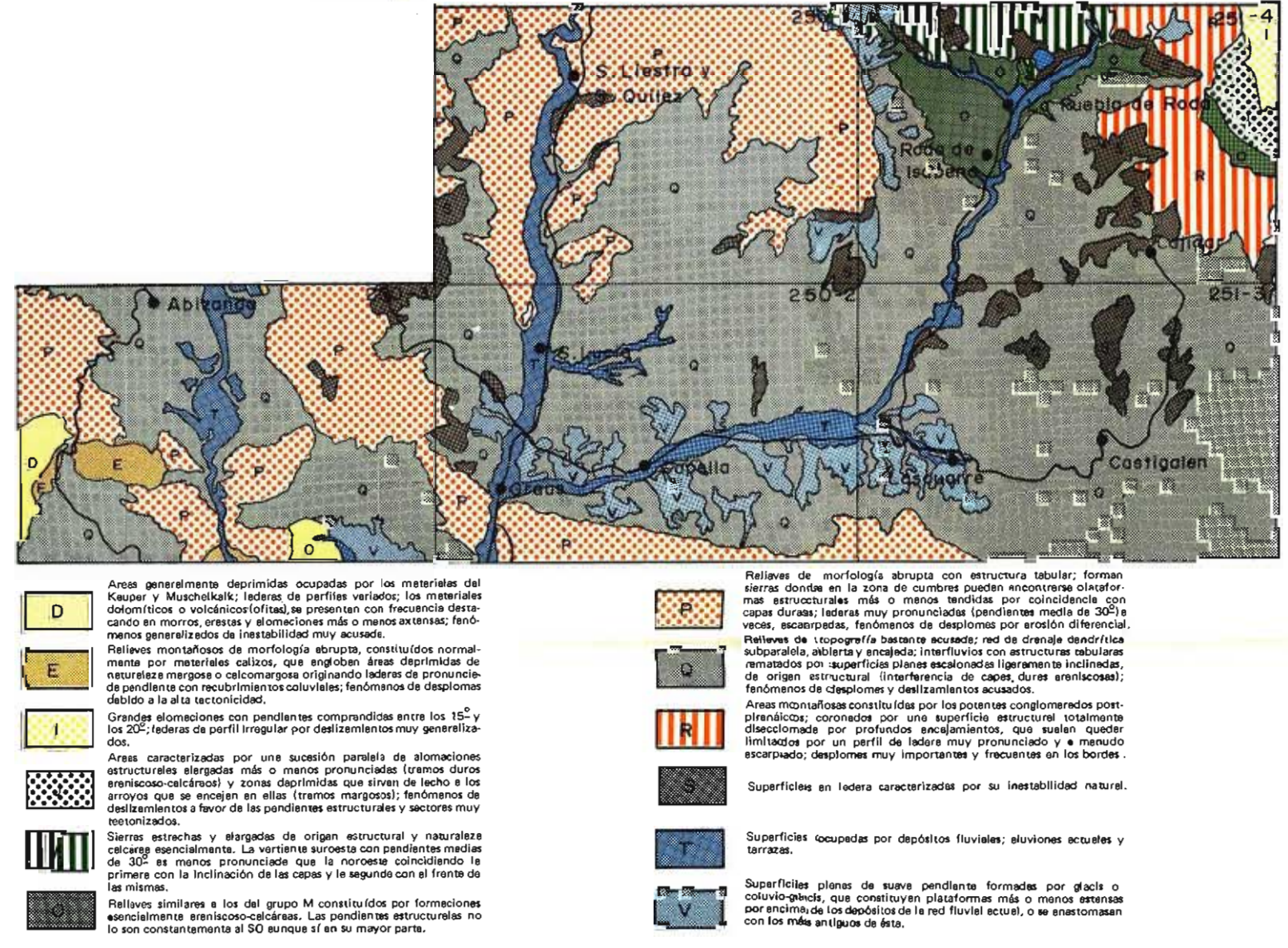
FORMACIONES SUPERFICIALES

- A1: Lodosos...
A2: Lodosos...
C1: Lodosos...
C2: Lodosos...
C3: Lodosos...
C4: Lodosos...
C5: Lodosos...
C6: Lodosos...
C7: Lodosos...
C8: Lodosos...
C9: Lodosos...
C10: Lodosos...
C11: Lodosos...
C12: Lodosos...
C13: Lodosos...
C14: Lodosos...
C15: Lodosos...
C16: Lodosos...
C17: Lodosos...
C18: Lodosos...
C19: Lodosos...
C20: Lodosos...

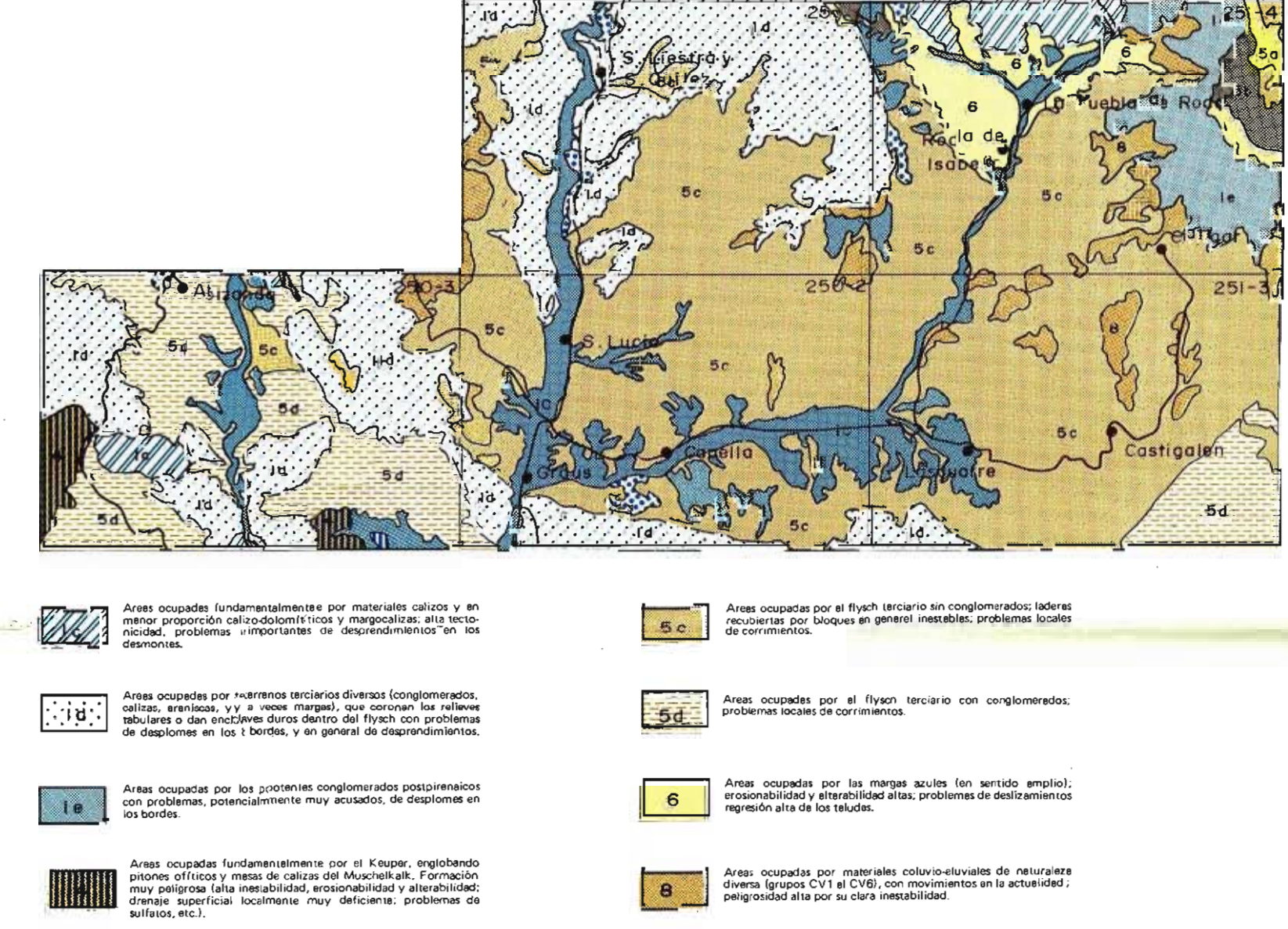
FORMACIONES MARGO-ARCILLOSAS

- 312l: Margas arcillosas...

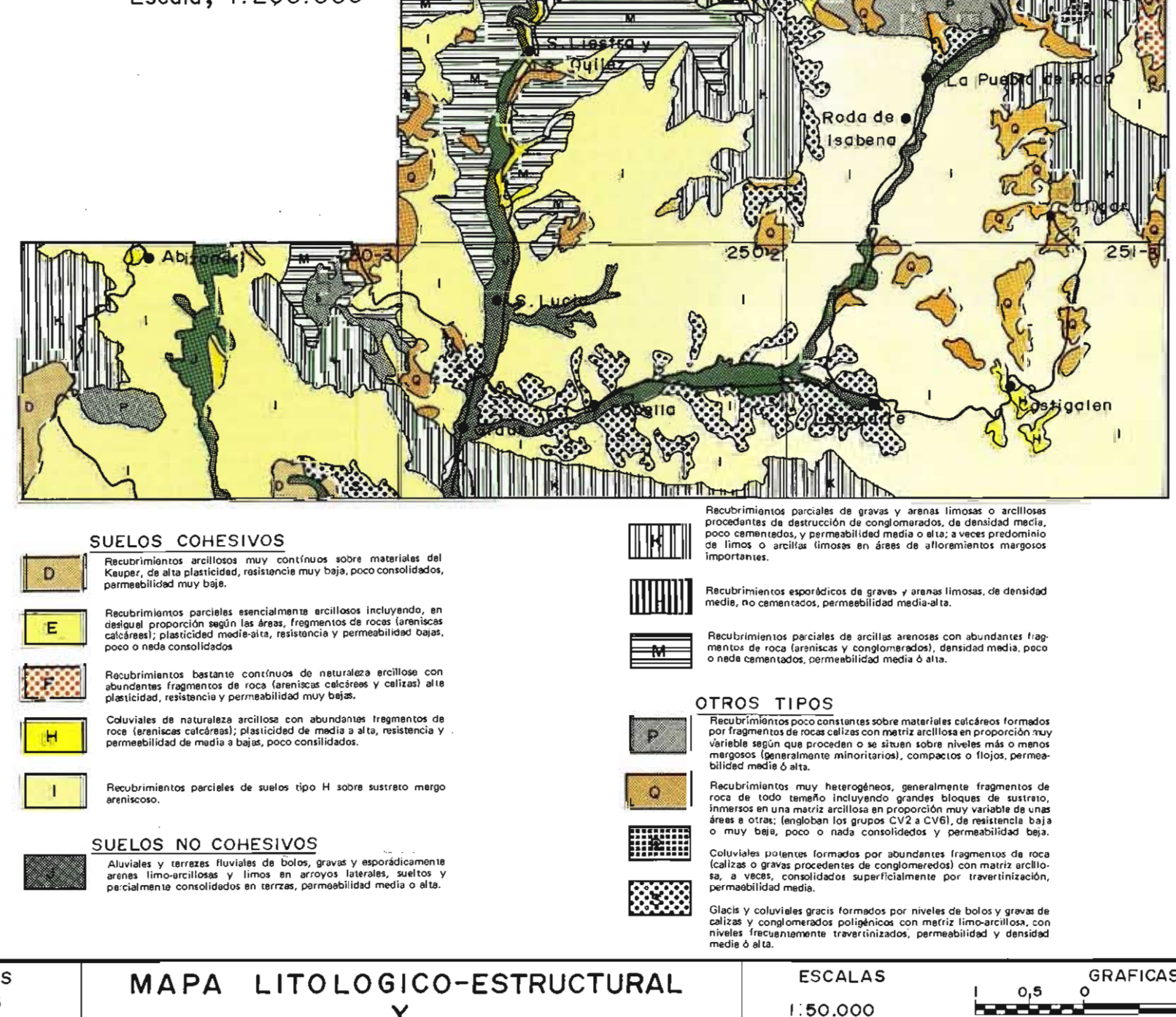
ESQUEMA GEOMORFOLOGICO. — Escala, 1:200.000



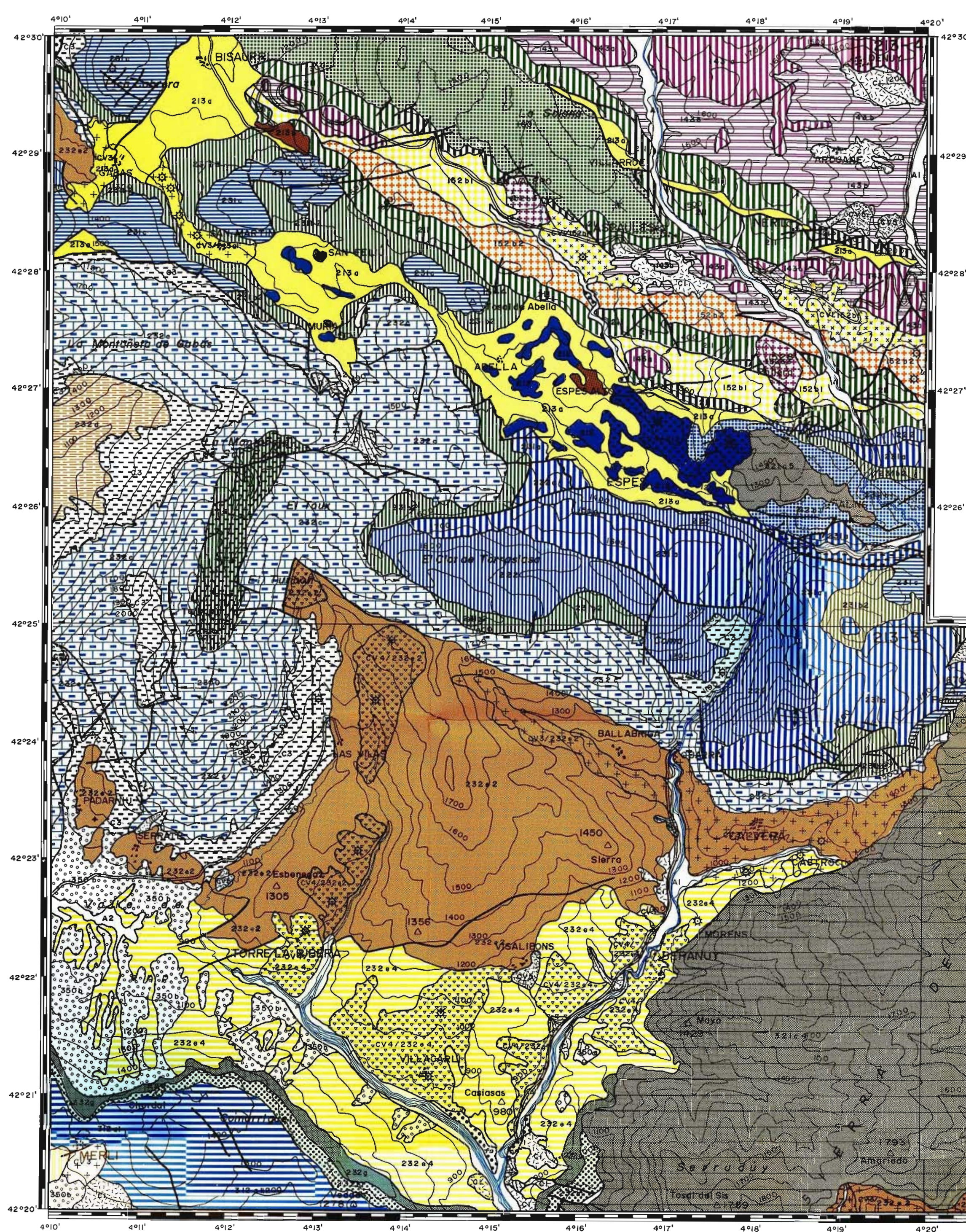
ESQUEMA GEOTECNICO. — Escala, 1:200.000



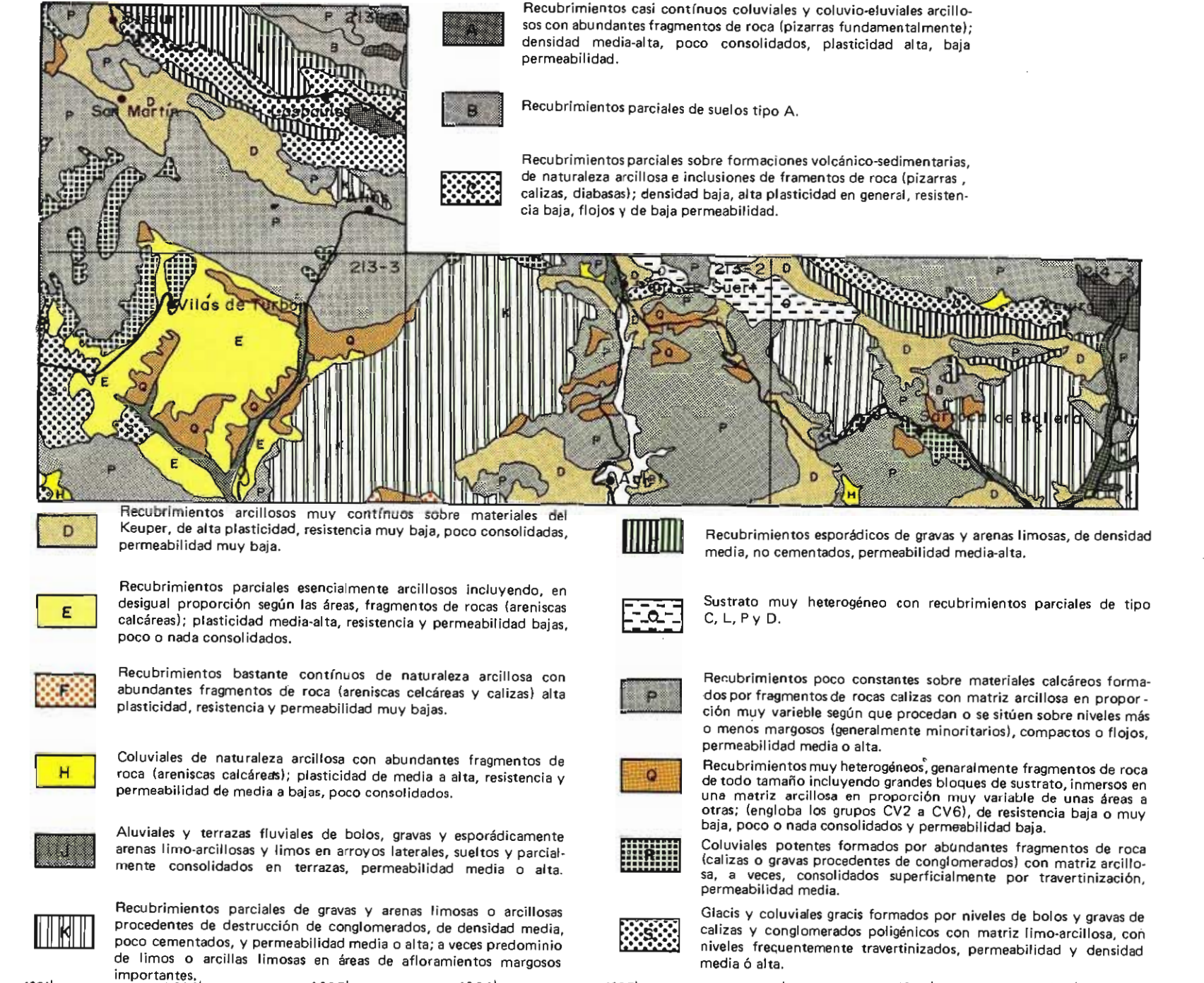
ESQUEMA DE SUELOS Y FORMACIONES DE PEQUEÑO ESPESOR



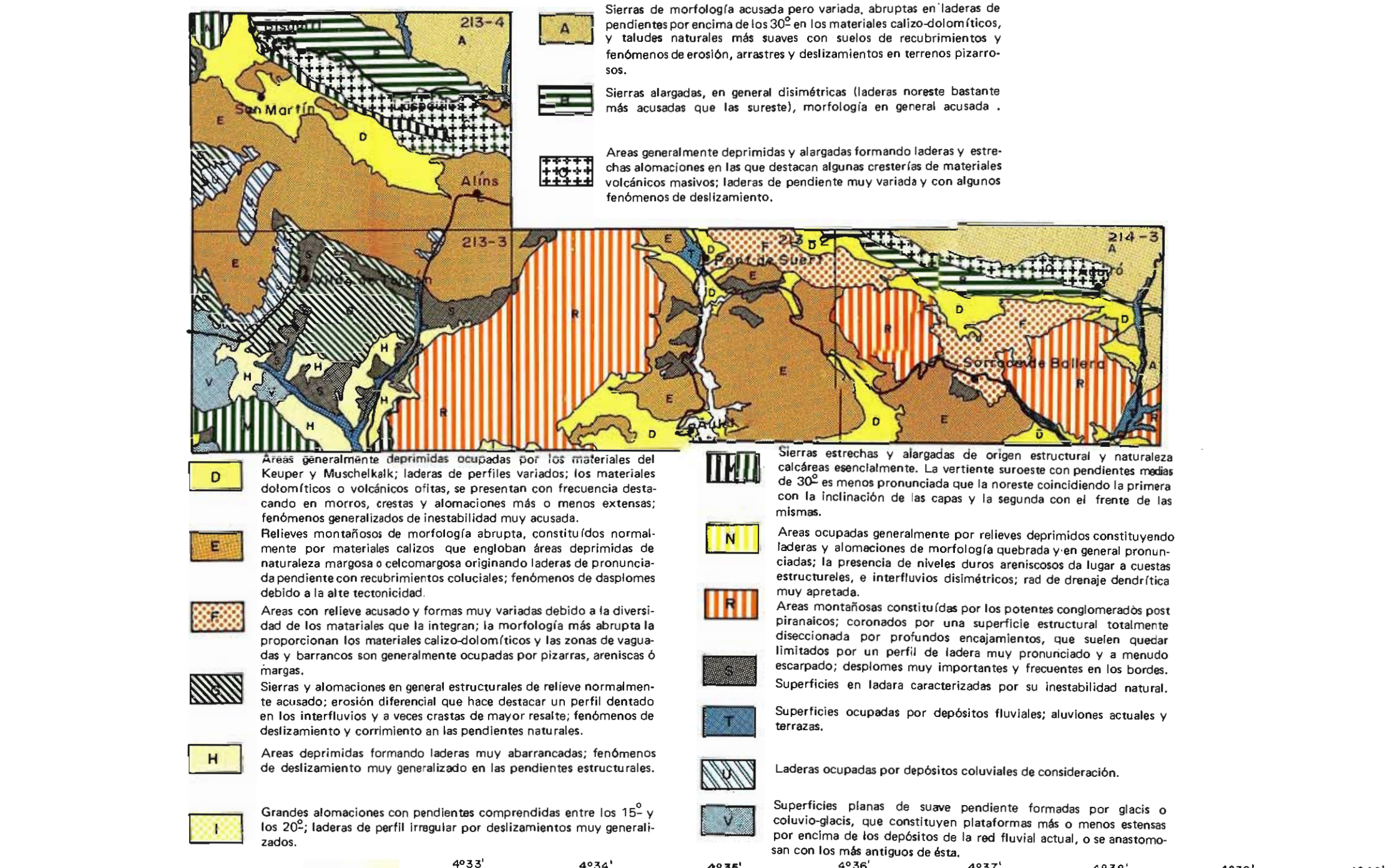
- SUELOS COHESIVOS: D, E, F, G, H, I
SUELOS NO COHESIVOS: J, K, L, M, N, O, P, Q, R, S, T, U, V, W, X, Y, Z
OTROS TIPOS: A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M, N, O, P, Q, R, S, T, U, V, W, X, Y, Z



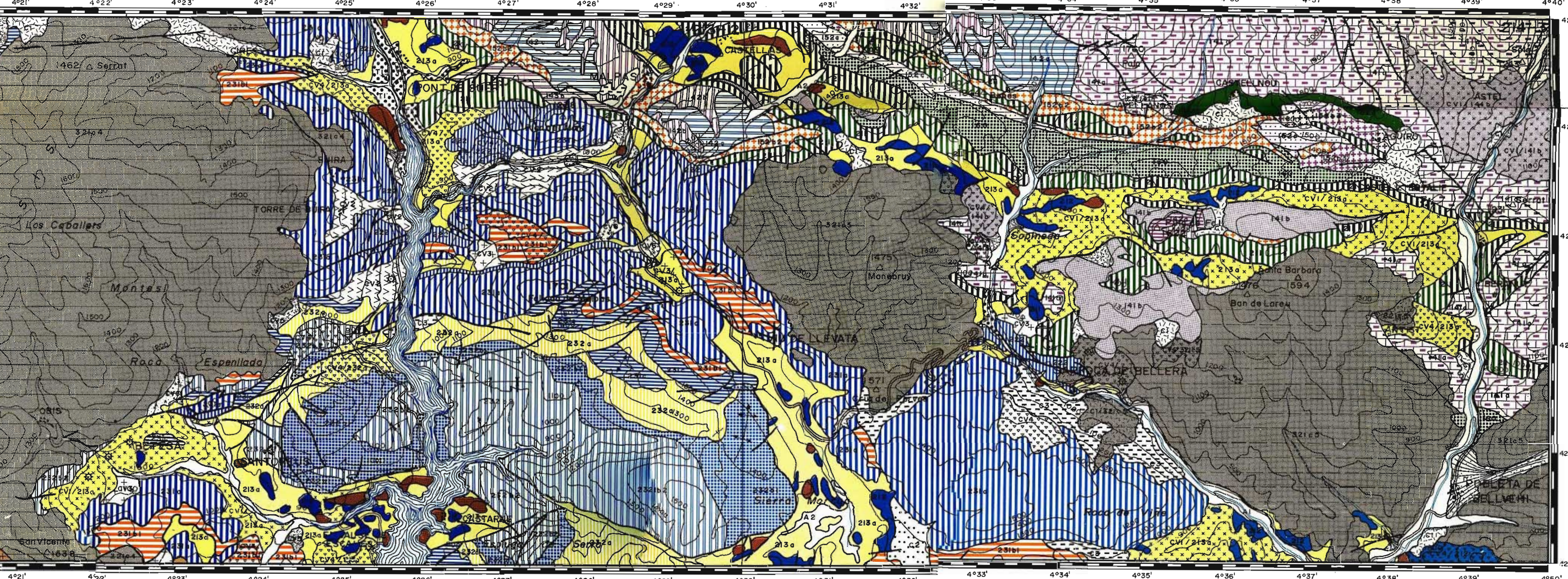
ESQUEMA DE SUELOS Y FORMACIONES DE PEQUEÑO ESPESOR. — Escala, 1:200.00.



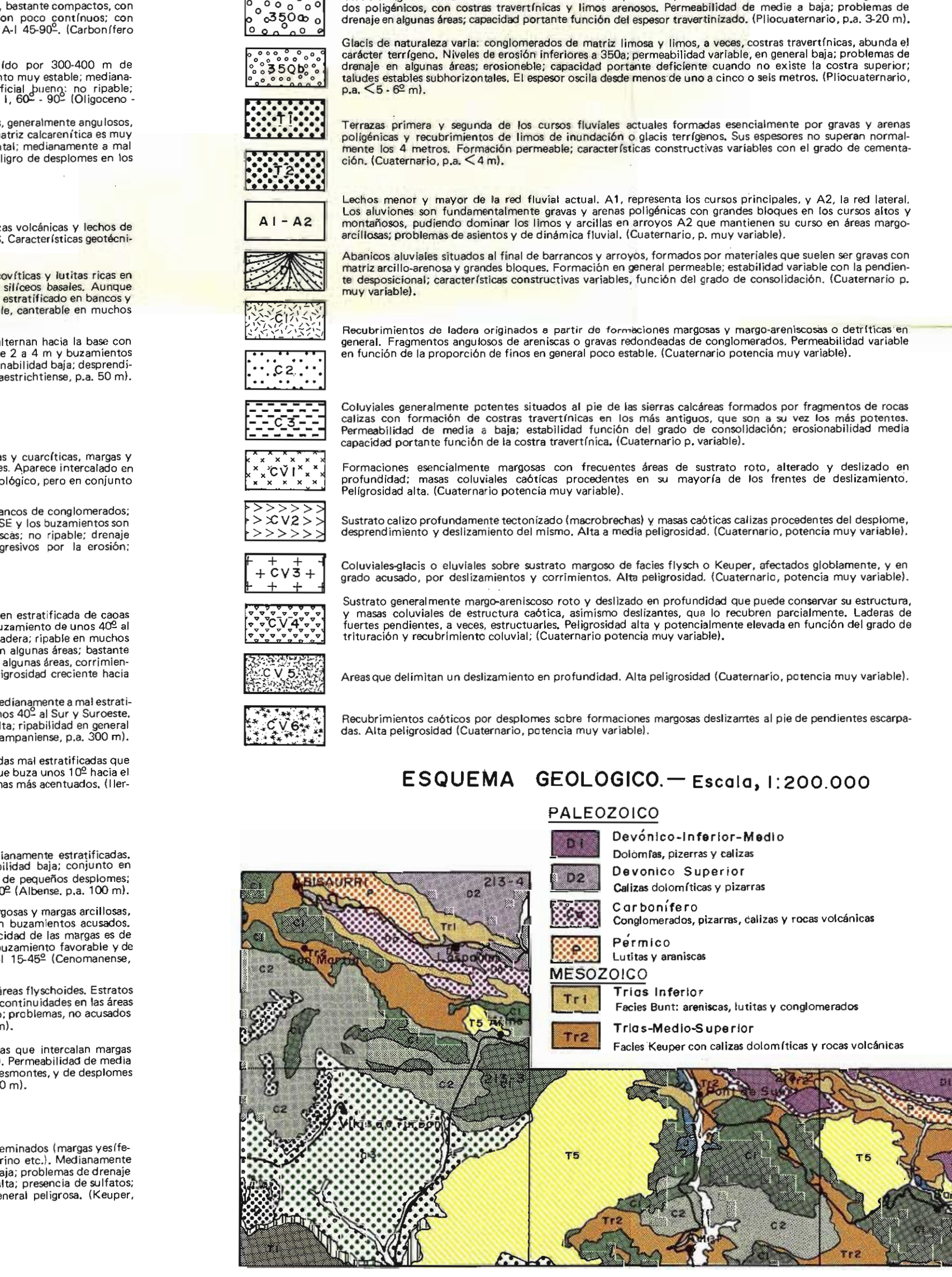
ESQUEMA GEOMORFOLÓGICO. — Escala, 1:200.000



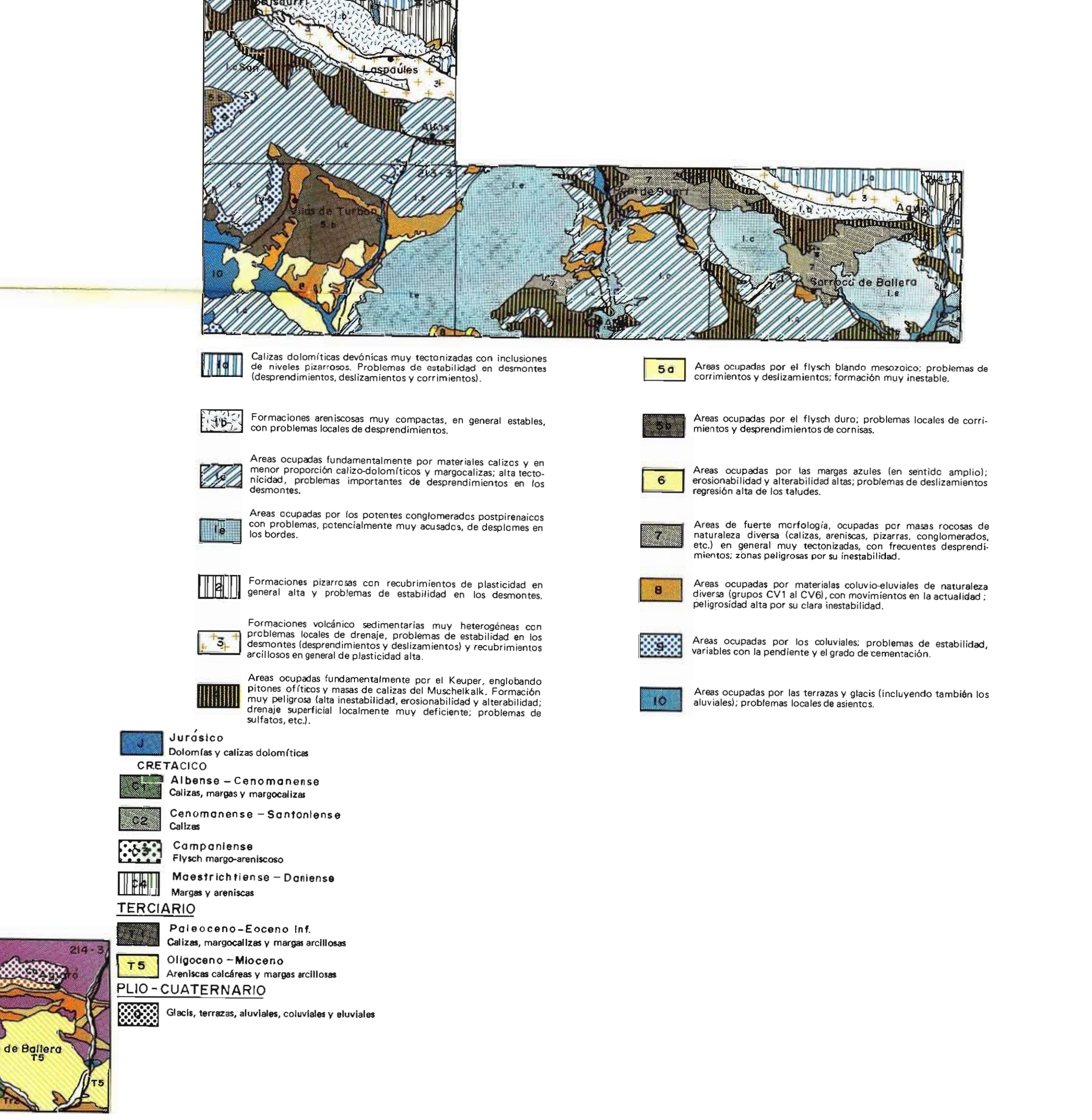
MAPA LITOLOGICO - ESTRUCTURAL Escala, 1:50.000



ESQUEMA GEOTECNICO. — Escala, 1:200.000



ESQUEMA GEOLOGICO. — Escala, 1:200.000



M.O.P. DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS Y CAMINOS VECINALES
 SUBDIRECCION GENERAL DE NORMAS TECNICAS Y PROSPECCIONES
 SECCION DE GEOTECNIA Y PROSPECCIONES

CONSULTOR:
GEMAT S.L.

ESTUDIO PREVIO DE TERRENOS PLAN PININEOS
 TRAMO: CAMPO — ISONA

CUADRANTES:
 213 - 2 - 3 - 4
 214 - 3

MAPA LITOLOGICO-ESTRUCTURAL Y ESQUEMAS COMPLEMENTARIOS

ESCALAS:
 1:50.000
 1:200.000

GRAFICAS:
 0 1 2 Km.
 0 5 4 3 2 1 0 5 Km.

FECHA:
 DICIEMBRE 1.974

REVISADO:
 J.A. MIÑOJOSA

C. BOMET

