



estudio
previo
de
terrenos



Plan Pirineos

TRAMO : BROTO - PONT DE SUERT

MOP DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS
SERVICIO DE TECNOLOGÍA DE CARRETERAS
SECCIÓN DE GEOTECNIA Y PROSPECCIONES

77-04

**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.

F E D E E R R A T A S

| Página | Línea | Dice | Debe decir |
|-------------|------------------------------|----------------------|-----------------------|
| 3 | 3 | Monte Pérdido | Monte Perdido |
| 3 | 9 | Secundarias | Secundaria |
| 10 | 27 | fácies | facies |
| 10 | 31 | está formado | Está formado |
| 15 | 11 | antiguos | antiguas |
| 26 | 18 | Bajaruelo | Bujaruelo |
| 28 | (Foto 9) | Custall | Castell |
| 33 | 26 | esables | estables |
| 41 | (grupo AC 1) | grano | gravas |
| 43 | 3 | excavación | excavación |
| 43 | 13 | artificiales son | artificiales, son |
| 44 | 12 | peremne | perenne |
| 46 | 15 | hace | hacen |
| 48 | (Foto 21) | típicos | típicas |
| 67 | 3 | Cretácica | cretácica |
| 71 | 1 | terebratulas | terebrátulas |
| 71 | 24 | afloraamiento | afloramiento |
| 77 | 19 | rodeadas | rodeados |
| 83 | 2 | oscuross | oscuros |
| 100 | 9 | "cauce entrelazados" | "cauces entrelazados" |
| 101 | 5 | originados | originadas |
| 123 | 50 | estratificados | estratificado |
| 124 | 31 | dn | con |
| 137 | 9 | esquistos | esquisto |
| 171 | 5 | CHAUCROUNE | CHOUCROUNE |
| 12, 12, 13, | 33, 38 | | |
| 81, 112, | 9, (fig. 13) | "klip" | "klippe" |
| 114, 121 | (Foto 78), (Fig. 19 y 22) | | |

M.O.P.U.

DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS

SUBDIRECCION GENERAL DE NORMAS TECNICAS Y PROSPECCIONES

SECCION DE GEOTECNIA Y PROSPECCIONES

ESTUDIO PREVIO DE TERRENOS

PLAN PIRINEOS

TRAMO: BROTO – PONT DE SUERT

Estudio 77/4

Fecha de ejecución: Enero 1978

INDICE

| | Pág. |
|--|------|
| 1. INTRODUCCION | 1 |
| 2. CARACTERES GENERALES DEL TRAMO | 3 |
| 2.1. CLIMATOLOGIA | 3 |
| 2.2. TOPOGRAFIA | 7 |
| 2.3. GEOMORFOLOGIA | 7 |
| 2.4. ESTRATIGRAFIA | 9 |
| 2.5. TECTONICA | 12 |
| 2.6. SISMICIDAD | 13 |
| 3. ESTUDIO DE ZONAS | 17 |
| 3.0. ZONAS DE ESTUDIO | 17 |
| 3.1. ZONA 1: AREAS LLANAS, DE INFLUENCIA DE LOS CAUCES FLUVIALES | 21 |
| 3.1.1. Geomorfología | 21 |
| 3.1.2. Tectónica | 21 |
| 3.1.3. Columna estratigráfica | 25 |
| 3.1.4. Grupos litológicos | 26 |
| 3.1.5. Resumen de problemas de comportamiento que presenta la Zona | 34 |
| 3.2. ZONA 2: AREAS DE RELIEVES ACUSADOS | 37 |
| 3.2.1. Geomorfología | 37 |
| 3.2.2. Tectónica | 37 |
| 3.2.3. Columna estratigráfica | 41 |
| 3.2.4. Grupos litológicos | 43 |
| 3.2.5. Resumen de problemas de comportamiento que presenta la Zona | 90 |
| 3.3. ZONA 3: AREAS DE GRAN RELIEVE | 93 |
| 3.3.1. Geomorfología | 93 |
| 3.3.2. Tectónica | 93 |
| 3.3.3. Columna estratigráfica | 97 |
| 3.3.4. Grupos litológicos | 99 |
| 3.3.5. Resumen de problemas de comportamiento que presenta la Zona | 145 |
| 4. CONCLUSIONES GENERALES DEL ESTUDIO | 149 |
| 4.1. RESUMEN DE PROBLEMAS TOPOGRAFICOS | 149 |
| 4.2. RESUMEN DE PROBLEMAS GEOMORFOLOGICOS | 149 |
| 4.3. RESUMEN DE PROBLEMAS DE COMPORTAMIENTO | 150 |
| 4.4. CORREDORES DE TRAZADO SUGERIDOS | 151 |
| 5. INFORMACION SOBRE YACIMIENTOS | 157 |
| 5.1. ALCANCE DEL ESTUDIO | 157 |
| 5.2. YACIMIENTOS ROCOSOS | 157 |
| 5.3. YACIMIENTOS GRANULARES | 162 |
| 5.4. MATERIALES PARA TERRAPLENES | 162 |
| 5.5. YACIMIENTOS QUE SE RECOMIENDA ESTUDIAR CON MAS DETALLE | 162 |
| 5.6. CUADRO RESUMEN DE YACIMIENTOS ROCOSOS | 166 |
| 6. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA | 171 |

1. INTRODUCCION

El estudio previo de terrenos del Tramo Broto—Pont de Suert ha sido realizado por la Sección de Geotécnica y Prospecciones de la Dirección General de Carreteras, con la colaboración de Geoexperts, S.A.

La zona estudiada abarca los cuadrantes que a continuación se indican, del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:50.000.

| Nº de la Hoja | Nombre | Cuadrantes |
|---------------|-----------|-------------|
| 146 | Bujaruelo | 2, 3 y 4 |
| 147 | Liena | 2 y 3 |
| 148 | Bosost | 2 y 3 |
| 178 | Broto | 1, 2 y 4 |
| 179 | Bielsa | 1, 2, 3 y 4 |
| 180 | Benasque | 1, 2, 3 y 4 |
| 213 | Bisaurri | 1 |

El objeto del presente estudio es la realización de un mapa litológico estructural, a escala 1:50.000, de la zona que comprende el Tramo, con su memoria correspondiente, así como los esquemas geológicos, geotécnicos, morfológicos y de suelos y formaciones de pequeño espesor, todos estos a escala 1:200.000. Para llegar a ello se ha partido de una fotointerpretación previa y un reconocimiento del terreno, representando los datos obtenidos en superponibles a escala 1:25.000 de cada uno de los cuadrantes, de los cuales, por reducción, se han pasado los datos a escala 1:50.000.

La presente memoria contiene una descripción de las características de los distintos materiales que existen en el Tramo, así como cortes geológicos, bloques diagrama, columnas estratigráficas, fotografías y esquemas, ajustándose al pliego de prescripciones técnicas para la realización de los Estudios Previos de Terrenos, de Mayo de 1.976, y los símbolos utilizados son los prescritos por la Dirección General de Carreteras en Enero de 1.975.

Han supervisado y realizado el presente estudio:

DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS

D. Antonio Alcaide Pérez, Dr. Ingeniero de Caminos.
D. Emilio Jalón y Jalón, Ingeniero de Caminos.
Dña. Concepción Bonet Muñoz, Doctora en Ciencias Geológicas.

GEOEXPERTS, S.A.

D. José Luis Monte Saez, Ingeniero de Caminos.
D. Francisco de la Fuente Pérez, Licenciado en Ciencias Geológicas.
D. Pedro Pérez Moreno, Licenciado en Ciencias Geológicas.

2. CARACTERES GENERALES DEL TRAMO

El presente Tramo, denominado Broto—Pont de Suert (Fig. 1), comprende una de las zonas peninsulares de más alto relieve, con los picos de Aneto, Maladeta, y Monte Pérdido, siendo en general, de características extremas en lo que a topografía, climatología y sismicidad se refiere y contando además con una gran complejidad tectónica y litológica, que se refleja en la multitud de estudios realizados a nivel regional y local.

Litológicamente, existen tres tipos de materiales que se reparten el dominio de la región. En la parte occidental abundan los materiales sedimentarios, principalmente de las eras Secundarias y Terciaria, mientras que en la oriental el dominio corresponde a los plutónicos y metamórficos, siendo el grado de metamorfismo muy variable de unos puntos a otros.

Esta diversidad litológica implica la existencia de gran número de materiales diferentes que han sido agrupados en 83 grupos litológicos.

2.1. CLIMATOLOGIA

Dentro del Tramo existen tres estaciones meteorológicas (Benasque, Viella y Villanova) y una muy cercana, al Oeste (Panticosa), de las que a continuación indicamos los datos obtenidos.

Temperatura media mensual:

| | E | F | M | A | M | Jn | Jl | A | S | O | N | D |
|-----------|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|------|-----|-----|
| Benasque | 1,9 | 3,2 | 6,0 | 8,9 | 12,0 | 15,6 | 18,2 | 18,0 | 14,9 | 10,2 | 6,5 | 3,8 |
| Panticosa | 0,3 | 0,8 | 3,5 | 5,3 | 8,2 | 12,4 | 15,6 | 15,2 | 12,7 | 8,3 | 4,5 | 1,5 |
| Viella | 2,3 | 3,2 | 7,1 | 8,2 | 11,7 | 15,4 | 17,7 | 17,9 | 14,0 | 10,5 | 5,9 | 3,9 |
| Villanova | 1,7 | 3,0 | 6,3 | 8,7 | 11,9 | 15,2 | 17,9 | 17,4 | 14,6 | 10,1 | 5,8 | 2,9 |

Precipitación media mensual, en milímetros:

| | E | F | M | A | M | Jn | Jl | A | S | O | N | D |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|
| Benasque | 62,2 | 67,9 | 99,0 | 76,9 | 111,5 | 96,6 | 84,1 | 96,6 | 95,8 | 119,6 | 80,1 | 100,9 |
| Panticosa | 172,7 | 153,6 | 133,2 | 110,1 | 115,1 | 117,0 | 64,4 | 85,5 | 113,7 | 125,7 | 120,9 | 195,8 |
| Viella | 58,2 | 45,9 | 62,4 | 74,6 | 82,5 | 91,6 | 73,0 | 71,0 | 74,8 | 66,3 | 80,2 | 89,8 |
| Villanova | 49,8 | 72,4 | 116,2 | 72,9 | 108,3 | 107,7 | 94,6 | 91,1 | 97,2 | 97,7 | 71,4 | 98,4 |

Estos datos corresponden a una región montañosa, en la que los valores más extremos corresponden a Panticosa (alta montaña) y los más suaves a Viella, situada a cota bastante inferior y protegida, al estar en un amplio valle.

La precipitación es en parte en forma de nieve (foto 1), la cual permanece mucho tiempo sin fundir dificultando el tránsito por los caminos más frecuentados y cerrando el paso en los secundarios por largas temporadas.

Asimismo, estas acumulaciones de nieve, junto a las altas pendientes locales, hacen que se produzcan frecuentes aludes que pueden interceptar los caminos (fotos 2, 3 y 4).

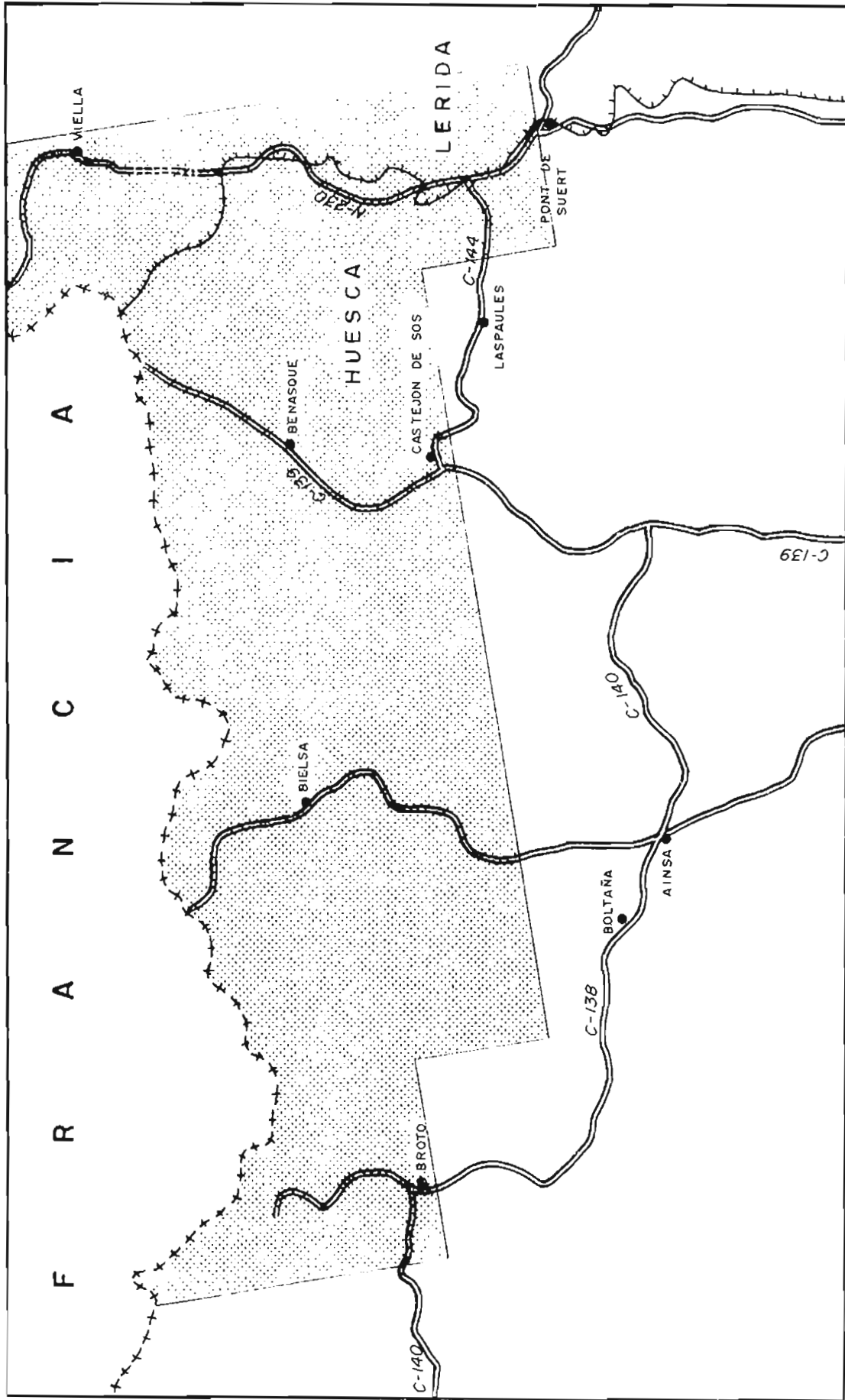


Figura 1.- Situación geográfica del Tramo estudiado.



Foto 1.- Aspecto del paisaje nevado, en el mes de Abril. Foto tomada al oeste de la salida del túnel de Viella.

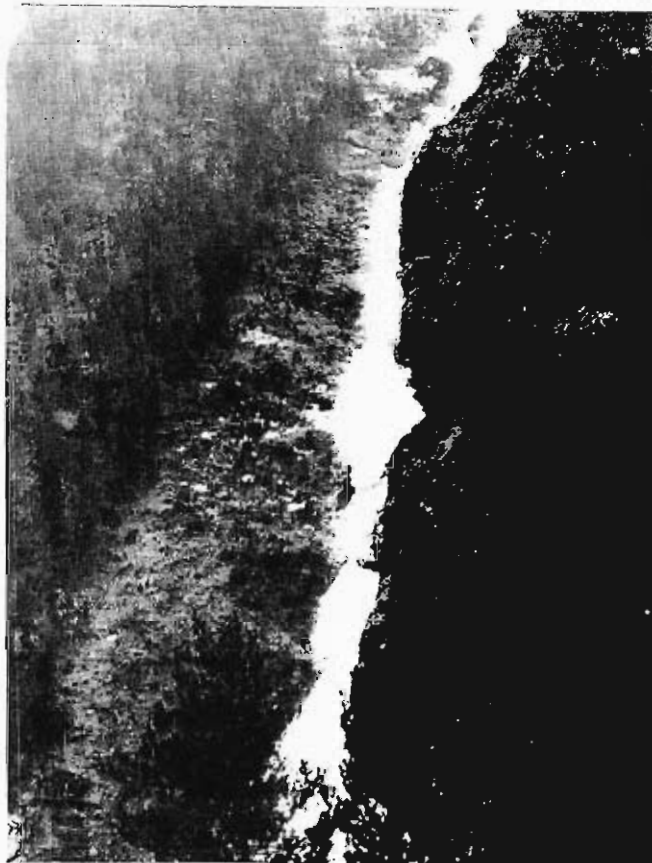


Foto 2.- Caída de un alud de nieve en una torrentera de la zona de Valbierna.



Foto 3.- Alud de nieve en la pista forestal que parte de las Bordas.



Foto 4.- Estado de la acumulación de nieve producida por un alud, en Abril, en el río Estós. Foto tomada en el mes de Junio.

2.2. TOPOGRAFIA

El Tramo objeto del presente estudio puede calificarse como muy accidentado. Únicamente existen zonas llanas en los actuales cauces fluviales o en sus zonas de influencia, siendo la topografía general muy agreste (foto 5), con pendientes abruptas, grandes cortadas y zonas por las que el tránsito es imposible en condiciones normales.



Foto 5.- Aspecto de la región, en la zona de Bono, que indica bastante claramente las características topográficas del Tramo.

Los únicos accesos existentes utilizan los cauces, de dirección N-S, labrados por los ríos y atravesando las barreras topográficas mediante túneles, ya realizados o en proyecto (túnel de Bielsa, futuro túnel del Puerto de Benasque y túnel de Viella).

Entre estas vías de penetración N-S, existen barreras topográficas, prácticamente insalvables para vías de primero o segundo orden, siendo el único trazado E-O el existente desde Castejón de Sos a la zona de Pont de Suert-Vilaller.

Además de esta comunicación entre las diferentes vías Norte-Sur, se han abierto o se están abriendo pistas (foto 6) que podrían utilizarse como vías de tercer orden y de alta montaña, tales como la que va de Chía a Plan, aunque la topografía obliga a trazados muy tortuosos y las altas cotas a salvar suponen la presencia de nieve durante extensos periodos.

La máxima diferencia de cotas es de unos 2.800 m, entre el pico Aneto, de 3.404 m, y la zona más baja de los ríos Cinca y Yesa, a unos 600 m, sobre el nivel del mar.

2.3. GEOMORFOLOGIA

Toda la región que abarca este Tramo presenta una morfología marcadamente juve-



Foto 6.- Pequeña pista abierta junto al macizo granítico del pico Cerler.

nil, con un relieve agreste, picos de gran altitud y valles profundamente encajados.

Desde el punto de vista geomorfológico, se pueden separar dos grandes regiones con características morfológicas propias, cuyo origen está en íntima relación con la constitución geológica de esta zona del Pirineo Aragonés.

La primera región, corresponde a aquella donde predominan los materiales plutónicos y metamórficos, encontrándose situada al norte y este de una hipotética línea que pasaría por las localidades de Bielsa, Plan y Castejón de Sos.

El relieve de esta primera región, está caracterizado por agudas aristas, pendientes muy acusadas y valles en forma de "V", salvo que en su fondo se encuentren ampliamente representados los sedimentos aluviales.

Se puede hablar de una cierta "uniformidad" en el relieve, puesto que las laderas presentan siempre inclinaciones muy semejantes, siendo raros los casos de escarpes verticales o de superficies tendidas.

Dentro de esta zona, la disposición estructural de los materiales no encuentra reflejo acusado en la morfología, la cual, está más relacionada con la litología, correspondiendo las mayores alturas (Aneto, 3.404 m y La Maladeta, 3.308 m) a las litologías más resistentes y que afloran con amplitud.

La segunda región es la situada al sur y al oeste de la línea Bielsa, Plan, Castejón de Sos, estando formada exclusivamente por sedimentos mesozoicos y terciarios muy replegados. Las diferencias de cota, son semejantes a las existentes en la región plutónico--metamórfica, pero la morfología es más variada, coexistiendo profundos valles en "U" de paredes verticales, valles en "V", aristas agudas y formas suavemente redondeadas. Esta variedad está motivada por la aparición de materiales de gran rigidez, asociados a otros mucho menos resistentes, lo que hace posible poder encontrar profundos valles y gargantas con paredes casi verticales, coronados en sus laderas por formas redondeadas, como ocurre, por ejemplo, en el valle de Ordesa y las gargantas del valle de Añisclo, situadas en el macizo de Monte Perdido.

Los valles en forma de "V" se desarrollan principalmente sobre la litologías menos resistentes (margas, margocalizas, flysch, etc.), que pueden presentar un paisaje muy

quebrado por existir una apretada red de valles y torrenteras.

En esta segunda región, la influencia de la estructura en el relieve, está mucho más marcada que en la región plutónico—metamórfica, pudiéndose reconocer diversas formas de relieve tipo cuesta, plataformas estructurales o valles alineados según las directrices tectónicas.

Los procesos erosivos son muy acusados en todo el Tramo, alcanzando gran importancia los fenómenos de gelivación, alteración química y arroyada.

La acción del hielo produce la disgregación de las rocas más resistentes, cuyos fragmentos se acumulan en las laderas formando gran número de depósitos coluviales, tipo pedriza, que alcanzan dimensiones y potencias muy considerables, con inclinaciones muy acusadas que llegan hasta 30° o 35°. Estos depósitos presentan, con frecuencia, groseras estratificaciones en capas inclinadas que los hacen semejantes a los depósitos de "derrumbios ordenados".

La meteorización química es también importante por el clima húmedo y las abundantes precipitaciones de nieve, que mantienen los suelos saturados de agua durante gran parte del año. Esta alteración química, afecta principalmente a materiales como pizarras, limolitas, etc., originándose materiales arcillosos que forman algunos suelos o son arrasados ladera abajo, para formar depósitos coluviales arcillosos que, en algunos casos, y especialmente en la época del deshielo, pueden funcionar como coladas de solifluxión.

Los fenómenos de erosión por arroyada están favorecidos por las fuertes pendientes, produciéndose una rápida destrucción de los suelos de alteración que son eliminados o acumulados en distintos depósitos coluviales, aluviales—coluviales, etc. Constituyen una excepción a este comportamiento, aquellas áreas recubiertas de bosque en donde la cubierta vegetal ofrece una eficaz protección contra la erosión, aunque en algunos casos no evita una caída lenta producida por fenómenos de reptación.

Los cursos fluviales poseen una alta capacidad erosiva y de arrastre de materiales. La red principal presenta, más o menos desarrollados, unos sedimentos aluviales sobre los que los cursos de agua adquieren formas de "brazos entrelazados" que evolucionan con frecuentes modificaciones en la situación de los cauces y aparición de brazos abandonados. En la red secundaria, la presencia de sedimentos aluviales es sólo esporádica, por lo que los ríos y torrentes circulan normalmente encajados en la roca, con cauces claramente definidos y estables. Sin embargo, cuando existe alguno de estos aluviales esporádicos, los cursos pasan a ser sumamente cambiantes siendo muy acusado el peligro de erosión y aterramiento.

Estas consideraciones sobre el funcionamiento de la red fluvial secundaria, son aplicables también a la red principal en las zonas del nacimiento y curso alto de los ríos.

Las grandes alturas que se alcanzan en esta región ha permitido el desarrollo de algunos procesos glaciares, que consiguieron su máxima amplitud en un pasado reciente, y del que actualmente quedan como vestigios los glaciares del Macizo del Aneto y Monte Perdido. Estos procesos glaciares nunca alcanzaron un gran desarrollo, limitándose a glaciares de circo y pequeños glaciares de valle de los que hoy quedan, como huellas, las morfologías típicas de los circos glaciares y los depósitos morrénicos, siempre en regiones de gran altura.

Por último, dentro de este capítulo de Geomorfología, hay que destacar que, a lo largo del Tramo, se pueden reconocer diversos materiales cuaternarios antiguos como, por ejemplo, los aluviales colgados de las regiones de Broto y Chía, los coluviales cementados formando relieves positivos de los alrededores del Castillo Mayor y la Peña Montañesa, los anómalos y potentes depósitos de ladera de la región de Plan, etc., que confirman los profundos cambios morfológicos habidos en esta región durante el transcurso del Cuaternario, con gran encajamiento de los cursos fluviales.

2.4. ESTRATIGRAFIA

El presente Tramo ofrece una gran diversidad estratigráfica, apareciendo materiales,

prácticamente, de todos los periodos, aunque en ningún punto sea posible encontrar una serie continua desde el Cámbrico—Ordovícico al Cuaternario.

Los materiales paleozoicos, dentro de los que se incluyen los de tipo plutónico, ocupan grandes áreas, formando las zonas de mayor relieve en el sector oriental, con metamorfismo y tectonicidad en general muy altos, lo que dificulta su separación tajante.

El Mesozoico está variablemente representado, ya que en el sector oriental abundan los materiales del Triásico y del Jurásico, mientras que el Cretácico está pobremente representado, al contrario que en el sector occidental, donde abundan los materiales cretácicos con ausencia casi total del Jurásico y Triásico.

Entre ambas eras aparece un Permotriás variablemente representado y no siempre presente.

El Terciario está bien representado en el sector occidental, mientras en el oriental se reduce a un afloramiento de mediana amplitud, de tipo detrítico y sin fauna, que recubre materiales carbonatados secundarios, atribuyéndosele al Oligoceno.

La secuencia estratigráfica, brevemente comentada de más antiguo a más moderno, es la siguiente (Fig. 2).

Ordovícico.— Aunque algunos autores dan como posible la existencia del Cámbrico, éste no está claramente datado, inclinándose la mayoría por determinar el Ordovícico como el periodo más antiguo. Está formado principalmente por esquistos pizarrosos, a veces muy silicificados, con frecuentes vetas de cuarzo, que a veces llegan a dominar, asemejándose entonces las rocas a cuarcitas.

Silúrico.— Aparece en las zonas más tectonizadas, coincidiendo con regiones de gran cota. Su representación es bastante amplia, estando formado por calizas recristalizadas y replegadas en la zona este y por un dominio de pizarras, con alguna grauvaca, en la zona oeste, desde el túnel de Bielsa hacia levante.

Devónico.— Corresponde a uno de los periodos mejor representados en el presente Tramo, aunque con gran dificultad de separación en pisos por la similitud de fácies entre ellos y localmente, por su semejanza con el Carbonífero. Fundamentalmente es calcáreo, con presencia incluso de zonas marmóreas. En otros puntos de observación parece pizarroso o esquistoso.

Carbonífero.— Muy ampliamente representado y bien estudiado por varios autores. Está formado por pizarras, esquistos, calizas y zonas carbonosas. Asimismo, aparecen formaciones carboníferas de cierta rareza, como conglomerados y materiales volcánicos.

Pérmico.— Dentro del Permotriás, que se describe a continuación, aparece un afloramiento aislado, en Noales, que tiene cierta similitud con el denominado Thuringiense (Zechstein). Se trata de una alternancia de areniscas y pizarras, oscuras, con abundante moscovita.

Permotriás.— Ocupa bandas de cierta amplitud en las zonas de contacto entre el Paleozoico y el Mesozoico. Son materiales detríticos, de tonos fundamentalmente rojizos, en los que dominan las areniscas, limolitas y argilitas, con zonas conglomeráticas.

Triásico.— Bien representado en la zona este, presenta afloramientos de los tres pisos (Buntsandstein, Muschelkalk y Keuper) con areniscas y limolitas, calizas y dolomías y yesos, así como ofitas. En ocasiones presenta una notable distorsión en los afloramientos, ocasionada por la mayor plasticidad y deformabilidad de sus materiales y por la presencia de rocas volcánicas que alteran las estructuras.

Jurásico.— Aparece en la zona inferior izquierda del cuadrante 213—1. Son calizas (a veces margas) con clara representación del Toarciense. Por encima de este Toarciense aparecen, al norte de Bonansa, areniscas.

Cretácico.— Fundamentalmente calcáreo-arenoso, aflora con abundancia en la mitad oeste del Tramo. Localmente aparecen materiales tipo margoso o calcomargoso.

Paleógeno.— Formado por una sucesión compleja de calizas, margas y materiales detríticos (flicsch) en el Eoceno y por una acumulación de bolos, gravas, gravillas y bloques sin organización, en el Oligoceno.

Pliocuatnario.— Aparece escasamente representado, con depósitos de piedemonte

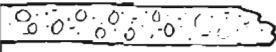
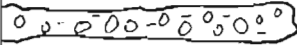
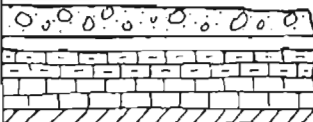
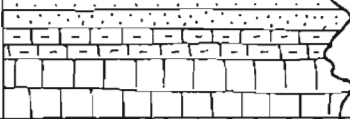

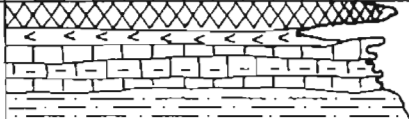

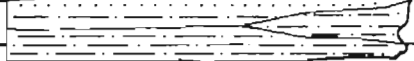
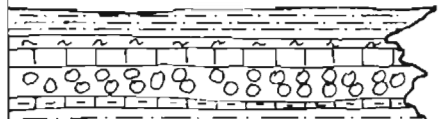
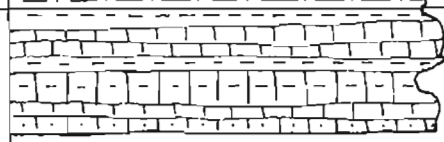
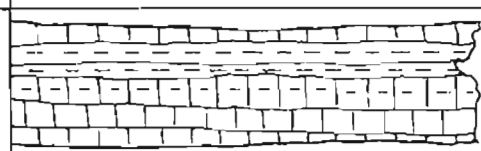
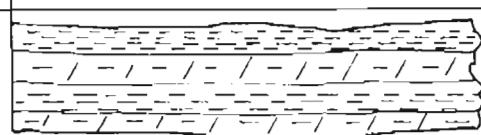
| COLUMNA ESTRATIGRAFICA GENERAL | | |
|--------------------------------|--|--|
| CUATERNARIO |  | Coluviales, aluviales, morrenas, etc. |
| PLIO-CUATERNARIO |  | Bolos, bloques y gravas |
| PALEOGENO |  | Bolas, bloques y gravas Calizas, margas y flysch |
| CRETACICO |  | Calizas, margas y areniscas |
| JURASICO |  | Calizas, areniscas y margas, a veces fosilíferas |
| TRIASICO |  | Ofitas, yesos, calizas, dolomías, areniscas y limolitas |
| PERMO-TRIAS |  | Areniscas rojas, limolitas y argilitas |
| PERMICO |  | Areniscas y pizarras oscuros |
| CARBONIFERO |  | Esquistos, calizas, conglomerados, rocas volcánicas y carbón |
| DEVONICO |  | Calizas, calcoesquistos, esquistos, mármoles y pizarras |
| SILURICO |  | Calizas, pizarras y alguna grauwaque |
| ORDOVICICO |  | Esquistos pizarrosos, a veces muy silicificados |

Figura 2.- Columna estratigráfica general.

constituídos por materiales detríticos gruesos.

Cuaternario.— Con recubrimientos de gran extensión, como corresponde a una región periglaciaria, aparecen abundantes y variados coluviales, así como otros sedimentos fluviales y glaciares (morrenas).

2.5. TECTÓNICA

Todos los datos que se señalan en este capítulo son una recopilación bibliográfica a partir de algunos de los textos más recientes y completos sobre la estructura de esta zona de los Pirineos, como los trabajos de SOLER y PUIGDEFABREGAS (1970), CHOUKROUNE et al (1968 a), CHOUKROUNE et al (1968 b), SOLER y GARRIDO (1970), SEGURET (1967) y las Hojas y Memorias de Síntesis núm. 23 y 24 del Mapa Geológico de España, E. 1:200.000.

Los fenómenos tectónicos desarrollados en esta región son muy complejos y resultado de un alto número de fases de deformación pertenecientes a las orogénias Hercínicas y Alpina.

Los movimientos orogénicos hercínicos comprenden, al menos, cuatro fases de deformación desarrolladas principalmente en el Carbonífero, que originan directrices estructurales N—S y E—O, esta última variando en las regiones más orientales a NO—SE. Estas deformaciones afectan a los materiales paleozoicos (a excepción de los pérmicos) produciendo, en conjunto, una estructura de apretados pliegues (Fig. 26) y algunos cabalgamientos, y dando lugar también a la intrusión de macizos graníticos que se disponen paralelamente a la dirección estructural más importante.

Las fases de deformación de la orogenia Alpina han producido unas complejas estructuras de deformación que comprenden también grandes mantos de corrimiento (fig. 23). En la bibliografía sobre estas regiones se han distinguido un mínimo de tres fases de deformación, aunque es posible que se engloben dos o más fases dentro de la primera y tercera.

A la primera fase corresponde la implantación de los Mantos de Cotiella y Monte Perdido, constituídos exclusivamente por materiales mesozoico—terciarios, y para los que se supone un origen gravitacional a raíz de un gigantesco abombamiento en el zócalo herciniano que permitió el deslizamiento de la cobertera mesozoico—terciaria, cabalgándose a sí misma en numerosas ocasiones.

El manto de Monte Perdido aparece claramente representado en la semiventana tectónica del valle de Ordesa (fig. 20), extendiéndose hacia el Este para formar el "klip" de la Peña Otal. Por el Norte, la superficie de cabalgamiento llega a Francia para penetrar de nuevo en España por el valle del río Cinca por donde sigue hacia Bielsa.

El Manto de Cotiella ocupa una gran extensión al oeste del río Cinca formando los "klips" de Peña Solana (Fig. 22) y Peña Montañesa y el gran macizo cretácico de Punta Llerga—Cotiella.

Dentro de esta primera fase de deformación alpina se incluyen los pliegues de dirección N—S y vergencia Oeste (foto 7) de los que son el más claro exponente el anticlinal de Boltaña, y el anticlinal del valle del río Vellós (Fig. 18). El anticlinal de Boltaña, penetra en nuestro Tramo por la región de Yeba y se supone que representa el frente de la unidad cabalgante de Monte Perdido en esta región situada al sureste del valle de Ordesa.

La segunda fase de deformación, es la más importante y corresponde a una etapa de compresión que produce la implantación del Manto de Gavarnic. Este manto corresponde a una estructura tectónica de primera magnitud, formada por materiales paleozoicos, mesozoicos y terciarios, que arrastró en su movimiento a los mantos más antiguos, de Cotiella y Monte Perdido.

A esta gran unidad alóctona pertenecen todos los materiales paleozoicos situados en el curso alto del río Ara. La superficie de cabalgamiento penetra en España por el alto de La Munia dirigiéndose hacia el Sur a la localidad de Espierva donde se une con la superficie de cabalgamiento de la unidad de Monte Perdido, dirigiéndose a continuación hacia



Foto 7. – Pliegue de vergencia oeste, situado en el valle del río Vellós, donde los estratos llegan a alcanzar una posición invertida.

Bielsa. En esta misma región la superficie de cabalgamiento aflora también en el Circo de Larri que forma una ventana tectónica donde aflora el material autóctono.

A partir de Bielsa, la superficie de cabalgamiento sigue una línea que pasaría por las proximidades de Plan y Castejón de Sos perdiéndose a partir de aquí, en la zona de escamas cabalgantes de Las Nogueras.

Resulta así, que los terrenos realmente autóctonos del Tramo estudiado, son los materiales plutónicos y los depósitos paleozoicos y permotriásicos situados al norte y este de la línea Bielsa–Plan–Castejón de Sos, con la excepción de pequeños retazos como los materiales devónicos situados al norte de Plan que forman “klips” que son parte de la unidad corrida de Gavarnie (Fig. 13).

Contemporáneamente al emplazamiento del manto de Gavarnie se producen intensas deformaciones que originan pliegues de vergencia Sur y dirección general E–O, que varía a NO–SE, y que se encuentran muy bien representados en el macizo de Monte Perdido (Fig. 20). Estas nuevas estructuras deforman las superficies de cabalgamiento de los mantos de Cotiella y Monte Perdido, superponiéndose también a los pliegues de dirección general N–S, fracturándolos o deformando sus planos axiales, que son curvados hasta una dirección NO–SE como ocurre, por ejemplo, en el anticlinal del valle del río Vellós.

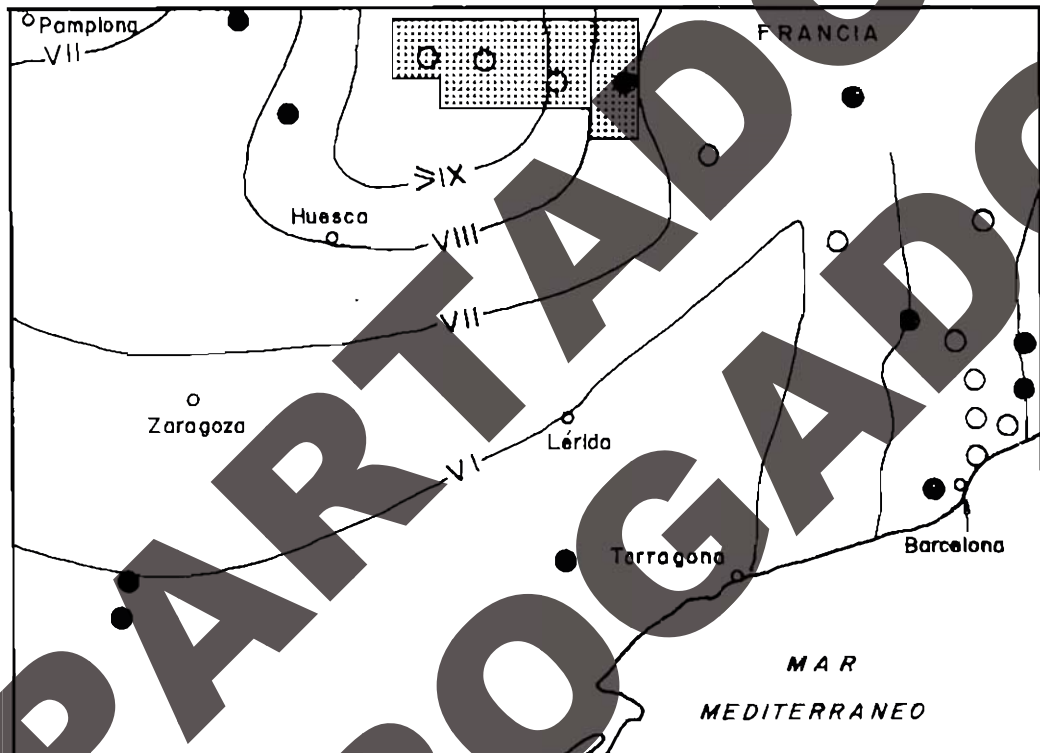
Por último, la tercera fase de deformación, es mucho menos importante y no produce cambios notables en la estructura ya adquirida en las fases precedentes. En la bibliografía existente se señalan como deformaciones más notables, la de la esquistosidad en algunos puntos del macizo de Monte Perdido, y la presencia de pliegues en las Sierras Exteriores, al sur del Tramo estudiado.

2.6. SISMICIDAD

En el Esquema de Situación de Epicentros y Zonas Sísmicas (Fig. 3) se aprecia que el Tramo está comprendido en áreas de gran intensidad sísmica, llegando a superar el valor 9, que es el máximo representado en el mapa publicado en Abril de 1.968 por el Servicio de Sismología e Ingeniería Sísmica, del Instituto Geográfico y Catastral, con datos que

ESQUEMA DE SITUACION DE EPICENTROS
Y ZONAS SISMICAS

ESCALA 1/2.500.000



— VIII — Isoseistas
Grado de intensidad (Escala MSK)

▨ Área estudiada

| | | Instrumentales | Macrosísmicos |
|-------|-------|----------------|---------------|
| m \ h | > 50 | | |
| | ≤ 6,5 | ● | |
| | > 6,5 | | ○ |

h = Profundidad del foco sísmico
m = Magnitud

● } Localización de los epicentros.
○ }

Figura 3.

alcanzan al año 1.965.

El mapa de intensidad máxima probable para el periodo de los 50 años venideros, que proporciona el grado de intensidad que se espera en los futuros sucesos sísmicos, indica valores muy altos, entre 1,2 y más de 3, siendo el valor mínimo, representado en el citado mapa, de 0,4.

Aunque existen amplios límites de incertidumbre (uno de los cuales puede ser el hecho de que los habitantes de la zona no recuerdan terremotos) el mapa de riesgos sísmicos proporciona cuantitativamente la probabilidad de los sucesos con daños, estando el Tramo representado entre los valores de 0,7 y 0,9, siendo este último el máximo representado.

Las diferencias brutas de las nivelaciones de precisión antiguas y las de alta precisión recientes indican una tendencia a la elevación en la zona.

Según la Norma Sismorresistente, al estar comprendidos en la zona de estudio valores superiores a los grados VII, VIII y IX, los daños que se producirían podrían ser los siguientes.

ZONAS CON GRADO SUPERIOR A VII

Muchas construcciones de tipo A (edificaciones rurales) sufren daños de grado III (grandes daños).

Bastantes construcciones de tipo B (edificaciones ordinarias) sufren daños de grado II (daños moderados).

Algunas construcciones de tipo C (edificaciones reforzadas) inician daños de grado I (daños ligeros).

ZONAS CON GRADO SUPERIOR A VIII

La mayoría de las construcciones de tipo A sufren daños de grado IV (destrucción acentuada).

Muchas de tipo B sufren daños de grado III y algunas de grado II.

Bastantes construcciones de tipo C sufren daños de grado II.

ZONAS CON GRADO SUPERIOR A IX

Prácticamente, las construcciones de tipo A sufren daños de grado V (colapso).

La mayoría de las construcciones de tipo B sufren daños de grado IV; muchas de grado V.

Muchas construcciones de tipo C sufren daños de grado III; algunas de grado IV.

3. ESTUDIO DE ZONAS

3.6. ZONAS DE ESTUDIO

Con el fin de obtener un mayor orden en la exposición de los diferentes grupos litológicos, el Tramo se ha dividido en tres zonas, de acuerdo con sus características topográficas (Figuras 4 a, b, c).

Zona 1.— Areas llanas, influenciadas por los cauces fluviales.

Dentro de esta Zona se incluyen los valles fluviales, que son las únicas regiones de topografía suave, enmarcados por regiones de mayor pendiente de las Zonas 2 ó 3.

Lógicamente, el dominio corresponde a materiales cuaternarios.

Zona 2.— Areas de relieves acusados, con pendientes más o menos fuertes y algunas zonas quebradas.

Supone una Zona de difícil acceso, en la que las vías de comunicación tendrán que ser tortuosas y de cierta pendiente.

Está constituida principalmente por materiales paleozoicos, secundarios y terciarios, con frecuentes recubrimientos cuaternarios, de tipo coluvial.

Zona 3.— Areas de gran relieve, con diferencias de cota muy notables, pendientes a veces mayores de 60º y frecuentes quebradas y escarpes, a veces de centenares de metros.

Es la Zona con mayor representación, ya que el Tramo está enmarcado dentro de las mayores cotas del Pirineo. Los materiales que aparecen son principalmente graníticos, paleozoicos y mesozoicos.

Constituye en general una barrera para cualquier vía lógica de comunicación, aunque localmente podrían ser franqueadas por vías de tercer orden muy pendientes y tortuosas.

ESQUEMA DE SITUACION DE ZONAS

ESCALA 1:200.000

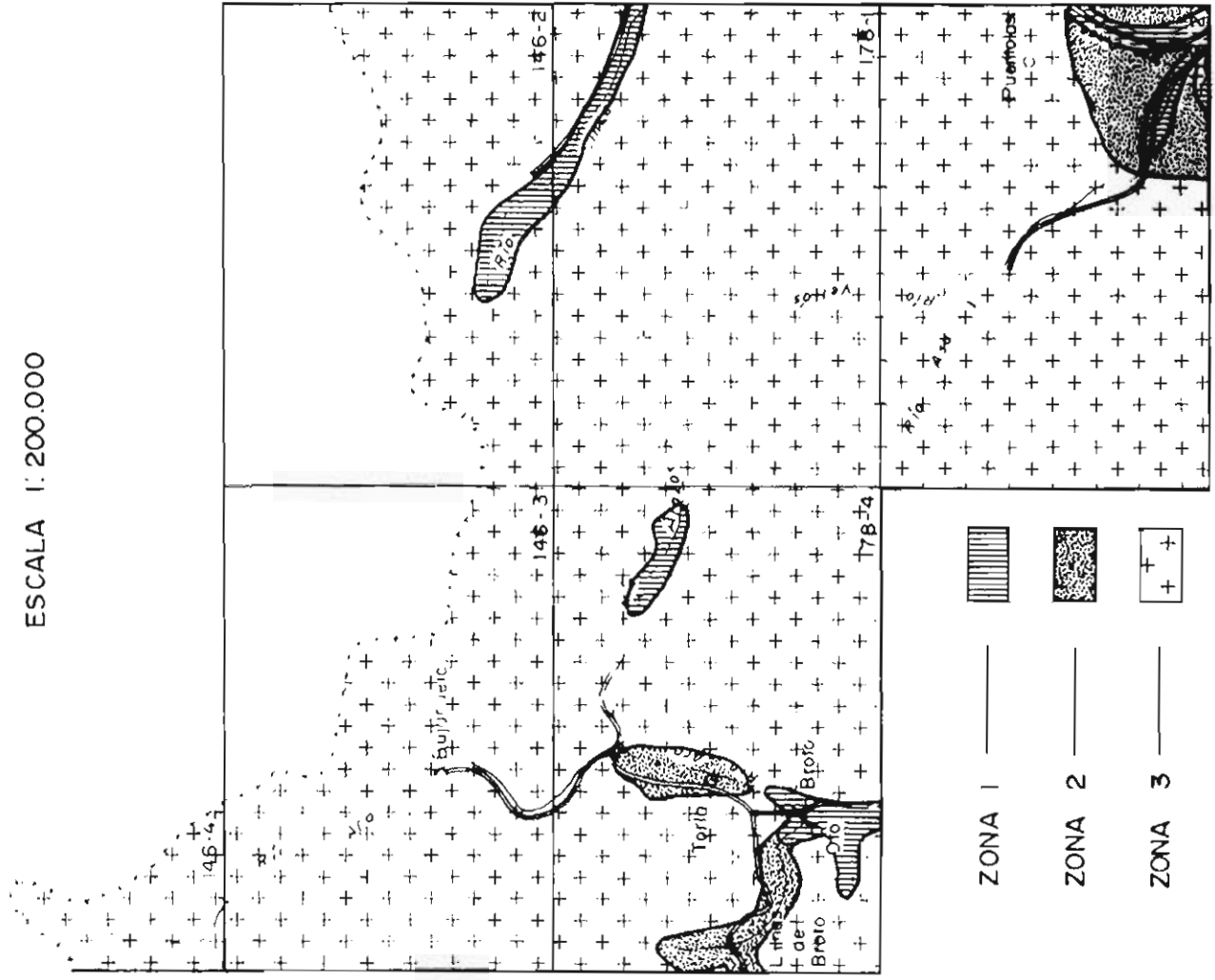


Figura 4 a.

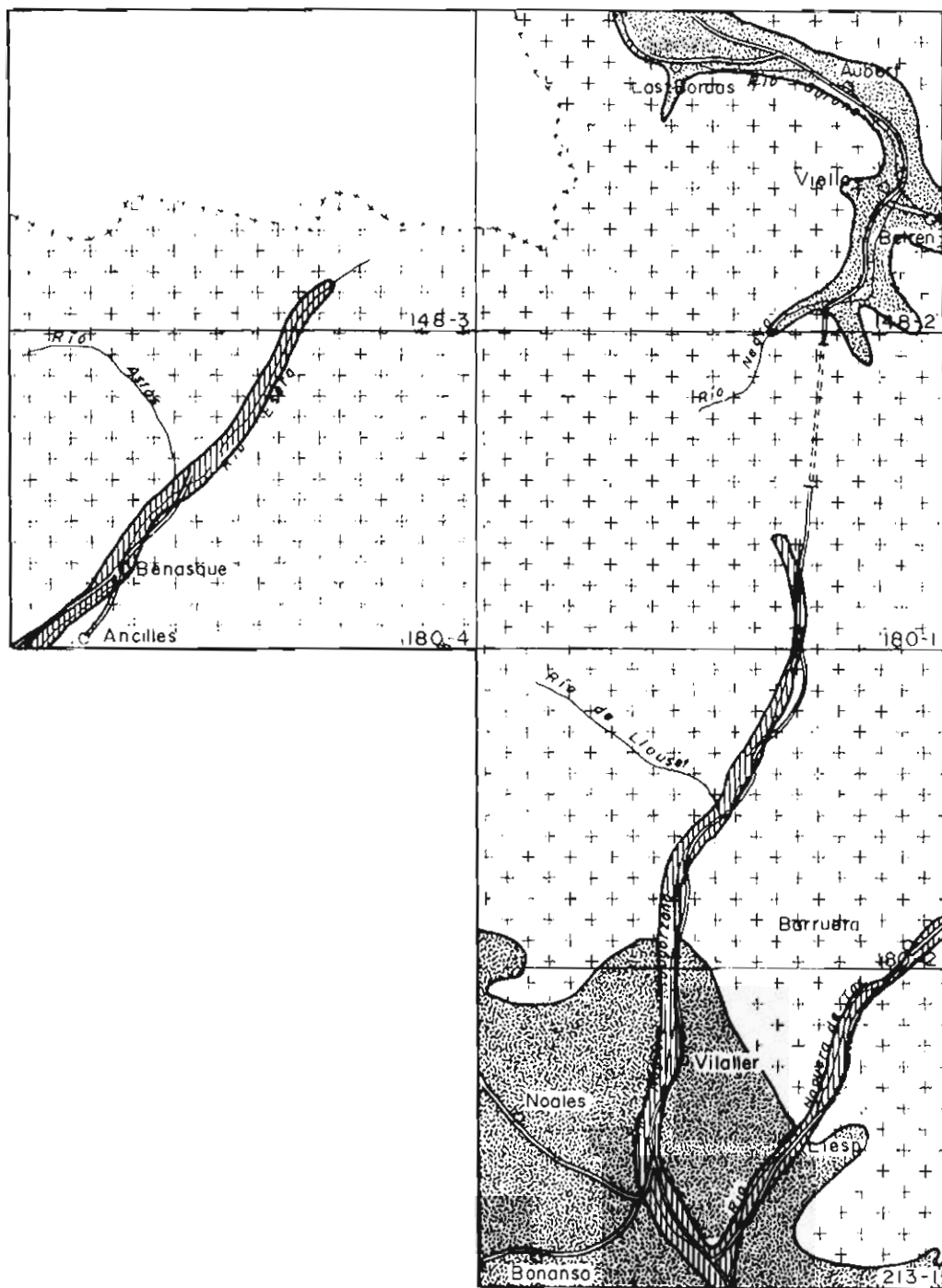


Figura 4 c.

3.1. ZONA 1: AREAS LLANAS, DE INFLUENCIA DE LOS CAUCES FLUVIALES

Esta Zona está ocupada exclusivamente por sedimentos cuaternarios, con los típicos aluviales, terrazas, aluviales—terrazza y conos de deyección. Todos ellos son depósitos clásticos groseros, muy poco coherentes, con potencias muy variables que pueden llegar a alcanzar varias decenas de metros.

3.1.1. Geomorfología

Corresponde a las áreas de menor relieve de la región, estando limitadas a los valles de cierta amplitud donde se encuentran ampliamente desarrollados los sedimentos de origen fluvial (Figuras 5 a, b y c).

La morfología es de zonas llanas o con llanuras escalonadas cuando existen depósitos de terraza. Localmente puede presentar superficies algo inclinadas, como en las zonas próximas a las laderas o donde existen conos de deyección que se extienden sobre las llanuras aluviales.

Los cursos fluviales discurren por estas zonas de suave relieve con formas de "cauces entrelazados", que no son estáticos sino cambiantes, evolucionando con variación de los cauces y aparición de brazos abandonados. El desarrollo de un nuevo cauce puede venir acompañado de una importante excavación en el fondo del mismo, pudiendo alcanzar valores de hasta 2 ó 3 m de profundidad.

3.1.2. Tectónica

Dado que todos los materiales que se encuentran en esta Zona son sedimentos cuaternarios, no existe ningún tipo de estructura o deformación de origen tectónico.

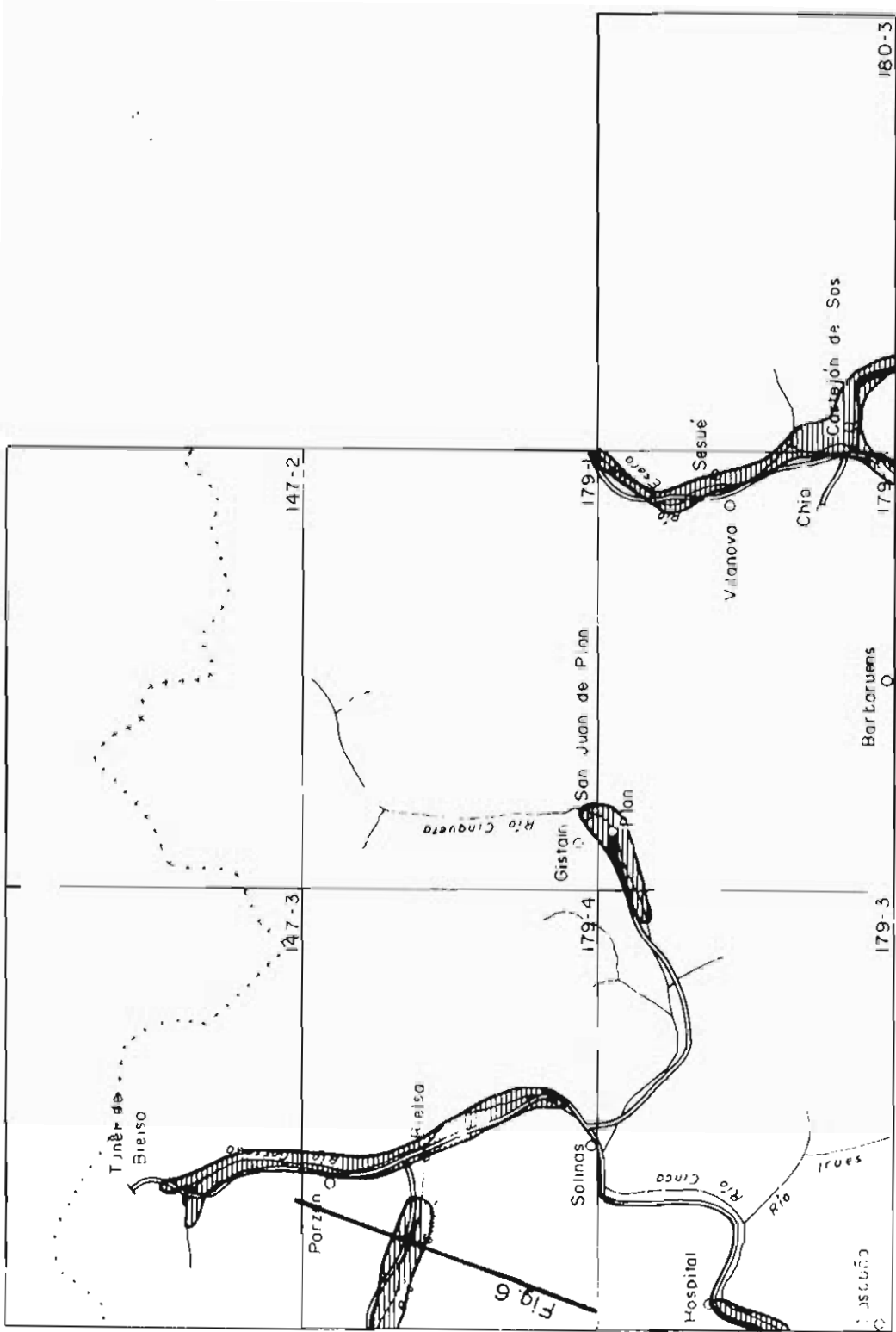


Figura 5 b.

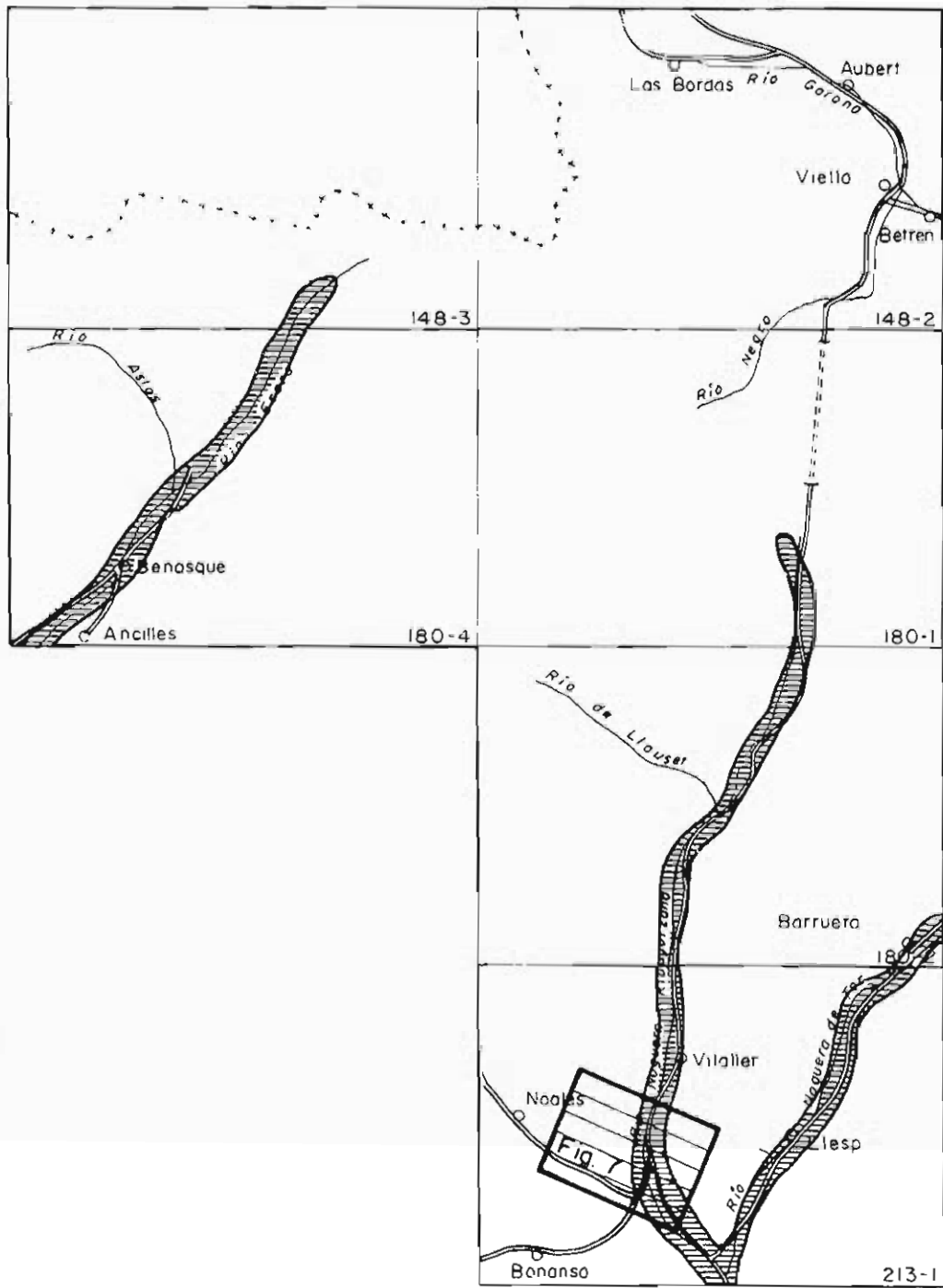

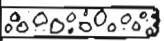

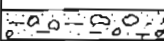
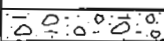
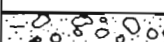



Figura 5 c.

3.1.3. Columna estratigráfica

| COLUMNA LITOLOGICA | REFERENCIA | | DESCRIPCION | EDAD |
|---|------------|------------|---|-------------|
| | 1/25,000 | GFOTECNICO | | |
|  | A 1 | G 5 | Aluvial. Gravas y bolos o bloques heterogéneos con arena. | Cuaternario |
|  | A 2 | G 5 | Aluvial. Bolos, bloques, gravas y gravillas fundamentalmente granfíticos. | Cuaternario |
|  | A 4 | G 5 | Aluvial. Bolos, bloques y gravas de material heterogéneo. | Cuaternario |
|  | AT 1 | G 5 | Aluvial-Terraza. Bolos y gravas con arena. | Cuaternario |
|  | T 1 | G 5 | Terraza. Bolos, bloques, gravas y gravillas heterogéneas. | Cuaternario |
|  | T 3 | G 2 | Terraza. Bloques, bolos y gravas. | Cuaternario |
|  | D 4 | G 5 | Cono de deyección. Bolos, bloques y gravas. | Cuaternario |

3.1.4. Grupos litológicos

ALUVIAL (A1)

Se incluyen aquí los sedimentos aluviales de los ríos Cinca (Fig. 6) y Ara, así como los de algunos cauces subsidiarios de éstos. Son aluviales de gran desarrollo y longitud que abarcan al curso alto y medio de estos ríos. Sobre ellos, los cursos fluviales actuales se desarrollan generalmente con formas de "cauces entrelazados" que señalan una importante capacidad erosiva y de arrastre de materiales (foto 8).



Foto 8.- Aspecto de los diferentes cauces desarrollados por el río Cinca.
Foto tomada en las proximidades de Escalona.

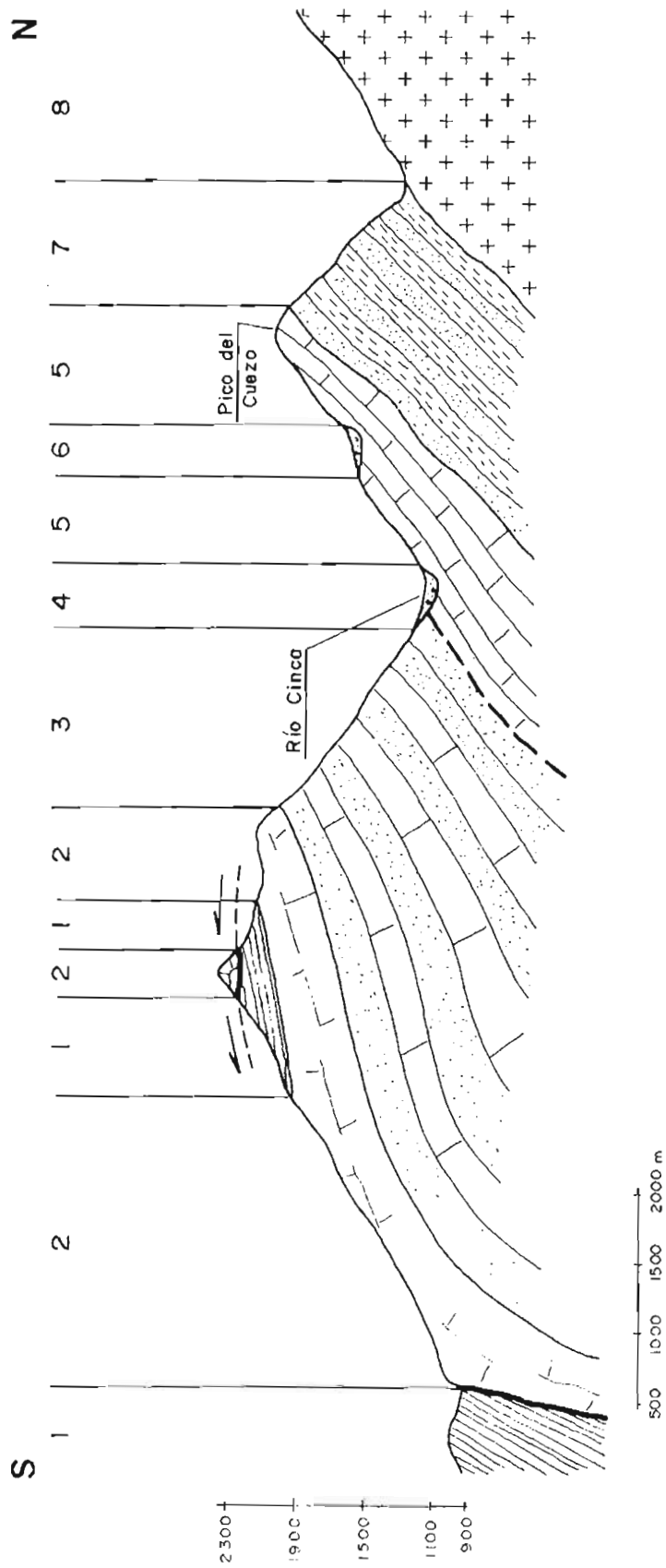
Litología.— Corresponde a desordenadas acumulaciones de cantos con escasa matriz arenosa que forman afloramientos continuos en los que existen cambios graduales, en su granulometría, litología y textura.

En los tramos correspondientes a los cursos altos de los ríos, predominan los cantos de gran tamaño, bolos y bloques, mientras que en las zonas más deprimidas del Tramo, predominan tamaños inferiores fundamentalmente, gravas y bolos. La presencia de matriz arenosa está en relación directa con el índice de energía y si bien, es generalmente escasa, éste es más patente en los tramos altos, de granulometría más gruesa (bolos y bloques).

El grado de redondez de los cantos está igualmente diferenciado, siendo de subangulosos a subredondeados en los cursos altos de los ríos (regiones de Bajaruelo, Torla, Parzán, etc.) y redondeados en los cursos medios (región de Laspuña).

Los cantos son de naturaleza muy variada siendo los más frecuentes los de granito, caliza y arenisca que, en áreas restringidas, pueden predominar individualmente. Con menos frecuencia y generalmente en menor proporción, se encuentran cantos de esquisto, pizarra, corneanas, mármol, etc.

Estos depósitos están groseramente estructurados en lentejones que ocasionalmente son arenosos, originados por el relleno de algún brazo de río abandonado. Las arenas que



- 1. Calizas margosas, marfocalizas y margas (312b)
- 2. Calizas (312a)
- 3. Areniscas y calizas (232b)
- 4. Aluvial (A1)
- 5. Calizas (232a)
- 6. Aluvial-terrazza (AT2)
- 7. Areniscas, limolitas, argilitas y conglomerada dos. (160-211)
- 8. Granito (001a)

Fig. 6.- Corte geológico esquemático perpendicular al valle del río Cinca, al oeste de Bielsa, mostrando la disposición relativamente tranquila de los materiales en esta región.

constituyen estos lentejones y que forman la matriz de los materiales más groseros son en gran parte cuarzosas aunque con apreciable proporción de feldespatos y otros fragmentos de rocas.

Comportamiento.— Presentan una porosidad y permeabilidad muy alta, con un drenaje fundamentalmente profundo hacia el cauce; es inundable y localmente erosionable.

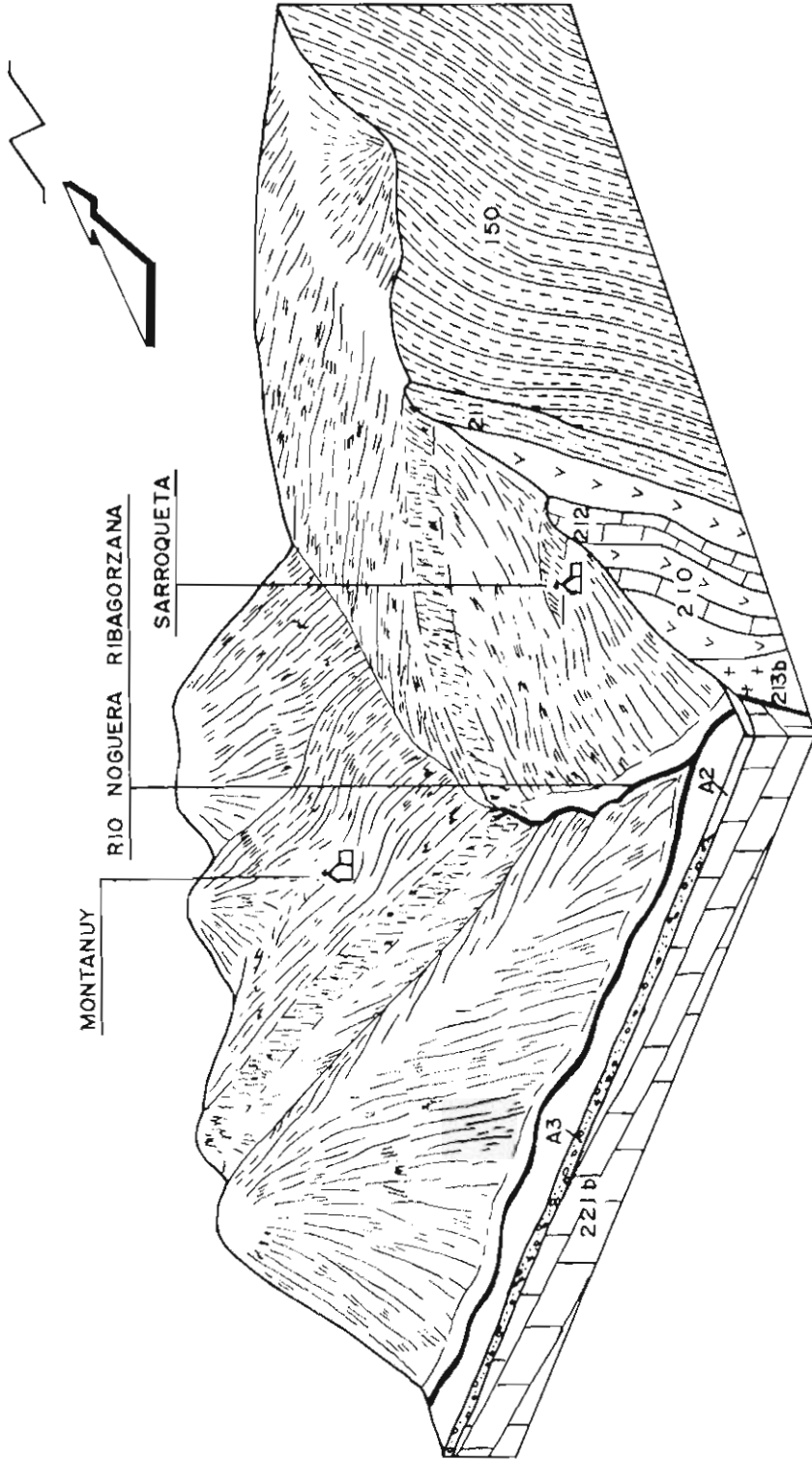
ALUVIAL (A2)

A lo largo de los ríos Noquera Ribagorzana y Esera, así como en algunos de sus afluentes, se han depositado materiales fundamentalmente graníticos, con casi total ausencia de otros términos, por lo que se especifica para ellos un aluvial distinto (foto 9).



Foto 9.— El aluvial A2 en la región de Castell de Tor, cerca de Pont de Suert.

Litología.— Están constituidos casi exclusivamente por bolos, bloques, gravas y gravillas de procedencia granítica, con algunos gruesos silíceos, acompañados de una matriz muy escasa de tipo arenoso. Esta matriz puede ser dominante en zonas de muy baja pendiente en cuyo caso el orden de prioridad de tamaños también varía, pasando a dominar los de tipo grava y bolo, con escasos bloques (foto 10). En general el grado de redondez y esfericidad es alto, a pesar del corto recorrido desde el área madre. Esto se debe a la gran capacidad de transporte del río, ya que por su fuerte corriente erosiona los gruesos con facilidad, puliendo sus aristas por choques violentos. Son materiales sin organización aparente y sin una separación clara de tamaños. En algunos puntos podrían ser útiles como gravera e incluso han sido utilizados para tal fin en zonas locales, aunque











- | | | | | | |
|---|------|---|--|------|-----------------------------------|
|  | A2 | Bolos, bloques, gravas y gravillas en escasa matriz |  | 213b | Ofitas |
|  | A3 | Bolos, bloques y gravillas con arena |  | 212 | Calizas y dolomías |
|  | 221b | Calizas |  | 211 | Areniscas y limolitas rojas |
|  | 210 | Ofitas, yesos, calizas, margas, areniscas y limolitas |  | 150 | Esquistos y pizarras carboníferas |

Fig. 7. — Bloque diagrama esquemático, en la zona meridional del cuadrante 213-1, con los afloramientos paleozoicos y mesozoicos limitados por las areniscas del Buntsandstein.

el peligro de inundación y la proximidad del nivel freático hace algo arriesgada la explotación continua.



Foto 10.— Zona de dominio de bolos y gravas en el aluvial A2, en la región de Vilaller.

Comportamiento.— Aunque el material es ripable en su totalidad, la existencia de grandes bloques dificultaría localmente la extracción de áridos. La permeabilidad es siempre muy alta y en general son cursos de agua continuos, por lo que el drenaje es superficial, aunque a través del mismo material circule gran cantidad de agua. Es relativamente erosionable y no se aprecian taludes muy claros, ya que los pequeños resaltes pueden ser debidos a aportes laterales tipo cono de deyección.

ALUVIAL (A4)

Se incluyen aquí los sedimentos que rellenan pequeños valles en regiones de alta montaña. Se caracterizan por su elevada pendiente y por la alta capacidad erosiva de los cursos fluviales que esporádicamente circulan por ellos.

Litología.— Está formado por desordenadas acumulaciones de bolos, bloques y gravas, con formas subangulosas a subredondeadas, incluidos en escasa matriz arenosa que puede ser fundamentalmente cuarzosa o con granos exclusivamente calcáreos (foto 11).

Los cantos son de naturaleza muy variada, fundamentalmente caliza, arenisca, pizarra y/o granito. Son, en conjunto, unos depósitos mal o muy mal clasificados y por su reducida extensión superficial no se aprecia en ellos ningún cambio notable de la granulometría dentro de un mismo afloramiento.



Foto 11.— Aspecto de los materiales del aluvial A4, incluyendo gran variedad de tamaños y sin cauces definidos y estables.

Comportamiento.— Este aluvial presenta una porosidad intergranular y una permeabilidad muy altas. El drenaje superficial y profundo es alto, con problemas de erosión y excavación en épocas de arroyada.

ALUVIAL Y TERRAZA (AT1)

En el valle del río Esera, allí donde la anchura es mayor, aparecen grandes acumulaciones cuaternarias de origen fluvial que, aunque en general están claramente sobre el nivel actual del río, pueden, en épocas de grandes lluvias, ser remodeladas al menos parcialmente por los cursos de agua.

Litología.— Este grupo está compuesto de arenas, a veces limosas y muy localmente arcillosas, con bolos, gravas, algún bloque pequeño y gravillas en proporción variable que generalmente suelen dominar. Todos los gruesos presentan un índice de redondez y esfericidad muy alto, con formas esféricas ligeramente ahusadas. El color es generalmente marrón o grisáceo, con zonas ligeramente rojizas (foto 12).

Comportamiento.— Son materiales sueltos, sin cementación, por lo que su permeabilidad es muy alta, siendo el drenaje casi exclusivamente profundo y muy eficaz, por lo que sólo existirán encharcamientos cuando se llegue a la saturación. Es un país llano en el que los únicos taludes están en los bordes con el aluvial, cuando éste es diferenciable. Estos taludes naturales son bajos, con ángulos de unos 30° y fácilmente erosionables. Los taludes artificiales podrían llegar a 30° para alturas medias.

TERRAZA (T1)

Litología.— Este grupo cuaternario está constituido por una acumulación, sin aparente organización interna, de bolos, bloques, gravas y gravillas de naturaleza granítica, silícea, calcárea o margosa, en una matriz areno-arcillosa, a veces limosa, que no suele dominar. Los gruesos de granito y los de naturaleza silícea están muy bien rodados, con altos índices de redondez y esfericidad (foto 13), mientras que los calcáreos y margosos



Foto 12.- Aspecto de las llanuras formadas por el material AT1 cerca de Castejón de Sos.



Foto 13.- Aspecto del material T1 mostrando los altos índices de redondez y esfericidad de los gruesos. Foto tomada en la carretera local de Escalona a Puértolas.

son más angulosos. La matriz tiene tonalidades grises y marrones y no se observan en ella cementaciones, aunque localmente den cierta reacción con el ácido clorhídrico. Topográficamente da zonas llanas o suavemente inclinadas encontrándose a variable altura, sobre

el nivel actual del río que los formó.

Comportamiento.— La permeabilidad es media y localmente alta allí donde escasea la matriz y el drenaje es profundo, eficiente, de modo que no deben existir zonas encharcadas, salvo si en un punto se llegara a la saturación. Es un material erosionable y ligeramente inestable, lo que unido a la climatología local hace que los taludes se deterioren con cierta rapidez. Los taludes naturales, formados en contacto con el aluvial, son bajos, con ángulos de unos 30° y los artificiales, generalmente bajos, son inestables por encima de los 40°, con deslizamientos y desprendimientos en épocas de lluvias.

TERRAZA (T3)

La abrupta topografía del tramo hace que, generalmente los valles de los ríos, a pesar de tener cierta anchura, estén bordeados de zonas de gran pendiente que pueden modificar los sedimentos típicamente fluviales mediante aportes laterales, tipo cono de deyección, pie de monte o coluvial de gran pendiente, generándose así ciertos depósitos mixtos difíciles de clasificar, en los que se da el nombre del tipo de sedimentos que predomina.

Litología.— En general dominan los de naturaleza esquistosa, aunque pueden encontrarse gruesos de otras procedencias. Los materiales de este grupo son principalmente bloques pequeños, bolos, gravas y muy pocas gravillas con una matriz arcillo-limosa que puede dominar. Los gruesos presentan diferentes grados de redondez y esfericidad, con claro predominio de formas angulosas. La matriz da al conjunto tonalidades grises o marrones y se aprecia muy localmente cierta reacción al ácido clorhídrico.



Foto 14. — Aspecto de un talud en el material T3, cerca de Llesp, en la margen izquierda del río Noguera de Tor.

Comportamiento.— El hecho de existir un dominio de formas angulosas hace que el conjunto se comporte de un modo bastante bueno geotécnicamente, ya que la disposición caótica y la relativa abundancia de finos hace que sean estables taludes más inclinados que en materiales parecidos, por tener mayor ángulo de rozamiento interno. La permeabilidad es baja y el drenaje es fundamentalmente superficial, sin encharcamientos, por las pendientes existentes. Son ligeramente erosionables. Los taludes naturales son estables con

pendientes de unos 20° para alturas medias y los artificiales, medios, soportan taludes de 30° con ligeros desprendimientos y peligro de erosión (foto 14).

CONO DE DEYECCION (D4)

Litología.— Estos conos de deyección están formados por una desordenada acumulación de bolos, bloques y gravas, empastados en matriz areno—limosa con frecuentes gravillas.

Son depósitos muy mal clasificados con cantos angulosos a subredondeados de caliza y arenisca, que pueden contener una menor proporción, o eventual presencia, de cantos de granito y marga.

La matriz areno—limosa se compone de granos de cuarzo y/o caliza encontrándose, también, muy poco seleccionada.

Son materiales blandos, fácilmente disgregables, sin estructuración alguna, formados parcialmente a expensas de sedimentos calcáreos y areniscosos cretácicos (foto 15).



Foto 15.— Aspecto de los conos de deyección D4 formando potentes depósitos al pie de las laderas. Fotografía tomada al Norte de Torla.

Comportamiento.— Los materiales de este grupo presentan porosidad y permeabilidad altas. El drenaje es de tipo profundo y siempre muy alto. Los taludes naturales son estables con alturas grandes e inclinaciones de unos 30° ; los taludes artificiales son estables con ángulos del orden de 35° y alturas medias.

3.1.5. Resumen de problemas de comportamiento que presenta la Zona.

Los problemas geotécnicos más importantes que se pueden producir en esta Zona, están ligados a la dinámica de los cursos fluviales que presentan una gran capacidad erosiva y evolucionan con frecuentes y bruscos cambios en la disposición de sus cauces. Esta circunstancia se puede traducir en importantes fenómenos de erosión sobre terraplenes realizados en las llanuras aluviales o en los estribos de puentes.

Respecto a las cimentaciones se debe tener en cuenta que la aparición de un nuevo cauce puede venir acompañada de una notable excavación de hasta 2 ó 3 m, de profundidad, lo que podría producir daños en algún tipo de cimentaciones.

Al margen de los problemas originados por los cursos fluviales, los materiales incluidos en ésta Zona, no presentan especiales dificultades de orden geotécnico. Por tratarse de áreas llanas o muy ligeramente accidentadas, los desmontes serán escasos y de baja altura, y por tanto, no se originarán importantes problemas de erosionabilidad.

3.2. ZONA 2: AREAS DE RELIEVES ACUSADOS

Esta Zona está ocupada por gran diversidad de materiales, pertenecientes al Paleozoico, Mesozoico y Terciario, con frecuentes recubrimientos cuaternarios de tipo coluvial y algunos sedimentos fluviales.

3.2.1. Geomorfología

Se caracteriza por relieves acusados, con pendientes más o menos fuertes y algunas áreas quebradas. Son zonas de relieve moderado en comparación con los grandes relieves montañosos, que son los más comunes en esta franja de los Pirineos.

La formación de estas zonas de morfología más moderada, está frecuentemente ligada a la existencia de litologías más blandas, como es el caso de las margas y margocalizas del grupo 312b, en la región de Laspuña. Cuando existen dentro de la Zona litología más duras como calizas y areniscas, la formación de este relieve moderado está unida a la situación geográfica, es decir, se encuentran, en aquellas zonas muy alejadas de las grandes alturas del Pirineo Central, en las sierras marginadas en donde el relieve se hace paulatinamente menos agreste y quebrado.

Dentro de esta zona se incluyen algunas áreas donde los sedimentos cuaternarios son muy abundantes originando superficies llanas, más o menos inclinadas, pero siempre situadas a gran altura y con continuos escarpes que siguen a los cursos fluviales.

En cualquier caso, las áreas incluidas en esta Zona 2 son de difícil acceso, y en ellas, las vías de comunicación tendrán que ser tortuosas y de cierta pendiente.

3.2.2. Tectónica

Dentro de la Zona 2, a excepción de los sedimentos cuaternarios todos los materiales se encuentran fuertemente plegados formando parte de complejas estructuras de origen tectónico.

Los sedimentos paleozoicos, devónicos y carboníferos, son los más intensamente deformados, pues en ellos se suman las estructuras producidas en las orogénias Hercínica y Alpina. Se encuentran formando apretados pliegues, muy fracturados, o constituyendo escamas corridas que son posiblemente contemporáneas a la implantación del Manto de Gavarnie.

Los restantes materiales, pérmicos, mesozoicos y terciarios, están también intensamente deformados, aunque es posible encontrar en ellos zonas aisladas con una disposición aparentemente más tranquila, lo que no quiere decir que esté poco influenciada por los procesos tectónicos, pues todas las áreas incluidas en la Zona 2 que presentan estos materiales, forman parte de las grandes estructuras cabalgantes originadas durante las fases de deformación de la orogenia Alpina.

ESQUEMA DE SITUACION DE CORTES Y BLOQUES DIAGRAMA. ZONA 2.

ESCALA 1:200.000

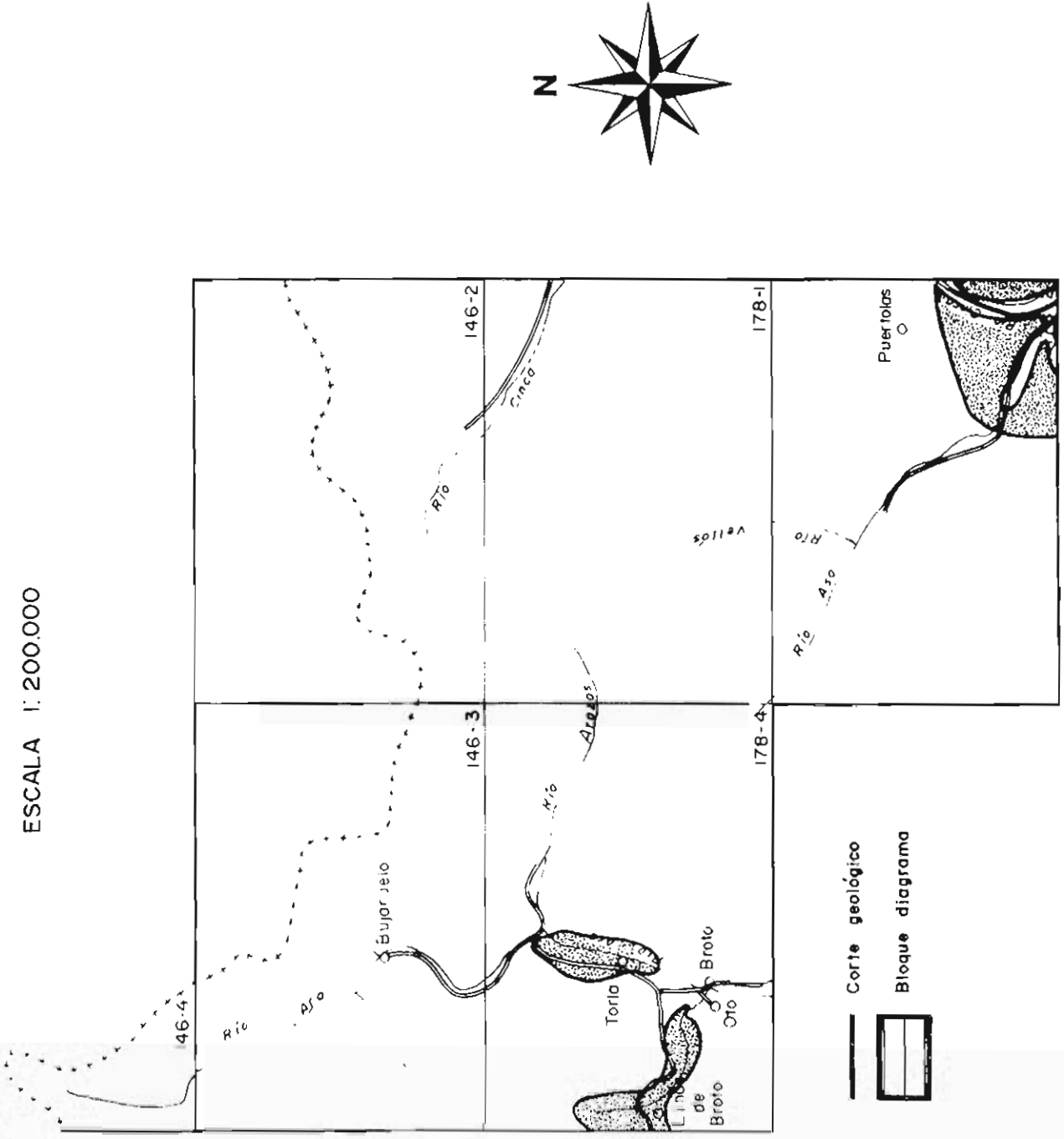


Figura 8 a.

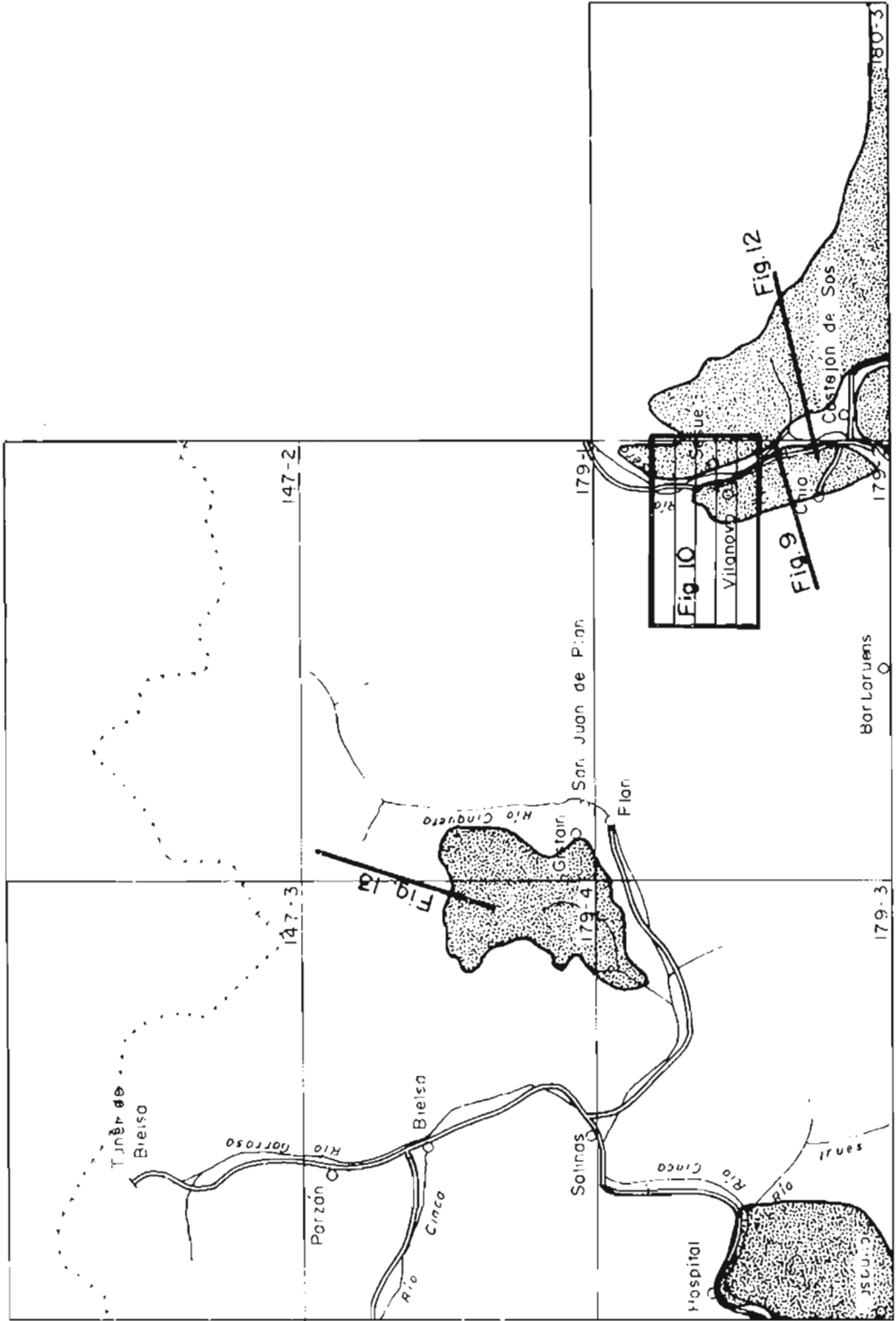


Figura 8 b.

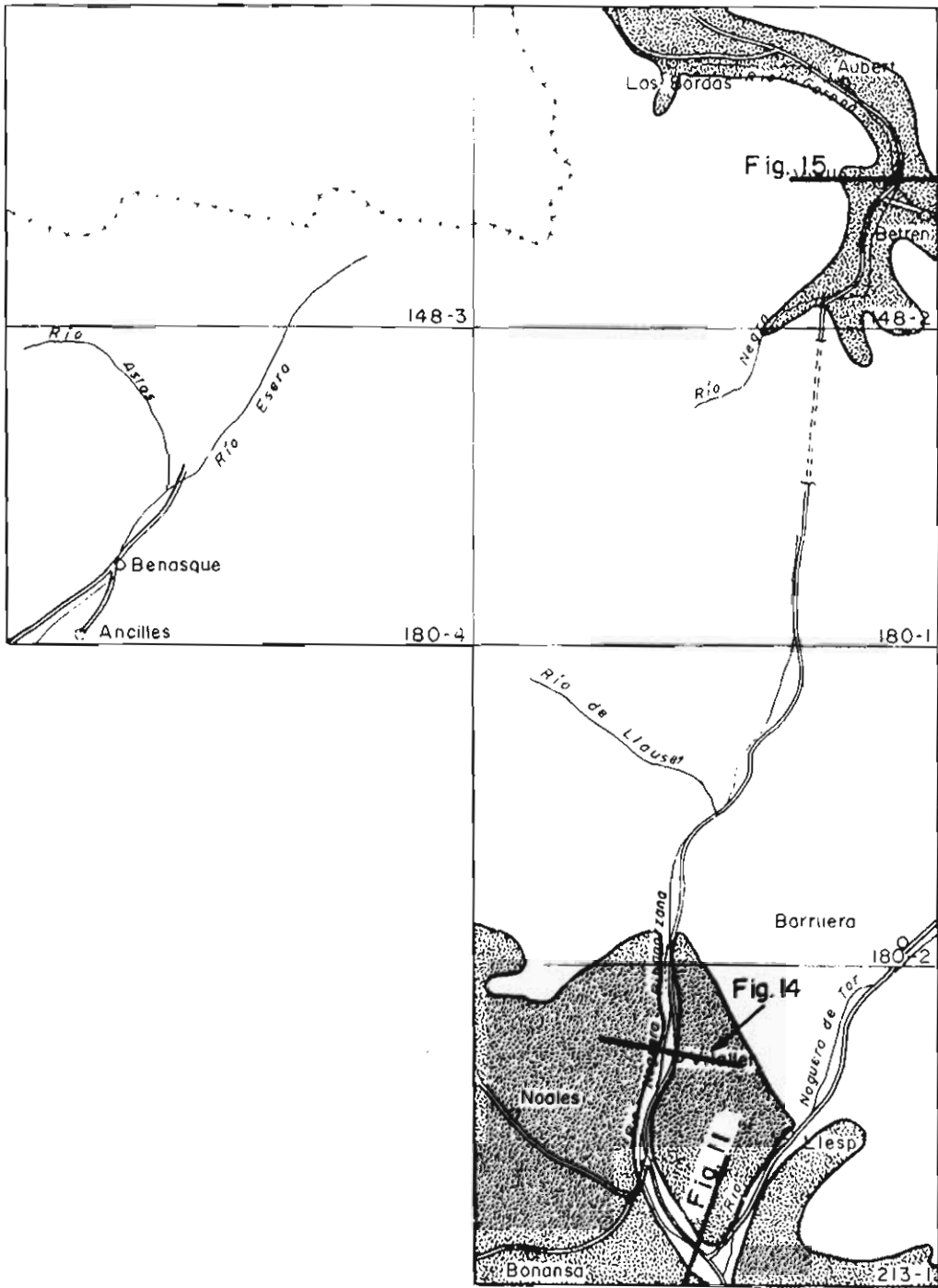

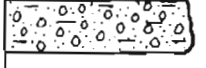
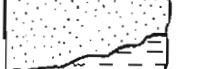
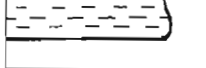
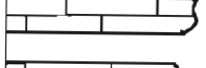
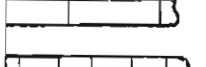
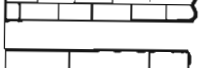


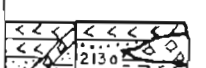

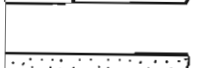
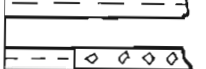
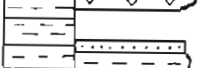
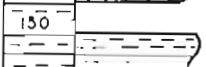
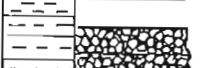







Figura 8 c.

3.2.3. Columna estratigráfica

| COLUMNA LITOLOGICA | REFERENCIA | | DESCRIPCION | EDAD |
|-----------------------|----------------------|------------|--|-------------|
| | 1/25,000 1/50,000 | GEOTECNICO | | |
| | W | G 3 | Artificial. Bloques, bolos, gravas y alguna gravilla. | Cuaternalio |
| | A 1 | G 5 | Aluvial. Gravas, bolos o bloques con arena. | Cuaternalio |
| | A 3 | G 5 | Aluvial. Bolos, bloques y gravillas con arena. | Cuaternalio |
| | A 4 | G 5 | Aluvial. Bolos, bloques y gravas. | Cuaternalio |
| | AC 1 | G 2 | Aluvial y coluvial. Arenas y arcillas con grano y bolos. | Cuaternalio |
| | AC 3 | G 2 | Aluvial y coluvial. Bolos y gravas, heterogéneos, con arena. | Cuaternalio |
| | AC 4 | G 2 | Aluvial y coluvial. Gravas y bolos calcáreos. | Cuaternalio |
| | C 1 | G 3 | Coluvial. Bolos y gravas o bloques de caliza. | Cuaternalio |
| | C 3 | G 2 | Coluvial. Bolos y gravas o bloques, heterogéneos, con arena y arcilla. | Cuaternalio |
| | C 5 | G 3 | Coluvial. Bloques gigantescos y bloques pequeños. | Cuaternalio |
| | C 6 | G 6 | Coluvial. Arenas, limos o arcillas. | Cuaternalio |
| | C 7 | G 6 | Coluvial. Arcillas y limos arenosos. | Cuaternalio |
| | C 11 | G 1 | Coluvial. Arenas limosas con gravas, bloques y bolos. | Cuaternalio |
| | C 12 | G 1 | Coluvial. Arcillas limosas con gravas, bolos y algún bloque. | Cuaternalio |
| | C 14 | G 1 | Coluvial. Arcillas rojas con gravas, bolos y algún bloque. | Cuaternalio |
| | AT 2 | G 5 | Aluvial y terraza. Bolos, gravas y bloques, heterogéneos, en escasa matriz areno-limosa. | Cuaternalio |
| | T 1 | G 5 | Terraza. Bolos, bloques, gravas y gravilla. | Cuaternalio |
| | T 4 | G 1 | Terraza. Arcillas con arenas, limos y gruesos. | Cuaternalio |
| | D 2 | G 5 | Cono de deyección. Bloques y bolos calcáreos. | Cuaternalio |
| | D 3 | G 2 | Cono de deyección. Bloques, bolos, gravas y gravillas, heterogéneos. | Cuaternalio |

3.2.3. Columna estratigráfica (Continuación)

| COLUMNA LITOLOGICA | REFERENCIA | | DESCRIPCION | EDAD |
|---|----------------------|------------|--|---------------------|
| | 1:25,000 1:50,000 | GEOTECNICO | | |
|  | 350 | G 2 | Bolos, bloques y gravas. | Pliocuaternario |
|  | 313 | K 4 | Bolos, bloques y gravas con matriz areno-limo-arcillosa. | Terciario |
|  | 312f | K 5 | Flysch. | Terciario |
|  | 312b | K 4 | Calizas margosas, margocalizas y margas. | Terciario |
|  | 232a | K 1 | Calizas detríticas organógenas. | Cretácico |
|  | 232e | K 2 | Calizas y margas. | Cretácico |
|  | 231 | K 1 | Calizas grises a veces recrystalizadas. | Cretácico |
|  | 223 | K 1 | Calizas con calcita y zonas margosas. | Jurásico |
|  | 222 | K 2 | Areniscas y microconglomerados. | Jurásico |
|  | 221a | K 4 | Calizas y margas. | Jurásico |
|  | 221b | K 1 | Calizas recrystalizadas. | Jurásico |
|  | 213a | K 3 | Yesos versicolores. | Triásico |
|  | 213b | K 1 | Rocas volcánicas. | Triásico |
|  | 212 | K 2 | Calizas, calizas féttidas y dolomías. | Triásico |
|  | 210 | K 3 | Calizas, calizas dolomíticas, yesos y ofitas. | Triásico |
|  | 211 | K 5 | Areniscas, limolitas, argilitas y conglomerados. | Triásico |
|  | 160-211 | K 4 | Areniscas, limolitas, argilitas y conglomerados. | Permo-trías Permico |
|  | 160 | K 4 | Areniscas y pizarras | Permo-trías Permico |
|  | 152a | K 4 | Materiales volcánicos. | Carbonífero |
|  | 152b | K 2 | Areniscas, esquistos y carbón. | Carbonífero |
|  | 150 | K 4 | Esquistos lajosos. | Carbonífero |
| | 152c | K 4 | Esquistos carbonosos con pirita. | Carbonífero |
| | 152d | K 2 | Conglomerados. | Carbonífero |
| | 140b | K 2 | Calcoesquistos y calizas. | Devónico |

3.2.4. Grupos litológicos

ARTIFICIAL (W)

La excavación del túnel de Viella ha producido una escombrera que, al ser cartografiable en la boca norte de un modo claro, se ha independizado en un grupo aparte, a pesar de su pequeña extensión superficial (foto 16).



Foto 16.— El material extraído del túnel de Viella, acumulado en su salida norte. Sobre él, una caseta.

Litología.— Está formado por una acumulación caótica de bloques pequeños, bolos y gravas con escasas gravillas, procedentes de la excavación del túnel. Los bloques nunca llegan a ser mayores de 100 Kg, ya que proceden de la disgregación de la roca mediante explosivos.

Comportamiento.— Es un conjunto de escasa importancia en el orden geotécnico, ya que el tiempo transcurrido desde la realización del vertido y las características climatológicas han logrado un asentamiento y un perfil de equilibrio de sus taludes. Es un material de muy alta permeabilidad, con drenaje profundo muy alto. Los taludes, artificiales son estables para alturas medias y pendientes de unos 30°.

ALUVIAL (A1)

Ha sido descrito con todo detalle en la Zona 1, apartado 3.1.4.

ALUVIAL (A3)

En algunas regiones, generalmente bastante locales, las zonas que han ocasionado los depósitos aluviales presentan una carencia total de rocas graníticas, lo que implica que no aparezcan restos de éstas entre los gruesos. Tal parece ser el caso del río Ligucla a su paso por Barbaruens y de algunos otros ríos o arroyos locales (foto 17).

Litología.— Está formado por bolos, gravas, bloques y gravillas silíceas y calcáreas,



Foto 17.— Aspecto del aluvial A3 en la zona de Barbaruens, fuera del Tramo.

provinientes de los materiales esquistosos y de las calizas de los afloramientos vecinos, que por el relieve juvenil y la fuerte meteorización alimentan abundantemente los cauces. Los gruesos son bastante rodados, sin aristas vivas, alcanzando mayor redondez los provenientes de rocas esquistosas y mayor esfericidad los de tipo calcáreo. La matriz es escasa, de tipo areno—limoso, aunque en algunas zonas pueda dominar, sobre todo en las pequeñas presas existentes donde se han acumulado los finos, aunque en las épocas de corriente fuerte (deshielo, lluvias torrenciales, etc) estos remansos son lavados parcialmente y los finos continúan su transporte aguas abajo. El color es muy variable, generalmente grisáceo.

Comportamiento.— La permeabilidad es muy alta y el drenaje es elevado, tanto superficialmente como a través del mismo aluvial, por su gran permeabilidad y la pendiente. En general los ríos son peremnes, por lo que el drenaje aparente es superficial.

ALUVIAL (A4)

Ha sido descrito con todo detalle en la Zona 1, apartado 3.1.4.

ALUVIAL—COLUVIAL (AC1)

Estos materiales ocupan las laderas y el fondo de algunos valles de alta montaña, en zonas de reducida extensión superficial.

Litología.— Está formado por arenas o arcillas con frecuentes términos intermedios y variable cantidad, aunque siempre abundante, de gravillas, gravas y bolos, todo ello de un color marrón oscuro a negruzco.

Los cantos incluyen diversas litologías como pizarra y/o caliza, calcoesquisto, etc., y se encuentran poco rodados con formas, en general, de angulosas a subangulosas (foto 18).

Los términos arenosos, frecuentemente algo arcillosos, están poco seleccionados, y sus granos están fundamentalmente compuestos por fragmentos de rocas. Los términos



Foto 18.— Arcillas arenosas con gravas y bolos angulosos (AC1) en un pequeño afloramiento situado al Norte de Bujaruelo.

más arcillosos, son de colores muy oscuros y de plasticidad media o baja.

Estructura.— Estos materiales se encuentran en acumulaciones totalmente desorganizadas o en depósitos de marcada estructura lenticular, que viene determinada por cambios en la granulometría de los materiales.

Comportamiento.— Está formado por materiales con porosidad y permeabilidad medias. El drenaje es a la vez superficial y profundo, resultando en su conjunto bueno. Localmente presenta una plasticidad de media a baja, y fenómenos de erosión superficial. Los taludes naturales y artificiales con alturas medias se observan estables con un ángulo del orden de 25° .

ALUVIAL—COLUVIAL (AC3)

Estos depósitos son únicamente frecuentes en el cuadrante 178—4 y están formados a expensas de los materiales areniscosos o margo—arcillosos tipo flysch del grupo 312f. Se encuentra en franjas bastante continuas a lo largo de los valles fluviales, en cotas superiores al aluvial del río u ocupando la parte baja de las laderas y fondo de valle de cursos fluviales secundarios.

Litología.— Se compone de bolos, gravas y algún bloque, empastados en matriz areno—arcillosa de color marrón claro que contiene abundantes gravillas (foto 19).

Los cantos son subangulosos a subredondeados, y corresponden a fragmentos de arenisca, mezclados localmente con algún fragmento calcáreo. La matriz arenosa está compuesta fundamentalmente por granos de cuarzo y pequeños fragmentos de arenisca.

Son depósitos caóticos en los que no se ha observado ningún tipo de ordenación.

Comportamiento.— Estos suelos presentan una porosidad y permeabilidad medias que localmente llegan a ser altas. El drenaje es combinado de tipo superficial y profundo y en general suficiente. Son de plasticidad baja, poco erosionables y podrían aceptarse como material de préstamo. Los taludes naturales, con un ángulo de 25° , aparecen estables con desniveles altos. Los taludes artificiales, en general con alturas bajas, son estables con ángulos de 35° a 40° .

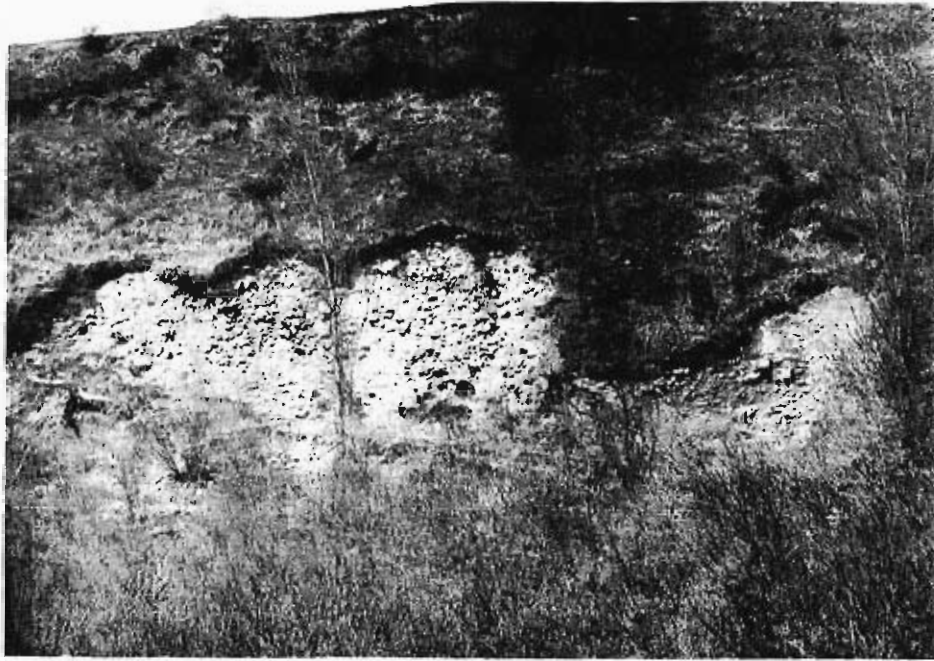


Foto 19.— Pequeña excavación natural sobre los materiales del grupo AC3, situada en las proximidades de Linás de Broto.

ALUVIAL—COLUVIAL (AC4)

En la zona de Chía y cubriendo un valle elevado paralelo al cauce del río Esera en su margen derecha, existe un depósito cuaternario antiguo, relativamente distinto de los actuales y cuyo origen debió estar influenciado por fenómenos glaciares y periglaciares. El fenómeno que ocasionó estos sedimentos fué bastante extenso, principalmente entre Plan y Bisaurri.

Litología.— Dentro de este grupo se han hecho dos divisiones con el fin de explicar las características de cada zona. Las partes del aluvial—coluvial que lindan con la roca calcárea del oeste tienen grandes masas de derrubios de ladera, que aunque a veces han sido ya incorporadas al resto del material, suelen dar concentraciones de gravas y bolos calcáreos, muy someramente cementados y con muy escasa o nula matriz arcillo—limo—arenosa. El resto de los materiales que forman el grupo son bolos, bloques enormes, gravas y gravillas de materiales diversos en una matriz arcillo—limosa, a veces arenosa, que suele dominar, dando suelos cultivables. Las características litológicas de los gruesos (graníticos, esquistosos y calcáreos) hace pensar en un transporte glaciario, con remodelación posterior por régimen fluvial. El hecho de aparecer grandes bloques de granito, sin que exista esta roca en la cuenca de recepción del valle de Chía, hace que, o bien el citado granito fue depositado aquí por los glaciares o bien (lo que es más probable) el valle sufrió una captura, quedándose en seco. Lo que no parece ofrecer dudas es que existió una erosión fluvial, que logró producir la redondez y esfericidad que se aprecia en los bloques y otros gruesos (foto 20).

Comportamiento.— Son materiales sueltos o con muy ligera cementación en zonas muy locales ricas en gruesos calcáreos. Es pues ripable, con dificultad local por los bloques, que, en el camino de Chía, han sido dinamitados. La permeabilidad es media a baja, con un drenaje superficial eficiente por las pendientes restantes. Es algo erosionable, pero el hecho de no tener gran cuenca de recepción hace que este peligro se minimice. Los taludes naturales son estables con ángulos de 20° y alturas medias y los artificiales, en las zonas de borde, alcanzan los 60° para alturas bajas, con riesgo de desprendimientos y



Foto 20.— Uno de los bloques redondeados del grupo AC4, en el valle de Chía.

pequeños deslizamientos.

COLUVIAL (C1)

Se incluyen aquí los depósitos de ladera de gran pendiente que con notable frecuencia y continuidad se presentan en los macizos calcáreos, adosados a las laderas de pendientes abruptas o al pie de los importantes escarpes que son comunes en esta región.

Superficialmente, se presentan con formas regulares, muy inclinadas y exentas de vegetación, constituidas por suelos pedregosos. Son pedrizas o canchales que con frecuencia adquieren gran espectacularidad (foto 21).

Litología.— Se componen de bolos, gravas y/o bloques de caliza con escasa o muy escasa matriz areno—arcillosa de color marrón o rojizo.

Los cantos son siempre angulosos o subangulosos y se encuentran muy mal clasificados, incluyendo tamaños muy variables que pueden alcanzar hasta bloques de dimensiones gigantescas.

La proporción de matriz es siempre escasa aunque superior a la que aparentemente parecen tener estos depósitos por su aspecto superficial. Este hecho se produce por el continuo lavado de la matriz areno—arcillosa que es infiltrada hasta capas inferiores dentro del mismo coluvión. Con mucha frecuencia, la cantidad de matriz es insuficiente para rellenar los huecos que quedan entre los cantos, originándose estructuras compactas con una gran porosidad.

En numerosas ocasiones, se pueden apreciar incipientes procesos de cementación que están más desarrollados en los coluviones más antiguos y en las capas inferiores de un mismo coluvión. Estas cementaciones en ningún caso se encuentran lo suficientemente desarrolladas como para dar a estos materiales una notable coherencia ni mejorar apreciablemente su estabilidad.

Estructura.— Estos materiales se encuentran dispuestos a modo de "derrubios ordenados" formando capas muy inclinadas, originadas por una variación en el tamaño de los cantos o por una mayor o menor presencia de matriz areno—arcillosa. Las superficies de



Foto 21.— Superficies lisas y exentas de vegetación, típicos del grupo C1, al pie de la Peña Montañesa.

estratificación son difusas y, en cualquier caso, pueden estar cortadas por grandes bloques que afectan a distintas capas.

Comportamiento.— Son suelos con porosidad y permeabilidad muy alta y drenaje principalmente profundo e intenso. Por disponerse sobre pendientes muy fuertes se aprecian eventuales caídas de bolos y bloques desde las áreas fuente del coluvión. Presenta taludes naturales estables, altos, con unos 35° y los artificiales estables, son altos, con 35° . Las obras que se dispongan sobre él, requerirán una adecuada protección contra la caída de bloques.

COLUVIAL (C3)

Se incluyen aquí otros depósitos de ladera de gran pendiente, formados a expensas de materiales de muy diversas litologías, individualmente o mezcladas entre sí. Su disposición y mecanismo de formación es semejante al descrito para el grupo C1.

Litología.— Dentro de este grupo se representan los coluviones formados a expensas de materiales pizarrosos, esquistosos, calcoesquistosos areniscosos o arcillosos, e incluso calcáreos o graníticos, cuando estos últimos materiales se encuentran mezclados con algunos de los anteriores (foto 22).

Se compone de bolos, gravas y/o bloques incluidos en una cantidad variable de matriz arenosa o arcillosa que puede llegar a ser abundante. Los cantos son siempre angulosos y de formas muy variadas, desde planas a esféricas.

En líneas generales se puede decir que la proporción de matriz es mayor en los coluviones formados a partir de los materiales paleozoicos y permotriásicos, siendo esta matriz normalmente arcillosa o arcillo—arenosa.

Las proporciones de matriz más reducidas, se dan en los coluviones situados dentro o en las proximidades de los macizos graníticos o calcáreos, donde estos materiales pueden alcanzar una elevada proporción y, en general, cuando se desarrollan sobre materiales mesozoicos y terciarios.

Estructura.— Normalmente estos coluviones están formando acumulaciones desor-



Foto 22.- Desmorte de gran altura sobre los materiales del grupo C3, afectado por graves problemas de erosionabilidad y desprendimiento. Fotografía tomada en la carretera a Francia, por Bielsa, a la altura de Bordás.



Foto 23.- Aspecto de los materiales del grupo C3 en un desmorte de gran altura situado en el barranco de las Coronas, al oeste de Plan.

denadas en laderas o recubriendo por completo pequeños barrancos (foto 23). Localmente se han podido apreciar en ellos estructuras en forma de "derrubios ordenados".

Comportamiento.— Constituyen suelos de variada composición granulométrica, con porosidad intergranular y permeabilidad en general altas. Presentan drenaje intenso de tipo profundo. Por su variada composición granulométrica y litológica pueden presentar localmente fenómenos de deslizamiento en zonas muy arcillosas, erosionabilidad, acarreamiento y caída de bloques desde las áreas fuente del coluvión; frecuentemente se encuentran en equilibrio natural estricto. Se estima aprovechable como material de préstamo. Los taludes naturales, altos, aparecen estables con ángulos de unos 20° y se podrían adoptar taludes artifi-

ciales medios con ángulos de unos 30°.

COLUVIAL (C5)

Los materiales de este grupo corresponden a potentes acumulaciones de ladera y fondo de valle originados a raíz de grandes desprendimientos de ladera que afectaron a materiales rocosos (caliza o granito). Los depósitos de este tipo en Bielsa y en el embalse de Plan llegaron a cerrar los valles fluviales de los ríos Cinca y Cinqueta, permitiendo la deposición, aguas arriba, de gran cantidad de acarreos que forman el fondo plano de estos valles fluviales.

Litología.— Este grupo está compuesto por una caótica acumulación de gigantescos bloques de caliza o granito, con una trabazón de bloques pequeños, bolos, gravas y arena más o menos arcillosa (foto 24).



Foto 24.— Aspecto de los materiales del grupo C5, donde se aprecia el gran tamaño que pueden alcanzar algunos de los bloques. — Fotografía tomada en las cercanías del embalse de Plan.

Como corresponde a su origen, los cantos son siempre angulosos y el material se encuentra muy mal clasificado.

Comportamiento.— Este grupo presenta una porosidad y permeabilidad muy altas y un drenaje alto, de tipo profundo. Resulta aprovechable como material de pedraplén. Los taludes naturales, medios, aparecen estables con un ángulo de 30° y los artificiales son estables, para alturas medias con ángulos del orden de 40°. Por estar los bloques encajados entre sí, su asentamiento sería, en general, bajo.

COLUVIAL (C6)

El periglacialismo que ha rodeado las zonas de cumbres del presente tramo durante el Cuaternario ha provocado enormes denudaciones de la roca sometida a estos procesos, con la consiguiente acumulación de detritus a cotas inferiores. Una de estas acumulaciones, de enorme magnitud, es la existente en la región de Cerler y en las proximidades

del pueblo de Aneto.



Foto 25.— Escarpes producidos por el encajamiento de la red fluvial sobre los depósitos del grupo C6, que son intensamente erosionados. Fotografía tomada al Norte de Serveto.



Foto 26.— Gigantesca acumulación cuaternaria, del grupo C6. El pico Cerler puede observarse al fondo de la fotografía.

Litología.— Está constituido por un dominio aparente de elementos finos, con mayor proporción de arcillas y menor de limo y arena y una proporción variable de gruesos, con grados medios de esfericidad en los que hay algún bloque, pero que son generalmente de tamaño grava, grava y bolos (foto 25). El color es grisáceo, a veces marrón rojizo, y no se aprecia cementación ni calcificación. Los gruesos son de varios tipos litológicos, dominando los de granito y rocas metamórficas esquistosas. Forman acumulaciones caóticas de enorme potencia que a veces parecen sobrepasar los 100 m (foto 26).

Comportamiento.— Son materiales sueltos, de baja permeabilidad y con un drenaje superficial eficiente por las pendientes reinantes. La abundancia de finos y la climatología local hace que este grupo

sea altamente inestable y peligroso, no aceptando ningún talud superior al natural e incluso con fenómenos de deslizamientos lentos y masivos del conjunto. Prueba de ello son los continuos deslizamientos que se producen en la pista abierta desde Cerler y que afecta a estos materiales en un recorrido notable. Los taludes naturales, con alturas notables, no soportan con estabilidad más de 15° , pareciendo estables con 10° y los artificiales, con 25° , son inestables para alturas incluso de menos de 2 m (foto 27).



Foto 27.— Aspecto de los deslizamientos del coluvial C6 en las pistas de Cerler.

COLUVIAL (C7)

Estos materiales corresponden a acumulaciones de ladera de pequeña o mediana pendiente que se desarrollan sobre diversos materiales pizarrosos o calcoesquistosos paleozoicos. Poseen una morfología muy lobulada e irregular con aparición de multitud de pequeñas grietas en el terreno que denotan su funcionamiento como coladas de solifluxión, especialmente en las épocas de deshielo. Son frecuentes también las formas de morfología periglacial del tipo "cesped almohadillado" (foto 28).

Litología.— Está formado por arcillas y limos arenosos, con abundantes gravas y gravillas y menor proporción de bolos y bloques, siempre angulosos, de pizarra, calcoesquisto y caliza, así como también, por abundante materia orgánica que le proporciona un color ocre oscuro o negruzco.

Son materiales totalmente desorganizados, sin clasificación alguna, desarrollados en zonas de gran altitud (foto 29).

Comportamiento.— Son suelos algo plásticos con porosidad y permeabilidad medias. El drenaje profundo es bajo, produciéndose en el material saturado movimientos lentos de caída que abren pequeñas y frecuentes grietas en el terreno. Se aprecian taludes naturales altos, estables con unos 20° y artificiales bajos, estables con unos 30° . Pueden producirse asientos y empujes en las obras que sobre ellos se dispongan.



Foto 28.— Morfología lobulada e irregular sobre los depósitos del grupo C7 que forman amplias coladas de soliflución. Fotografía tomada al Norte de Serveto.



Foto 29.— Detalle de la composición de los materiales de grupo C7, con abundantes gravas y gravillas, en depósitos sin ordenación alguna.

COLUVIAL (C11)

Los materiales triásicos, sobre todo en los puntos donde están más tectonizados, han producido abundantes residuos de erosión que recubren muchos de estos afloramientos, a veces con potencias que los hacen cartografiables (foto 30).

Litología.— El grupo está formado por arenas, generalmente algo limosas y muy localmente arcillosas, con proporción variable de gravas, bolos, bloques y gravillas. Las arenas de la matriz, que provienen de los afloramientos del Buntsandstein, son claramente rojas, dando este color a los cortes de los afloramientos. Los gruesos son de naturaleza silíceo y calcáreo principalmente, aunque también pueden abundar localmente cantos de ofitas e incluso de yesos, además de alguno de esquisto, generalmente del carbonífero que rodea alguno de los afloramientos del Triásico inferior. Los gruesos no suelen dominar, salvo en zonas locales, teniendo siempre un bajo índice de redondez y esfericidad, debido a su escaso transporte.

Comportamiento.— Debido a estar estos materiales sueltos y sin organización interna, su permeabilidad es alta y el drenaje es fundamentalmente profundo, aunque también actúe superficialmente en épocas de fuertes lluvias, por la pendiente que forman. Al existir posibles gruesos seleníticos cabe esperar cierto riesgo de agresividad en zonas locales, aunque no parece que pudieran obligar a tomar precauciones especiales por la poca concentración general de ion sulfato, salvo en posibles zonas aisladas sobre afloramientos de yesos. Los taludes naturales son estables para alturas medias con pendientes de unos 20° y los artificiales, de alturas medias, con 20° .



Foto 30.— Aspecto del coluvial C11 en la región de Montanuy, con bloques y bolos angulosos de arenisca.

COLUVIAL (C12)

Sobre los afloramientos del Carbonífero y el Devónico, muy abundantes en el Tramo, se han formado grandes extensiones coluviales que, aunque con pequeñas variaciones locales, se reúnen en un sólo grupo por su apariencia y constitución relativamente similar. En general soportan pendientes de unos 20° , ocupando las zonas bajas de las laderas.

Litología.— Los materiales de este grupo suelen estar constituidos por arcillas limosas, localmente algo arenosas, de tonalidades grises más o menos oscuras, englobando una proporción variable de gruesos, con dominio de los tamaños grava, bolo y gravilla y

escasos bloques, generalmente muy poco rodados, llegando a veces a dar formas lajosas y hasta aciculares. Estos gruesos son de origen variable, aunque el dominio lo ostentan los esquistosos y calcáreos, con otros términos metamorfizados y alguno granítico. En algunos puntos los gruesos forman la proporción mayor en el conjunto.



Foto 31.— El coluvial C12 en un pequeño corte necesario para situar un camino. Foto tomada cerca de Castanosa.

Comportamiento.— Son materiales sueltos (foto 31), de permeabilidad media a baja y drenaje efectivo, tanto profundo como superficial, aunque domine este último por las pendientes de las zonas que recubren. Ocupan áreas relativamente amplias y tienen frecuentes muestras de su erosionabilidad. Los taludes naturales, altos, son estables con unos 20° de inclinación y los artificiales, en general bajos, soportan taludes de hasta 60°, con problemas de desprendimiento y ligeros deslizamientos.

COLUVIAL (C14)

Litología.— Los materiales de este grupo están constituidos por arcillas rojas, plásticas, con gravas, bolos y algún bloque, todos ellos angulosos y de caliza; o bien, arcillas margosas amarillentas, algo plásticas, con abundantes gravas, gravillas y bolos de caliza y marga. Son depósitos arcillosos y plásticos, desarrollados a partir de suelos de alteración de algunos niveles calizos o depósitos de ladera de algunos materiales más deleznable como las margas y margocalizas del grupo 312b (foto 32).

Estructura.— Estos materiales se encuentran en acumulaciones desordenadas o groseramente estratificadas en capas inclinadas como es el caso de alguno de los coluviones desarrollados sobre las margas y margocalizas.

Comportamiento.— Son suelos muy plásticos con porosidad en general alta y permeabilidad baja a media. El drenaje es principalmente superficial y parcialmente profundo, resultando, en general, suficiente. Los taludes naturales y artificiales aparecen estables con ángulos del orden de 25° y alturas medias. Se observan, localmente, fenómenos de erosión.



Foto 32.— Materiales arcillosos con gravas, bolos y bloques de caliza (C14) en una pequeña zona situada a escasa distancia al norte de Tella.

ALUVIAL—TERRAZA (AT2)

Los materiales de este grupo corresponden a sedimentos aluviales de valles que hoy aparecen "colgados" a cotas superiores a las que ocupan los cursos fluviales actuales. Estos depósitos pueden aparecer rellenando todo el fondo de estos valles "colgados" o como retazos adosados a las laderas, a cotas muy variables, sobre el cauce del río.

Litología.— Están formados por bolos, gravas y bloques incluidos en matriz arenolímica, algo arcillosa, que no suele predominar, presentando en conjunto un color crema o marrón claro.

Los cantos son de caliza o arenisca, con formas subangulosas a redondeadas, encontrándose de medianamente a mal clasificados. La matriz es fundamentalmente cuarzosa, mal clasificada y con abundantes gravillas.

Son materiales sueltos, fácilmente disgregables en los que no se puede apreciar ordenación sedimentaria alguna (foto 33).

Comportamiento.— Este grupo está constituido por suelos con porosidad intergranular alta y permeabilidad también alta. El drenaje, principalmente profundo, es intenso y presenta problemas de erosionabilidad y aterramiento notables en pendientes superiores a 30° . Los taludes naturales, con desniveles grandes, aparecen estables con un ángulo de unos 20° ; los artificiales resultan en su conjunto estables con alturas medias y ángulos del orden de 30° .

TERRAZA (T1)

Ha sido descrito con todo detalle en la Zona 1, apartado 3.1.4.



Foto 33.— Aspecto desordenado que presentan los materiales del grupo AT2 en la región de Buesa.

TERRAZA (T4)

En las proximidades de la localidad de Noales, entre otros puntos, aparecen depósitos de terraza en los que las proporciones de los materiales son muy diferentes de las de los grupos anteriores.

Litología.— Este grupo está formado principalmente por arcillas con proporción variable de arenas y limos y gruesos bastante redondeados de naturaleza areniscosa o volcánica, con otros términos menos abundantes. Superficialmente dominan los finos aunque bajo la cubierta vegetal (foto 34) deben abundar los elementos más gruesos. Al estar recubiertos de praderas sólo es apreciable la composición en superficie y a la profundidad que permite excavar con el martillo. En general pueden considerarse como terrazas colgadas, antiguas, al continuar los cur-



Foto 34.— El grupo T4 cerca de la localidad de Noales, recubierto de vegetación.

sos de agua su encajonamiento progresivo debido al tipo juvenil del relieve y a la potencia erosiva.

Comportamiento.— Por ser materiales sueltos, son fácilmente excavables. La permeabilidad es baja, al menos en apariencia superficial, aunque puede aumentar en profundidad y el drenaje es fundamentalmente superficial, por la pendiente de los afloramientos. Los taludes naturales son estables con pendientes de unos 15° y bajas alturas y los artificiales, bajos, alcanzan los 15° sin problemas de inestabilidad.

CONO DE DEYECCION (D2)

Litología.— En las regiones en las que el dominio de los materiales pertenece en exclusiva a las calizas y otros términos carbonatados se producen, en las confluencias de los cauces y vaguadas de gran pendiente con los valles más horizontales, acumulaciones tipo cono de deyección, en las que los componentes son casi con exclusividad gruesos calcáreos, más o menos puros, entre los que dominan los bloques y bolos, con proporción variable de gravas y gravillas. En general, los bloques no son tan grandes como en los de origen granítico y presentan mayor grado de redondez y esfericidad. Localmente, en los de origen más antiguo, se aprecia una cierta cementación que se acusa por la presencia de zonas de estabilidad en las que se desarrolla cierta vegetación. La matriz, muy escasa o inexistente, es de tipo arcilloso.



Foto 35.— El cono de deyección D 2 , con una zona excavada para obtener zahorra. Foto tomada en la parte alta del valle de Chía.

Comportamiento.— A pesar de su local y ligera cementación, son materiales ripables (foto 35), erosionables e inestables. Su permeabilidad es muy alta, dominando el drenaje profundo, que es eficaz. Los taludes naturales son estables, para alturas mayores de 20 m, con ángulos de 40° y los artificiales, medios, son en general inestables a partir de 35° con deslizamientos y desprendimientos de gruesos.

CONO DE DEYECCION (D3)

En muchas regiones del presente Tramo, los materiales que aparecen tienen una variedad litológica que obliga a que los detritus erosionados de ellos sean oligomórficos, formando un grupo aparte. Es el caso de zonas en las que las cumbres son, por ejemplo graníticas o migmatíticas y a cotas inferiores aparecen calizas, esquistos u otras rocas, pudiendo encontrarse en cualquier orden.

Litología.— Estos conos de deyección son acumulaciones caóticas de bloques, bolos, gravas y gravillas, de naturaleza muy variada, con matriz variable, generalmente no dominante, de tipo arcilloso, aunque con proporciones muy variables de limo o arena, de tonos grises o marrones, siempre oscura.

Comportamiento.— Son materiales sueltos, de media permeabilidad que puede variar mucho entre las distintas formaciones de este tipo. En general el drenaje es profundo, bien a través de toda la masa de derrubios o en zonas de circulación preferente, existentes en donde escasee la matriz originalmente o por sucesivos lavados. Son materiales erosionables e inestables, que soportan taludes naturales, altos, de unos 30° y taludes artificiales, medios, con 30°; inestables por deslizamientos y desprendimientos (foto 36).



Foto 36.— Cono de deyección D3 en las proximidades de Bono.

GLACIS (350)

Estos materiales se encuentran únicamente en las proximidades de Laspuña (Cuadrante, 179-3). Corresponden a depósitos de pié de monte que enlazan sin discontinuidad alguna con las terrazas altas del río Cinca, de las que se diferencian por la distinta granulometría y composición litológica de sus componentes.

Litología.— Está formado por bolos, bloques y gravas, empastados por matriz arcillosa o areno-limo arcillosa de color marrón o rojizo, que ocupa totalmente los huecos existentes entre los cantos y en la que la fracción arena es predominantemente calcárea (foto 37).

Los componentes gruesos, bolos, bloques y gravas, presentan formas de angulosas a

subredondeadas, predominando los de naturaleza calcárea, observándose en ellos un claro aumento del tamaño y una disminución de la redondez en las zonas más altas de los afloramientos.



Foto 37.— Pequeño desmonte artificial sobre los materiales del glacis (350) a escasa distancia al noreste de Laspuña.

Estructura.— Son materiales sueltos, fácilmente disgregables, que originan terrenos planos aunque ligeramente inclinados hacia el cauce del río.

Comportamiento.— Son suelos de porosidad y permeabilidad media. La combinación de drenaje profundo y superficial resulta suficiente. Tiene una ripabilidad alta. Los taludes naturales y artificiales aparecen estables con ángulos del orden de 30° y alturas en general bajas.

GLACIS OLIGOCENO DE BONANSA (313)

En la región de Bonansa y ocupando parte del borde Sur del cuadrante 213—1, aparece un material detrítico que recubre materiales del Jurásico y del Cretácico. En la carretera que sube a la citada población, después de pasar el túnel, se observan algunos taludes artificiales que permiten el análisis de los materiales que forman este grupo.

Litología.— Está constituido por una acumulación no ordenada de bolos, bloques, gravas y alguna gravilla, fundamentalmente silíceos, de tonos claros, con matriz arcillo-limo—arenosa, de tonos rojizos, en proporción variable aunque generalmente escasa. Localmente se aprecian cementaciones que dan cierta dureza al conjunto (foto 38).

Estructura.— Es un material relativamente homogéneo, aunque a veces se concentran determinados tamaños en algunas zonas. El grado de redondez es medio-alto y la esfericidad es bastante alta. No se aprecian estratificaciones claras aunque localmente parece existir un claro plegamiento, lo cual es lógico al estar datados estos sedimentos como oligocenos.

Comportamiento.— El conjunto es ripable, salvo zonas locales cementadas, aunque en los puntos donde abunden los bloques esta ripabilidad puede verse dificultada. La permeabilidad es media y localmente alta, lo que unido a las pendientes existentes impide



Foto 38.— Aspecto del grupo 313, claramente destruíco. Foto tomada en las proximidades de Bonansa.

el encharcamiento superficial. El drenaje es suficiente, dominando quizá el superficial por la cantidad de precipitación regional. Son materiales relativamente erosionables y algo abarrancables. Los taludes naturales estables son medios, con pendientes de unos 20° y muy escaso abarrancamiento y los artificiales, con unos 25° y alturas medias, son erosionables, algo abarrancables y con caída de bolos y bloques coincidentes con las lluvias. En el caso de forzar los taludes sería necesaria una cubierta vegetal artificial y obras de protección.

CALIZAS MARGOSAS, MARGOCALIZAS Y MARGAS (312b)

Litología.— Este grupo está formado por un homogéneo y regular paquete margoso—calcáreo compuesto por calizas margosas, margocalizas y margas, frecuentemente limosas, con colores cremas o blanquecinos en superficie y oscuros en corte fresco, con locales intercalaciones de areniscas de grano fino y cemento calcáreo y áreas casi exclusivamente calcáreas.

Son rocas duras y con frecuencia alterables por lo que su resistencia a la erosión es baja, originando un relieve muy redondeado, aunque agreste por las elevadas cotas en las que aparecen estos materiales.

Sus afloramientos están limitados a la mitad sur—occidental del Tramo, presentando gran desarrollo en la región de Laspuña, donde alcanzan varios cientos de metros de potencia.

Estructura.— Estos depósitos presentan una estratificación de tipo noduloso o irregular que define lechos y capas y localmente un aspecto masivo. En algunos de los afloramientos de las regiones occidentales aparecen con facies muy "slumpizadas" o con formas muy nodulosas que se disgregan en "bolas".

Son materiales muy replegados, que pueden incluir esquistosidades secundarias de plegamiento que facilitan su disgregación en astillas. En los afloramientos observados, la fracturación oscila de media a muy alta (foto 39).

Comportamiento.— Estos materiales tienen una permeabilidad muy baja con un



Foto 39.— Margas pizarrosas y nodulosas muy fracturadas en un pequeño afloramiento situado al Norte de Laspuña.

drenaje de tipo superficial en general suficiente. No son ripables aunque superficialmente son materiales alterables y algo erosionables. Los taludes naturales estables alcanzan desniveles grandes con ángulos de 40° . Los taludes artificiales aparecen estables con alturas medias y ángulos de 50° – 60° .

FLYSCH (312f)

Dentro de este grupo se incluyen los monótonos materiales en facies flysch que afloran ampliamente al sur y sureste del Valle de Ordesa.

Litología.— Están compuestos por una alternancia regular de areniscas cuarzosas de grano fino a grueso y cemento calcáreo con margas o arcillas frecuentemente limosas y pizarrosas (foto 40).

Presentan colores que varían desde marrones en las areniscas, a rojizos y azulados en las margas y arcillas. Son muy frecuentes en estos materiales las estructuras sedimentarias típicas de una secuencia turbidítica.

Son rocas duras aunque no muy resistentes a la erosión por la abundancia de lechos margosos o arcillosos. Produce un tipo de relieve uniforme, agreste por la morfología juvenil de esta región, con profundos valles en "V" en los que faltan por completo o son muy raros los escarpes.

Estructura.— Son depósitos muy bien estratificados en lechos y alguna capa, encontrándose intensamente afectados por plegamientos de pequeña y gran escala, con dirección y buzamiento muy variables, frecuentemente verticales. En los afloramientos observados la fracturación de la roca oscila de media a alta.

Comportamiento.— Los materiales de este grupo tienen una permeabilidad baja, realizándose el drenaje por escorrentía superficial en su totalidad. Su ripabilidad es baja y son ligeramente erosionables. Los taludes naturales aparecen estables con desniveles grandes y un ángulo de 40° . La estabilidad de los taludes artificiales varía con la orientación de los estratos, alcanzándose valores de 50° con alturas medias.

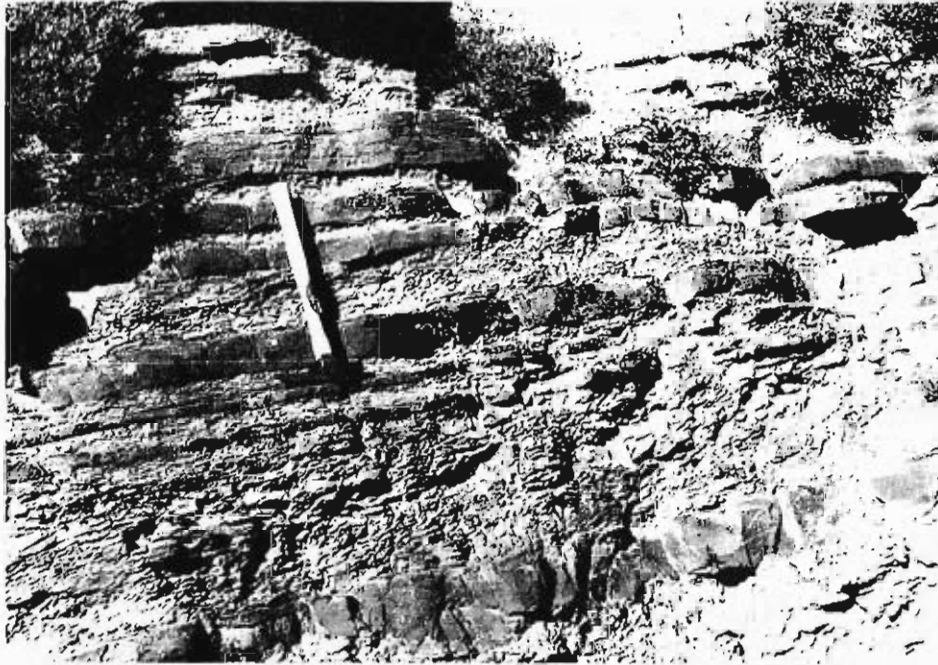


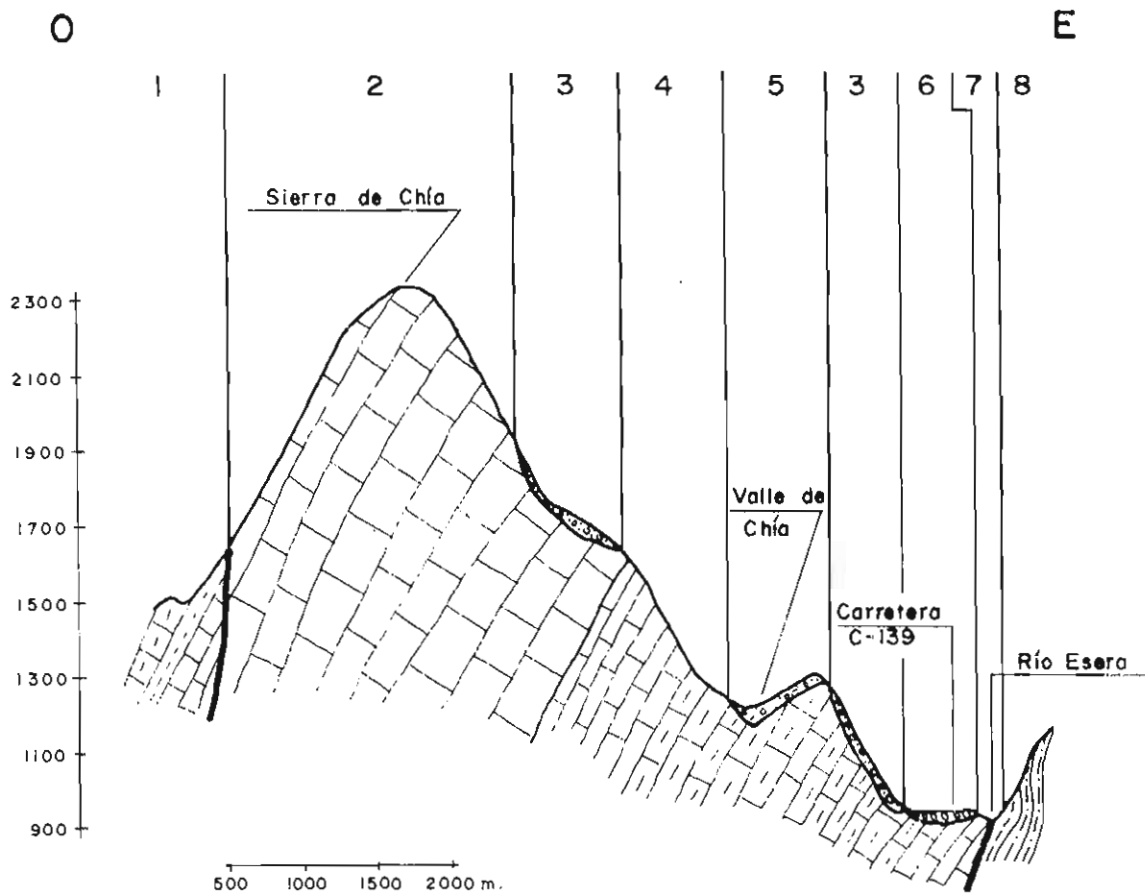
Foto 40. – Aspecto de los materiales del flysch (312f) en uno de los desmontes de la carretera de Broto al Valle de Ordesa.

CALIZAS (232a)

Estos depósitos se encuentran frecuentemente representados en la mitad occidental del Tramo. Sus afloramientos se encuentran siempre en áreas de relieves muy abruptos (Fig. 9) y frecuentemente dan lugar a escarpes de gran altura (foto 41).



Foto 41. – Aspecto de los materiales calcáreos del grupo (232a) que dan lugar a notables escarpes. Fotografía tomada en el valle del río Cinca, a escasa distancia al sur de Bielsa.



- | | |
|--|--|
| 1. Calizas margosas, margas y areniscas (232c) | 5. Bolos, bloques, gravas y gravillas en matriz arcillo-limosa (AC4) |
| 2. Calizas detríticas organógenas (232a) | 6. Arenas, a veces limosas, con dominio de gruesos (AT1) |
| 3. Bolos, gravas y bloques de caliza (C1) | 7. Bolos, bloques, gravas y gravillas en escasa matriz arenosa (A2) |
| 4. Calizas y margas (232e) | 8. Areniscas y limolitas rojas (211) |

Fig. 9.- Corte geológico esquemático de la zona de Chía, con su sierra calcárea.

Litología.— Los materiales de este grupo constituyen un potente y resistente conjunto calcáreo formado por calizas detríticas organógenas con tamaño de grano variable de fino a grueso y colores, también variables, desde grisáceos hasta cremas, rosados o intensamente rojizos.

Son rocas muy duras y compactas repletas de diminutos foraminíferos y otros restos fósiles que forman bioclastos con superficies subangulosas a redondeadas que son visibles en las variedades de tamaño de grano más grueso.

Intercaladas entre estos términos biocalcareníicos, y con mucha menor frecuencia, se pueden encontrar algunas capas de calizas microcristalinas grises, sin fauna o con escasos fósiles.

En toda la serie caliza son muy frecuentes los veteados de calcita espática de color blanquecino que rellenan multitud de grietas y fisuras.

Estructura.— Estos materiales se encuentran irregularmente o mal estratificados en lechos y capas que se agrupan para formar gruesos bancos, o, más frecuentemente, para dar un aspecto masivo.

Son depósitos muy afectados por los fenómenos tectónicos, encontrándose en pliegues más o menos forzados o formando parte de amplias estructuras cabalgantes. Presentan una fracturación siempre alta y buzamientos muy variables.

Comportamiento.— En las calizas de este grupo, la permeabilidad es baja a pesar de la alta fracturación y el drenaje es intenso de tipo superficial. Su ripabilidad es nula, pudiendo aprovecharse como material de cantera. Los taludes naturales y artificiales con alturas superiores a 20 m, y ángulos del orden de 75°, aparecen en su conjunto estables, aunque con algún desprendimiento.

CALIZAS DE LA SIERRA DE CHIA (232e)

La zona montañosa situada al oeste de Chía muestra un afloramiento calcáreo de características litológicas peculiares (Fig. 10), por lo que, junto con algún otro afloramiento similar, forma un grupo aparte. Los afloramientos de la citada sierra son visitables con cierta facilidad gracias al camino que une Chía con Plan.

Litología.— Este grupo está formado por términos claramente carbonatados, entre los que se aprecian calizas lajosas, de tonos grises, bastante recristalizadas y muy puras; margas muy lajosas, de tonos grises oscuros con zonas pizarrosas negruzcas y alguna zona de calizas rojas. Entre las calizas lajosas, que localmente llegan a ser calizas en capas de unos 60 cm, (foto 42), aparecen zonas silicificadas o vetas de cuarzo. También, de un modo muy local, aparecen entremezcladas con las calizas zonas esquistasas, micáceas, muy replegadas y a veces en lechos hojaldrados.

Estructura.— Forman un conjunto de materiales bastante bien estratificados y no demasiado distorsionados, dispuestos en lechos y capas, con dominio de los primeros, que pueden ser hojaldrados. La tectonicidad es, a pequeña escala, suave, con plegamientos menores de 40° y sin grandes fallas, aunque la roca presenta localmente un diaclasado intenso que le da el aspecto de una trituración. En la zona al oeste de Chía, forman un borde de valle, parcialmente recubierto por el grupo AC4, que da un relieve relativamente suave en comparación con las calizas del grupo 232a, situadas al Oeste.

Comportamiento.— Son rocas duras, no ripables, salvo en zonas muy locales donde la fracturación ha triturado la roca. Su permeabilidad es muy baja, salvo en algunos puntos donde existen fenómenos de disolución que han ocasionado un proceso kárstico, siendo en este caso de alta permeabilidad. El drenaje es fundamentalmente superficial, eficaz por las pendientes reinantes que no permiten los encharcamientos. Los taludes naturales son estables con unos 30° de pendiente, para grandes alturas y los artificiales, de mediana altura, llegan a los 60°, con riesgo de caída de trozos sueltos, de tamaño en general pequeño (bolo o grava) aunque podrían llegar a tamaño bloque.

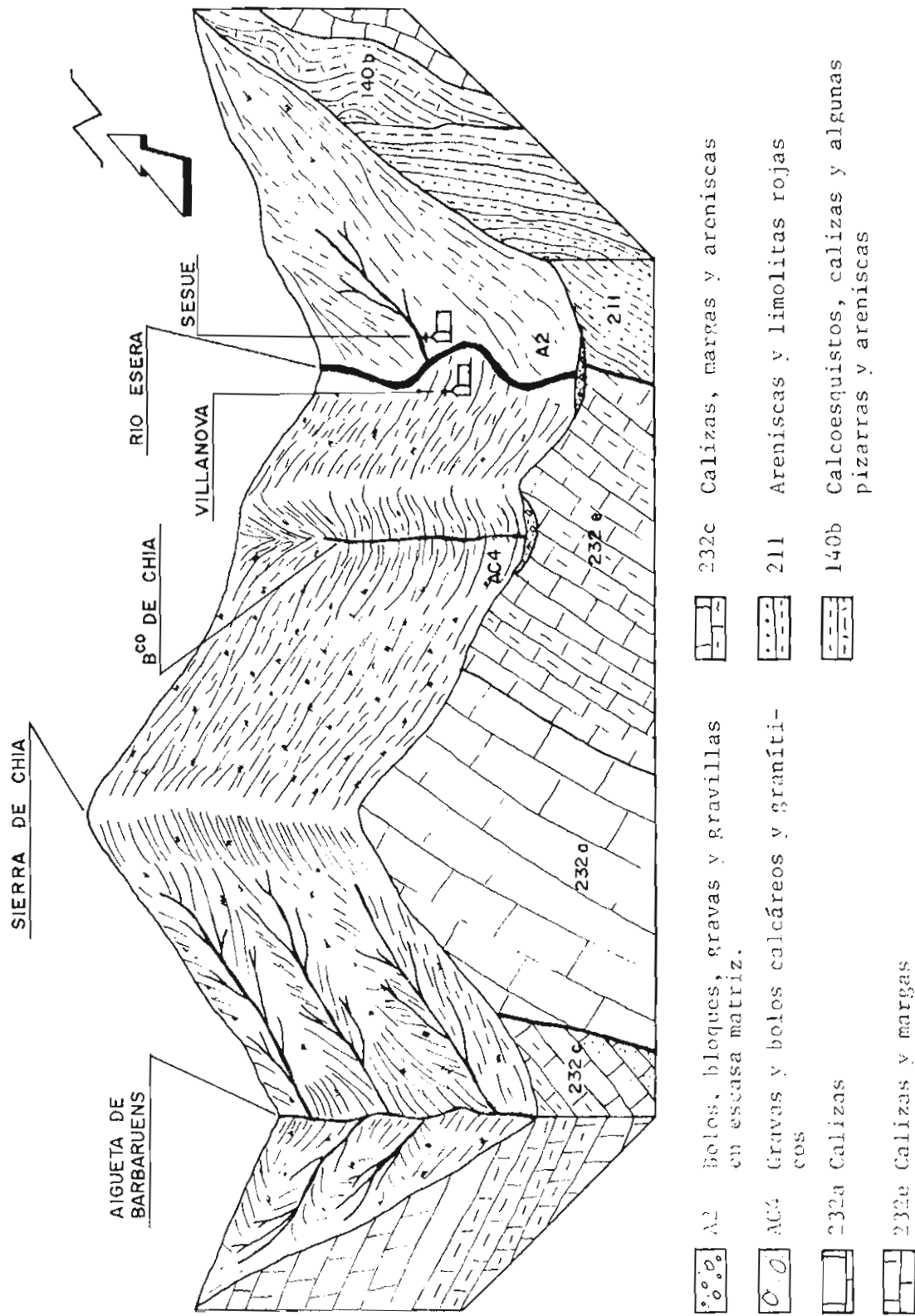


Fig. 10.— Bloque diagrama esquemático en la región de Chía, en el que se aprecia el valle elevado de Chía (AC4) que parece reflejar un rejuvenecimiento de la cuenca en el Cuaternario.



Foto 42.— Zona de calizas, en capas irregulares, del grupo (232e). Foto tomada cerca de Chía.

CALIZAS CRETACICAS (231)

En las zonas sur y sur—oeste del cuadrante 213—1 aparecen formaciones calcáreas que han sido datadas por diversos autores como de edad Cretácica.

Litología.— El presente grupo está constituido por una serie de materiales, bastante similares entre sí, formando una alternancia irregular de calizas de grano fino, calizas margosas y calizas brechoides. Destacando las calizas de grano fino de color gris, de tonos claros, bastante puras y con recristalizaciones frecuentes de calcita; las margas calcáreas son de tonos ocre y las calizas brechoides están muy cementadas por un cemento algo margoso. El dominio corresponde a las calizas grises, que son de grano fino y reaccionan siempre violentamente al ácido clorhídrico.

Estructura.— Forman un amplio afloramiento, relativamente agreste, en el que domina la estratificación en capas y bancos de más de 4 m, de potencia. La fracturación es variable, aunque puede considerarse como media en el conjunto. Este grupo fué plegado durante la orogenia Alpina, presentando buzamientos, en general, suaves aunque no siempre muy claros por la potencia de los bancos y la fracturación.

Comportamiento.— Son materiales duros y no ripables, salvo en zonas muy fracturadas, en las que podría eliminarse la parte superficial. La permeabilidad es media, debida a la citada fracturación y a fenómenos de ensanchamiento de fracturas por la solubilidad de la roca. El drenaje superficial es alto, sin producirse encharcamientos. Los taludes naturales son altos, con ángulos de unos 20° y los artificiales medios, llegan a los 70° con algun desprendimiento. Este material ha sido utilizado en un punto como cantera (foto 43).



Foto 43. – Pequeña cantera, al oeste de Bonansa, sobre materiales del grupo 231.

CALIZAS DE CASTERNUY (223)

Estratigráficamente algunos autores datan estas calizas como del Jurásico superior o medio, por el hecho de estar unas veces sobre materiales del Toarciense y otras bajo capas de caliza pertenecientes al Cretácico.

Litología.— El presente grupo está formado por calizas grisáceas, bastante puras, con zonas de calcita blanca. Suelen ser de grano fino y a veces presentan una ligera pátina ferruginosa de tonos amarillentos. Localmente pueden existir términos algo margosos, aunque no parece que el porcentaje de fracción de arcilla sea importante en la composición de la roca. Los afloramientos sólo son claramente visibles en los cortes naturales del arroyo de la Mola y en los artificiales de la carretera a Bonansa. En ocasiones aparecen términos dolomíticos.

Estructura.— Forman un afloramiento de cierta extensión superficial en la esquina sur—occidental del cuadrante 213—1, al igual que los restante materiales jurásicos de la Zona. Producen un relieve abrupto, con paredes verticales y riscos agudos (foto 44) aunque sin grandes diferencias relativas de cota. La fracturación es media, con zonas donde los bancos están muy diaclasados y otras en las que pueden encontrarse superficies que parecen indicar una roca relativamente sana. Están estratificados en capas y bancos con espesores muy variables, a veces de más de 10 m, llegando a parecer un conjunto masivo bastante isótropo. Presentan ligeras huellas de fenómenos de disolución.

Comportamiento.— Son materiales no ripables en general, siendo necesaria su excavación con explosivos. La permeabilidad es baja, debida a fenómenos de disolución y a la fracturación de la roca, pudiendo ser muy permeables en zonas con fenómenos kársticos. El drenaje es fundamentalmente superficial gracias a las pendientes de los afloramientos. Los taludes naturales llegan a ser verticales, con más de 20 m, de altura, y con riesgo de algún desprendimiento y los artificiales, para alturas grandes, alcanzan los 90°, también con ligeros desprendimientos de roca de tamaño bolo o bloque.



Foto 44.— Aspecto de los afloramientos del grupo 223 en la región de Bonansa.

ARENISCAS DE SOBREFONT (222)

Litología.— El grupo está formado por areniscas silíceas de grano medio, con cemento silíceo y tonos blanquecinos o amarillentos, y microconglomerados con mayor cementación que las areniscas y gruesos bien rodados, también de tonos blanquecinos. La cementación en las areniscas es variable, estando una veces muy bien trabadas y otras casi sueltas.

Estructuras.— La estratificación es clara, en capas y lechos de potencia variable, que producen un relieve ligeramente escalonado. Están ligeramente fracturadas y la tectonización sufrida no ha sido muy intensa, presentando buzamientos suaves que no suelen pasar de los 30°. Este grupo tiene muy escaso desarrollo superficial, limitándose a una banda, estratigráficamente por encima de los afloramientos del Toarciense (foto 45), por lo que se le supone perteneciente al Jurásico medio.

Comportamiento.— Son materiales de escasa ripabilidad, favorecida allí donde la cementación de las areniscas es débil o inexistente. Su permeabilidad es muy baja en general, pudiendo llegar localmente a baja por porosidad intergranular en zonas sin cemento. El drenaje es fundamentalmente superficial, por la pendiente de los afloramientos, aunque localmente pueda producirse cierta infiltración. Son materiales muy abrasivos por ser sus granos y su matriz de tipo silíceo. Los taludes naturales son medios, estables con unos 20° de inclinación y los artificiales son estables, para alturas medias, con 60°.



Foto 45.— Banda de areniscas recubriendo el Toarciense, al noroeste de Bonansa.

CALIZAS Y MARGAS DEL TUNEL DE BONANSA (221a)

Los afloramientos del Toarciense son escasos, limitándose a la esquina suroeste del cuadrante 213—1, en las proximidades de la localidad de Bonansa. Se trata de dos retazos, uno en la boca este del túnel de Bonansa (foto 46) y otro en la zona de la ermita de S. Roque, al norte del mismo pueblo.

Litología.— Los dos afloramientos se presentan como una alternancia más o menos rítmica de calizas y margas, en lechos que no suelen sobrepasar los 30 centímetros y alguna capa de hasta 80 cm. La coloración es diferente en los dos lugares. En la zona de la ermita de S. Roque son de tonalidades amarillentas, a veces grisáceas, mientras que en el túnel son muy oscuras, casi negras. En ambos puntos abunda la fauna, con presencia de ammonites (foto 47), nautilus,



Foto 46.— Aspecto del grupo 221a a la entrada del túnel existente en la carretera de Bonansa.



Foto 47.— Zona fosilífera del Toarciense (221a). En la parte inferior izquierda puede observarse un nautilus sp. Foto tomada al noroeste de Bonansa.

belemnites, terebratulas y algunos lamelibranquios, en general bien conservados pero bastante fracturados. Localmente aparecen pátinas ferruginosas limoníticas que dan tonos amarillentos.

Estructura.— Al ser estas rocas más blandas que las circundantes, forman afloramientos con un relieve más suave. La extensión superficial es pequeña, sobre todo en el afloramiento del túnel, donde la zona fosilífera no sobrepasa los 100 m, de anchura. La estratificación es muy clara, apreciándose una continuidad notable en los lechos y capas. La tectonización sufrida es alta, sobre todo en la zona del túnel, donde las capas se presentan subverticales y con una trituration muy acusada que provoca el desmoronamiento de las margas, totalmente fracturadas. Esto quizá sea debido a la presencia de alguna falla, aunque no pudo ser claramente delimitada en el terreno. En la zona de la ermita los buzamientos son de unos 20° a 30°, sin presentar una tectonización tan acusada.

Comportamiento.— El conjunto es ripable, ya que al estar las capas y lechos de caliza alternando con margas, estas pueden excavarse quedando las calizas descalzadas, lo que unido a su fracturación permite su extracción sin explosivos. La permeabilidad es muy baja, debida a la fracturación, y el drenaje es claramente superficial, eficiente y sin encharcamientos. Las margas son erosionables, sobre todo en la zona del túnel. Los taludes naturales son estables para alturas medias con ángulos de unos 20° y los artificiales, inestables, son medios con unos 60°, produciéndose contínuos deslizamientos y desprendimientos.

CALIZAS DEL JURASICO INFERIOR (221b)

Estratigráficamente por debajo de las calizas y margas descritas en el grupo 221a aparece un afloramiento de calizas bastante puras, algo rico en fauna fósil, que debe ser de edad anterior al Toarciense, aunque en algunos casos se incluyen en el grupo materiales litológicamente iguales, aunque de diferente edad.



Foto 48.- Aspecto del relieve producido por el grupo 221b, en la zona de Bonansa.

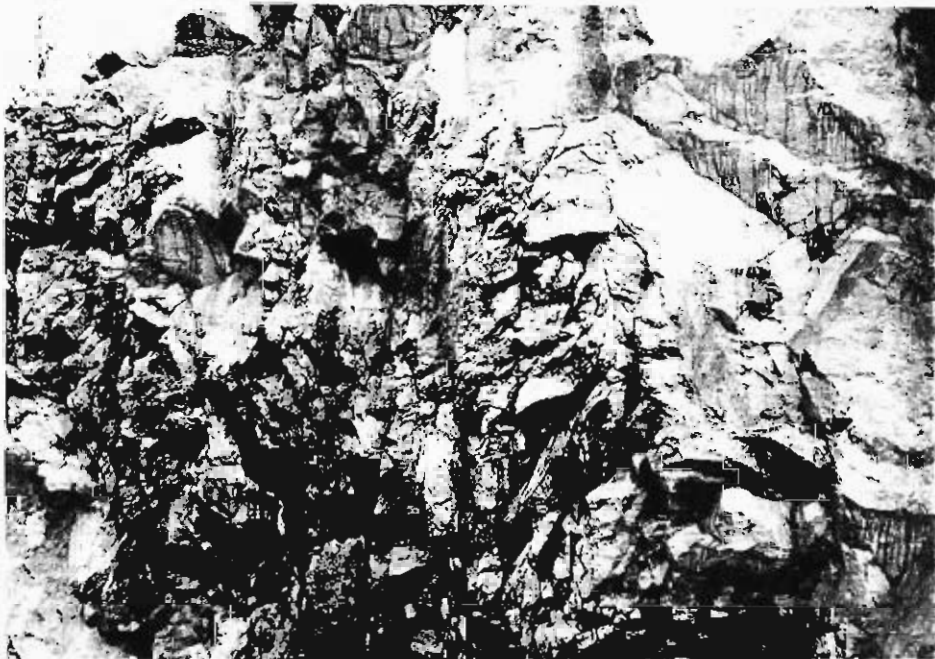


Foto 49.- Un aspecto de la fracturación de las calizas (221b) en la carretera de Bonansa.

Litología.— Está constituido por calizas de tonos gris claro, con zonas recrystalizadas y cierta riqueza en calcita. Parecen de gran pureza, sin apreciarse un contenido de fracción arcillosa al menos en el tratamiento con ácido clorhídrico. Localmente se observan restos fósiles, probablemente de algas marinas, que producen un típico reticulado a la roca en superficie.

Estructura.— Están dispuestas en capas y bancos bastante isótopos, con potencias que varían de 1 a 4 m, aunque a veces tienen aspecto masivo. La escasa importancia del afloramiento hace que no produzcan relieves topográficos notables (foto 48) a pesar de estar rodeados de rocas menos competentes. La fracturación es grande (foto 49), aunque no llega a una trituration en ninguno de los puntos observados.

Comportamiento.— Son materiales duros, no ripables ni erosionables. La permeabilidad es, en general, muy baja, aunque localmente puede aumentar por la fracturación de la roca o por el efecto de los fenómenos de disolución sufridos, que no parecen, de todos modos, importantes. El drenaje es fundamentalmente superficial, aunque exista una pequeña proporción de drenaje profundo. Las pendientes de los afloramientos impiden los encharcamientos. Los taludes naturales, de alturas medias, soportan pendientes de unos 20°, sin problemas geotécnicos y los taludes artificiales admiten ángulos de 60° para alturas medias.

TRIASICO INDIFERENCIADO DEL CAMINO DE GOTARTA (210)

En el primer tramo del camino que desde Pont de Suert va a la localidad de Gotarta y en algunas otras regiones del cuadrante 213—1 aparecen algunos afloramientos de cierta extensión superficial en los que, debido a la tectonización sufrida o a los fenómenos volcánicos, los materiales triásicos se presentan muy dislocados y mezclados entre sí. Esta es la razón por lo que se han incluido en un grupo aparte, ya que sus componentes no

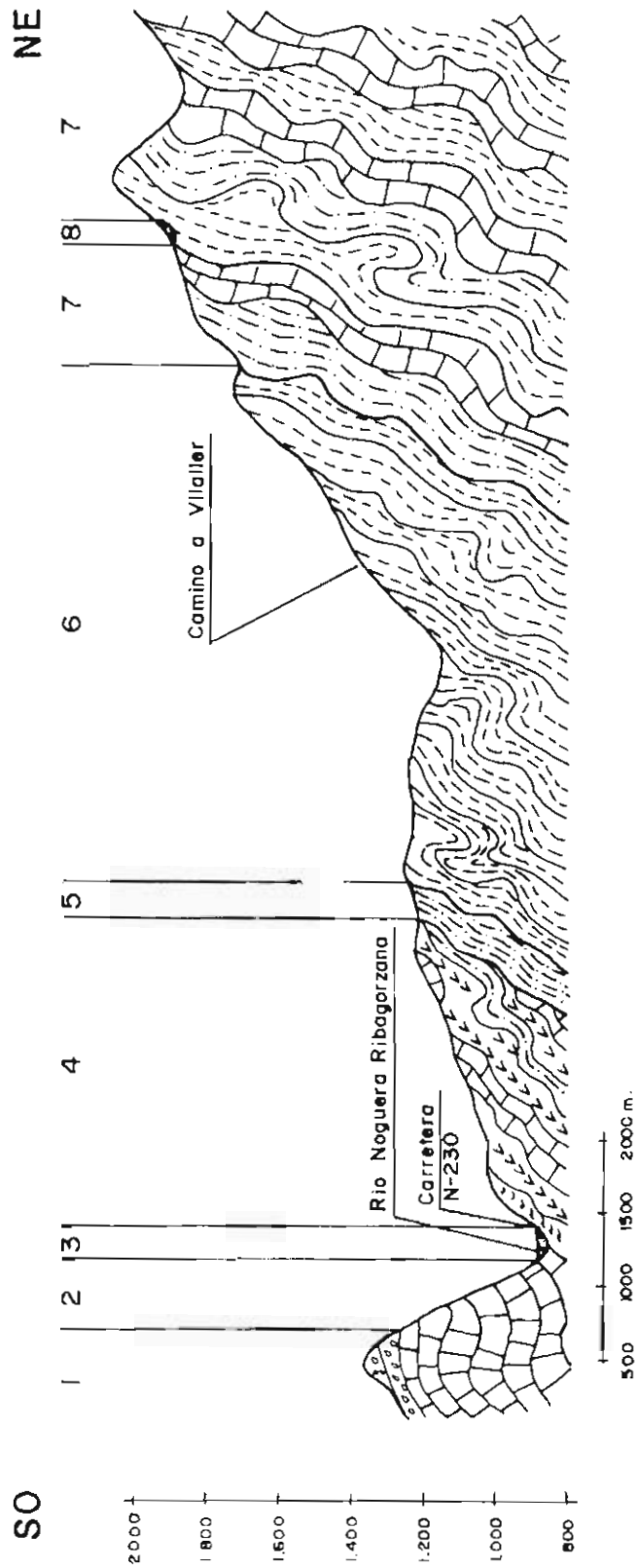
serían cartografiables individualmente (Fig. 11).

Litología.— El conjunto está formado por una distribución irregular de calizas, calizas dolomíticas o dolomías, calizas fértidas, arcillas, yesos, areniscas, limolitas y ofitas. Los términos calcáreos suelen ser de tonos claros, menos cuando se trata de calizas fértidas, que son negruzcas. Estas suelen ser de grano fino a medio mientras que las calizas y calizas dolomíticas suelen ser de grano medio. Los yesos, de variadas tonalidades, se presentan generalmente muy puros, excepto en las zonas de contacto, donde aparecen mezclados con otros materiales. Las ofitas, que en algunos puntos podrían ser diabasas, presentan las características que se especifican en la descripción del grupo 213 b. Las areniscas y las limolitas, las señaladas en el grupo 211, y las arcillas son generalmente rojas, y estas últimas ligeramente areno—limosas.



Foto 50.— Capas verticales de caliza rodeadas de términos detríticos.
Foto tomada cerca de Sarroqueta.

Estructura.— Debido a la alta tectonización sufrida (foto 50) y a los fenómenos volcánicos, estos materiales presentan notables alteraciones en su estructura, siendo posi-



- | | |
|--|--|
| 1. Calizas cretácicas (231) | 5. Areniscas y limolitas rojas (211) |
| 2. Calizas (221b) | 6. Esquistos y pizarras carboníferos (150) |
| 3. Bolos, bloques, gravas y gravillas en escasa matriz (A2) | 7. Calcoesquistos, calizas y algunas pizarras y areniscas (140b) |
| 4. Ofitas, yesos, calizas, margas, areniscas y limolitas (210) | 8. Arcillas limosas con gravas, bolos y gravillas (C12) |

Fig. 11.- Corte geológico esquemático en la zona norte de Pont de Suert, con la disposición de los materiales paleozoicos y mesozoicos.

ble encontrar en zonas próximas afloramientos de un mismo material con características estructurales totalmente diferentes. En general no se puede hablar de estratificación, aunque puedan diferenciarse algunas capas, sobre todo en los afloramientos carbonatados, ya que todo el conjunto está muy alterado y mezclado. La fracturación es muy alta, destacando más en los términos más duros.

Comportamiento.— La ripabilidad de este grupo es diferencial. Los términos carbonatados no son ripables o lo son en muy bajo grado; los yesos son ripables con cierta dificultad por su tenacidad; las limolitas (a veces casi argilitas) son ripables sólo localmente, lo mismo que las areniscas. Las arcillas son ripables. La permeabilidad es muy baja y el drenaje es superficial, con capacidad adecuada por las pendientes de los afloramientos, sin existir encharcamientos. Son materiales localmente agresivos, por la presencia de yesos, algo erosionables y muy esporádicamente solubles, necesitando tratamientos específicos puntuales donde las vías de comunicación afecten a zonas con yeso. Los taludes naturales son altos, con pendientes de unos 20° y los artificiales, medios con unos 45° de inclinación y peligro de deslizamiento o desprendimientos, que por la escasa importancia de los taludes no ofrece peligrosidad.

YESOS DE LA ERMITA DE LA VIRGEN (213 a)

Los afloramientos de yesos del Keuper aparecen bastante diseminados al suroeste de la banda de materiales detríticos del Buntsandstein que afecta a la región sur del presente Tramo. El nombre del grupo se ha tomado por la proximidad del afloramiento más importante a la ermita cercana a Castarnés.

Litología.— El grupo está compuesto por yesos versicolores, masivos (foto 51) o estratificados en finos lechos, acompañados de arcillas, margas y términos detríticos arenosos. En algunos puntos aparecen yesos negros, de grano muy fino pero sin formas cristalizadas, acompañados de otros de tonos verdosos o rojizos, mientras que en otros lugares aparecen yesos sacaroides y variedades cristalizadas, generalmente en la variedad espejuelo. Con frecuencia están algo alterados superficialmente por fenómenos de disolución. A veces y localmente, están acompañados por margas y alguna esporádica capa de naturaleza calcárea.

Estructura.— Son materiales muy tectonizados y distorsionados, tanto por la orogénia Alpina como por fenómenos de efusión volcánica o por posibles diapirismos. La fracturación es en general muy fuerte, aunque por la plasticidad que caracteriza a esta



Foto 51.— Afloramiento de yeso en la margen izquierda del Noguera Ribagorzana, después de cruzar el puente de la desviación a Castejón de Sos desde Vilaller.

roca, a veces los esfuerzos se transforman en pliegues y micropliegues muy marcados. Generalmente se presentan en lechos centimétricos (sobre todo en la zona de Castarnés) aunque cuando el plegamiento sufrido es grande, suelen aparecer masivos.

Comportamiento.— En conjunto pueden considerarse ripables, sobre todo superficialmente, tanto por la escasa dureza de los yesos como por su tectonización y la presencia de alternancias arcillosas. La permeabilidad debe ser muy baja, aunque localmente puedan existir conductos de tipo kárstico, por la solubilidad del yeso, que aumenten notablemente dicha permeabilidad. El drenaje es fundamentalmente superficial, sin que se observen encharcamientos por la topografía acusada de las zonas de afloramiento. Son materiales agresivos, superficialmente erosionables y solubles, por lo que deberán ser tratados de un modo específico en cada caso, si las vías de comunicación pasan sobre ellos. Los taludes naturales son altos, con pendientes de unos 20° y los artificiales, bajos, con unos 70° y peligro de deslizamientos, aunque no generalizado.

ROCAS VOLCANICAS DE CASTELL DE TOR (213 b)

Los afloramientos volcánicos triásicos son frecuentes al sur de la banda de areniscas y limolitas del Buntsandstein, presentándose, por lo general, de modo muy disperso y con pequeña extensión superficial individualmente. Se les ha dado el nombre de Castell de Tor por estar este pequeño núcleo sobre uno de los afloramientos más vistosos a pesar de su mínima extensión.



Foto 52.— Afloramiento de ofitas (213b) en la carretera de Viella, a 1 Km al norte de Pont de Suert.

Litología.— En general son rocas de dureza alta que pueden englobarse dentro de las ofitas y las diabasas, dominando claramente las primeras, pero con variaciones locales dentro incluso de un mismo afloramiento. El situado al norte de Pont de Suert, que es explotado de modo intermitente para la extracción de zahorras (foto 52), se trata de una roca ofítica, de tonos verdosos, con fenocristales no muy frecuentes.

Estructura.— No se aprecian diferencias que permitan separar las masas rocosas de

cada afloramiento en distintas zonas, por lo que a grandes rasgos son rocas isótropas. Únicamente pueden destacarse puntos ricos en fenocristales que implican un enfriamiento más lento. La fracturación es localmente muy alta, hasta el punto de que puede utilizarse la roca como zahorra sin necesidad de machaqueo, como en el afloramiento antes señalado, al norte de Pont de Suert. Al aflorar la roca a través de materiales del Keuper y ser claramente más resistente que estos frente a los agentes erosivos, destaca topográficamente sobre ellos formando pequeñas colinas o zonas abruptas de baja cota.

Comportamiento.— Son materiales con un grado de ripabilidad muy variable, de no ripable en las zonas poco fracturadas a ripable donde la tectonización ha producido una trituración en la roca. La permeabilidad es, asimismo, variable, de acuerdo con la fracturación, siendo baja donde más fracturas existan y prácticamente nula si la roca está sana. El drenaje es fundamentalmente superficial, alto y sin riesgos de encharcamiento por las pendientes reinantes. Son materiales relativamente erosionables y escasamente abarrancables. Los taludes naturales, altos, con inclinaciones variables que pueden promediarse en 40° y los artificiales llegan a los 70°, para alturas de más de 20 m, aunque con gran peligro de deslizamientos y desprendimientos.

CALIZAS Y DOLOMIAS DE SARROQUETA (212)

Los afloramientos del Muschelkalk no tienen en la zona de estudio una continuidad muy grande, estando la mayoría de las veces rodeadas de materiales arcillosos, debido a la gran distorsión que ha sufrido el Triásico medio y superior. Una de las regiones donde es posible diferenciar estos afloramientos a escala cartográfica es la zona de Sarroqueta (foto 53), donde, además, revisten cierta vistosidad por formar paredones verticales que protegen a veces viviendas rurales.



Foto 53.— El pueblo de Sarroqueta, con algunas de sus casas apoyadas directamente sobre las calizas y dolomías del grupo 212.

Litología.— El grupo está formado por cierta variedad de términos carbonatados, con dominio de calizas, calizas fértidas y dolomías. Las calizas pueden presentarse en lechos o capas inferiores a 1 m, aunque no claramente diferenciables. En ocasiones pare-

cen ser calizas brechoides. La coloración es de tonos amarillentos. La calizas fétidas, de color negro, son de grano fino a medio y aparecen generalmente en lechos centimétricos. Las dolomías, no siempre bien diferenciadas, suelen ser de tonos amarillentos y grano medio, reaccionando siempre de modo más suave que los demás términos frente al ácido clorhídrico. En general se presentan en lechos, aunque no están siempre bien marcados, pareciendo masivas a primera vista.

Estructura.— Forman afloramientos bastante distorsionados, presentándose a veces en forma de paredes verticales aisladas. Otras veces están rodeados de materiales arcillosos o volcánicos sin continuidad aparente. La fracturación es muy variable. En algunos puntos aparecen masivos mientras que en otros, sobre todo cuando están estratificados en lechos, presentan un cuarteamiento grande. En general, todos los afloramientos están muy afectados, tanto por los movimientos de la orogénia Alpina, como por los fenómenos volcánicos que se produjeron al final del Triásico, con aparición de ofitas y otros términos efusivos. El plegamiento siempre es acusado, siendo frecuentes los buzamientos verticales. Suelen presentarse en lechos y capas.

Comportamiento.— A pesar de su relativa diferenciación, todos los materiales de este grupo forman un conjunto de rocas carbonatadas de ripabilidad muy baja (por su fracturación relativa) o nula cuando la roca es más sana. La permeabilidad es muy baja y el drenaje es fundamentalmente superficial y muy alto por las pendientes de los afloramientos. Los taludes naturales de 70° a 90°, son altos, llegando en algunos casos a más de 30 m, en vertical y los artificiales, bajos, alcanzan los 70°, con riesgo de algún desprendimiento.

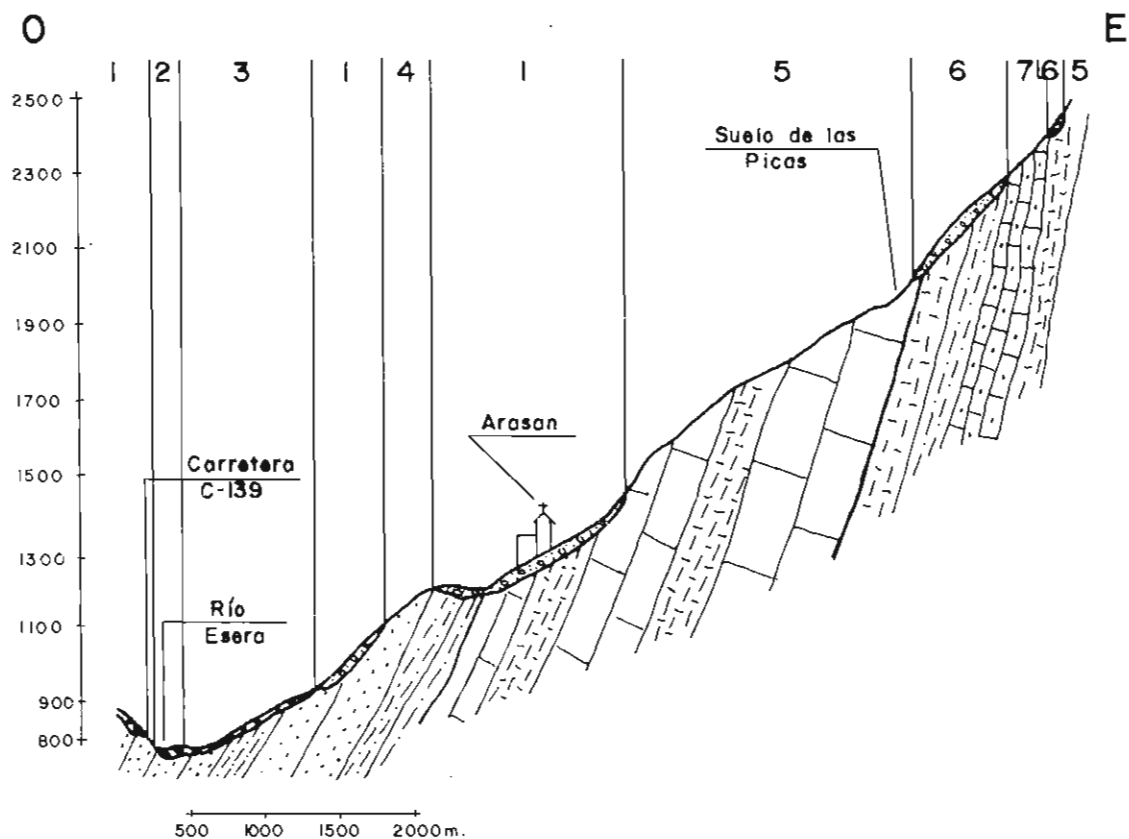


Foto 54.— Aspecto de un afloramiento de conglomerados silíceos (pudingas) en el grupo 211. Cerca de Arasan.

ARENISCAS Y LIMOLITAS DE SOS (211).

Los afloramientos del Buntsandstein (Fig. 12) ocupan una banda, de dirección SE—NO situada principalmente en la zona sur del Tramo, separando los materiales paleozoicos del resto de los afloramientos a partir del Triásico inferior. Únicamente cabe destacar la presencia de un Pérmico, no siempre muy claro, que consideramos Permobunter siempre que presente facies similares a las detríticas del Triásico inferior.

Litología.— En el conjunto de los afloramientos observados se aprecia la presencia de facies de tipo detrítico. Dominan las areniscas, seguidas por las limolitas, las argilitas, y los conglomerados. Las areniscas son generalmente rojas, aunque también se presentan con tonos más claros (blancuzcos y amarillentos) e incluso verdosos. En general, son de grano medio y están bien cementadas (siempre silíceas) lle-



- | | |
|--|--|
| 1. Arenas con gravas, bolos, bloques y gravillas (C11) | 4. Areniscas y limolitas rojas(211) |
| 2. Bolos, bloques, gravas y gravillas con escasa matriz (A2) | 5. Calcoesquistos, calizas y algunas pizarras y areniscas (140b) |
| 3. Arenas, a veces limosas, con dominio de gruesos (AT1) | 6. Arcillas limosas con gravas, bolos y gravillas (C12) |
| | 7. Mármoles (140c) |

Fig. 12.- Corte geológico esquemático en la zona de Arasan y Sos, que muestra la suavización relativa de las pendientes en los materiales triásicos.

gando a veces a ser areniscas cuarcíticas. Las limolitas, asperas, pero de grano no apreciable a simple vista, son rojas, a veces versicolores y con bastante presencia de hierro. Las argilitas son a veces arcillas muy consolidadas, sin cemento, siempre de tonos rojizos y los conglomerados, que son pudingas en todos los afloramientos donde aparecen (foto 54), son silíceos tanto la matriz como los gruesos; estos últimos tienen gran índice de redondez y esfericidad. Sus colores son claros, casi blancos y el tamaño de los gruesos es variable. Donde aparecen intercalados entre otros materiales los gruesos son de tamaño gravilla, mientras que en los puntos donde dominan los gruesos son de tamaño grava e incluso a veces con tamaño bolo.

Estructura.— El conjunto de los materiales de este grupo se dispone de una banda generalmente bien delimitada, que da un ligero relieve topográfico frente a los materiales más blandos situados al sur de la misma. En general se conserva bastante bien la estructura, con afloramientos de gran continuidad, en capas y bancos a veces de más de 6 m, de potencia. Las capas suelen corresponder a los materiales más finos, que llegan a diferenciarse en lechos centimétricos. La fracturación es media o alta, con familias de diaclasas ortogonales que dividen la roca en bloques paralelepípedicos (foto 55).



Foto 55.— Areniscas y limolitas del grupo 211. Se aprecia la semi ortogonalidad del diaclasado. Fotografía tomada del deslizamiento ocurrido en Marzo a 2 Km al oeste de Noales.

Comportamiento.— Son rocas de ripabilidad diferencial, aunque generalmente no son ripables. Sólo las argilitas y algunas zonas muy fracturadas podrían riparse aunque con cierta dificultad. La permeabilidad es muy baja en general, aunque las areniscas pueden ser algo más permeables por su fisuración. El drenaje es fundamentalmente superficial, con ausencia de encharcamientos por las pendientes de los afloramientos. En general son rocas de buena calidad en lo que a su comportamiento geotécnico se refiere. Los taludes naturales son estables con ángulos de 40° para alturas mayores de 60 m, y los artificiales, con alturas menores de 20 m, e inclinaciones de hasta 70° estables pero con riesgo de caída de algún trozo de roca.

ARENISCAS, LIMOLITAS, ARGILITAS Y CONGLOMERADOS (160-211)

Se incluyen aquí los materiales que, en la bibliografía consultada, se engloban en una edad permo-triásica. Sus afloramientos son relativamente frecuentes en el Tramo estudiado, dispuestos con mucha frecuencia alrededor de los macizos graníticos (Fig. 13) o contorneando irregularmente los terrenos fundamentalmente metamórficos o plutónicos del Pirineo axial.

Litología.— Está compuesto por una sucesión irregular de areniscas, limolitas y argilitas, de color rojo, así como de conglomerados silíceos blanquecinos, en algunos afloramientos de la mitad oriental del Tramo.

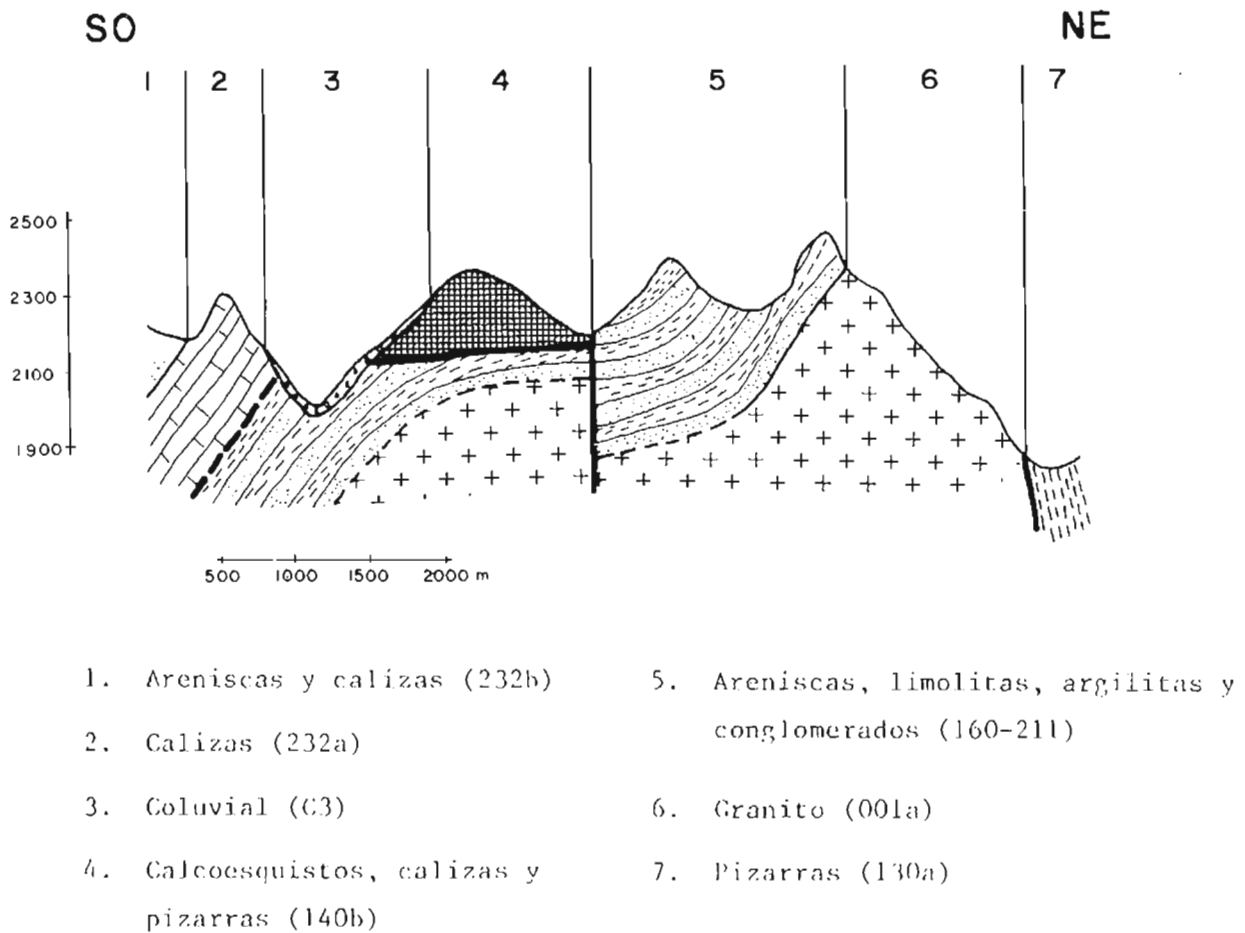


Fig. 13.— Corte geológico esquemático al Norte de Plan en donde los materiales devónicos (140b) se encuentran formando un klip que pertenece a la unidad corrida del Manto de Gavarnie.

Las areniscas son cuarzosas de gran dureza y tamaño de grano fino o medio. Contienen abundante cemento silíceo y junto con las limolitas, son frecuentemente micáceas.

Los términos más finos (limolitas y argilitas) son también rocas duras y compactas aunque alterables.

Los niveles de conglomerado contienen cantos muy bien rodados de cuarzo y cuarcita, encontrándose firmemente trabados por una matriz arenosa y abundante cemento silíceo que les proporciona una gran dureza y resistencia a la erosión.

Estructura.— Estos materiales se encuentran bien estratificados en lechos y capas (foto 56), con frecuentes laminaciones y estratificaciones cruzadas en las areniscas y pizarrosidad muy marcada en las argilitas.

Son rocas muy afectadas por los esfuerzos tectónicos, si bien, como es común para todos los sedimentos mesozoicos y terciarios, su plegamiento no es uniforme existiendo áreas de disposición relativamente tranquila junto con otras intensamente deformadas. En los afloramientos observados su fracturación oscila de media a muy alta.

Comportamiento.— Los materiales rocosos de este grupo presentan una permeabilidad muy baja a través de las fisuras, realizándose el drenaje por escorrentía superficial intensa. En general no es ripable salvo localmente en zonas muy alteradas. Por alteración originan recubrimientos de suelos que localmente pueden ser arcillosos y plásticos. Con pendientes fuertes se observan fenómenos locales de erosión e inestabilidad. Frecuentemente el recubrimiento es aprovechable como préstamo. La estabilidad de los taludes varía según litologías y orientación de los estratos, apareciendo los taludes naturales con un ángulo de 50° y desniveles importantes y los artificiales con ángulos del orden de 40° y alturas medias.



Foto 56.— Materiales del grupo 160–211 en un amplio afloramiento situado en el curso alto del río Cinqueta.

PERMICO DE NOALES (160)

Cerca de la localidad de Noales, en un talud artificial de la carretera que va desde este pueblo a Pont de Suert, aparece un afloramiento de pequeña extensión superficial, muy encubierto por el cuaternario en el resto de la región y que pudiera pertenecer al Zechstein, aunque al carecer de pruebas concluyentes se incluye en el Pérmico sin diferenciar.

Litología.— Este grupo litológico está formado por una alternancia bastante regular de areniscas y pizarras, de tonos grises oscuros. Las areniscas están muy poco cementadas y son muy ricas en mica blanca, siendo de grano medio a fino y silíceas. Las pizarras,



Foto 57.— Lechos y capas con buzamiento vertical. Foto tomada junto a Noales. Grupo 160.

blandas debido a los agentes atmosféricos, son casi negras, también ricas en moscovita y algo untuosas. En ambos tipos de rocas es frecuente la presencia de huellas, posiblemente de gusanos tubícolas.

Estructura.— Forman un conjunto estratificado, en la zona observada, en finos lechos que no sobrepasan los 10 centímetros de potencia individual, fuertemente plegados, a veces con buzamientos verticales (foto 57), y con una tectonización acusada que ha fracturado la roca de manera que pueden extraerse trozos de tamaño grava sin ayuda del martillo. En general los afloramientos no son frecuentes por estar la roca, debido a su alterabilidad, recubierta de materiales cuaternarios.

Comportamiento.— Son materiales fácilmente ripables en la zona observada, aunque por falta de continuidad del afloramiento no puede asegurarse que en todas partes presenten el mismo grado de alteración o la ausencia de una

cementación acusada. La permeabilidad, muy baja, es debida a la fracturación existente; el drenaje fundamental es de tipo superficial, que es aceptable debido a las pendientes naturales, las cuales impiden el encharcamiento superficial. Por su disgregación y la presencia de componentes arcillosos provenientes de los lechos de pizarra, son materiales propensos a los deslizamientos y desprendimientos. Los taludes naturales, medios en su altura, son estables con unos 20° de inclinación y los artificiales, bajos, son inestables con 45°, produciendo desprendimientos de gruesos de tamaño grava y pequeños deslizamientos.

ESQUISTOS DE ARDANUY (150)

El camino que sale de las proximidades de Noales y va en dirección a Ardanuy, Castanesa, Fonchamina, etc, cruza un afloramiento, datado como Carbonífero, de gran extensión superficial, el cual también tiene acceso desde la carretera de Pont de Suert a Viella, pero en el primer afloramiento aparecen cortes muy recientes.

Litología.— El presente grupo está constituido por esquistos lajosos, a veces sericíticos y bastante micáceos, de tonos verdosos o grisáceos, con frecuentes zonas inyectadas de cuarzo y sin reacción aparente frente al ácido clorhídrico. En bastantes puntos el material parece menos metamorfozido dando la apariencia de pizarras, con presencia de cuarzo en las zonas fracturadas. La mayoría de las veces son blancos y tenaces. Local-

mente aparecen pátinas ferruginosas y zonas que presentan cierto contenido en arena o limo. El aspecto general es de una roca masiva.

Estructura.— Están estratificados en lechos que varían de algunos centímetros a pocos milímetros, aunque por su similitud y el deterioro superficial tienen el aspecto de una roca masiva (foto 58). La tectonización sufrida es variable, generalmente muy alta, con abundantes fracturas que hacen que la roca esté cuarteada y surcada de fisuras, algunas de las cuales están ocupadas por cuarzo. Dan un paisaje abrupto y con recubrimientos de muy escasa potencia pero bastante continuos (Fig. 14).

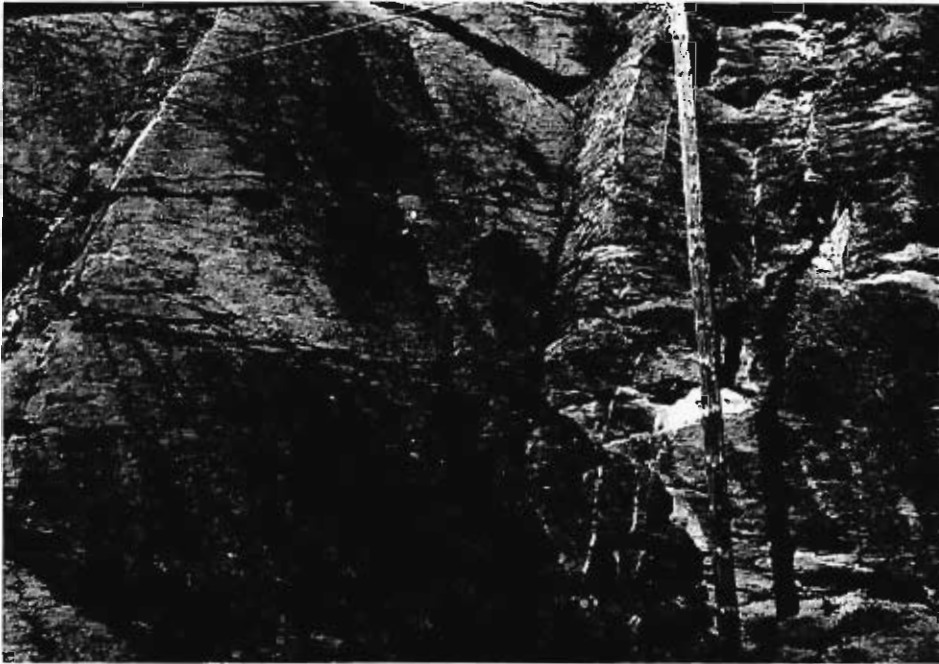
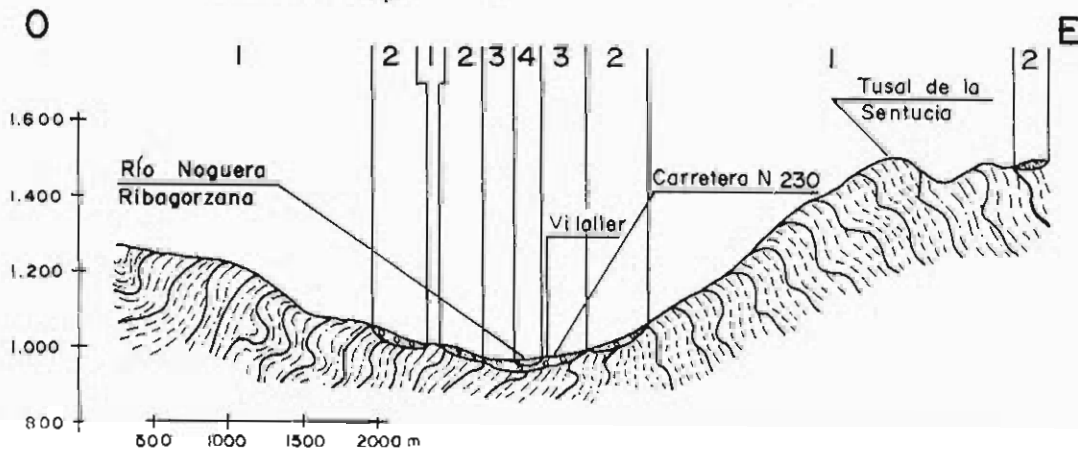


Foto 58.— Aspecto de los esquistos carboníferos (150) en la región de Llesp.



- | | |
|---|--|
| 1. Esquistos y pizarras carboníferas (150) | 3. Arenas a veces limosas con dominio de gruesos (AT1) |
| 2. Arcillas limosas con gravas, bolos y gravillas (C12) | 4. Bolos, bloques, gravas y gravillas con escasa matriz (A2) |

Fig. 14.— Corte geológico esquemático de la región de Vilaller, con los materiales cuaternarios recubriendo al carbonífero en las zonas de menor pendiente.

Comportamiento.— Estos esquistos del Carbonífero son ripables superficialmente en las zonas menos agrestes, en las que los fenómenos erosivos no eliminan la zona meteorizada y claramente no ripables en el resto de los afloramientos. La permeabilidad es muy baja, donde existe fisuración y nula en el resto de la roca. El drenaje es únicamente superficial, favorecido por las pendientes, sin posibilidad de encharcamientos. Los taludes naturales son siempre altos, con ángulos que llegan a los 45° y prácticamente estables, mientras que los artificiales, de alturas notables, llegan a los 60°, con peligro de caída o deslizamiento de bloques (foto 59), favorecido por la alta fracturación de la roca.



Foto 59.— Deslizamiento de roca en los esquistos carboníferos (150) observado unos 300 m antes del punto donde se obtuvo la foto 58, siguiendo la carretera a Caldas de Bohí.

MATERIALES VOLCÁNICOS DEL CARBONIFERO SUPERIOR (152 a)

De acuerdo con algunos autores, citados en la bibliografía, los materiales volcánicos que se incluyen en este grupo datan del Estefaniense (Carbonífero superior) a pesar de que en algunos lugares atraviesen formaciones datadas como pérmicas o estén en contacto con materiales del Buntsandstein. Dado el alcance del presente trabajo, que no pretende establecer dataciones cronológicas, sino realizar un estudio litológico—estructural a nivel regional, se acepta la edad de estos materiales como pertenecientes al Estefaniense.

Litología.— Este grupo litológico agrupa al menos tres términos diferentes, aunque el origen sea el mismo. Por una parte, existen cenizas volcánicas (foto 60), muy poco alteradas, de tonos blancos y amarillentos, a veces pardos o grisáceos en los que es posible, aunque difícil, encontrar zonas algo cristalizadas, siendo en general un material pulverulento algo áspero. Afloramientos de este tipo existen cerca de Noales. En el camino de Pont de Suert a Gotarta se cruza otro afloramiento volcánico en el que existen cristales abundantes, bien por enfriamiento lento de las lavas (que parecen ser los materiales de este afloramiento) o por fenómenos metamórficos posteriores. Este afloramiento presenta además zonas con reacción al ácido clorhídrico, quizá debidas a una calcita secundaria. Dominan los tonos claros con tintes azulados. Otro tipo litológico de esta formación aparece principalmente en Erill—Castell, cerca de las minas de carbón, así como en el camino de Gotarta, en compañía del segundo tipo descrito anteriormente. Se trata de una roca dura, con algunos, aunque escasos, fenocristales de tonos negruzcos con tintes verdes o azulados, ligeramente parecida a una ofita en su textura.

Estructura.— Estos afloramientos volcánicos presentan un relieve diferente entre sí, debido a su diferente erosionabilidad. Los dos primeros tipos (cenizas y lavas) dan relieves suaves, con fenómenos de erosión muy marcados, mientras que el tercer tipo da resaltes



Foto 60.— Afloramiento de cenizas volcánicas (152a) en las proximidades de Noales.

que destacan algo sobre el resto de los materiales. En general los afloramientos están muy bien definidos, aunque no son muy continuos. Son materiales bastante isotrópicos, en los que no se aprecia estratificación. La fracturación es muy variable, desde alta en las rocas duras a no apreciable en las cenizas descritas en primer lugar.

Comportamiento.— Las cenizas son claramente ripables, mientras que las lavas sólo localmente se podrían ripar y las rocas del tercer tipo no son ripables, salvo en zonas trituradas. La permeabilidad es alta en las cenizas, muy baja en las lavas y casi nula en las rocas duras (ofitas o diabasas) dependiendo de su fisuración. El drenaje fundamental es siempre el superficial, sin posibles encharcamientos por las pendientes existentes. Los taludes naturales son medios y con unos 30° en las lavas y cenizas y medios con 70° en el tercer tipo y los taludes artificiales, en las lavas, son bajos con 80° . Las lavas son muy erosionables.

CARBONIFERO DE ERILL=CASTELL (152 b)

En la esquina sureste del presente Tramo aparece un afloramiento del Carbonífero superior, con capas de carbón que han sido objeto de explotación reciente (foto 61).

Litología.— Este grupo está constituido por una alternancia de areniscas más o menos pizarrosas, oscuras, con capas de esquistos carbonosos negruzcos y algo untuosos y otras de carbón, de pequeña potencia. Los afloramientos están muy enmascarados superficialmente por los vertidos de explotación de las minas y por la cubierta cuaternaria con su vegetación. En los escasos puntos visitables no se ha encontrado fauna o flora abundante, aunque sí restos carbonosos en los esquistos.

Estructura.— El conjunto de los materiales han sido sometidos a fuertes plegamientos, por lo que los buzamientos son fuertes en todos los puntos observados y la continuidad de las capas no es muy clara, hecho que ha motivado el cese de la explotación de las capas de carbón. El conjunto parece ocasionar una cierta suavización del paisaje, aunque por lo abrupto de la zona en general la región que ocupa este afloramiento se reduce a un valle quizá más influenciado por el arroyo local que por las características de los materiales. El conjunto está bastante fracturado. La estratificación es una alternancia de capas y bancos de espesor irregular.



Foto 61.— Minas de carbón de Erill—Castell en el grupo 152b.

Comportamiento.— Son ripables las capas de carbón, aunque no deben existir ya superficialmente, y ligeramente ripables las zonas alteradas de esquistos y areniscas. La permeabilidad es muy baja por la fracturación existente y el drenaje es superficial, sin encharcamientos por las pendientes existentes. Los taludes naturales, altos tienen pendientes estables de unos 30° y los artificiales, con pendientes de 70° y más, son bajos y estables.

CARBONIFERO DE RAMASTUE (152 c)

En la región de Sesué y sus alrededores es posible observar ciertos afloramientos, en general cubiertos por el Cuaternario, gracias a los taludes artificiales necesarios para situar los caminos de acceso a los pueblos de la zona. Por sus características específicas se han incluido dichos materiales en este grupo, ligeramente distinto al 152b.

Litología.— El presente grupo está constituido por una alternancia irregular de esquistos carbonosos negros, lajosos y a veces muy ricos en pirita de hierro; calizas de colores blancos y negros y zonas de carbón muy metamorfizadas y distorsionadas, sin una continuidad aparente. A veces y muy localmente las calizas son arenosas y en otros puntos éstas contienen fauna y flora bastante bien conservada. En ocasiones los esquistos parecen ser pizarrosos o arcillosos con pátinas de limonita, algo satinados, de tonos grises, que pueden contener vetas de cuarzo y zonas cuarcíticas.

Estructura.— Los materiales se presentan en general con un replegamiento muy fuerte, especialmente acusado en los esquistos carbonosos, que llegan a ser delzables con los dedos de la mano (foto 62), mientras que los términos calcáreos mantienen bien su estructura, aunque con multitud de fracturas. Estos materiales calcáreos suelen presentarse en lechos, capas y bancos; las capas con espesores del orden de 1 m, variable lateralmente.

Comportamiento.— Las calizas no son ripables, mientras que el resto de los materiales lo son en alto grado. La permeabilidad es baja en las citadas calizas, por su fracturación, y muy baja a nula en los esquistos y pizarras. El drenaje es fundamentalmente superficial y eficiente, sin permitir el estancamiento del agua por las pendientes locales.

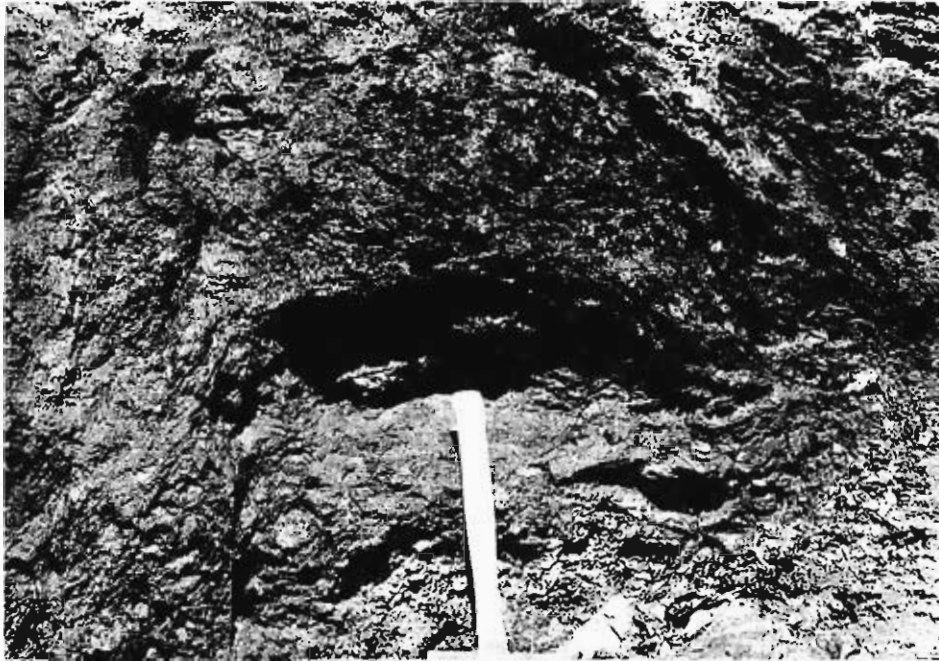


Foto 62.— Zona de esquistos carbonosos deleznales, del grupo 152c, junto al pueblo de Ramastué.

Son en general un conjunto de características geotécnicas deficientes, ya que, al erosionarse los esquistos (que a su vez deslizan con facilidad) quedan descalzados los bancos calcáreos, con su consiguiente desplome. Los taludes naturales son estables con pendientes del orden de 20° para alturas medias, con erosión y deslizamiento locales y los artificiales son bajos, variando desde la vertical para las calizas, con caída de algún bloque, a los 45° para los esquistos, con erosión acusada y pequeños deslizamientos.

CONGLOMERADOS DE SAN SALVADOR (152d)

Dentro de los materiales carboníferos existe un grupo detrítico que ha sido datado por algunos autores como perteneciente al Westfaliense. El único afloramiento que aparece se encuentra cerca de Iguerrí y de la ermita de S. Salva-



Foto 63.— Aspecto de los conglomerados (pudingas) carboníferos (152d), al norte de Gotarta.

dor, al norte de Gotarta y con accesos no siempre en buen estado.

Litología.— El presente grupo está constituido por conglomerados calcáreos de caliza, con gruesos de tamaño grava media a gruesa e incluso bolo, muy rodados (foto 63), englobados en una matriz calcárea, unas veces muy pura y otras con gran proporción de arena. Los citados gruesos son, en su proporción dominante, de caliza, aunque es fácil encontrar otros de cuarzo, cuarcita, arenisca o marga. La coloración es siempre clara en la matriz, con tonos blancuzcos y los gruesos son de diversos colores, dominando los tonos grisáceos.

Estructura.— Forman un afloramiento bastante homogéneo en el que no es fácil apreciar estratificación, aunque a veces se distinguen bancos de varios metros que pueden deberse a fenómenos de fractura. La tectonicidad es baja, aunque ha producido una fracturación media. Son materiales competentes que producen un relieve abrupto, favorecido además por las diferencias locales de cementación.

Comportamiento.— Se puede considerar un grupo isótropo, con presencia única de los conglomerados, aunque pueden existir diferencias locales de dureza por su cementación. Su ripabilidad es nula a muy baja en zonas locales pobres en cemento; la permeabilidad es muy baja, debida a la fracturación. El drenaje superficial es eficaz, sin producirse encharcamientos, por las pendientes reinantes. Los taludes naturales son estables con ángulos de unos 40° para grandes alturas y los artificiales, medios, tienen ángulos de 70° con ligeros problemas de desprendimiento.

CALCOESQUISTOS, CALIZAS Y PIZARRAS (140 b)

Litología.— Los materiales de este grupo están formados por una sucesión irregular de calcoesquistos duros, de color gris oscuro a negro, y calizas microcristalinas, biocalcareníticas o marmóreas, también duras y de color gris oscuro o negro en fractura fresca.



Foto 64. — Lechos de cuarcita intercalados dentro de capas y bancos calcáreos con intensas deformaciones de origen tectónico. Fotografía tomada en los materiales de vónicos que afloran en el curso alto del río Ara, al norte de Bujaruelo.

Estos materiales presentan numerosas intercalaciones de pizarras negras satinadas,

situadas fundamentalmente en los tramos calcoesquistosos y delgados lechos areniscosos o cuarcíticos, duros, de grano fino a medio y colores marrones o blanquecinos, que se sitúan principalmente en los tramos calcáreos. Estos lechos areniscosos o cuarcíticos se encuentran muchas veces incluidos en capas y bancos de calizas pudiendo tener una notable continuidad lateral o apareciendo discontinuamente como "nódulos" alargados y alineados. En cualquier caso, la mayor resistencia a la erosión de las areniscas y cuarcitas producen pequeños resaltes que permiten ver con gran claridad los intensos fenómenos de plegamiento (foto 64).

Estructura.— Las calizas y calcoesquistos se encuentran irregularmente estratificados presentando con frecuencia esquistosidades secundarias de plegamiento. Todos los materiales están formando apretados pliegues isoclinales (Fig. 15), o bien, son parte de unidades cabalgantes. En general, presentan una fracturación media o alta y localmente zonas trituradas.

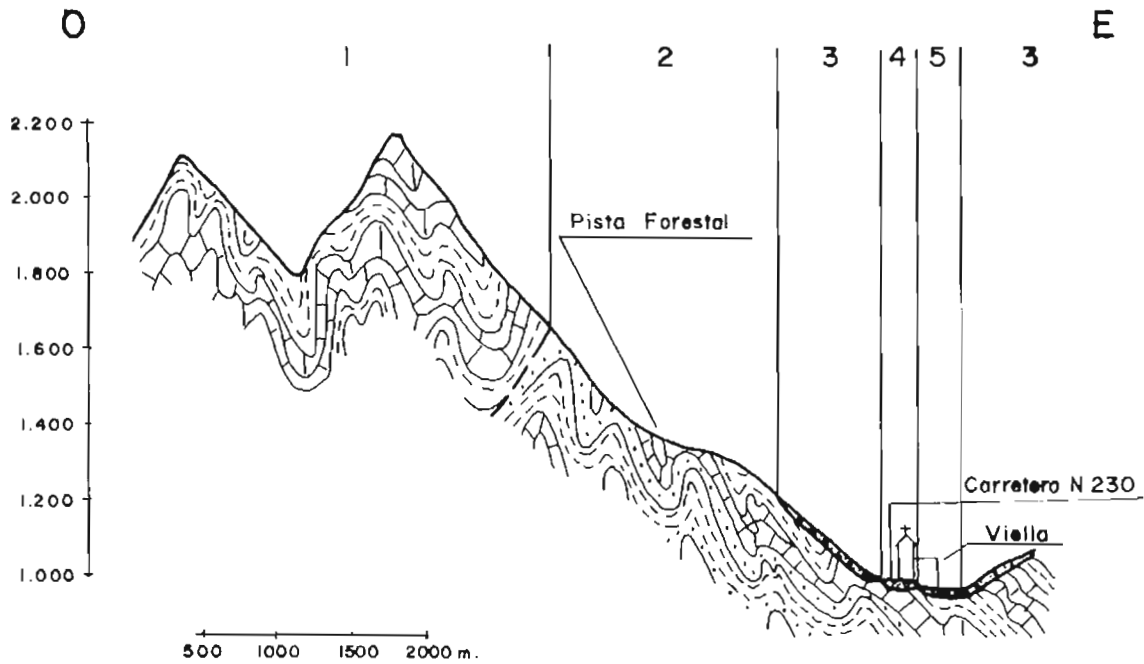
Comportamiento.— Los materiales de este grupo presentan una cierta porosidad por la alta fracturación o trituración de las rocas. Su permeabilidad es baja y a través de las fisuras. El drenaje es de tipo superficial y en general alto. Ripabilidad nula, salvo zonas muy trituradas. Los taludes naturales, en general estables, alcanzan alturas importantes con ángulos del orden de 60° , los taludes artificiales, con alturas superiores a los 20 m, se disponen con ángulos de 60° – 70° y se observan algunos desprendimientos.

3.2.5. Resumen de problemas de comportamiento que presenta la Zona

Dentro de esta Zona se encuentran presentes una gran diversidad de materiales, que en líneas generales, se puede afirmar que no ofrecen importantes dificultades de orden geotécnico.

Hay que destacar, sin embargo, la existencia de los materiales del grupo C7, que forman algunas coladas de solifluxión afectadas por movimientos de caída muy lentos, y los materiales yesíferos de los grupos 210 y 213a que podrían ocasionar locales problemas por erosionabilidad y agresividad.

Gran parte de los depósitos coluviales tipo pedriza, como los de el grupo C1, se encuentran en equilibrio natural estricto, por lo que deberá evitarse en lo posible la ejecución de cualquier desmonte sobre ellos, o bien, prever las necesarias obras de contención.



- | | |
|---|---|
| <p>1. Calcoesquistos, calizas y algunas pizarras y areniscas (140b)</p> <p>2. Pizarras, areniscas cuarcíticas, calizas, esquistos y zonas carbonosas (100d)</p> | <p>3. Arcillas limosas con gravas, bolos y gravillas (C12)</p> <p>4. Bolos y gravas o bloques en matriz arenosa escasa (AC2)</p> <p>5. Gravas, bolos y bloques con escasa matriz (A1)</p> |
|---|---|

Fig. 15.— Corte geológico esquemático, por la zona de Viella, con la abrupta región montañosa vecina, que está sometida a intensa explotación forestal.

3.3. ZONA 3: AREAS DE GRAN RELIEVE

Se incluyen aquí las áreas de gran relieve correspondientes a las sierras internas de esta parte del Pirineo Aragonés. En ellas, se alcanzan cotas superiores a los 3.000 m, de altitud, teniendo como techo los grandes picos del Aneto, La Maladeta y Monte Perdido.

Es la Zona que ocupa mayor extensión superficial en el Tramo estudiado y constituye, en general, una barrera natural para las vías de comunicación de primero y segundo orden, que exigirán la realización de costosas obras como las ya realizadas en los túneles de Bielsa y Viella. Localmente, podría ser franqueada por vías de tercer orden, muy tortuosas y pendientes cuyos itinerarios deben ser rigurosamente seleccionados, evitando en lo posible las numerosas áreas con una precaria estabilidad y grandes problemas de erosión, caída de bloques y aterramiento; todo ello favorecido por las desfavorables condiciones climáticas que se producen en estas regiones muy montañosas.

Esta Zona 3 está representada por una gran diversidad de materiales paleozoicos, mesozoicos y terciarios, con frecuentes recubrimientos cuaternarios que pueden alcanzar una gran extensión superficial y espesor.

3.3.1. Geomorfología

Corresponde a una zona de relieve juvenil con diferencias de cota muy acusadas que alcanzan valores de centenares o miles de metros.

Se pueden diferenciar dos regiones con morfologías muy diferentes, que son las ya descritas en el capítulo 2.3.

La primera de ellas corresponde a las áreas donde predominan los materiales plutónicos y metamórficos, estando caracterizada por la presencia de valles en "V", aristas agudas y pendientes muy acusadas, pudiéndose hablar de una cierta homogeneidad en el relieve, pues las laderas presentan inclinaciones semejantes, con rara presencia de zonas escarpadas o superficies tendidas.

La segunda región corresponde a la ocupada por los materiales mesozoicos y terciarios que producen una morfología más variada con valles en "U" y "V" y formas agudas o redondeadas dependiendo de las distinta dureza y resistencia a la erosión de los materiales que afloran en cada área. Así, por ejemplo, los valles en "V" se encuentran fundamentalmente sobre los materiales menos resistentes como las margas y margocalizas del grupo 312b y los depósitos flysch del grupo 312f, mientras que los valles en forma de "U" y paredes verticales se desarrollan sobre los materiales más rígidos como las calizas de los grupos 312a y 232a.

Los fenómenos erosivos son muy acusados en toda esta Zona 3 predominando los fenómenos de gelivación, alteración química y arroyada, ya descritos en el capítulo 2.3.

Las características de compacidad de los materiales no permite el desarrollo de formas tipo cárcava, que sólo se encuentran sobre algunos depósitos coluviales cuaternarios, especialmente en aquellos que carecen de un buen drenaje de tipo profundo.

3.3.2. Tectónica

Como en el caso de la Zona 2 todos los materiales, excepto los cuaternarios, se encuentran fuertemente afectados por los fenómenos tectónicos.

Los materiales paleozoicos presentan un plegamiento muy intenso que ha sido acompañado de fenómenos de metamorfismo e intrusión de macizos graníticos que se disponen paralelamente a la principal directriz tectónica Hercínica.

Los sedimentos mesozoicos y terciarios presentan una tectónica muy diferente, formando parte de grandes mantos de corrimiento con magnitudes de desplazamiento kilométricas que alcanzan un máximo de 16 Km en la Unidad de Monte Perdido. Dentro de estas unidades cabalgantes, los materiales se disponen en apretados pliegues de dirección N-S y E-O, que varía localmente al NO-SE, con frecuente presencia de esquistosidades secundarias de plegamiento; o bien en zonas de disposición relativamente tranquila.

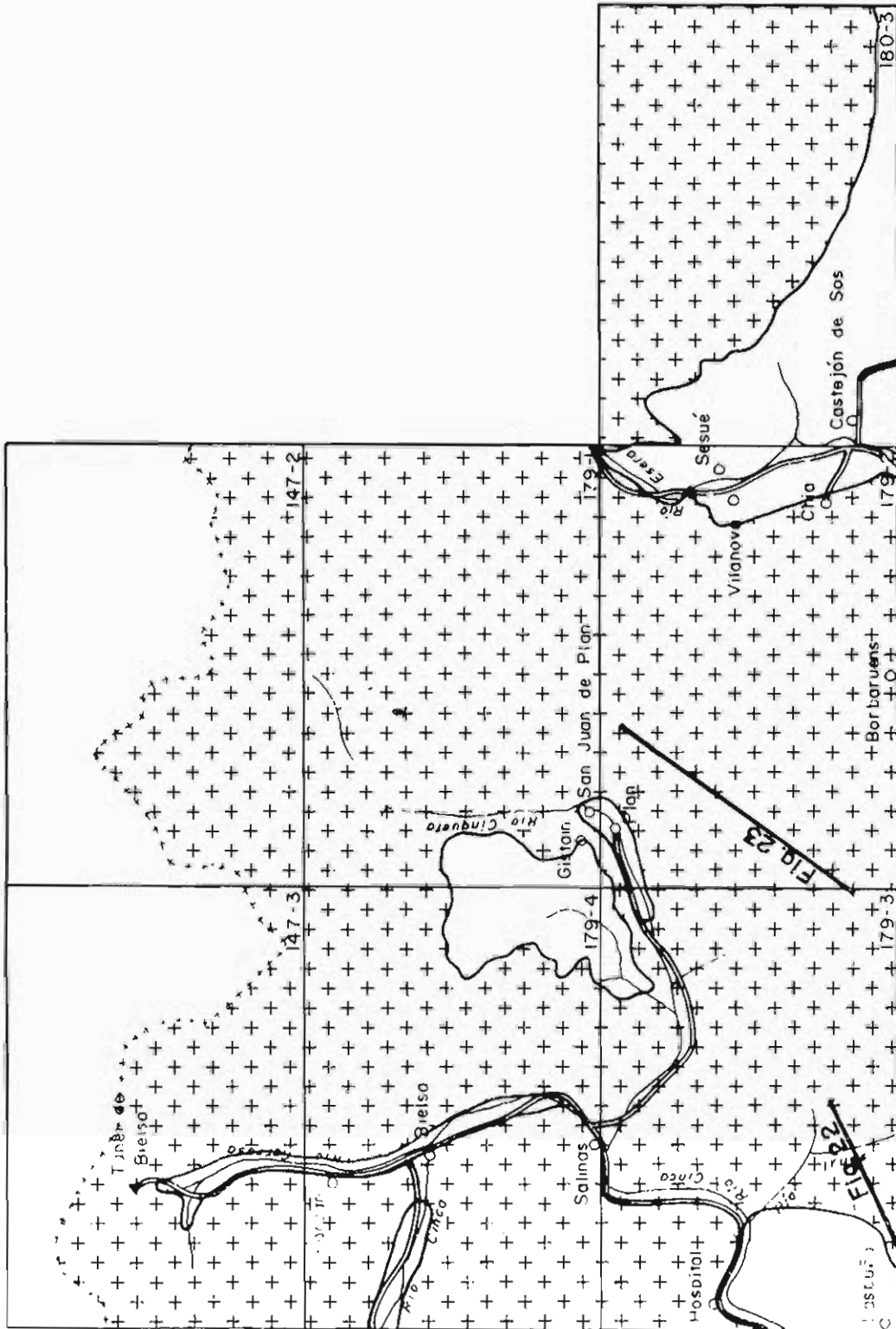


Figura 16 b.

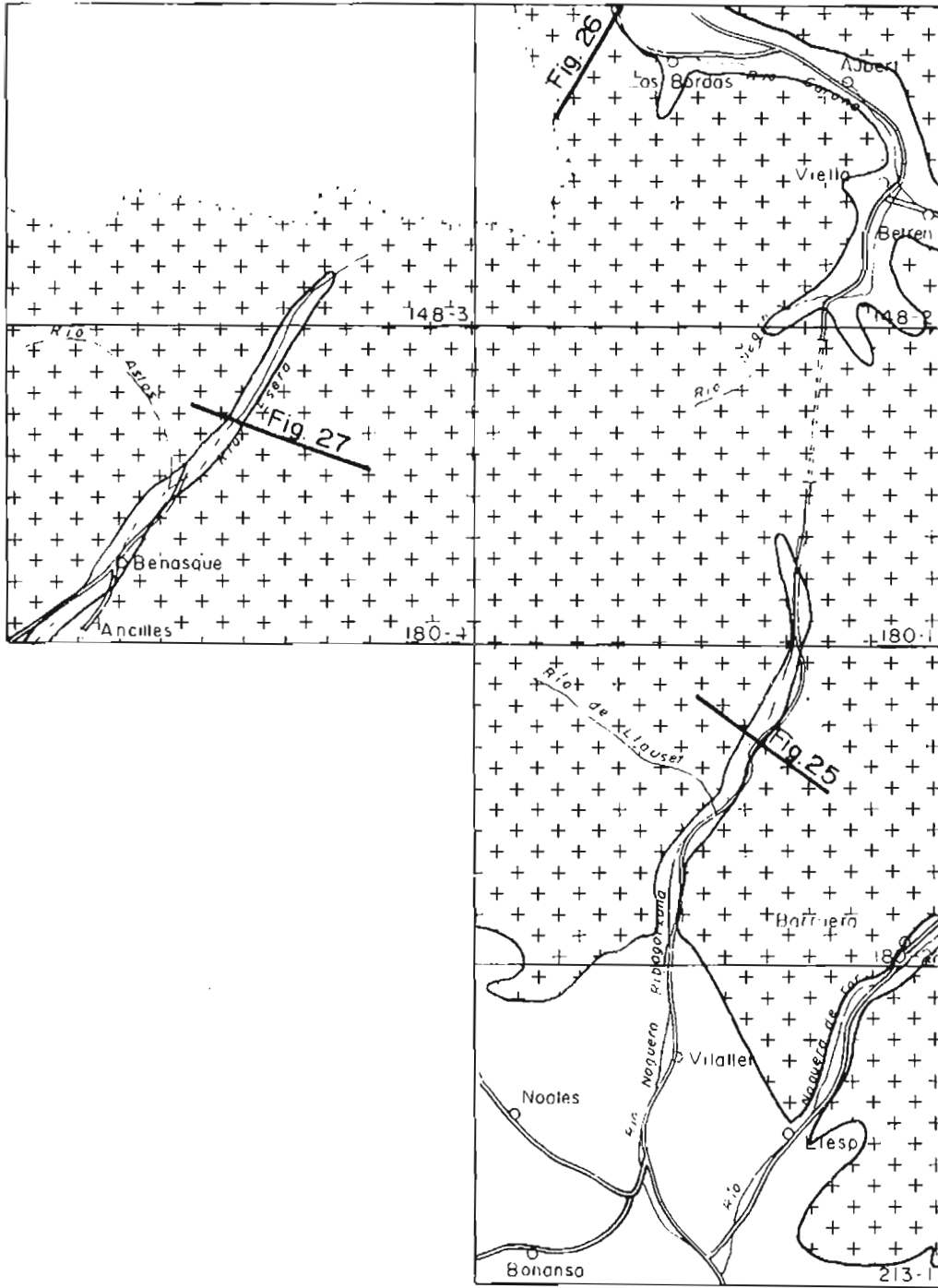


Figura 16 c.

3.3.3. Columna estratigráfica

| COLUMNA LITOLOGICA | REFERENCIA | | DESCRIPCION | EDAD |
|--------------------|------------|------------|--|---------------|
| | 1/23.000 | GEOTECNICO | | |
| | A 1 | G 5 | Aluvial. Gravas y bolos o bloques con arena. | Cuaterna-rio |
| | A 2 | G 5 | Aluvial. Bolos, bloques, gravas y gravillas. | Cuaterna-rio |
| | A 3 | G 5 | Aluvial. Bolos, bloques y gravillas con arena. | Cuaterna-rio |
| | A 4 | G 5 | Aluvial. Bolos, bloques y gravas. | Cuaterna-rio |
| | AC 1 | G 2 | Aluvial-coluvial. Arenas y arcillas con gravas y bolos. | Cuaterna-rio |
| | AC 2 | G 5 | Aluvial-coluvial. Bolos, gravas y bloques con arena. | Cuaterna-rio |
| | AC 3 | G 2 | Aluvial-coluvial. Bolos y gravas con arena. | Cuaterna-rio |
| | AC 4 | G 2 | Aluvial-coluvial. Gravas y bolos calcáreos y graníticos. | Cuaterna-rio |
| | C 1 | G 3 | Coluvial. Bolos y gravas o bloques de caliza. | Cuaterna-rio. |
| | C 2 | G 3 | Coluvial. Bolos y gravas o bloques de granito. | Cuaterna-rio |
| | C 3 | G 2 | Coluvial. Bolos y gravas o bloques con arena. | Cuaterna-rio |
| | C 4 | G 6 | Coluvial. Arcillas con arena. | Cuaterna-rio |
| | C 5 | G 3 | Coluvial. Bloques gigantes y bloques pequeños. | Cuaterna-rio |
| | C 6 | G 6 | Coluvial. Arenas, limos o arcillas. | Cuaterna-rio |
| | C 7 | G 6 | Coluvial. Arcillas y limos arenosos. | Cuaterna-rio |
| | C 8 | G 2 | Coluvial. Gravas, bolos y algún bloque. | Cuaterna-rio |
| | C 9 | G 4 | Coluvial. Conglomerados y brechas. | Cuaterna-rio |
| | C 10 | G 2 | Coluvial. Bolos, gravas, bloques y gravillas. | Cuaterna-rio |
| | C 11 | G 1 | Coluvial. Arenas limosas con gravas. | Cuaterna-rio |
| | C 12 | G 1 | Coluvial. Arcillas limosas con gravas. | Cuaterna-rio |
| | C 13 | G 3 | Coluvial. Bolos, bloques y gravas con arena. | Cuaterna-rio |
| | C 14 | G 1 | Coluvial. Arcillas rojas con gravas. | Cuaterna-rio |
| | AT 2 | G 5 | Aluvial-Terraza. Bolos, gravas y bloques. | Cuaterna-rio |
| | AT 3 | G 4 | Aluvial-Terraza. Conglomerados con arenas. | Cuaterna-rio |
| | T 1 | G 5 | Terraza. Bolos, bloques, gravas y gravillas. | Cuaterna-rio |
| | T 2 | G 5 | Terraza. Gravas y bolos redondeados. | Cuaterna-rio |
| | T 3 | G 2 | Terraza. Bloques, bolos y gravas. | Cuaterna-rio |
| | T 4 | G 1 | Terraza. Arcillas con arenas y limos. | Cuaterna-rio |
| | D 1 | G 5 | Cono de deyección. Bolos, bloques y gravas. | Cuaterna-rio |
| | D 2 | G 5 | Cono de deyección. Bloques y bolos calcáreos. | Cuaterna-rio |
| | D 3 | G 2 | Cono de deyección. Bloques, bolos, gravas y gravillas. | Cuaterna-rio |
| | D 4 | G 5 | Cono de deyección. Bolos y gravas. | Cuaterna-rio |
| | H | G 2 | Morrena. Bloques, bolos, gravas y gravillas con arena. | Cuaterna-rio |

3.3.3. Columna estratigráfica (Continuación)

| COLUMNA LITOLÓGICA | REFERENCIA | | DESCRIPCIÓN | EDAD |
|--------------------|--------------------|------------|---|-------------|
| | 1/25000 1/50000 | GEOTECNICO | | |
| | 312f | K 5 | Flysch. | Terciario |
| | 312e | K 5 | Areniscas cuarzosas y margas pizarrosas. | Terciario |
| | 312d | K 2 | Calizas, margas y margocalizas. | Terciario |
| | 312c | K 2 | Calizas nodulosas y calizas de "botas" | Terciario |
| | 312b | K 4 | Calizas margosas, margocalizas y margas. | Terciario |
| | 312a | K 1 | Calizas biocalcarenticas y microcristalinas. | Terciario |
| | 232d | K 2 | Calizas grises, margas, margocalizas y areniscas. | Cretácico |
| | 232c | K 4 | Calizas, margas y areniscas. | Cretácico |
| | 232b | K 2 | Areniscas, calizas, cuarcitas y microconglomerados. | Cretácico |
| | 232a | K 1 | Calizas detriticas organógenas. | Cretácico |
| | 232e | K 2 | Calizas y margas. | Cretácico |
| | 232f | K 1 | Calizas y calizas margosas. | Cretácico |
| | 223 | K 1 | Calizas con calcita y zonas margosas. | Jurásico |
| | 221b | K 1 | Calizas recristalizadas con calcita. | Jurásico |
| | 213a | K 3 | Yesos versicolores. | Triásico |
| | 213b | K 2 | Rocas volcánicas. | Triásico |
| | 212 | K 2 | Calizas, calizas fétidas y dolomías. | Triásico |
| | 211 | K 5 | Areniscas, limolitas, argilitas y conglomerados. | Triásico |
| | 160-211 | K 4 | Areniscas, limolitas, argilitas y conglomerados. | Permianas |
| | 152c | K 4 | Esquistos carbonosos con pirita. | Carbonífero |
| | 152e | K 5 | Pizarras, grauwacas y rocas volcánicas. | Carbonífero |
| | 150 | K 4 | Esquistos tajosos. | Carbonífero |
| | 151a | K 2 | Calizas grises. | Carbonífero |
| | 151b | K 2 | Calizas, pizarras y calcoesquistos. | Carbonífero |
| | 140a | K 2 | Pizarras con grauwacas y calcoesquistos. | Devónico |
| | 140b | K 2 | Calcoesquistos y calizas. | Devónico |
| | 140c | K 1 | Mármoles. | Devónico |
| | 140d | K 4 | Pizarras, calcoesquistos y calizas. | Devónico |
| | 140e | K 2 | Esquistos sericiticos con calcita y calizas. | Devónico |
| | 130a | K 4 | Pizarras con grauwacas y corneanas. | Silúrico |
| | 130b | K 1 | Calizas con zonas de pizarra. | Silúrico |
| | 120 | K 2 | Esquistos pizarrosos y cuarcitas. | Ordovícico |
| | 100a | K 2 | Cuarcitas, calizas y pizarras. | Paleozoico |
| | 100b | K 2 | Esquistos, micacitas y cuarcitas. | Paleozoico |
| | 100c | K 2 | Calizas, esquistos, migmatitas. | Paleozoico |
| | 100d | K 2 | Pizarras, areniscas, calizas y zonas carbonosas. | Paleozoico |
| | 001a | K 1 | Granitos. | Plutónico |
| | 001b | K 1 | Migmatitas, cuarcitas y granitos. | Plutónico |

3.3.4. Grupos litológicos

ALUVIAL (A1)

Ha sido descrito con todo detalle en la Zona 1, apartado 3.1.4.

ALUVIAL (A2)

Ha sido descrito con todo detalle en la Zona 1, apartado 3.1.4.

ALUVIAL (A3)

Ha sido descrito con todo detalle en la Zona 2, apartado 3.2.4.

ALUVIAL (A4)

Ha sido descrito con todo detalle en la Zona 1, apartado 3.1.4.

ALUVIAL-COLUVIAL (AC1)

Ha sido descrito con todo detalle en la Zona 2, apartado 3.2.4.

ALUVIAL-COLUVIAL (AC2)

Estos depósitos se encuentran situados en regiones de alta montaña siendo de origen fluvio-glaciar, o bien, rellenos de pequeños remansos, lagos glaciares, dolinas, etc. Originan superficies llanas que contrastan fuertemente con los relieves abruptos que les rodean (foto 65).



Foto 65.- Zonas llanas originadas por los materiales del grupo AC2 y que contrastan fuertemente con los relieves abruptos que las rodean. Fotografía tomada en los llanos de Larri en el nacimiento del río Cinca.

Litología.— Están compuestos por materiales clásticos groseros, con bolos, gravas y bloques, incluidos en una proporción variable de matriz arenosa generalmente escasa. Los materiales han sufrido un arrastre moderado y son, por tanto, subangulosos a subredondeados y pobremente o mal clasificados.

Los cantos son de naturaleza variada dependiendo su litología del material procedente, pudiendo estar estas litologías mezcladas o predominar un tipo determinado como en los depósitos incluidos en los macizos calcáreos o graníticos.

Estos depósitos ocupan siempre pequeñas extensiones superficiales y los cursos de agua que pueden circular sobre ellos corresponden al tipo de "cauce entrelazados" con frecuente variación en los cauces y brazos abandonados.

Comportamiento.— Constituyen suelos de porosidad y permeabilidad muy altas. El drenaje, en su mayor parte profundo, es intenso. No se aprecian taludes naturales. En desmontes puede aceptar alturas medias con un ángulo del orden de 35°.

ALUVIAL–COLUVIAL (AC3)

Ha sido descrito con todo detalle en la Zona 2, apartado 3.2.4.

ALUVIAL–COLUVIAL (AC4)

Ha sido descrito con todo detalle en la Zona 2, apartado 3.2.4.

COLUVIAL (C1)

Ha sido descrito con todo detalle en la Zona 2, apartado 3.2.4.

COLUVIAL (C2)

Este grupo incluye los depósitos de ladera de gran pendiente formados sobre los macizos graníticos. Su naturaleza es semejante a los ya descritos del grupo C1, con los cambios lógicos debidos a la distinta litología de los materiales.

Litología.— Está formado por bolos, gravas y/o bloques de granito, sin matriz o con escasa o muy escasa matriz arenosa grosera de colores grisáceos o blanquecinos.

Los cantos son siempre angulosos, muy mal clasificados, incluyendo tamaños muy diversos, desde gravillas a grandes bloques, dando lugar a pedrizas o canchales exentos de vegetación (foto 66).

La proporción de matriz arenosa es siempre mayor en las capas inferiores de un mismo coluvión siendo, cuando existe, muy escasa, llegando raramente a rellenar los huecos existentes entre los cantos.

La naturaleza de los cantos abarca a distintos tipos de granito y rocas afines, no existiendo ningún tipo de cementación.

Superficialmente presentan un color grisáceo, frecuentemente verdoso o amarillento, que es característico de las rocas silíceas de la región.

Estos materiales pueden presentarse formando desordenadas acumulaciones de cantos sin estructuración alguna, o bien en "derrubios ordenados" que definen groseras estratificaciones con capas muy inclinadas.

Se encuentran formando acumulaciones de topografía uniforme, adosadas o al pie de las laderas de pendientes abruptas, pudiendo alcanzar extensiones y espesores considerables.

Comportamiento.— Análogamente al grupo C1, presentan porosidad y permeabilidad muy altas. El drenaje es alto y de tipo profundo. Totalmente ripables salvo bloques de grandes dimensiones; con frecuencia se producen caídas de bloques, por encontrarse en equilibrio natural estricto sobre laderas con fuertes pendientes. Se aprecian taludes naturales estables, altos, con unos 35° y artificiales estables, altos, con 35°. Se requiere una



Foto 66.— Depósito de tipo pedriza del grupo C2 en el que predominan los cantos de gran tamaño. Fotografía tomada desde el campamento de Virgen Blanca, en el curso alto del río Cinqueta.

protección de las obras por la eventual caída de bolos y bloques.

COLUVIAL (C3)

Ha sido descrito con todo detalle en la Zona 2, apartado 3.2.4.

COLUVIAL (C4)

Corresponden a lenguas y coladas de deslizamiento, originados principalmente a expensas de los suelos de alteración de materiales pizarrosos, silúricos o devónicos (foto 67).

Litología.— Está formado por materiales fundamentalmente arcillosos de colores oscuros que pueden contener variable cantidad de arena, así como gravas, bolos y bloques angulosos, de los diversos materiales rocosos adyacentes (foto 68).

Son depósitos totalmente desorganizados y sueltos que pueden alcanzar dimensiones notables en algunas zonas.

Son muy característicos por su peculiar morfología lobulada o irregular con algunas zonas deprimidas.

Comportamiento.— Estos suelos con abundante proporción de arcillas y arcillas arenosas tienen una porosidad media o alta, con permeabilidad baja o media. El drenaje de tipo superficial es muy variable, desde alto, a nulo en áreas deprimidas. Son fácilmente ripables. Los taludes naturales altos aparecen estables con un ángulo de 15° y los artificiales, bajos, con unos 20° .



Foto 67.- Vista general de los materiales del grupo C4, en el lugar denominado Plans de Lavel situado al norte de San Juan de Plan.

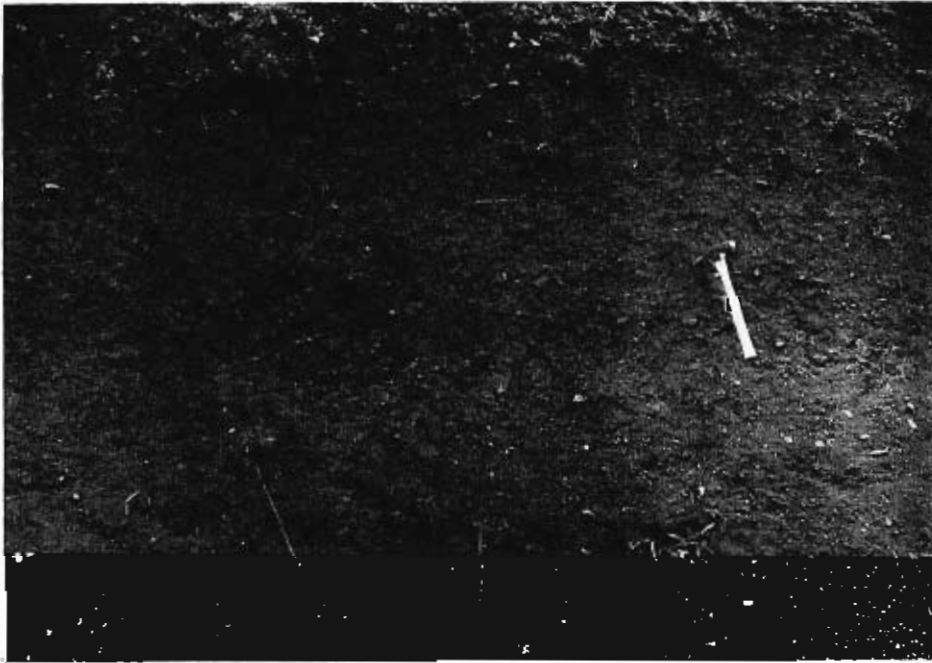


Foto 68.- Vista detallada de los materiales fundamentalmente arcillosos que forman el grupo C4 en las afueras de Gistaín.

COLUVIAL (C5)

Ha sido descrito con todo detalle en la Zona 2, apartado 3.2.4.

COLUVIAL (C6)

Ha sido descrito con todo detalle en la Zona 2, apartado 3.2.4.

COLUVIAL (C7)

Ha sido descrito con todo detalle en la Zona 2, apartado 3.2.4.

COLUVIAL (C8)

Se trata de acumulaciones de ladera de gran pendiente, tipo pedriza, formados a expensas de grupos fundamentalmente areniscosos.



Foto 69.— Aspecto de uno de los coluviales del grupo C8 donde predominan los cantos de formas planares. Fotografía tomada en los alrededores de Buesa.

Litología.— Se componen de gravas, bolos y algunos bloques de arenisca, incluidos en proporción variable de matriz arenosa de cuarzo de color ocre, marrón o rojiza.

Los cantos son siempre angulosos o subangulosos con formas planas o esféricas y mal clasificados (foto 69).

Son materiales muy poco coherentes que con mucha frecuencia se encuentran erosionados y cortados por profundas cárcavas o carcavillas.

Estos materiales pueden presentarse formando acumulaciones sin ordenación de ningún tipo, o bien, formando "derrubios ordenados" con groseras estratificaciones que delimitan capas inclinadas.

Comportamiento.— Presentan una porosidad y permeabilidad muy altas, con drenaje en gran parte profundo. Por disponerse sobre laderas con fuerte pendiente, se producen caídas de bolos y bloques. Los taludes naturales y artificiales altos aparecen estables con ángulos del orden de 25°. Localmente presentan problemas de erosión con formación de cárcavas.

COLUVIAL (C9)

Los materiales de este grupo corresponden a potentes depósitos coluviales antiguos, que se encuentran hoy día muy erosionados formando retazos o relieves postizos adosados a laderas, que pueden tener localmente un relieve muy agreste con formación de pequeños "domos" verticales en donde un gran bloque o una zona más cementada ha protegido de la erosión a los materiales inferiores (foto 70).

Litología.— Está formado por conglomerados y brechas con bolos, gravas, gravillas y bloques, de caliza gris, empastados por una proporción variable de matriz areno—arcillosa de color marrón o rojizo y abundante cemento calcáreo heterogéneamente repartido.

Los cantos son siempre angulosos a subangulosos, muy mal clasificados, comprendiendo tamaños muy diversos, desde gravillas a grandes bloques. La matriz areno—arcillosa es, en general, escasa, pudiendo faltar casi totalmente en algunos afloramientos.

La distribución irregular del cemento calcáreo determina que estos materiales posean una dureza y coherencia variable, predominando en general los términos coherentes, no disgregables a mano.

Comportamiento.— Estos materiales tienen una porosidad media y una permeabilidad variable media o alta. El drenaje es a la vez superficial y profundo y de gran capacidad. En general son ripables salvo zonas muy cementadas, presentando localmente fenómenos de erosión. Los taludes naturales con alturas medias y en general estables, alcanzan ángulos de 80° y existen taludes artificiales estables con ángulos de unos 45° y alturas también medias.

COLUVIAL (C10)

En las proximidades de los arroyos que desembocan en el río de Llauset se han producido unas acumulaciones cuaternarias, posiblemente de origen periglacial, en las que se aprecia una organización interna bastante clara, por lo que se ha formado con ellas un grupo especial (foto 71).

Litología.— El presente grupo está constituido por bolos, gravas, bloques y gravillas de esquistos, calizas, calcoesquistos y otras rocas metamórficas y de tipo granítico, generalmente muy poco rodadas y de formas con aristas vivas, con matriz limo—arcillosa, a veces arenosa, en proporción variable, que suele dominar en zonas estratificadas determi-



Foto 70.— Aspecto de los depósitos coluviales antiguos del grupo C9 que dan lugar a relieves muy quebrados de cierta espectacularidad. Fotografía tomada en la ladera norte de la Peña Solana.



Foto 71.- Aspecto del coluvial C10, en el camino que va del pueblo de Aneto a los ibones situados al oeste del mismo.

nadas y con coloraciones marrones oscuras. Es común el dominio de los gruesos o de los finos en las distintas capas que se observan.

Estructura.— El conjunto está estratificado en lechos y capas de pequeño espesor, con inclinación de unos 15° en dirección a las vaguadas o los cauces vecinos. No se aprecia cementación. Esta estratificación es característica de algunas zonas periglaciares, con sedimentación de elementos predominantemente finos en verano y otoño y gruesos en épocas de lluvia y deshielo.

Comportamiento.— Son materiales muy erosionables, con permeabilidad en general baja a media, aunque muy diferente de una capa a otra. El drenaje es fundamentalmente superficial, por las pendientes de los afloramientos. Son materiales algo inestables que comportan taludes naturales altos con unos 20° y artificiales bajos, con pendientes de unos 40° . Allí donde estos taludes se han formado a unos 60° aparecen continuos desprendimientos y pequeños deslizamientos.

COLUVIAL (C11)

Ha sido descrito con todo detalle en la Zona 2, apartado 3.2.4.

COLUVIAL (C12)

Ha sido descrito con todo detalle en la Zona 2, apartado 3.2.4.

COLUVIAL (C13)

Corresponde a depósitos de ladera de gran pendiente, tipo pedriza, formados a expensas de materiales calcáreo—areniscosos.

Litología.— Está formado por bolos, bloques y gravas de arenisca y/o caliza con escasa o prácticamente nula matriz arenosa grosera de color marrón u ocre.

Los cantos son siempre angulosos, muy mal clasificados, incluyendo tamaños muy

diversos, desde gravillas a grandes bloques. La proporción de matriz arenosa es siempre mayor en las capas inferiores de un mismo coluvión, aunque raramente llega a rellenar los huecos existentes entre los cantos (foto 72).

En superficie presentan un color marrón—ocre, localmente gris si predominan los cantos calcáreos.

Estos materiales pueden presentarse formando acumulaciones de cantos sin ordenación alguna, o bien en "derrubios ordenados" que dibujan groseras estratificaciones con capas muy inclinadas.



Foto 72.— Aspecto superficial de una zona recubierta por el grupo C13 donde se observan cantos de muy diverso tamaño y escasa — matriz arenosa. Fotografía tomada en la pista de acceso a los llanos de Larri en el nacimiento del río Cínca.

Comportamiento.— Este grupo presenta una porosidad y permeabilidad muy altas. Tiene un drenaje intenso principalmente profundo. Por disponerse sobre pendientes fuertes pueden producirse algunas caídas de bolos y bloques. Los taludes naturales y artificiales, altos y con ángulos del orden de 35° , aparecen estables.

COLUVIAL (C14)

Ha sido descrito con todo detalle en la Zona 2, apartado 3.2.4.

ALUVIAL -TERRAZA (AT2)

Ha sido descrito con todo detalle en la Zona 2, apartado 3.2.4.

ALUVIAL -TERRAZA (AT3)

Los materiales de este grupo corresponden a depósitos cuaternarios antiguos, hoy día muy erosionados, que ocupan un amplio afloramiento en las proximidades de la localidad de Sin (cuadrante 179 - 3) (foto 73).



Foto 73.— Vista general de los potentes materiales del grupo AT3, situado en la región de Sin y afectados por fenómenos de erosión intensa.

Litología.— Está compuesto por conglomerados de gravas y bolos, con matriz areno—arcillosa y proporción variable de cemento calcáreo; arenas con gravas, y brechas bien cementadas, con cantos tamaño grava y bolo y escasa matriz areno—arcillosa.

Son materiales muy característicos por su color amarillento, con cantos siempre calizos, de angulosos a subangulosos, mal clasificados, y cementación muy heterogénea.

La proporción de matriz areno—arcillosa es muy variable llegando a faltar casi totalmente en algunos niveles y predominando en otros, aunque siempre, con una alta proporción de gravas y gravillas. Sus granos son también fundamentalmente calcáreos.

Son depósitos de una dureza y coherencia muy variable por la irregular distribución del cemento calcáreo, ofreciendo un aspecto muy irregular con sucesión de áreas fácilmente erosionables y zonas resistentes a la erosión que se disgregan en bloques al quedar en voladizo.

Estructura.— Estos materiales se encuentran formando una alternancia irregular de lentejones gruesos, de potencia y amplitud muy variable, que se ponen de manifiesto por la distinta granulometría de los cantos y la variable proporción de matriz areno—arcillosa.

Comportamiento.— Son suelos con porosidad y permeabilidad variable, media—alta según la proporción arcillosa de la matriz. El drenaje es superficial y profundo y en su conjunto alto. Presenta fenómenos de erosión, abarrancamiento e inestabilidad, por caída de bloques de material cementado en taludes superiores a los 40°. Los taludes naturales y artificiales resultan, en su conjunto, estables con ángulos del orden de 35° y desniveles altos y medios.

TERRAZA (T1)

Ha sido descrito con todo detalle en la Zona 1, apartado 3.1.4.

TERRAZA (T2)

Los materiales de este grupo se encuentran en pequeñas áreas en las proximidades de la localidad de Hospital de Tella, correspondiendo a depósitos de terraza de elementos casi exclusivamente calcáreos.

Litología.— Se compone de gravas y bolos, incluidos en una grosera y escasa matriz areno—arcillosa, con gravillas y cemento calcáreo, todo ello, de un color grisáceo, marrón o algo rojizo. Los cantos se presentan moderadamente o bien clasificados, con formas redondeadas; su naturaleza es fundamentalmente calcárea, pudiendo observarse únicamente escasos cantos de arenisca (foto 74).



Foto 74.— Materiales bien trabados del grupo T2 que presentan cantos redondeados de tamaño grava y bolo. Fotografía tomada en la localidad de Hospital de Tella.

La matriz areno—arcillosa es de granos fundamentalmente calizos y, en general, se encuentra en proporción suficiente para rellenar el espacio que queda entre los cantos.

La proporción de cemento calcáreo no es nunca muy elevada, aunque sí suficiente para dar a la roca una notable adherencia que la hace difícilmente disgregable a mano.

Son depósitos muy homogéneos en su composición y granulometría, en los que no se aprecia ningún tipo de organización sedimentaria.

Comportamiento.— Los materiales de este grupo presentan una porosidad y permeabilidad con un valor medio. El drenaje es combinado, superficial y profundo y en su conjunto alto. Los taludes naturales y artificiales aparecen estables con alturas bajas y un ángulo de unos 80°.

TERRAZA (T3)

Ha sido descrito con todo detalle en la Zona 1, apartado 3.1.4.

TERRAZA (T4)

Ha sido descrito con todo detalle en la Zona 2, apartado 3.2.4.

CONO DE DEYECCION (D1)

Las torrenteras y zonas con vaguadas insinuadas en materiales graníticos, han producido acumulaciones en el contacto con los valles donde desembocan, dando origen a conos de deyección muy bien marcados, aunque localmente estén erosionados por los cursos de agua que circulan por los valles. Otras veces están unidos varios de estos conos, perdiendo parcialmente su morfología típica y dando origen a una banda más o menos lobulada en los bordes de los valles.



Foto 75.— Cono de deyección (D1), con su morfología típica, en las proximidades de Caldas de Bohí, fuera del Tramo, en el cuadrante 180-2.

Litología.— Están formados de manera prácticamente exclusiva por bloques, generalmente menores de 1 m³, bolos, gravas y algunas gravillas, con casi total ausencia de matriz, de materiales siempre graníticos, aunque pueda haber alguno de cuarzo o de variadas rocas plutónicas que se encuentren englobadas en el granito que ha originado estos depósitos (foto 75).

Comportamiento.— Son formaciones inestables, bastando que se elimine la parte inferior del talud para que se produzcan deslizamientos. Su permeabilidad es muy grande, siendo el drenaje típicamente profundo. El drenaje es acusado en aquellos depósitos situados en vaguadas con curso de agua que desaparece bajo el cono de deyección al entrar en contacto con él. Los taludes naturales están en equilibrio con ángulos de hasta 40°, para alturas mayores de 20 m, y los artificiales, pequeños, son inestables para más de 40°, con caída de bloques y deslizamientos locales.

CONO DE DEYECCION (D2)

Ha sido descrito con todo detalle en la Zona 2, apartado 3.2.4.

CONO DE DEYECCION (D3)

Ha sido descrito con todo detalle en la Zona 2, apartado 3.2.4.

CONO DE DEYECCION (D4)

Ha sido descrito con todo detalle en la Zona 1, apartado 3.1.4.

MORRENAS (H)

Al estar comprendidas en el presente Tramo las zonas glaciares más importantes del Pirineo, con los glaciares del Aneto y Monte Perdido y sus picos vecinos, las formaciones morrénicas, más o menos alteradas, son claramente cartografiables en las zonas más elevadas.



Foto 76.— Morfología irregular de la morrena frontal del Valle Otal situado al noreste de la localidad de Bujaruelo.

Litología.— Dentro de este grupo litológico se incluyen todos los materiales, cualquiera que sea su procedencia, que han sido acumulados por aludes o por los glaciares, actuales o anteriores, en sus zonas frontales, centrales o de borde. No se hacen distinciones ya que, aunque existan morrenas que litológicamente sean diferentes en su composición, sus características frente a posibles vías de comunicación las hacen similares. En general son acumulaciones de bloques, bolos, gravas y gravillas, generalmente muy pobres en matriz, con aristas vivas y grados de rodadura mínimos, siendo su redondez muy pequeña y su esfericidad variable con la forma de los bloques. Los gruesos son calcáreos o graníticos pudiendo ser también procedentes de rocas metamórficas. Forman acumulaciones de grandes proporciones, ocupando las zonas más altas de algunos valles (foto 76).

Comportamiento.— Son grandes acumulaciones cuaternarias de fácil inestabilidad local. El material sería fácilmente ripable, con la salvedad de los grandes bloques, que pueden abundar localmente. Este grupo no será a la larga importante, ya que tendrían que presentarse condicionantes muy especiales para que las vías de comunicación los afectasen. Bajo ciertas condiciones podrían ocasionar catástrofes locales, por ejemplo en el caso de ser empujados por un avance de los hielos, aunque la escala de tiempo con que se mediría esta posibilidad quede muy lejos de las previsiones de una vía de comunicación. Son materiales de muy alta permeabilidad, con drenaje profundo y fácil erosionabilidad. Los taludes naturales alcanzan los 30° con deslizamientos locales, para alturas superiores a los 20 m. Los taludes artificiales serían estables para grandes alturas con ángulos de 30° .

CALIZAS (312a)

Litología.— Se incluye aquí un potente y homogéneo conjunto calcáreo de gran dureza que contiene calizas biocalcareníicas grises de grano fino a grueso, con numerosas estructuras sedimentarias (foto 77) y calizas microcristalinas, cremas, grises o negras que eventualmente contienen nódulos de sílex. En ambas litologías es frecuente la aparición de grietas y fisuras rellenas de calcita espática.



Foto 77.— Estructuras sedimentarias en una capa de biocalcarenita de grano grueso situada en la carretera de acceso al valle de Ordesa a la altura del Puente de los Navarros.

Por su gran dureza y resistencia a la erosión son materiales que originan importantes relieves e intervienen muy directamente en la morfología de la región (foto 78 y Fig. 18).

Sus afloramientos se extienden en toda la mitad sur—occidental del Tramo estudiado (región de Monte Perdido—Puértolas—Plan) ocupando cotas elevadas y originando grandes escarpes especialmente cuando están cortados por los cursos fluviales.

Estructura.— Se trata de depósitos de una notable continuidad lateral, desde bien estratificados en capas y bancos hasta masivos (Fig. 17), que se encuentran fuertemente plegados o formando parte de grandes mantos de corrimiento.

El grado de deformaciones es muy variable de unas zonas a otras, si bien, se puede decir que en general será alto, con buzamiento y fracturación acusados.

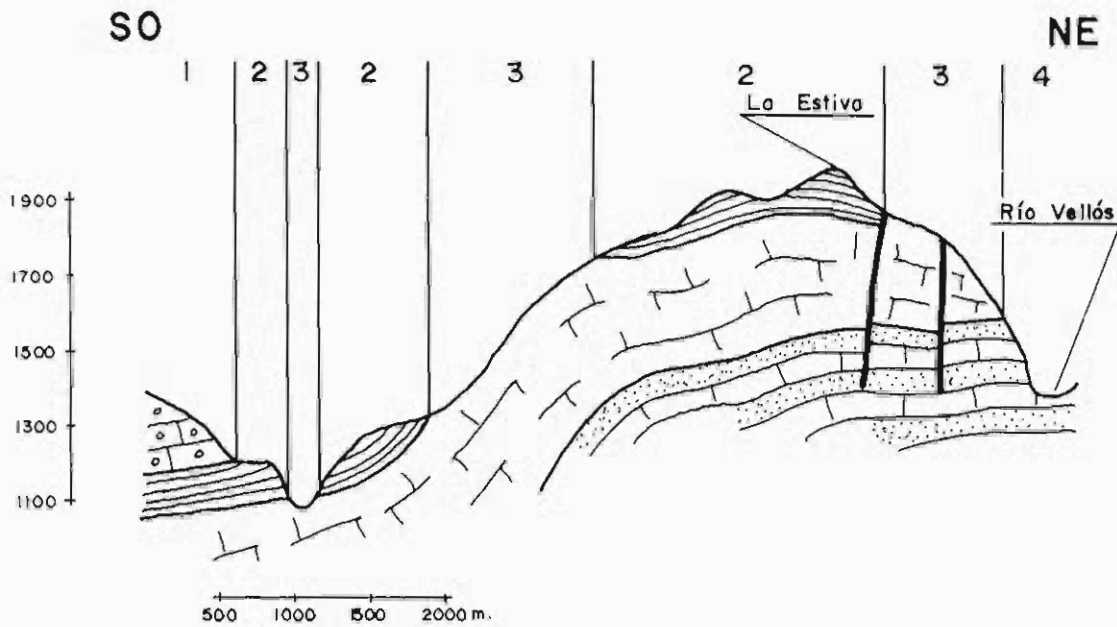
Comportamiento.— Son calizas compactas con una permeabilidad muy variable, en general baja o localmente alta por carstificación. El drenaje es siempre alto, por escorrentía superficial y/o profunda en zonas carstificadas. No son ripables y sería utilizable como cantera. Los taludes naturales y artificiales, con alturas superiores a 20 m, y ángulos de 70°—80°, son en su conjunto estables, aunque con algún desprendimiento.

CALIZAS MARGOSAS, MARGOCALIZAS Y MARGAS (312b)

Ha sido descrito con todo detalle en la Zona 2, apartado 3.2.4.

CALIZAS NODULOSAS (312c)

Litología.— Este grupo está compuesto por calizas nodulosas, duras, de grano fino y colores marrones o amarillentos en superficie y gris oscuro en fractura, con frecuentes



- | | |
|---|-------------------------------|
| 1. Calizas nodulosas (312c) | 3. Calizas (312a) |
| 2. Calizas margosas, margocalizas y margas (312b) | 4. Areniscas y Calizas (232b) |

Fig. 17.— Corte geológico esquemático de los materiales situados en la zona de Nerín donde forman un amplio pliegue anticlinal.



Foto 78.— Calizas del grupo 312a formando el "Klip" de Peña Solana.

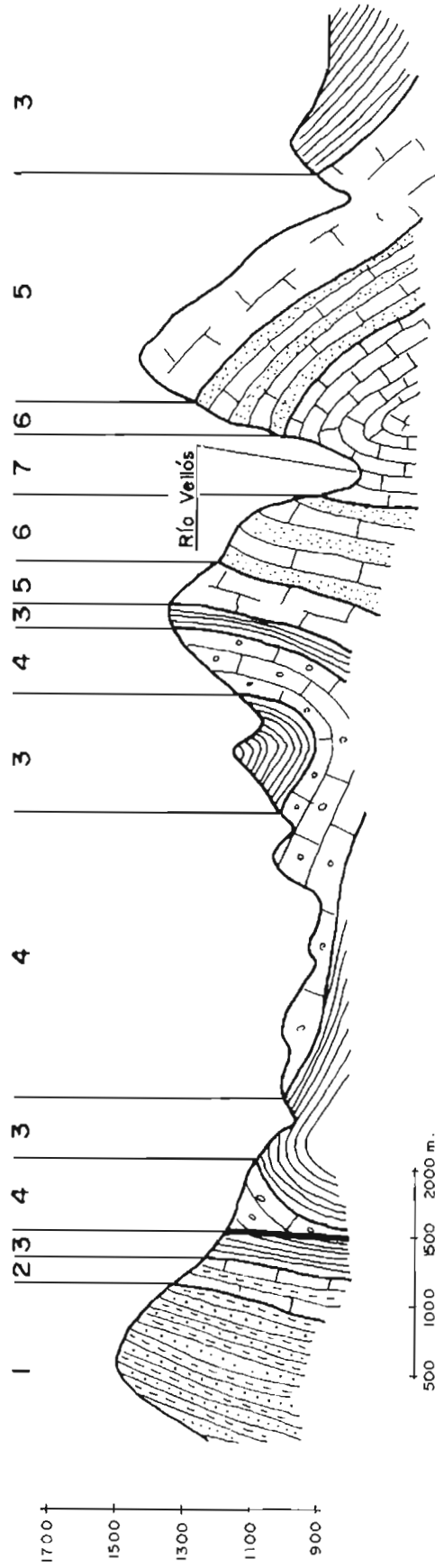
intercalaciones milimétricas o centimétricas de margocaliza (foto 79) y eventuales nódulos de siliceo, concentrados en los niveles estratigráficamente más altos.

Son rocas duras y resistentes que se presentan como una potente intercalación entre los materiales margoso—calcáreos del grupo 312b entre las localidades de Fanlo y Vió, en el extremo sur—occidental del Tramo estudiado.

Estructura.— Son materiales muy "slumpizados", irregularmente estratificados en lechos que se pueden agrupar en capas y algún banco potente con estructura nodulosa o formando calizas de "bolas" (foto 80). Se encuentran levemente deformados con buzamientos suaves o subhorizontales y fracturación, en general, media.

SO

NE



1. Areniscas y margas (312e)
2. Calizas y margas (312d)
3. Calizas margosas, margocalizas y margas (312b)
4. Calizas nodulosas (312c)

5. Calizas (312a)
6. Areniscas y calizas (232b)
7. Calizas (232a)

Fig. 18.— Corte geológico esquemático de los materiales cretácicos y terciarios situados en la región de Yebe y Vío, mostrando los anticlinales de Boitaña y del valle del río Vellós.

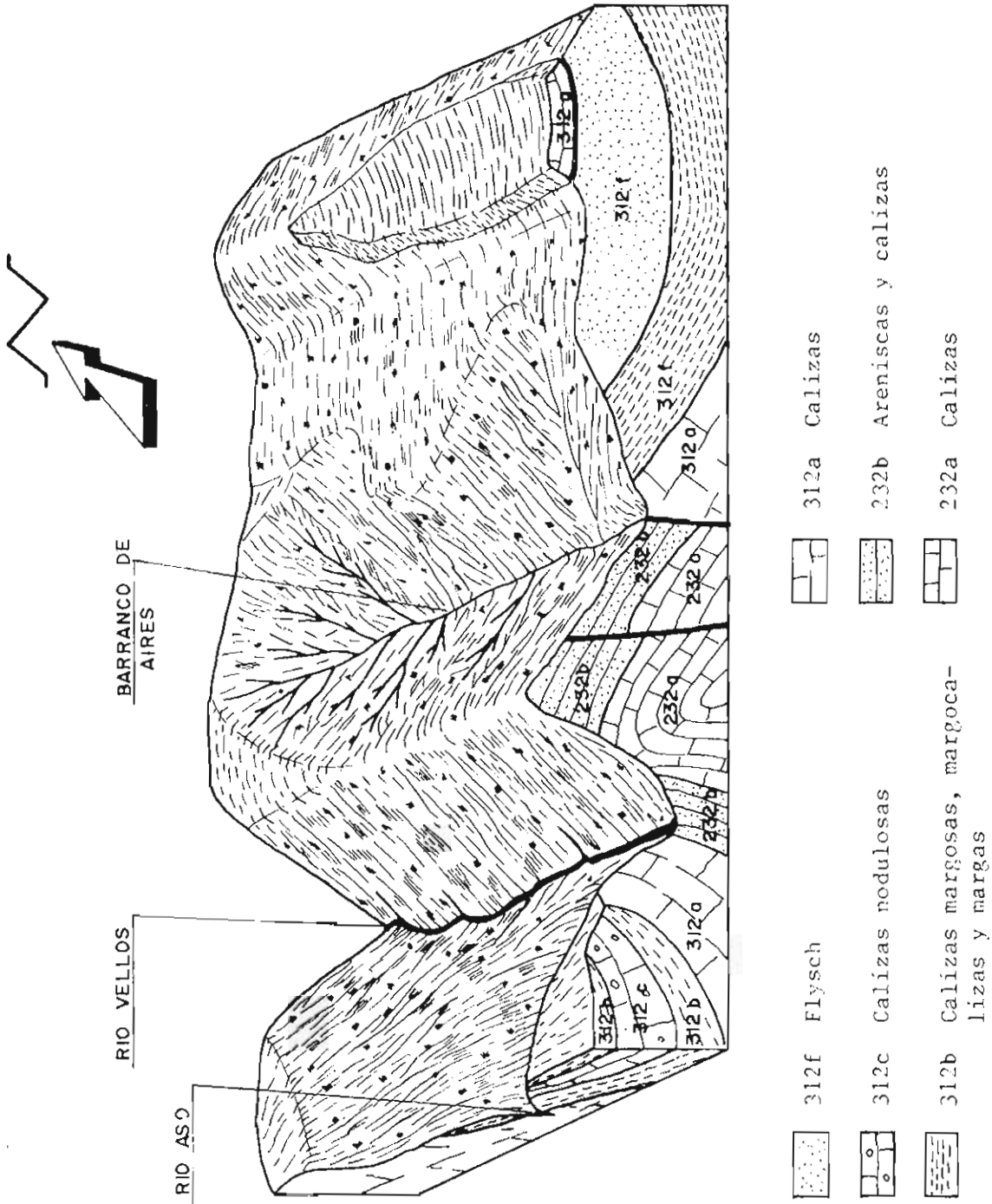


Fig. 19.-- Bloque diagrama de las estructuras del anticlinal del río Vellós y el "Klip" del Castillo Mayor en la región situada en las proximidades de Bestué.

Comportamiento.— Las rocas de este grupo son compactas, con una permeabilidad variable, en general baja y localmente alta en zonas carstificadas. El drenaje es superficial, profundo en zonas carstificadas, y en su conjunto alto. No es ripable. Los taludes naturales, con desniveles altos y ángulos de unos 60° , aparecen estables. Los taludes artificiales serían estables, en su conjunto, con ángulos del orden de 70° y alturas superiores a 20 m, aunque con algún desprendimiento.



Foto 79. — Calizas de grano fino, bien estratificadas en lechos y con algunas huellas de disolución kárstica. Fotografía tomada en la pista de acceso a Vió.



Foto 80. — Aspecto noduloso o en forma de "calizas de bolas" de los materiales calcáreos del grupo 312c. Fotografía tomada en la carretera de acceso a Vió.

CALIZAS Y MARGAS (312d)

Litología.— Los materiales de este grupo están formados por calizas detríticas orgánicas de color gris azulado en corte fresco, que alternan con margas y margocalizas nodulosas amarillentas y con menos frecuencia, con calizas nodulosas o de "bolas", calizas detríticas de grano fino y areniscas de grano fino o medio y cemento calcáreo.



Foto 81.— Aspecto superficial que presenta la alternancia de calizas y margas del grupo 312d. Fotografía tomada desde la pista - de acceso a Yeba.

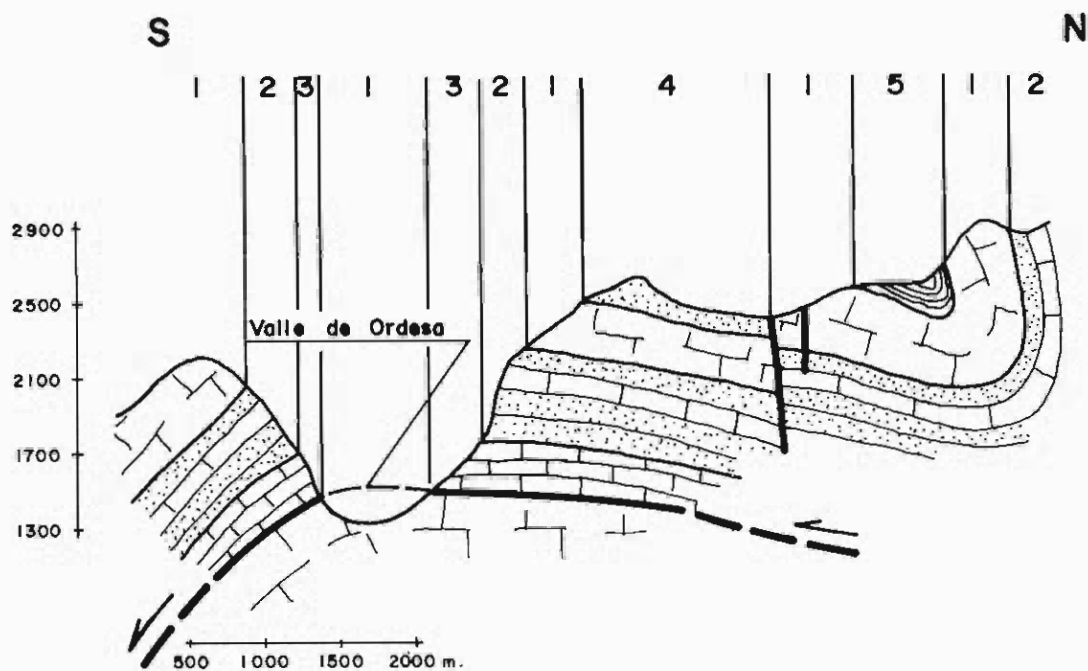
En conjunto son rocas duras y compactas aunque alterables y erosionables en los niveles margosos, lo que unido a su disposición estructural en capas muy inclinadas o subverticales, produce áreas de un relieve muy quebrado, donde las calizas dan lugar a agudas aristas y las intercalaciones margosas a depresiones relativas (foto 81). En la mayoría de los casos existen en estas depresiones pequeños depósitos coluviales que impiden observar el sustrato margoso o calco-margoso. En los niveles más calcáreos es muy frecuente la presencia de grietas y fisuras rellenas de calcita espática blanca.

Estructura.— Estos materiales se encuentran bien estratificados en capas y bancos. Forman una amplia estructura anticlinal con buzamientos muy acusados y fracturación variable, de alta a baja.

Comportamiento.— Este grupo tiene una permeabilidad baja con un drenaje elevado de tipo superficial. No es ripable salvo zonas donde las margas están alteradas. Los taludes naturales son, en general, estables con desniveles altos y ángulos de 50° . La estabilidad de los taludes artificiales depende de la litología, apareciendo estables con ángulos de 60° y alturas medias.

ARENISCAS Y MARGAS (312e)

Litología.— Los materiales de este grupo son en esencia los mismos que los del grupo (312f) pero estratificados en niveles más gruesos y con un claro predominio de los términos areniscosos (foto 82).



- | | |
|-------------------------------|---|
| 1. Calizas (312a) | 4. Flysch (312f) |
| 2. Areniscas y calizas (232b) | 5. Calizas margosas, margo-calizas y margas (312b) |
| 3. Calizas (232a) | |

Fig. 20.- Corte geológico esquemático perpendicular al valle de Ordesa donde se aprecia la superficie de cabalgamiento de la unidad de Monte Perdido y las intensas deformaciones que afectan a estos materiales, con pliegues de vergencia sur.



Foto 82.- Aspecto de la alternancia de areniscas y margas (312e) con predominio de las areniscas que se encuentran en capas de hasta 1,5 m, de espesor. Fotografía tomada en la pista de acceso a Yeba.

Está formando por areniscas cuarzosas, con cemento calcáreo de color marrón en superficie y gris en fractura, que alternan regularmente con margas azuladas, pizarrosas, nodulosas o astillosas.

Son rocas duras, compactas y algo alterables en las intercalaciones margosas.

Estructura.— Estos depósitos se encuentran bien estratificados en capas y lechos y, en el único afloramiento que presentan dentro del Tramo, aparecen formando una serie monoclinál con buzamientos acusados. La fracturación oscila de media a alta.

Comportamiento.— Las rocas de este grupo, aunque fracturadas, presentan una permeabilidad baja, con un drenaje intenso de tipo superficial. La ripabilidad es nula, salvo la capa superior meteorizada. Los taludes naturales, con ángulos de 40° y alturas superiores a los 20 m, aparecen estables. La estabilidad de los taludes artificiales depende de la orientación de los estratos alcanzándose alturas medias con ángulos de unos 50°.

FLYSCH (312f)

Ha sido descrito con todo detalle en la Zona 2, apartado 3.2.4.

CALIZAS (232a)

Ha sido descrito con todo detalle en la Zona 2, apartado 3.2.4.

ARENISCAS Y CALIZAS (232b)

Litología.— Los materiales de este grupo están formados principalmente por una alternancia irregular de areniscas y calizas. Las areniscas son cuarzosas y de color marrón, con un tamaño de grano predominantemente medio o grueso y una proporción variable de cemento calcáreo, generalmente alta. Los niveles calizos son de colores grises a negros, normalmente de grano fino y con frecuencia fosilíferos.

Además de estas litologías, que son las más abundantes, se encuentran términos mixtos de ambas como calizas arenosas o areniscas calcáreas, y también microconglomerados de matriz areno—limosa y cemento calcáreo y cuarcitas o areniscas con cemento silíceo.

En conjunto son materiales de una gran dureza y resistencia a la erosión que producen pendientes naturales muy abruptas y frecuentemente escarpadas (foto 83).

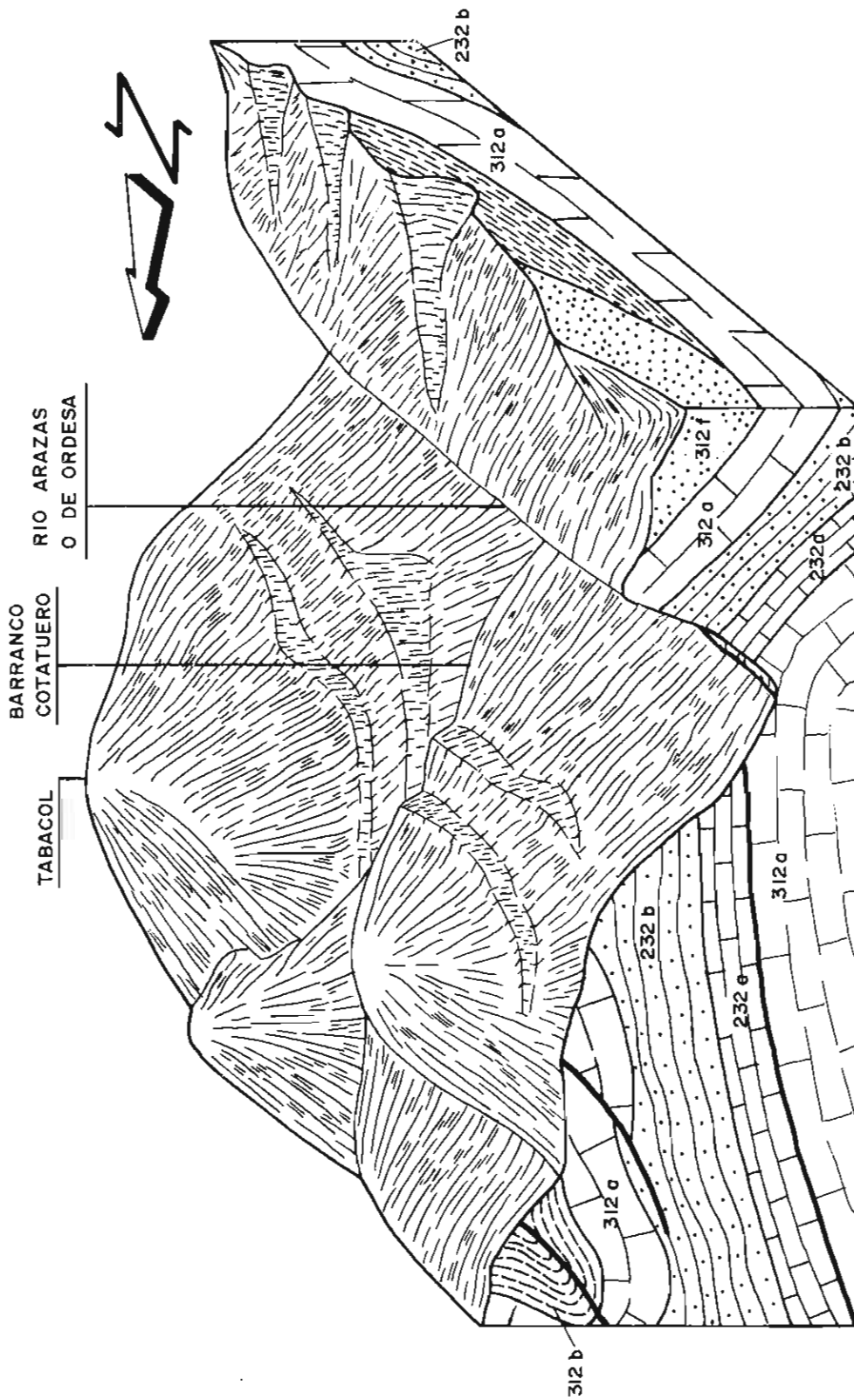
Estos materiales se encuentran representados únicamente en la mitad occidental del Tramo, especialmente en la zona del Valle de Ordesa y Monte Perdido (Fig. 21).

Estructura.— Son depósitos que se encuentran irregularmente estratificados en capas, lechos y algunos bancos y presentan eventuales estructuras sedimentarias de tipo laminaciones y estratificación cruzada.

Están muy afectados por deformaciones tectónicas, aunque su plegamiento no es uniforme. Se encuentran formando parte de pliegues más o menos forzados, o en amplias estructuras cabalgantes.

En los afloramientos observados la fracturación oscila de media a alta, con frecuentes veteados de calcita en las calizas.

Comportamiento.— Son rocas compactas, con una permeabilidad baja a pesar de estar muy fracturadas y con un drenaje muy intenso de tipo superficial. La ripabilidad es nula. Los taludes naturales aparecen en su conjunto estables con taludes superiores a 40 m, y ángulos del orden de 60°. En los taludes artificiales podría adoptarse un ángulo de unos 70° para desniveles muy altos aunque con algún desprendimiento.



- 312f Flysch
- 312b Calizas margosas, margocalizas y margas
- 312a Calizas
- 232b Areniscas y calizas
- 232a Calizas

Fig. 21.- Bloque diagrama esquemático que muestra la disposición estructural de los materiales en la semivertical tectónica del valle de Ordesa. Los grandes escarpes están producidos por las calizas terciarias (312a) y las areniscas y calizas cretácicas (232b).



Foto 83.— Escarpes naturales producidos por los materiales del grupo 232b en el Valle de Pineta, al oeste de Bielsa.

CALIZAS MARGOSAS, ARENISCAS, MARGO-CALIZAS, MARGAS Y CALIZAS (232c)

En la zona central del Tramo estudiado (región de Plan-Barbaruens) existe un cambio gradual de facies en que los materiales fundamentalmente areniscosos del grupo 232b son sustituidos por un conjunto fundamentalmente calcáreo que aflora ampliamente en las proximidades de Barbaruens y que presenta las siguientes características:

Litología.— Está formado por una sucesión irregular de calizas de grano fino, frecuentemente algo limosas; areniscas calcáreas de grano fino; margo-calizas; margas pizarrosas o nodulosas y calizas detríticas organógenas.

Son rocas duras aunque fácilmente alterables en algunos niveles que pueden producir algunos suelos de alteración y coluviones arcillosos.

Presentan un color blanquecino, crema o amarillento en superficie y gris azulado en fractura fresca.

Estructura.— Estos depósitos se encuentran formando lechos y capas con estratificación lisa, nodulosa o irregular y fracturación media (foto 84).

Como los restantes materiales mesozoicos de la región se encuentran formando pliegues de irregular intensidad con buzamientos variables.

Comportamiento.— Este grupo tiene una permeabilidad muy baja, realizándose el drenaje por escorrentía superficial prácticamente en su totalidad. Su ripabilidad es baja o nula y se aprecian en superficie efectos de alteración y erosión. Los taludes naturales tienen un ángulo de unos 35° y son estables en su conjunto, incluso con desniveles grandes. La estabilidad de los taludes artificiales depende de la dirección de la estratificación, alcanzándose alturas medias con unos 60° y algún desprendimiento.



Foto 84.— Calizas y margo-calizas (232c) irregularmente estratificadas en lechos centimétricos, situadas en las proximidades de Barba-rucns.

CALIZAS, MARGAS Y ARENISCAS (232d)

Los materiales de este grupo forman una parte muy importante del alóctono del Manto de Cotiella que ocupa la región sur occidental del Tramo estudiado (Figs. 22 y 23).

Litología.— Corresponde a un potente y heterogéneo paquete compuesto fundamentalmente por calizas grisáceas, de grano fino, con frecuentes intercalaciones de margas y margocalizas pizarrosas (foto 85), que pueden llegar a predominar, y capas, menos fre-

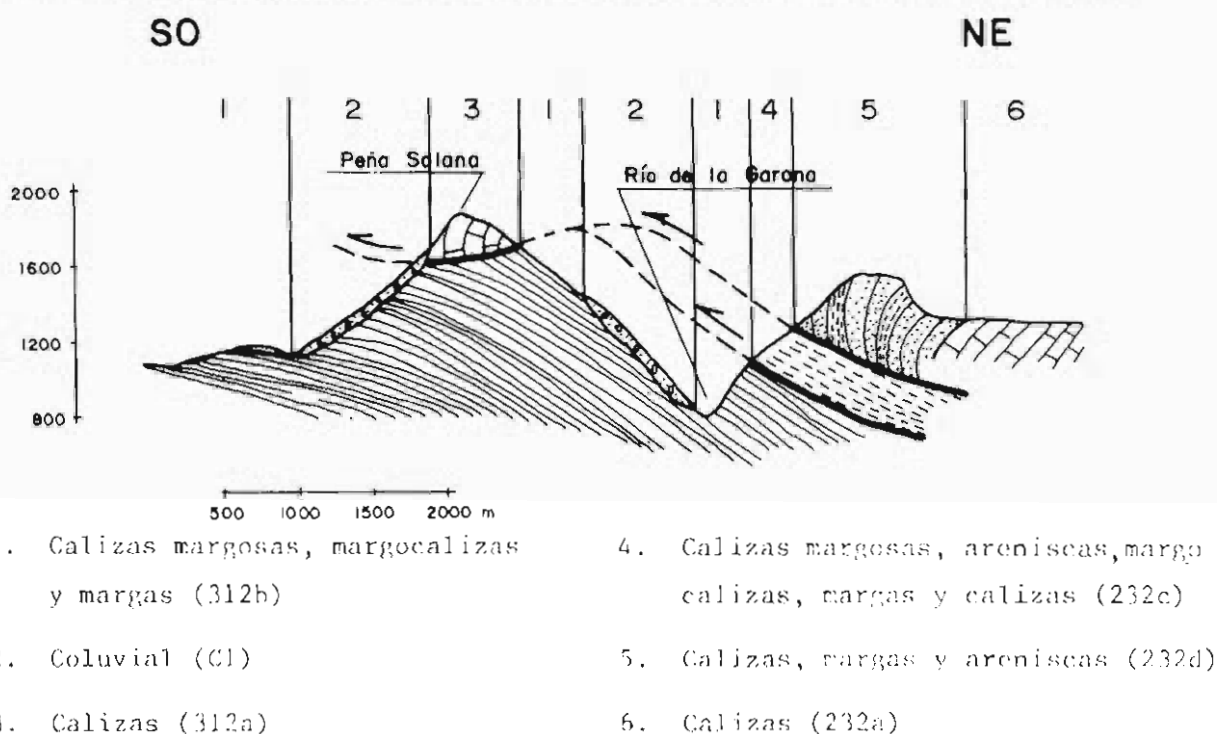
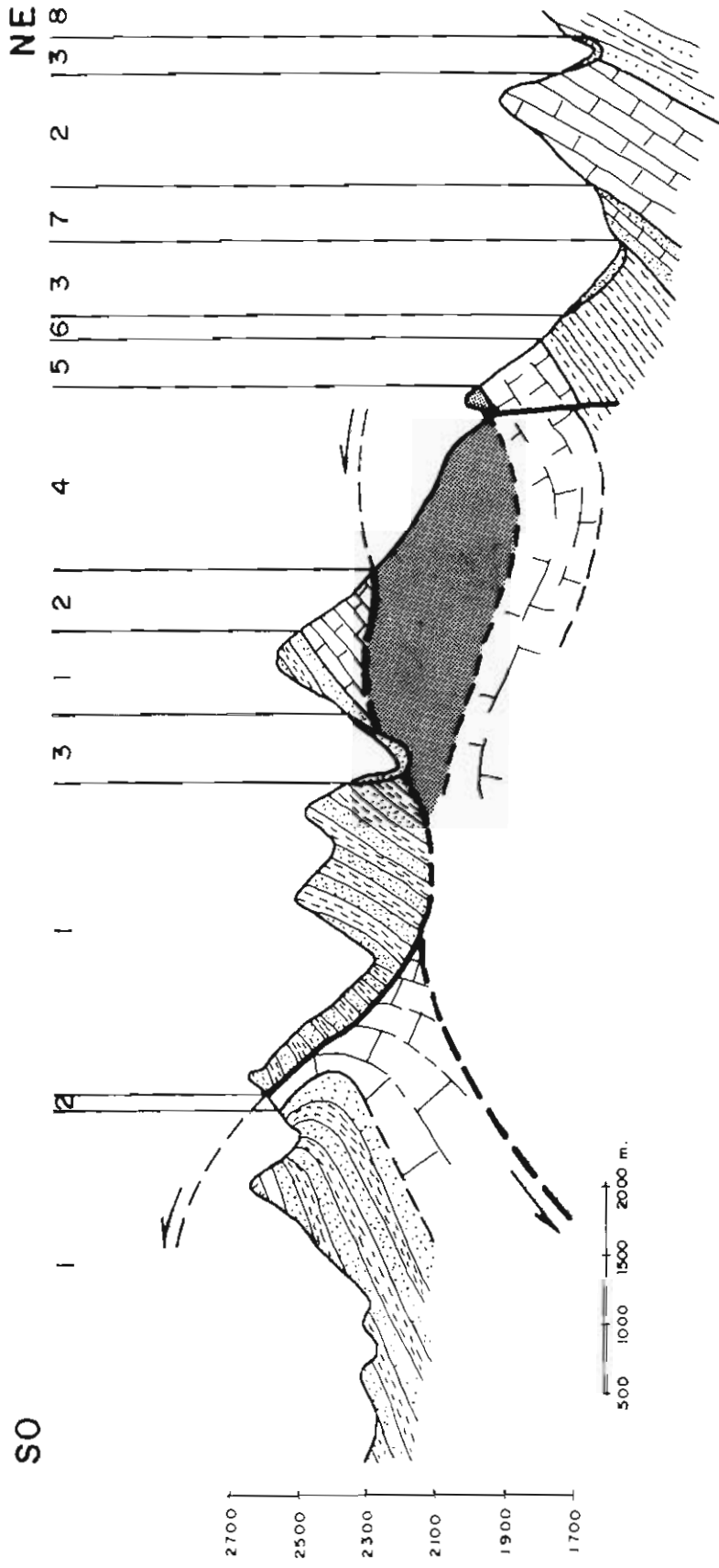


Fig. 22. Corte geológico esquemático al noroeste de Laspuña donde aparecen los materiales cabalgantes del Manto de Cotiella que originan el klip de la Peña Solana y la semiventana tectónica del valle del río de La Garona.



- | | |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> 1. Calizas, margas y areniscas (232d) 2. Calizas (232a) 3. Coluvial (C3) 4. Calizas margosas, margocalizas y margas (312b) 5. Calizas (312a) | <ul style="list-style-type: none"> 6. Calizas margosas, margocalizas, margas y calizas (232c) 7. Areniscas y calizas (232b) 8. Areniscas, limolitas, argilitas y conglomerados (160-211) |
|--|---|

Fig. 23.- Corte geológico esquemático de las complejas estructuras del Manto de Cotiella en el macizo del mismo nombre. Los materiales situados a la derecha corresponden al autoctono relativo que se encuentra formando una serie monoclinial.



Foto 85.— Aspecto de las margocalizas pizarrosas del grupo 232d que presentan un alto grado de tectonización.

un drenaje suficiente por escorrentía superficial. El conjunto no es ripable. En las capas margosas se observan fenómenos de alteración, que originan algunos desprendimientos. Los taludes naturales y artificiales son estables con ángulos de 50° – 60° y alturas superiores a 20 m.

CALIZAS DE LA SIERRA DE CHIA (232e)

Ha sido descrito con todo detalle en la Zona 2, apartado 3.2.4.

CALIZAS DE LA GARGANTA DEL VENTAMILLO (232f)

A pesar de que el lugar que da nombre al grupo queda justamente fuera del presente Tramo, en la carretera que va desde El Run a Laspaules la espectacularidad del afloramiento de los materiales en ese desfiladero o garganta (foto 86) es suficiente para utilizar su nombre. Se trata de una socavación natural del río Esera, que ha labrado un cañón de más de 3 Kms de longitud con paredes verticales de alturas superiores a los 100 m, y separadas entre sí menos de 30 m en algunos puntos.

Litología.— El grupo está compuesto por calizas grisáceas, de grano fino a medio, con zonas recristalizadas y calizas margosas, homogéneas, grises, de grano fino a medio. Las calizas son siempre algo margosas, siendo a veces difícil separar los términos entre sí y dando la apariencia de rocas masivas, sólo divididas por fenómenos de fracturación.

Estructura.— Forman un conjunto bastante homogéneo, estratificados en capas y ban-

cuentes, de areniscas con grano fino o medio y cemento calcáreo, situadas principalmente en la base del grupo.

Son rocas duras aunque algo alteradas en algunas litologías que se disgregan con facilidad dando origen a importantes y frecuentes depósitos de ladera.

En superficie presentan colores muy variables desde grises y marrones a ligeramente blanquecinos o amarillentos.

Estructura.— Se encuentran bien estratificados, en capas y bancos, formando parte de la gran unidad cabalgante del Manto de Cotiella. Sus buzamientos son muy variables, generalmente acusados, y es frecuente la aparición de esquistosidades secundarias de plegamiento en las zonas más intensamente deformadas. En los afloramientos observados la fracturación oscila de media a muy alta.

Comportamiento.— Los materiales de este grupo tienen una permeabilidad baja, con

cos y generalmente con aspecto masivo. La tectonización sufrida es media, con recristalizaciones de calcita y una fracturación media, que divide la roca en bloques relativamente grandes.

Comportamiento.— Son materiales duros y sanos, necesitando el uso de explosivos para su excavación, siendo pues de ripabilidad nula. La permeabilidad es muy baja, debida a la fracturación de la roca, aunque podría aumentar allí donde hayan influido los fenómenos de disolución de la caliza. El drenaje es fundamentalmente superficial, efectivo por las pendientes locales. Los taludes naturales, perfectamente analizables en la citada Garganta del Ventamillo, son altos, con pendientes verticales y sin aparente caída de bloques y los artificiales son medios, con ligero peligro de caída de bloques para ángulos superiores a los 70°.

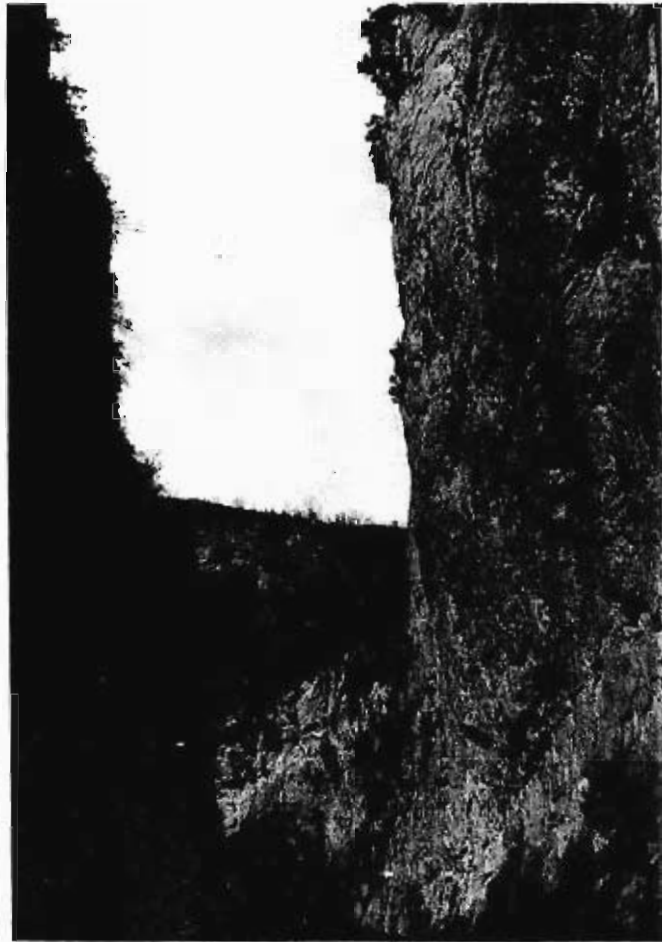


Foto 86.— La Garganta de Ventamillo, con sus impresionantes cortadas. Fotografía tomada a unos 4 Km de El Run.

CALIZAS DE CASTERNUY (223)

Ha sido descrito en todo detalle en la Zona 2, apartado 3.2.4.

CALIZAS DEL JURASICO INFERIOR (221b)

Ha sido descrito con todo detalle en la Zona 2, apartado 3.2.4.

YESOS DE LA ERMITA DE LA VIRGEN (213a)

Ha sido descrito con todo detalle en la Zona 2, apartado 3.2.4.

ROCAS VOLCANICAS DE CASTELL DE TOR (213b)

Ha sido descrito con todo detalle en la Zona 2, apartado 3.2.4.

CALIZAS Y DOLOMIAS DE SARROQUETA (212)

Ha sido descrito con todo detalle en la Zona 2, apartado 3.2.4.

ARENISCAS Y LIMOLITAS DE SOS (211)

Ha sido descrito con todo detalle en la Zona 2, apartado 3.2.4.

ARENISCAS, LIMOLITAS, ARGILITAS Y CONGLOMERADOS (160—211)

Ha sido descrito con todo detalle en la Zona 2, apartado 3.2.4.

ESQUISTOS DE ARDANUY (150)

Ha sido descrito con todo detalle en la Zona 2, apartado 3.2.4.

CARBONIFERO DE RAMASTUE (152c)

Ha sido descrito con todo detalle en la Zona 2, apartado 3.2.4.

PIZARRAS Y GRAUVACAS (152e)

Litología.— Corresponde a los materiales que ocupan un pequeño afloramiento en el curso alto del río Ara, colindante con la frontera francesa. Está formando por una alternancia regular de pizarras finas, negras, satinadas, con grauvacas de grano fino a medio, también negruzcas, todo ello bien estratificado en lechos y alguna capa. Puede presentar intercalados diversos materiales volcánicos, semejantes a los del grupo 152a, como cenizas, ofitas o diabasas.

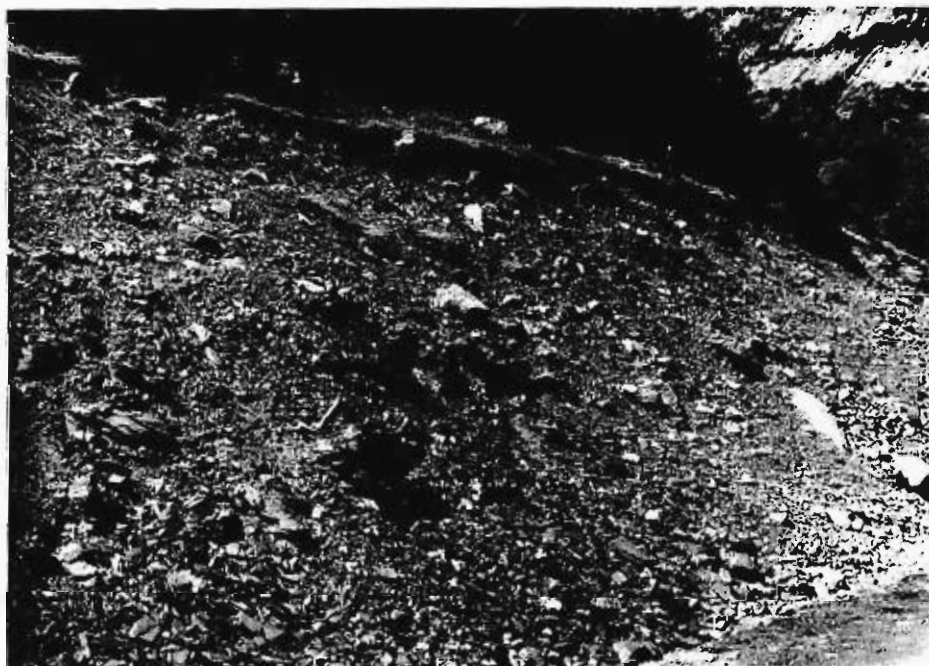


Foto 87.— Pequeño afloramiento de las pizarras y grauvacas muy fracturadas del grupo 152e, puesto al descubierto por un pequeño desmonte realizado sobre los depósitos de morrena situados a escasa distancia al oeste de Bujaruelo.

Estructura.— Son materiales muy afectados por los esfuerzos tectónicos que forman parte de apretados pliegues y estructuras cabalgantes y presentan una fracturación que varía de alta a muy alta (foto 87).

Comportamiento.— A pesar de estar las rocas altamente fracturadas, su permeabilidad a través de las fisuras es baja. El drenaje, en su mayor parte de tipo superficial, es bueno. En general no son ripables salvo localmente en superficie y en zonas muy fracturadas. Son ligeramente alterables, erosionables y con tendencia a fragmentarse en forma acicular. Los taludes naturales, con alturas importantes, aparecen estables con ángulos de unos 40°. La estabilidad de los taludes artificiales depende de la dirección de la pizarrosidad, alcanzándose alturas superiores a los 20 m, con ángulos del orden de 50°.

CALIZAS (151a)

Litología.— Los materiales de este grupo se encuentran en un afloramiento situado en el valle del río Ara. Está formado por calizas grises, de grano fino a medio, duras, mal estratificadas en capas y bancos y frecuentemente masivas, con veteados de calcita espática blanquecina.

Estructura.— Estos materiales forman parte de un pequeño bloque (foto 88) limitado por fallas y su estructura no es descifrable a escala de afloramiento. Como los restantes materiales paleozoicos y metamórficos, está afectado por intensos plegamientos. En los lugares observados presentan una fracturación media.



Foto 88.— El bloque que constituye el afloramiento del grupo 151a en el valle del río Ara, a escasa distancia al norte de Bujaruco.

Comportamiento.— Estas rocas calizas poseen una permeabilidad baja, efectuándose el drenaje por escorrentía superficial con intensidad. Su ripabilidad es nula. Los taludes naturales, con desniveles importantes, aparecen estables con un ángulo de unos 60°, los taludes artificiales aparecen estables con unos 70°, para alturas medias.

CALIZAS, PIZARRAS Y CALCOESQUISTOS (151b)

Litología.— Los materiales de este grupo están formados por una alternancia de calizas grises, duras, de grano fino a medio, pizarras negras algo carbonosas y calcoesquistos grises a negros, en un conjunto bien estratificado en lechos, capas y bancos (foto 89).

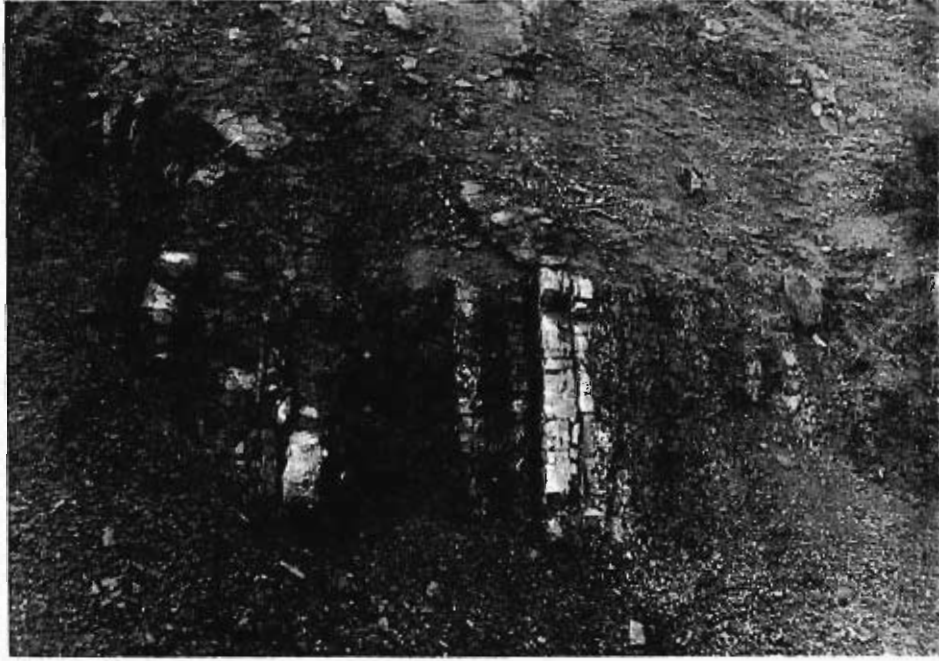


Foto 89.— Vista detallada de un afloramiento de los materiales del grupo 151b situado al norte del Circo de Larri.

Estos materiales se encuentran en un reducido número de afloramientos situados al norte y oeste del Circo de Larri.

Estructura.— Se encuentran intensamente plegados, formando parte de unidades cabalgantes con buzamientos muy acusados o subverticales. Sus afloramientos siguen la dirección estructural general de ONO—ESE. Presentan una fracturación general media o alta.

Comportamiento.— Las rocas de este grupo tienen una permeabilidad, a través de las fracturas de la roca, muy baja, realizándose el drenaje por escorrentía superficial con gran intensidad. No es ripable. Los taludes naturales, con alturas importantes, aparecen estables con un ángulo del orden de 40° . Los taludes artificiales son estables con ángulos del orden de 60° para alturas superiores a los 20 m.

PIZARRAS, GRAUVACAS Y CALCOESQUISTOS (140a)

Litología.— Los materiales de este grupo están compuestos fundamentalmente por pizarras negras y duras, con pizarrosidad irregularmente marcada (foto 90). Presentan frecuentes intercalaciones métricas o milimétricas de grauvacas y calcoesquistos, e intercalaciones, menos frecuentes, de arenisca, cuarcita y caliza.

Las grauvacas y calcoesquistos son de grano fino y colores negruzcos, encontrándose frecuentes términos de transición entre ellos y las pizarras negras que son el material fundamental que presenta este grupo.

Entre los materiales menos frecuentes, las areniscas y cuarcitas aparecen en lechos y alguna capa, con tamaño de grano generalmente fino y colores marrones o blanquecinos. Las calizas presentan colores grises a negros y son, también de grano fino.

Se trata de un grupo de notable dureza aunque fácilmente alterable que da lugar a frecuentes suelos arcillosos de alteración que puede originar algunos deslizamientos y coladas de soliflucción.

Estructura.— Son materiales con pizarrosidad y estratificación irregularmente marcada que forman apretados pliegues de tipo isoclinal. Es frecuente en ellos la presencia de

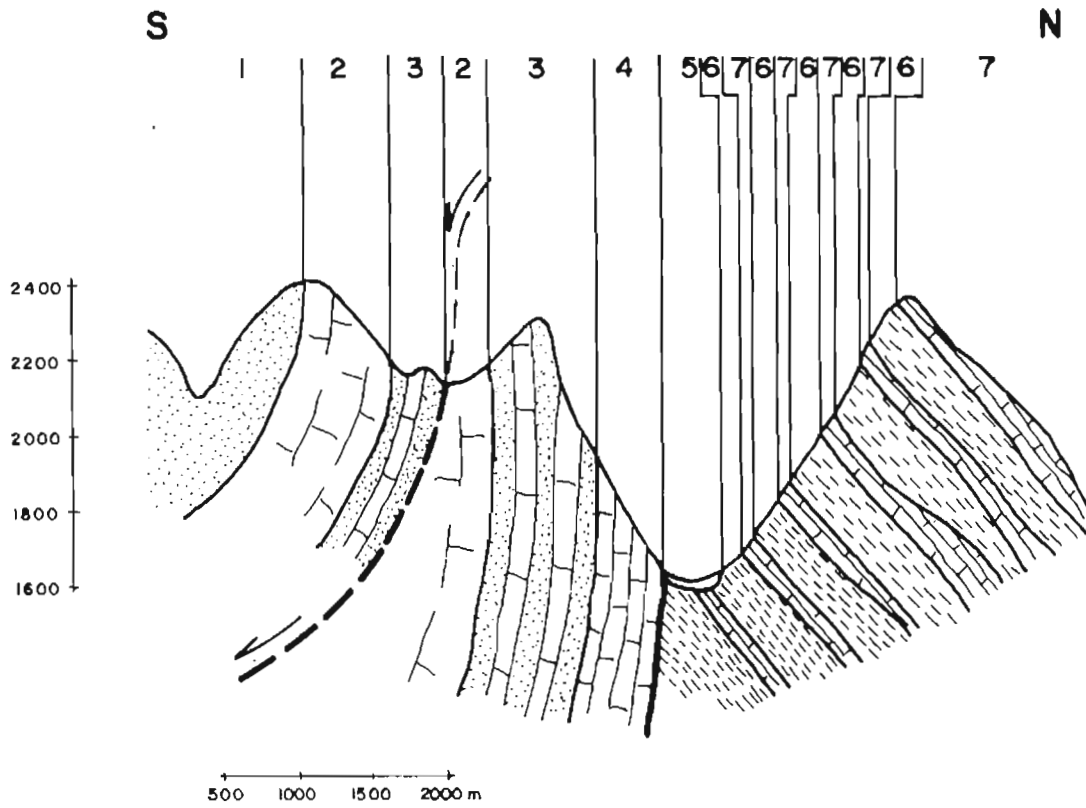


Foto 90.— Detalle de un afloramiento de pizarras (140a) en la ladera del pico de la Caprera.



Foto 91.— Pizarras y calcoesquistos (140a) en la ladera del pico de la Caprera.

esquistosidades secundarias de plegamiento, micropliegues y zonas trituradas. Su fracturación es, en general alta (foto 91 y Fig. 24).



- | | |
|-------------------------------|--|
| 1. Flysch (312f) | 5. Aluvial-coluvial (AC2) |
| 2. Calizas (312a) | 6. Pizarras, grauvacas y calcoesquistos (140a) |
| 3. Areniscas y calizas (232b) | |
| 4. Calizas (232a) | 7. Calcoesquistos, calizas y pizarras (140b) |

Fig. 24.- Corte geológico esquemático de los materiales situados al oeste de Torla, mostrando la superficie de cabalgamiento de la unidad de Monte Perdido y el contacto entre los materiales cretácicos y paleozoicos.

Comportamiento.— El material rocoso de este grupo presenta una permeabilidad muy baja pese a estar altamente fracturado. En general su ripabilidad es baja o nula. El drenaje es alto y de tipo superficial. Frecuentemente origina por alteración suelos arcillosos, en los que se producen deslizamientos y coladas de soliflucción. La estabilidad de los taludes depende de la orientación de la pizarrosidad. Los taludes naturales y artificiales, con ángulos del orden de 50° y alturas superiores a los 20 m, resultan estables.

CALCOESQUISTOS, CALIZAS Y PIZARRAS (140b)

Ha sido descrito con todo detalle en la Zona 2, apartado 3.2.4.

MARMOLES (140c)

Litología.— Se incluyen aquí algunos pequeños afloramientos que aparecen dispersos



Foto 92. Aspecto general de los mármoles devónicos (140c) en la carretera de acceso a Gistaín.

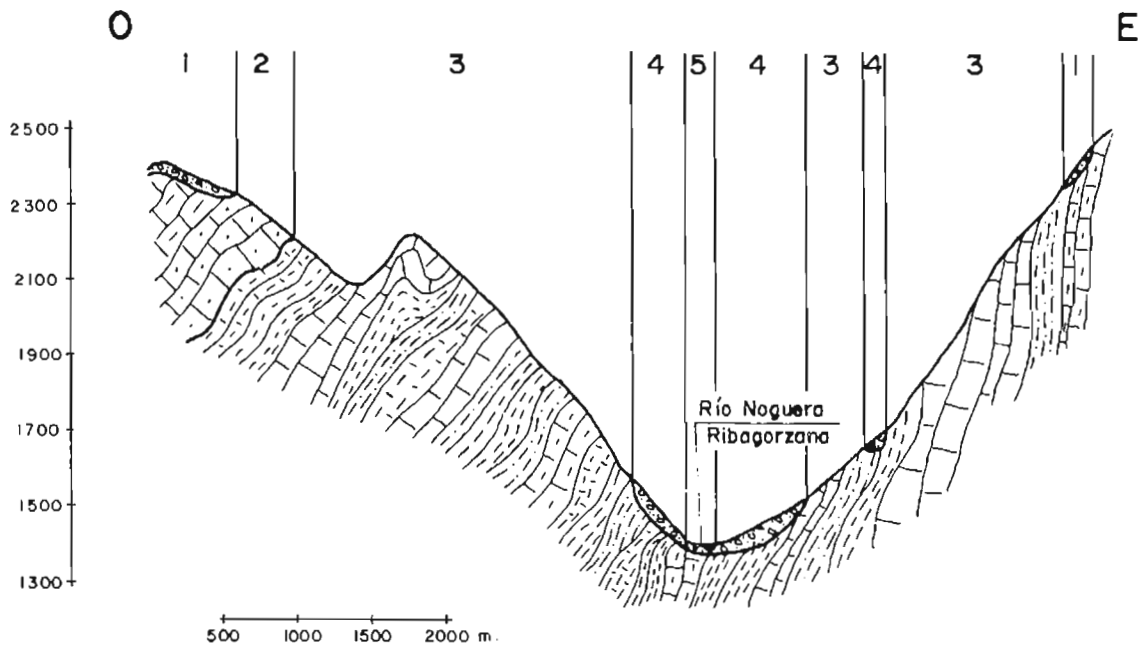
dentro de la región metamórfico—plutónica del Pirineo axial. Están formados por mármoles de color blanquecino, gris claro o gris azulado, duros, de grano medio a grueso, mal estratificados en bancos potentes o con aspecto masivo (foto 92) y con frecuentes veteados de calcita espática blanca. Presentan algunas intercalaciones de micacitas oscuras o grauwacas de grano fino, que pueden estar muy trituradas.

Son relativamente frecuentes las zonas de fractura en donde la roca aparece como una brecha, en la cual los fragmentos de mármol quedan fuertemente trabados por calcita espática que rellena grietas y fisuras y que puede alcanzar una notable proporción.

Estructura.— Estos materiales se encuentran fuertemente plegados apareciendo normalmente con buzamientos muy marcados o subverticales lo mismo que ocurre en las restantes rocas paleozoicas o metamórficas de la región. Su fracturación es media o alta, si

bien, la mayor parte de las fisuras se encuentran selladas por calcita espática de neoformación.

Comportamiento.— En las rocas de este grupo la permeabilidad es prácticamente nula. Su drenaje es alto y de tipo superficial. No es ripable. Taludes naturales y artificiales con alturas superiores a los 20 m, y ángulos del orden de 70° aparecen en general estables, aunque con algún desprendimiento.



- | | |
|--|--|
| 1. Bolos, gravas y bloques con matriz variable (C3) | 4. Bolos, bloques, gravas y gravillas en matriz arcillo-limosa (AC4) |
| 2. Mármoles (140c) | 5. Bolos, bloques, gravas y gravillas en escasa matriz (A2) |
| 3. Calizas, calcoesquistos y algunas pizarras y areniscas (140b) | |

Fig. 25.- Corte geológico esquemático perpendicular al río Noguera Ribagorzana, al norte de Bono, con los grandes depósitos cuaternarios (AC4) erosionados por el mismo río en su rejuvenecimiento.

PIZARRAS, CALCOESQUISTOS Y CALIZAS (140d)

Litología.— Dentro de este grupo se incluyen juntos, los materiales ya descritos en los grupos 140a y 140b. Corresponde a aquellos materiales devónicos que por sus desfavorables condiciones de afloramiento y alto grado de deformación no permiten, al nivel y escala de este trabajo, realizar una cartografía y subdivisiones más detalladas.

El grupo está compuesto por una sucesión irregular de pizarras negras, calcoesquistos de color gris oscuro a negro y calizas duras, microcristalinas, biocalcareníicas o marmóreas, con predominio de las pizarras y calcoesquistos e intercalaciones métricas o centimétricas de arenisca, cuarcita o grauvaca (foto 93).

Son materiales duros aunque alterables en algunos de sus niveles que pueden producir suelos arcillosos de alteración, con algunos deslizamientos y coladas de soliflucción.

Estructura.— La estructura de estos materiales es semejante a la de los grupos 140a y 140b con estratificaciones y pizarrosidad irregularmente marcada y frecuentes esquistosidades secundarias de plegamiento. Se encuentran formando apretados pliegues isoclinales que, a su vez, están deformados, e incluso forman parte de unidades cabalgantes. Su fracturación es, en general, alta.

Comportamiento.— En general son materiales con permeabilidad muy baja, con un drenaje alto de tipo superficial. No son ripables. Localmente por alteración superficial se originan suelos arcillosos, que resultando en equilibrio inestable originan deslizamientos y movimientos de soliflucción. Los taludes naturales, con alturas importantes, aparecen en general estables para ángulos de unos 40°. En los taludes artificiales los ángulos oscilan entre 50° y 70° con alturas superiores a 20 m.

DEVONICO (140e)

Litología.— Este grupo engloba una gama de materiales bastante variada, pero que por su alternancia relativa, y a veces por estar entremezclados entre ellos, han sido incluidos en el mismo grupo. Pueden diferenciarse esquistos sericíticos, de colores verdes muy untuosos, con vetas de calcita blanca muy pura, junto con otros de coloración variada, amarillentos, blancuzcos o morados; calizas rojas, amarillentas y blancuzcas (foto 94), con capitas y vetas de calcita blanca muy pura, calcoesquistos rojizos o negruzcos,

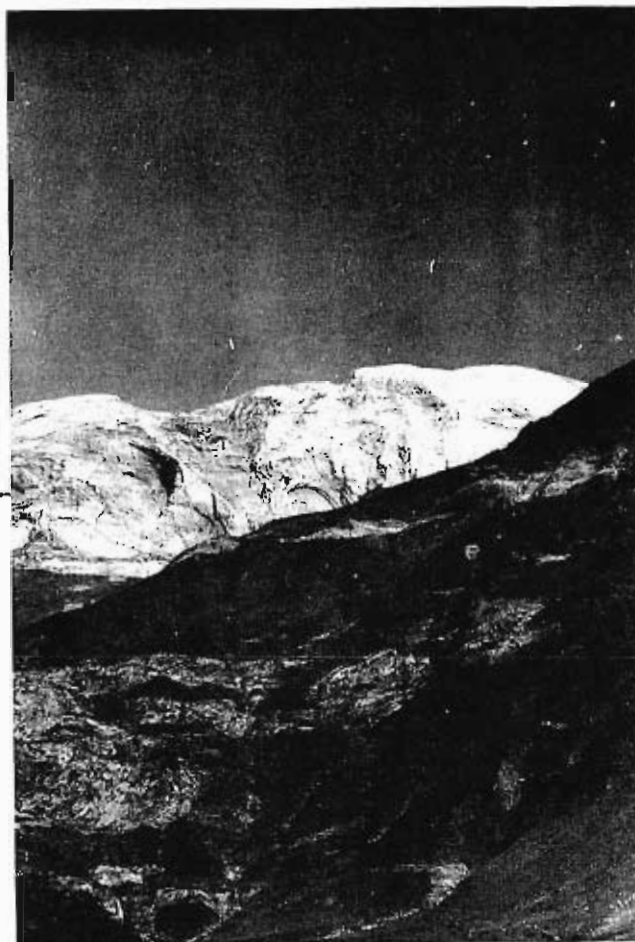


Foto 93.— En primer plano, una vista general de las pizarras, calcoesquistos y calizas (140d). Al fondo y con color blanco, un amplio afloramiento de los mármoles devónicos (140c). Fotografía tomada desde los llanos de Larri.

arcillosos, de grano muy fino; esquistos a veces sin reacción al ácido clorhídrico y con vetas de calcita o caliza silicificada y otras veces areniscosas, de tonos grises y con vetas de cuarzo y zonas cuarcíticas. En general dominan los términos calcáreos, que a veces, en forma de calizas metamórficas, ocupan afloramientos de gran amplitud. Son frecuentes las pátinas, normalmente ferruginosas y la mineralización metálica, aunque estas sean más locales, apareciendo zonas esporádicas con cristales de pirita.

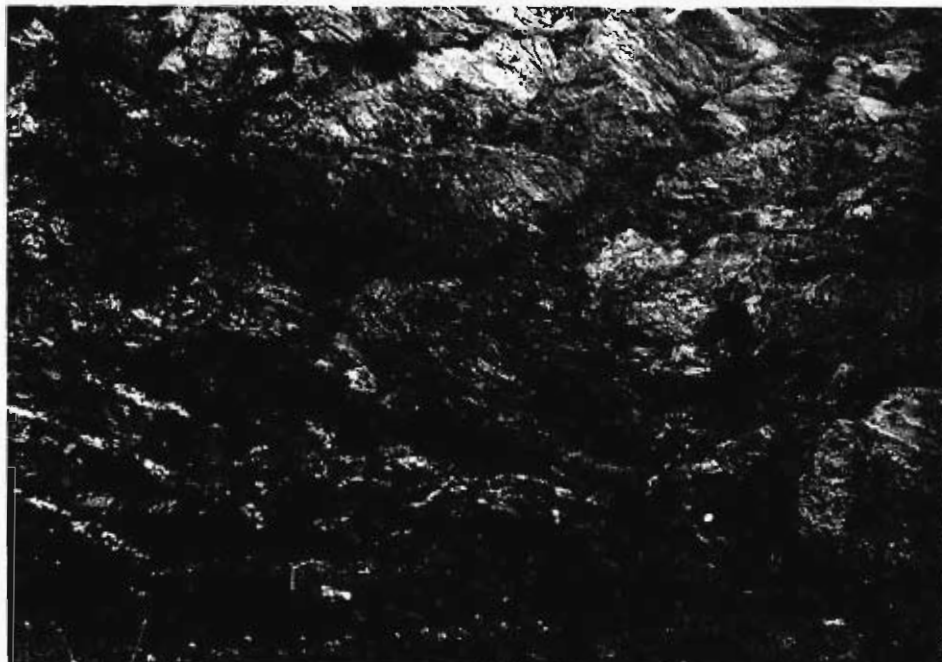


Foto 94.— Zona rica en caliza, en el grupo 140e, en la región de Viella. Fotografía tomada junto a la carretera, en la localidad de Aubert (Viella).

Estructura.— El conjunto de estos materiales forma amplios afloramientos en los que la tectonización y el metamorfismo sufridos quedan registrados por la deformación intensa de las capas o bancos, con repliegues muy violentos y transformaciones notables por metamorfismo. Es frecuente la aparición de micropliegues, pliegues tumbados y, a gran escala, fallas inversas y, según algunos autores, cabalgamientos macroscópicos de decenas de kilómetros. En estas condiciones es muy problemático determinar límites entre pisos e incluso entre periodos, ya que los periodos vecinos (Silúrico y Carbonífero) presentan a veces las mismas fácies y una fauna muy escasa, esporádica y difícil de clasificar en los puntos de observación visitados. La fracturación es en general muy alta, a escala macroscópica, reflejada en grandes fallas y cabalgamientos, y a menor escala, con abundantes diaclasas y pequeñas fallas y fracturas que generalmente afectan a todos los afloramientos.

Comportamiento.— Son rocas siempre duras, no ripables salvo en zonas muy aisladas, donde la fracturación a hecho que la roca pierda sus características, llegando a una total trituración. La permeabilidad es muy baja, debido a la fracturación y únicamente puede crecer algo allí donde las calizas han sido disueltas por fenómenos kársticos, pudiendo entonces ser muy alta. El drenaje es claramente superficial, suficiente por las grandes pendientes. En cotas elevadas pueden existir lagos glaciares, (ibones) parcialmente ocupados por derrubios. Los taludes naturales, altos, llegan a soportar los 90°, con peligro de caída de bloques, y los artificiales, también de considerable altura, llegan asimismo a la

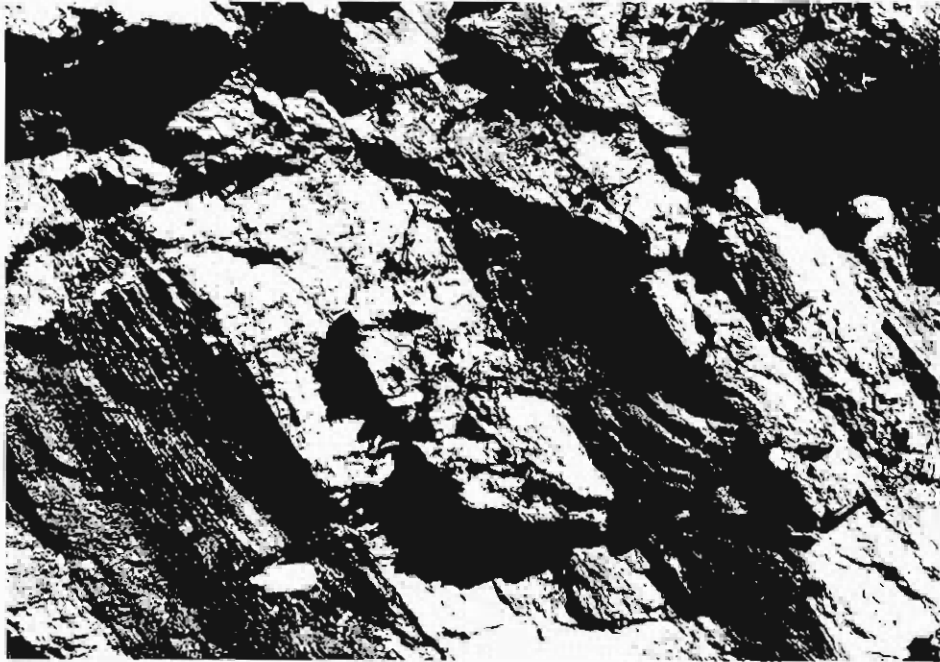


Foto 95.— Corte del material (140e) en la carretera de Viella a Francia, con una típica alternancia de calizas y calcoesquistos. Foto tomada cerca de Las Bordas.

vertical (foto 95), con peligro de desprendimiento y deslizamiento de bloques aislados por la fracturación.

PIZARRAS (130a)

Litología.— Corresponde a un potente y monótono conjunto compuesto fundamentalmente por pizarras duras, satinadas, de color gris oscuro o negro en fractura fresca y colores ocre o rojizos en el terreno, que presentan frecuentes intercalaciones de grauvacas de grano fino, duras y negras, y corneanas estaurolíticas en las proximidades de los contactos con los macizos graníticos (foto 96). Se trata de rocas duras aunque fácilmente alterables que producen suelos arcillosos de alteración, muy plásticos, que recubren irregularmente los materiales y que junto a los mantos de roca alterada pueden producir importantes deslizamientos y coladas de soliflucción.

Estructura.— Son materiales que presentan una pizarrosidad bien marcada, aunque frecuentemente algo irregular u ondulada. Están situados en la franja correspondiente al Pirineo axial y por tanto muy tectonizados formando apretados pliegues, que a su vez, se encuentran replegados por posteriores etapas de deformación, originándose tipos de estructuras de una gran complejidad. Su fracturación es, en general, media o alta.

Comportamiento.— Son materiales pizarrosos con una permeabilidad muy baja, aunque están muy plegados y fracturados. No es ripable, salvo los metros superficiales más alterados. Su drenaje profundo es prácticamente nulo y el superficial es muy variable desde alto a muy bajo. Por alteración originan suelos arcillosos muy plásticos, que faltos de drenaje resultan claramente inestables, originando importantes deslizamientos. La estabilidad de los taludes es muy variable con la orientación de la pizarrosidad y las condiciones de drenaje. Taludes naturales aparecen estables con un ángulo de 40° y alturas importantes, los artificiales dependiendo de la orientación de la pizarrosidad, podrían alcanzar alturas superiores a los 20 m, con ángulos del orden de 45°.



Foto 96. – Vista general de los materiales pizarrosos del grupo 130a en el valle del río de la Pez situado al norte de San Juan de Plan.

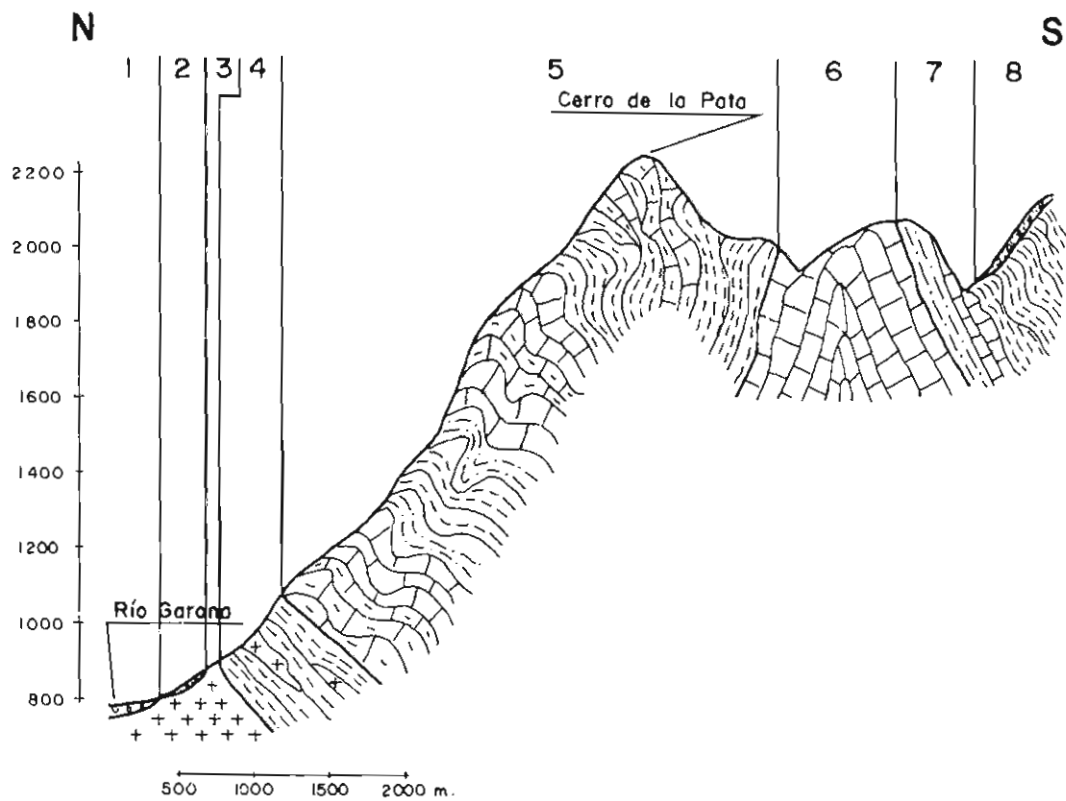
SILURICO DE ARTIGA (130b)

Por el camino forestal de Artiga de Lint, que sigue el curso del río Jueu, se corta un afloramiento silúrico que por su litología forma un grupo aparte. Con respecto al camino debe indicarse que suele ser cortado por frecuentes aludes (en Abril de 1.977 había 3 aludes que lo interceptaban).

Litología.— En los puntos de observación analizados, los materiales que aparecen son fundamentalmente calizos, muy replegados (Fig. 26) y recristalizados, masivos, de tonos claros aunque superficialmente, en algunos puntos, están cubiertos por un líquen negro que no permite diferenciar bien su color. Dentro de la caliza aparecen intercalaciones locales pizarrosas, muy poco importantes en los puntos estudiados.

Estructura.— A pesar de la intensa tectonización sufrida por los materiales que afloran en las zonas elevadas del Pirineo, en los afloramientos observados no aparecen fenómenos de metamorfismo muy acusados, limitándose a una marmorización de algunas zonas calcáreas, aunque los fenómenos de recristalización y replegamiento (foto 97) son siempre comunes. La fracturación es alta, sin llegar a una trituración de la roca y no es fácilmente visible a grandes rasgos por la casi continua película cuaternaria que tapiza la región. En general forman un paisaje abrupto, con fuertes desniveles y zonas cortadas verticalmente.

Comportamiento.— Son materiales no ripables, salvo en la parte superficial, donde existe un suelo vegetal de relativa potencia. La permeabilidad es muy baja, limitándose a zonas con las fracturas ensanchadas por fenómenos de disolución. El drenaje superficial, es suficiente, sin producirse encharcamientos, aunque debe tenerse en cuenta la presencia de nieve en largos periodos de tiempo. Los taludes naturales, altos, soportan ángulos de unos 60°, pudiendo a veces ser medios y verticales, prácticamente estables, los taludes artificiales podrían llegar a alturas de más de 20 m, con ángulos de 70° y estables, salvo que quede algún trozo de roca suelto por la fracturación.



- | | |
|--|--|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Gravas, bolos y bloques con escasa matriz (A1) 2. Arcillas limosas con gravas bolos y gravillas (C12) 3. Granitos (001a) 4. Calizas marmóreas, calcoesquistos y rocas granitoides (100c) | <ol style="list-style-type: none"> 5. Calcoesquistos, calizas y algunas pizarras y areniscas (140b) 6. Calizas replegadas (130b) 7. Cuarcitas, calizas y pizarras (100a) 8. Bolos, gravas y bloques con matriz variable (C3) |
|--|--|

Fig. 26. Corte geológico esquemático al noroeste del cuadrante 148 2, que refleja el abrupto paisaje ocasionado por los afloramientos paleozoicos.

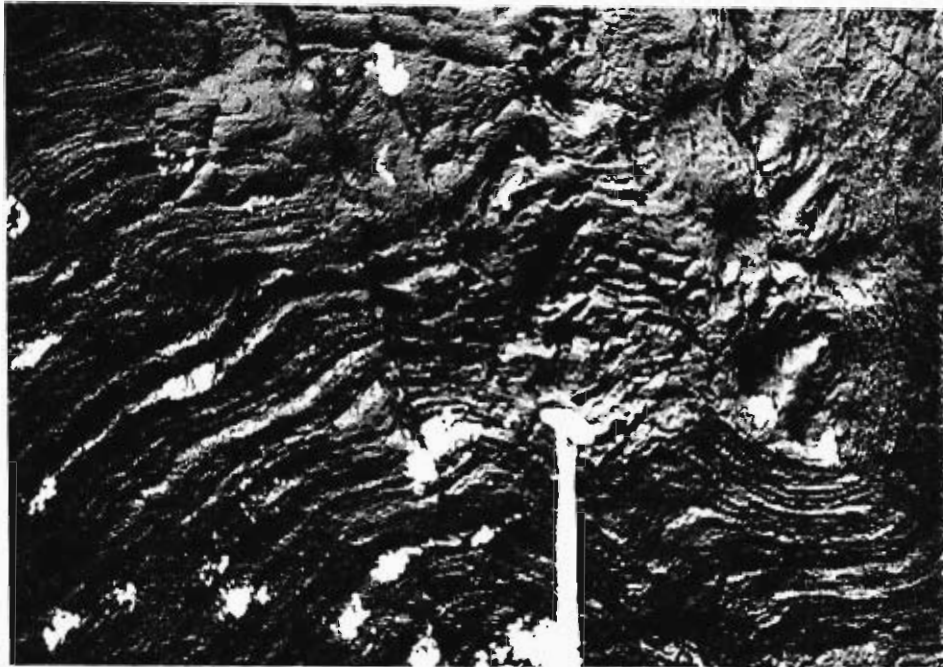


Foto 97.— Calizas muy replegadas, del grupo 130b. Se trata de un corte natural, meteorizado. Foto tomada en el camino forestal de Artiga de Lint.

ESQUISTOS SILICIFICADOS DE BARRUERA (120)

En las proximidades de la localidad de Barruera y en algunas otras regiones, aparecen materiales, en parte similares a los devónicos y carboníferos de otros puntos, con una silicificación notable que ha inducido a varios autores a datarlos como Cámbrico—Ordovícicos.

Litología.— Este grupo está formado por esquistos pizarrosos a veces muy silicificados, con muy frecuentes vetas de cuarzo blanco (foto 98) que surcan la roca, con un claro contraste de colorido, y presencia de pirita de hierro en zonas locales. A veces la roca parece ser una cuarcita gris y otras veces se asemeja a un típico esquistos arcilloso. También se aprecian ligeras granitizaciones que no llegan a constituir zonas migmatíticas. La estratificación es poco apreciable.

Estructura.— Forman un conjunto de alto metamorfismo general, con abundantes fracturas que dividen la roca en bloques relativamente grandes, sin llegar, en general, a una trituración. El metamorfismo sufrido ha producido también frecuentes inyecciones de cuarzo que ocupan muchas de las fracturas. La estratificación es poco apreciable, ofreciendo un aspecto masivo, siendo incluso difícil establecer las direcciones de esquistosidad.

Comportamiento.— Son rocas en general de gran dureza, siendo siempre necesario el empleo de explosivos por su nula ripabilidad, aunque superficialmente los bloques individualizados por la fracturación puedan estar algo desencajados. Su permeabilidad es nula a muy baja por la citada fisuración. El drenaje es superficial, eficiente por las grandes pendientes. Los taludes naturales, altos, son estables con pendientes de más de 60°, con ligero riesgo de caída de bloques y los artificiales, de alturas notables, llegan a los 70°, con frecuente caída de bloques que se desprenden por la fracturación.



Foto 98.— Esquistos inyectados de cuarzo, con claro reflejo blanco sobre el tono oscuro del resto de la roca (120). Foto tomada cerca de Caldas de Bohí.

CUARCITAS, CALIZAS MARMÓREAS Y PIZARRAS (100a)

Litología.— Los materiales de este grupo están formados por una sucesión irregular de cuarcitas, calizas marmóreas y pizarras negras (foto 99) formando un conjunto de notable dureza que aflora en las áreas difícilmente accesibles del curso alto del río Cinqueta, en las proximidades de la frontera francesa.

Las cuarcitas y calizas marmóreas son generalmente de colores blanquecinos y tamaño de grano fino a medio, encontrándose irregularmente estratificadas en capas y bancos. En general, se encuentran siempre muy poco alteradas.

Estructura.— Estos materiales se encuentran fuertemente plegados encontrándose normalmente con buzamientos muy marcados o subverticales y fracturación alta.

Comportamiento.— Se trata de un grupo con permeabilidad baja a pesar de estar muy plegado y fracturado. El drenaje es alto y de tipo superficial. No es ripable. Taludes naturales, altos, aparecen estables con unos 50° de ángulo y los taludes artificiales podrían disponerse con un ángulo del orden de 60°, incluso para grandes alturas.

ESQUISTOS, MICACITAS Y CUARCITAS (100b)

Litología.— Conjunto metamórfico compuesto por una sucesión irregular de esquistos micáceos de color oscuro, micacitas y cuarcitas de colores rosáceos o blanquecinos, todo ello formando un conjunto, resistente sobre el que se desarrollan escasos suelos de alteración.

Los esquistos y micacitas presentan una clara foliación mientras que las cuarcitas se encuentran irregularmente estratificadas en capas y bancos.

Estructura.— Estos materiales han sido intensamente plegados (foto 100) y metamorfozados, encontrándose generalmente con buzamientos subverticales y fracturación alta.

Comportamiento.— Aunque estos materiales están plegados y fracturados, su permeabilidad es baja. El drenaje de tipo superficial es alto. No es ripable. Los taludes



Foto 99.— Dominio de pizarras, en un afloramiento del grupo 100a, en el pequeño camino que sigue el río Negro, en el valle de Arán.



Foto 100.— Muestra de plegamiento sufrido por los materiales metamórficos (100b), en un afloramiento situado en el curso alto del río de la Pez.

naturales, altos, aparecen estables con ángulos de 50° y los taludes artificiales podrían disponerse con un ángulo de unos 60° incluso para alturas grandes.

METAMORFICO DEL PUERTO DE BENASQUE (100c)

Aunque en general la región del Pirineo, en sus zonas más elevadas, es de difícil análisis a nivel de pequeña escala por la abundancia de derrubios y zonas cubiertas de bosque natural, la nueva carretera en construcción que, desde la zona del Puente de San Jaime va al Puerto de Benasque, gracias a sus abundantes desmontes artificiales, permite ver multitud de afloramientos que han determinado la diferenciación de este grupo. Parece que entre estos materiales no aparece ninguno de edad posterior al Carbonífero.



Foto 101.— Roca de tipo porfídico, en la región de Puerto de Benasque.

Litología.— Los materiales que forman este grupo son un conjunto de rocas con diverso grado de metamorfismo, que siempre suele ser acusado. Entre ellos destacan las calizas, acompañadas de calcoesquistos, esquistos, rocas granitoides, rocas de apariencia y características seudo—volcánicas y migmatitas. Las calizas son generalmente de dos tipos, de los que el más común son calizas grisáceas, más o menos masivas, mezcladas con zonas esquistosas. El otro tipo son calizas marmóreas, muy recristalizadas, de tonos blancuzcos con un bandeo oscuro que las hace destacar a veces sobre el resto de los materiales. Los calcoesquistos son en general grises, con estratificación no clara por el metamorfismo y con zonas de calcita. Los esquistos son a veces cuarzosos y a veces micáceos, de tonos grises. Entre las rocas granitoides se incluyen granitos en pequeños enclaves, migmatitas y una gran variedad de rocas plutónicas (aplitas, sienitas, pegmatitas, etc) y entre las rocas seudo—volcánicas, ciertos materiales de grano fino a grueso que pudieron clasificarse como pórfidos (foto 101). Además de todo estos términos, aparecen abundantes mineralizaciones de cuarzo, calcita y menas metálicas u óxidos en forma de pátinas generalmente ferruginosas.

Estructura.— Forman un conjunto de muy alto metamorfismo en el que la sucesión de materiales es a veces tan rápida que en menos de 20 m, de afloramiento pueden

diferenciarse más de cuatro de los materiales que forman el grupo. Este grado de metamorfismo y la violencia de los plegamientos locales hace muy difícil el análisis de la estratificación, dando un aspecto de roca más o menos isótropa, con enclaves, de los que los más destacables son los de caliza marmórea o los de granito. La fracturación es variable, aunque en general es muy alta, con un diaclasado dividido en multitud de familias. Abundan las fallas, algunas de gran rango, y no siempre observables por ocupar fondos de valles o zonas con ligeros recubrimientos.

Comportamiento.— Se trata de una serie de materiales de características litológicas diferentes, pero que, al estar entremezclados, forman una unidad de acuerdo con su comportamiento. La ripabilidad es nula, siendo precisas las voladuras para realizar desmontes. La permeabilidad es muy baja, limitándose a una circulación por fracturas y localmente por zonas de caliza, que pueden ser localmente bastante permeables por disolución. El drenaje es superficial y muy eficaz por las altas pendientes locales, sin existir encharcamientos. Dada la climatología de la región, es normal la acumulación de nieve en las laderas, que ocasiona frecuentes aludes. Los taludes naturales son altos, con ángulos que llegan a los 50° y más. Los taludes artificiales, altos, llegan a los 70°, con claros fenómenos de desprendimiento y deslizamiento de paquetes rocosos.

PALEOZOICO DE VIELLA (100d)

El valle de Arán, en su zona sur, presenta un conjunto de materiales de difícil clasificación temporal, ya que aparecen litologías muy similares pertenecientes a diferentes épocas (como calizas y pizarras) y rocas específicas (como carbón) englobados en otras que difícilmente pueden clasificarse como pertenecientes al Carbonífero. En general parece tratarse de materiales con edades desde el Silúrico al Carbonífero.



Foto 102.— Afloramiento de calizas del grupo 100d, en el camino forestal que desde Viella sube a la zona este del túnel de Viella.

Litología.— Dentro de este grupo se aprecian pizarras, areniscas cuarcíticas, calizas (foto 102) y zonas esquistosas o carbonosas. En los puntos de observación analizados, las pizarras son cuarzosas o micáceas, muy lajosas y a veces satinadas, con tonos verdosos o

azulados; las areniscas cuarcíticas, a veces en alternancia con las pizarras, suelen ser de grano medio y contener abundantes vetas de cuarzo. En general estos términos carecen de componentes carbonatados. Las calizas son muy variadas, en general de tonos grises, bastante puros y con vetas de calcita, generalmente son de grano medio, pudiendo localmente ser marmóreas. Los calcoesquistos y esquistos suelen tener tonos oscuros, con frecuentes vetas de calcita blanca y las zonas carbonosas, escasas, se presentan como enclaves muy alterados, donde se entremezclan esquistos carbonosos negros, muy untuosos, con masas pequeñas de carbón y calizas negruzcas, que tienen la particularidad de poseer abundantes cristalizaciones de calcita en forma de espato blanco.

Estructura.— El conjunto presenta un alto grado de tectonicidad, patente en abundantes pliegues y fracturas. Son materiales heterogéneos y sin continuidad rítmica. En general se presentan en capas y bancos, a veces con aspecto masivo, salvo las zonas esquistosas, que suelen estar estratificadas en lechos. Los afloramientos son difíciles de analizar por la acción de la intemperie y por la cubierta boscosa generalizada, aunque los caminos de saca de madera permiten ver cortes relativamente recientes. Topográficamente dan un relieve menos abrupto que los granitos.

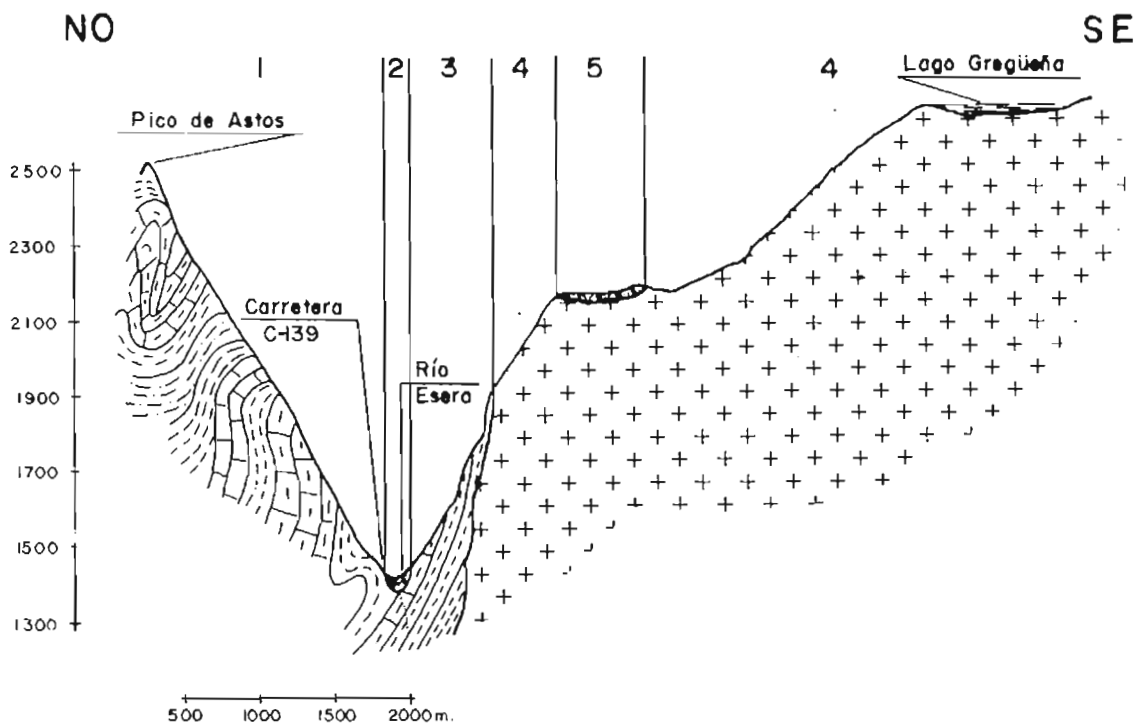
Comportamiento.— Son rocas heterogéneas, duras y en general no ripables, salvo algunos puntos muy tectonizados o esquistosos, como las zonas ricas en carbón. Su permeabilidad es muy baja y el drenaje superficial es efectivo por las pendientes reinantes, no existiendo riesgo de encharcamiento. Son rocas en general sanas, aunque con fracturación a veces muy intensa. Los taludes naturales, altos, son estables con ángulos de unos 30° (aunque localmente sean mucho más inclinados) y los artificiales, bajos, llegan a la vertical, con ligeros problemas de desprendimiento.

GRANITOS Y ROCAS AFINES (001a)

Los materiales de este grupo son relativamente frecuentes en el Tramo estudiado, encontrándose sus afloramientos en la franja correspondiente al Pirineo axial (Fig. 27). Pueden cubrir grandes extensiones como, por ejemplo, el macizo granítico del pico de Aneto.



Foto 103.— Uno de los abundantes afloramientos graníticos, del grupo 001a, con relieves acusados. Fotografía tomada cerca del lago Gregüña.



- | | |
|--|--|
| 1. Calcoesquistos, calizas y algunas pizarras y areniscas (140b) | 3. Calizas marmoreas, calcoesquistos, y rocas granitoides (100c) |
| 2. Bolos, bloques, gravas y gravillas en escasa matriz (A2) | 4. Granito (001a) |
| | 5. Bolos, gravas y bloques de granito (C2) |

Fig. 27.- Corte geológico esquemático, al norte de Hospital de Benasque, con las zonas llanas en el granito originadas por la acción glaciar.

Litología.— Está compuesto por rocas plutónicas, tipo granito y rocas afines (granodiorita, etc), de grano medio a grueso y colores blanquecinos en corte fresco, que pueden ser ligeramente oscuros en las variedades con abundante biotita y otros melanocratos. En superficie, frecuentemente, presentan colores ligeramente amarillentos o verdosos, muy característicos de las rocas silíceas de la región.

Estos materiales se encuentran por lo general muy poco alterados formando conjuntos de gran dureza y resistencia a la erosión (foto 103).

Estructura.— Aparecen poco afectados por los esfuerzos tectónicos con una fracturación media o baja.

Comportamiento.— Las rocas de este grupo se encuentran en general poco fracturadas; su porosidad y permeabilidad son muy bajas, con drenaje de tipo superficial muy alto. Su ripabilidad es nula. En desmontes pueden adoptarse ángulos de 70° con alturas superiores a 20 m. Taludes naturales altos, aparecen estables con ángulos del orden de 60° .

CUARCITAS, ESQUISTOS, NEISES, Y MIGMATITAS (001b)

Litología.— Los materiales de este grupo están formados por un potente conjunto cristalino que incluye cuarcitas, esquistos de alto metamorfismo, neises, migmatitas y distintas variedades de granito de grano fino, así como, algunos tipos rocosos de metamorfismo de contacto.

Su color en fractura fresca es, en general, blanquecino, pudiendo ser más oscuro en algunas de las rocas esquistosas y de metamorfismo de contacto.

Como en el caso de los granitos de el grupo 001a, pueden tener también en superficie un ligero color amarillento o verdoso. Son rocas duras, muy poco alteradas y con gran resistencia a la erosión.



Foto 104.— Aspecto de los materiales muy metamorfizados del grupo 001b en un desmonte de la carretera de Bielsa a Francia, en las proximidades de la boca sur del túnel de Bielsa.

Estructura.— En las migmatitas y variedades de granito de grano fino la roca se presenta formando conjuntos masivos o con foliaciones más o menos difusas. Las estruc-

turas más claras se encuentran en los términos neísicos y esquistosos, donde aun se conservan los planos de esquistosidad (foto 104). Todos los materiales presentan, en general, una fracturación media.

Comportamiento.— Estos materiales, en general de alta dureza, poseen una porosidad y permeabilidad bajas por fisuración. El drenaje es alto y de tipo superficial. Su ripabilidad es nula. Los taludes naturales, altos, son estables con un ángulo de unos 60° ; los taludes artificiales pueden adoptar un ángulo del orden de 70° con alturas superiores a los 20 m.

3.3.5. Resumen de problemas de comportamiento que presenta la Zona

Aparte de las grandes dificultades topográficas que presenta esta Zona, existen también grandes problemas geotécnicos que se refieren fundamentalmente a la estabilidad de los desmontes, que por otro lado, son prácticamente continuos en las vías que recorren estos lugares, pues la agreste topografía sólo permite tortuosos trazados a media ladera.

La experiencia que se puede obtener de la observación de los trazados actuales (comunicaciones locales y vías de servicio forestal o rural) es muy relevante en cuanto a la importancia de estos fenómenos, pues se puede estimar que al final de la época del deshielo, aproximadamente un 70 por ciento de las vías de comunicación, se encuentran cortadas por desprendimientos, necesitando, por tanto, de reparaciones periódicas o esporádicas en función de su utilización (foto 105).



Foto 105. Pista cortada por desprendimiento de un gran bloque de caliza. Fotografía tomada en el camino de acceso al valle de Otal.

Estos problemas de inestabilidad están causados fundamentalmente por los incoherentes sedimentos cuaternarios que son muy frecuentes en esta Zona (principalmente depósitos coluviales) y que muchas veces se encuentran en equilibrio natural estricto.

Los procesos de inestabilidad comprenden deslizamientos (foto 106), desprendimientos de bolos y bloques, e incluso erosión y acumulación de acarreos en el cruce con las vaguadas más insignificantes.

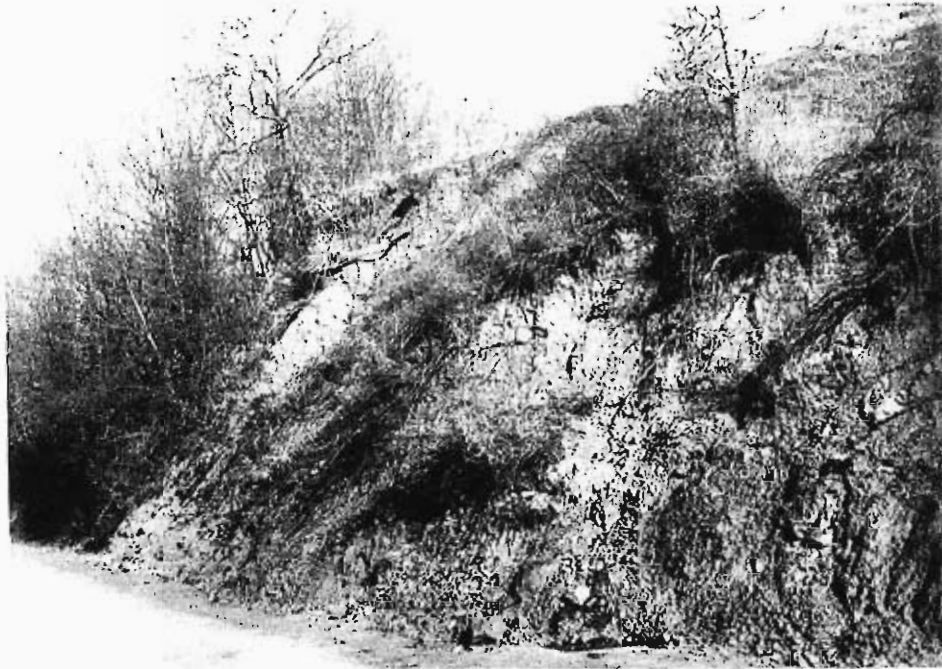


Foto 106.- Graves problemas de deslizamiento en los taludes de la carretera de acceso a Bonansa en el cruce con los materiales del grupo 211.



Foto 107.- Acusados problemas de erosión y deslizamiento en un desmonte sobre los materiales del grupo C12, con descalee de grandes bloques y peligro de caída de árboles. Fotografía tomada en una pista forestal de la zona de Viella.

Las zonas recubiertas de bosque muchas veces no suponen una mayor ayuda pues, si de modo natural frecuentemente se ven afectados por procesos de reptación, la ruptura de pendiente creada por el desmonte puede producir acusadas inestabilidades con desprendimientos de materiales y caída de árboles (foto 107).

Todos estos procesos se ven favorecidos por la gran inclinación de las laderas, que requieren taludes muy forzados o de gran altura y por el clima especialmente húmedo de estas regiones de alta montaña, sobre todo, a partir de la cota de los 1.800 ó 2.000 m.

En las áreas donde afloran en superficie los materiales rocosos, las condiciones de estabilidad mejoran notablemente siendo mucho menos frecuentes los fenómenos de deslizamiento por caída de cuñas o bloques, que se producen fundamentalmente sobre los materiales más alterables como por ejemplo, en pizarras, limolitas, argilitas y margas.

Otros problemas geotécnicos presentes en esta Zona, se refieren a la existencia de algunos depósitos coluviales de relativa baja pendiente, que presentan numerosos deslizamientos o coladas de solifluxión, y a los posibles desprendimientos de grandes bloques desde las crestas o escarpes que son frecuentes en gran parte de la región.

4. CONCLUSIONES GENERALES DEL ESTUDIO

4.1. RESUMEN DE PROBLEMAS TOPOGRAFICOS

El presente Tramo, que abarca zonas de la Cordillera Pirenaica o de sus bordes, contiene grandes barreras topográficas que han condicionado y condicionarán las comunicaciones, limitándose a utilizar los valles fluviales (ríos Esera, Ara, Cinca, Noguera Ribagorzana) que permiten accesos Norte—Sur de cierta calidad, aunque el enlace con las regiones situadas al norte de las divisorias de la cordillera tenga que hacerse mediante túneles (túnel de Bielsa, futuro túnel de Benasque y túnel de Viella).

Los enlaces actuales con las zonas rurales de sierra salvan grandes desniveles con carreteras tortuosas y de fuerte pendiente.

Por las altas pendientes naturales reinantes, es fácil la presencia de aludes y, estas mismas pendientes, en los trazados existentes para salvarlos, exigen la ejecución de taludes de gran inclinación, con frecuentes problemas de deslizamientos o desprendimientos.

Entre los aludes de nieve, algunos pueden verter volúmenes de más de 10.000 m³ de una mezcla de nieve, hielo, vegetación y arrastres de rocas y tierra que permanecen largas temporadas interceptando los caminos como se observa en las fotos núms. 2, 3 y 4.

En general, no sería posible hacer un trazado aceptable en dirección Este—Oeste, aparte del existente entre Pont de Suert y Castejón de Sos, sin la construcción de enormes túneles por lo que las posibles nuevas vías de comunicación serán de escasa importancia, tortuosas y de pendientes acusadas, en las que el tráfico que puede o podría existir en ellas sería siempre pequeño.

Por estas mismas condiciones topográficas y por la altura media de la región hay que contar con la presencia de nieve en largos periodos de tiempo.

4.2. RESUMEN DE PROBLEMAS GEOMORFOLOGICOS

Los problemas relacionados directamente con los aspectos geomorfológicos de la región son muy acusados y en parte coincidentes con los que se describen en los apartados 4.1. y 4.3.

Los cauces de los ríos sólo están bien definidos en la red secundaria, donde normalmente circulan encajados en la roca. Lo contrario ocurre con la red principal, que tiene más o menos desarrollados unos sedimentos aluviales, sobre los que varía con frecuencia la situación de los cauces.

La morfología agreste y juvenil de esta región, junto con el clima extremo a que se ve sometida, favorecen la existencia de acusados fenómenos de erosión por gelivación, alteración química y arroyada, lo que permite la formación de gran número de depósitos cuaternarios, fundamentalmente coluviales, que presentan en muchos casos una precaria estabilidad y que originan innumerables problemas al ser cortados por las vías de comunicación.

Con carácter mucho más local hay que destacar la existencia de algunas coladas de solifluxión y grandes deslizamientos, los cuales, siempre que sea posible, deberán ser evitados por las vías de comunicación.

La abundancia de laderas de gran pendiente y de zonas escarpadas, producen un constante riesgo de desprendimiento de grandes masas rocosas cuya situación es muchas veces imprevisible. Estos fenómenos, que son muy raros o esporádicos, pueden afectar a

un gran volumen de material rocoso, como en el caso de los grandes desprendimientos que se produjeron en las zonas de Bielsa y Plan donde los materiales rocosos desprendidos llegaron a cerrar los valles fluviales.

4.3. RESUMEN DE PROBLEMAS DE COMPORTAMIENTO

Los problemas de comportamiento están muy ligados a otros factores como pueden ser la morfología y la altura.

Unicamente se puede decir que existen escasos o moderados problemas geotécnicos en las áreas restringidas incluidas dentro de las Zonas 1 y 2, de relieve llano o moderadamente accidentado en donde sólo cabe esperar, como problemas mas graves, algunos fenómenos de erosión o aterramiento causados por las redes fluviales, o inestabilidades en algunos taludes sobre potentes sedimentos cuaternarios.

Por el contrario, las amplias áreas ocupadas por la Zona 3, presentan graves problemas geotécnicos que se pueden resumir hablando de erosión, desprendimientos, deslizamientos y aterramientos.

La magnitud que pueden alcanzar estos problemas, que afectan sobre todo a la estabilidad de los desmontes, hacen necesaria una rigurosa selección de los trazados, eligiendo estos en función de las características geotécnicas de los materiales y evitando, de antemano, aquellas áreas de fuerte pendiente donde sean abundantes los sedimentos cuaternarios.

Deberá prestarse notable atención a los materiales utilizados en terraplenes pues las fuertes pendientes obligarán a que estos sean de gran altura o con inclinaciones forzadas, con peligro de inestabilidad.

En cualquier caso, y a pesar de todas las precauciones, hay que esperar que las vías que se adentren en esta Zona montañosa necesitarán de algunas obras de corrección o contención y que serán siempre costosas, para un resultado final muy limitado pues resultarán tortuosas y lentas por las fuertes pendientes.

A continuación se indica la correlación entre los grupos litológicos y los geotécnicos.

| Grupos Geotécnicos | Grupos Litológicos |
|--------------------|---|
| G 1 | C11, C12, C14, T4 |
| G 2 | AC1, AC3, AC4, C3, C8, C10, T3, D3, H, 350 |
| G 3 | W, C1, C2, C5, C13 |
| G 4 | C9, AT3 |
| G 5 | A1, A2, A3, A4, AC2, AT1, AT2, T1, T2, D1, D2, D4 |
| G 6 | C4, C6, C7 |
| K 1 | 312a, 232a, 232f, 231, 223, 221b, 213b, 140c, 130b, 001a, 001b |
| K 2 | 312c, 312d, 232b, 232d, 232e, 222, 212, 152b, 152d, 151a, 151b, 140a, 140b, 140c, 120 100a, 100b, 100c, 100d. |
| K 3 | 210, 213a |
| K 4 | 313, 312b, 232c, 221a, 160–211, 160, 150, 152a, 152c, 140d, 130a |
| K 5 | 312e, 312f, 211, 152e |

(Las características de los grupos geotécnicos quedan señaladas en las leyendas de los esquemas geotécnicos incluidos en los planos)

4.4. CORREDORES DE TRAZADO SUGERIDOS

El presente Tramo, Broto--Pont de Suert, presenta importantes condicionantes de tipo topográfico y climatológico que dificultan la determinación de cuales deben ser los principales accesos que podrían realizarse o mejorarse.

No obstante, el desarrollo experimentado por la región estudiada ha ocasionado un desplazamiento de los habitantes hacia las zonas actualmente comunicadas, a los valles fluviales o a sus cercanías y en escasos núcleos, algunos de los cuales únicamente son habitados en épocas de pastoreo o siega de hierba, en zonas altas.

En estas condiciones, y limitándose a los condicionantes topográficos y climatológicos, algunos de los corredores que se indican en la figura 28 servirán para mejorar los accesos actuales.

Por otra parte, las únicas vías importantes de penetración en el Tramo, son las de dirección Norte--Sur, siendo sólo posible el enlace Este--Oeste por la carretera que va desde Vilaller a Castejón de Sos y el río Cinca, al sur de Hospital.

Estimación de corredores de segundo orden:

Considerando en primer lugar los accesos en dirección Norte--Sur, cabría mejorar los trazados existentes, como se está haciendo en parte en la actualidad, llegando a vías de segundo orden en las siguientes carreteras:

- De Pont de Suert a Viella y la frontera francesa, con el problema que supone el túnel de Viella y el descenso desde el túnel a dicha localidad (denominada en la figura 28 como A).
- De Castejón de Sos al puerto de Benasque y Francia. Esta carretera enlazará con Francia mediante un túnel que atravesará el puerto de Benasque. También necesitará ciertas mejoras de firme, anchura y ángulo de curvas para llegar a ser un corredor de segundo orden (B).
- Desde el Sur de Hospital a Bielsa y el túnel de Bielsa (C).
- Asimismo, el enlace existente, en dirección Este--Oeste, podría mejorarse, llegando a establecer otro corredor de segundo orden, que denominaremos D. Este corredor tropezaría con varias dificultades en la región al oeste de Castejón de Sos, en el denominado Congosto de Ventamillo, donde un ensanche sería muy dificultoso, así como en la mejora de la carretera que continua hasta el cruce con el río Cinca, al sur de Hospital.
- Carretera de la zona de Oto al Valle de Ordesa, con el ramal que pasa por Linás de Broto y el Puerto de Cotefablo, para comunicar el valle del río Ara con el del río Gállego.

Las necesidades de circulación rodada no parecen indicar la urgencia de nuevos corredores de segundo orden.

Estimación de corredores de tercer orden.

Las características paisajísticas, las explotaciones agrícolas y ganaderas y las recientes instalaciones deportivas, pueden justificar una serie de corredores de tercer orden, que aunque con trazados sinuosos y pendientes, permitieran enlazar con zonas de interés.

- Carretera de Pont de Suert a Caldas de Bohí (G).
- Carretera de Aneto a Cerler (H). Sería un nuevo trazado parcial en dirección Este--Oeste, que permitiría llegar a la estación deportiva de Cerler, desde la carretera de Viella. Se podrían aprovechar los accesos realizados desde Aneto (para obras hidráu-

ESQUEMA DE CORREDORES DE TRAZADO SUGERIDOS

ESCALA 1:200.000

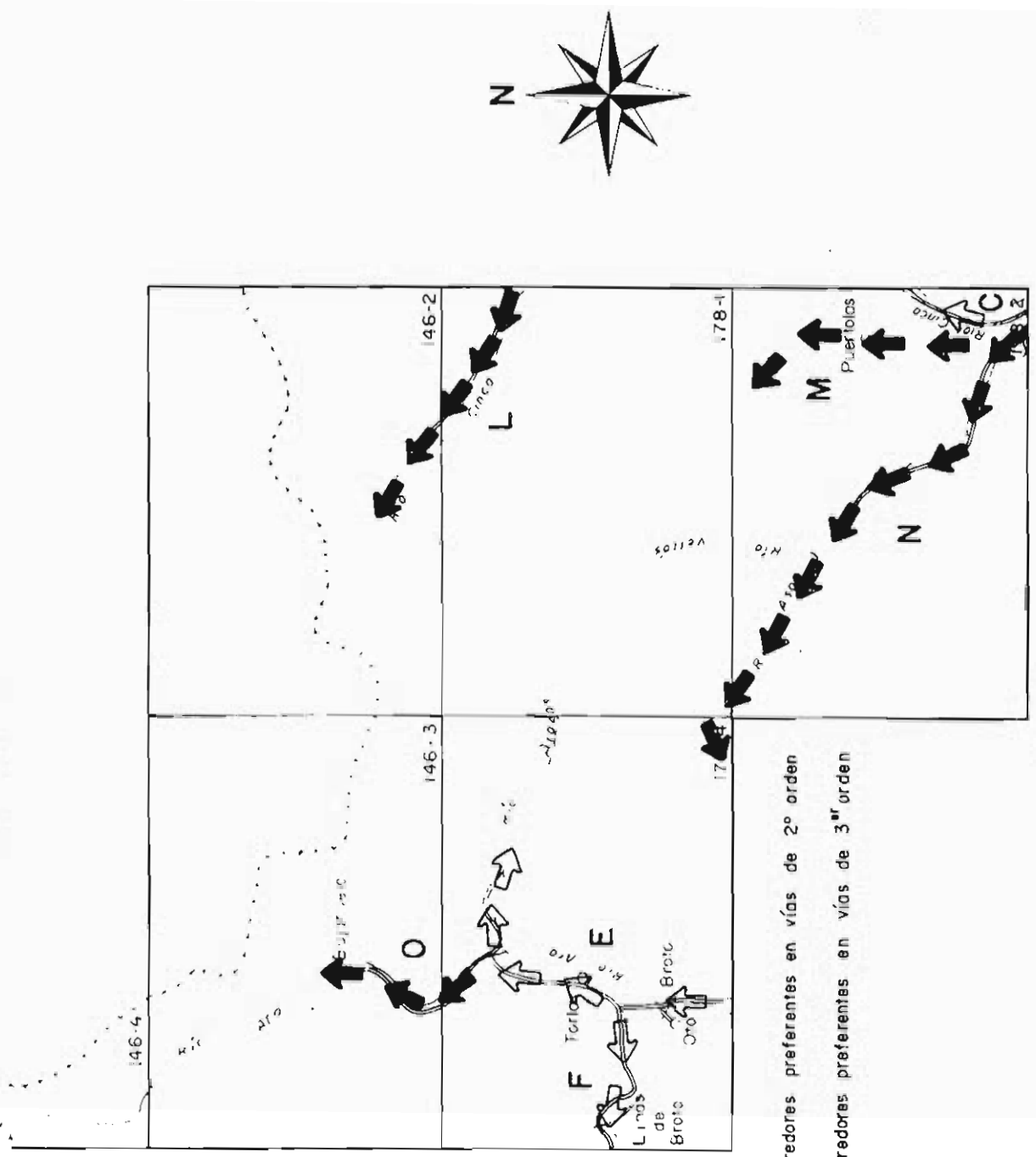


Figura 28 a.

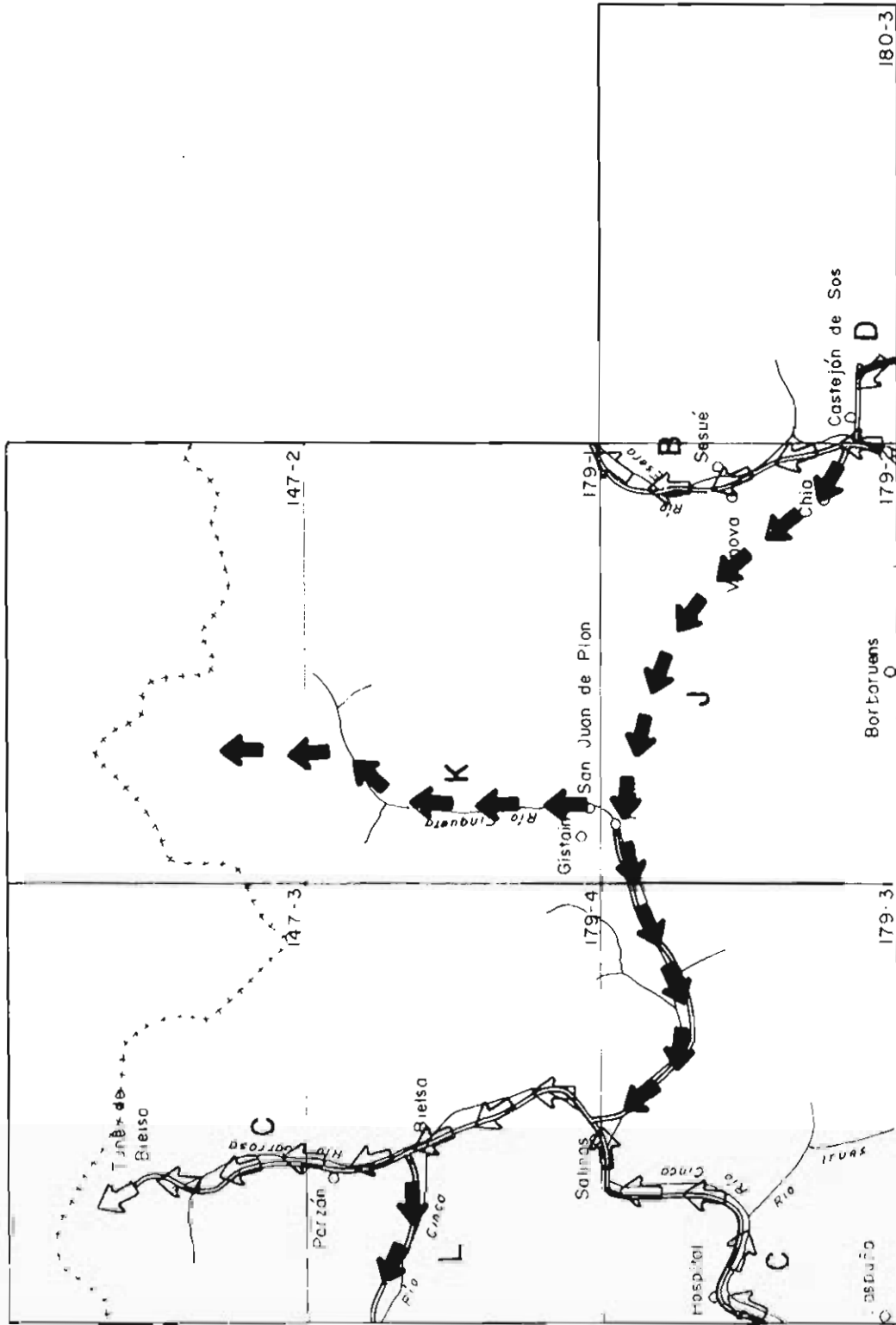


Figura 28 b.

licas) y desde Cerler (para las instalaciones de remonte en las pistas de esquí), aunque sería necesario la realización de un tramo del corredor en zona de alta montaña.

- Carretera de acceso a Noales (I).
- Carretera de Chía a Plan y Salinas (J). En su zona Oeste presenta graves problemas de erosión que podrían corregirse con un cambio de trazado, por la otra ladera del valle, hacia S. Juan de Plan.
- Ramal del río Cinqueta (K). Podría en un futuro convertirse en un nuevo acceso a Francia.
- Carretera de Bielsa al Parador Nacional de La Pineta y valle alto del río Cinca (L). Sin prolongación posible a partir del citado parador.
- Comunicación, sin grandes dificultades, con las zonas de Puertolas y Bestué (M).
- De Escalona a Servisé, pasando por el Puerto de Fanlo (N). Este trazado, parcialmente existente como pista forestal, permitiría el acercamiento entre los valles de los ríos Cinca y Ara en su zona norte, siendo el único trazado posible, en dirección Este–Oeste, dentro de las zonas occidentales del Tramo estudiado.
- Pista forestal que sigue el valle del río Ara (O), que es el único acceso a su zona alta y a la localidad de Bujaruelo.

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

5. INFORMACION SOBRE YACIMIENTOS

5.1. ALCANCE DEL ESTUDIO

El presente trabajo no incluye un estudio detallado de los yacimientos de materiales de la zona, porque dicho estudio desbordaría, por su metodología especial y su amplitud, el alcance de los Estudios Previos de Terrenos.

Sin embargo, se ha considerado conveniente presentar en forma ordenada la información sobre yacimientos recogida con motivo de la realización del presente Estudio Previo. Estos datos, aunque no constituyen un estudio sistemático y exhaustivo, pueden ser útiles para futuros trabajos.

La información que se expone y valora a continuación, se refiere exclusivamente a yacimientos de materiales utilizables en obras de carretera (canteras, graveras y materiales para terraplenes). Se ha dedicado un apartado especial a aquellos yacimientos que, por su importancia e interés especial, pueden justificar un estudio posterior más detallado. (Figuras 29a, 29b y 29c).

5.2. YACIMIENTOS ROCOSOS

Dentro del presente Tramo, de notable extensión superficial, existen abundantes afloramientos que son susceptibles de ser utilizados como canteras.

Entre las rocas utilizables destacan por su mayor importancia las plutónicas y las carbonatadas, las cuales presentan amplios afloramientos que sólo muy localmente han sido utilizados y que parecen reunir características litológicas adecuadas para su explotación. Hay que contar siempre con que la fuerte tectonización sufrida puede haber ocasionado una amplia fracturación e incluso una microfracturación que determine una mala calidad de la roca en algunos afloramientos.

Los granitos serían explotables en todos los afloramientos de cierta extensión superficial, contando con las dificultades topográficas y climatológicas existentes.

Entre los materiales carbonatados destacan las calizas devónicas (únicas en explotación actual) y las jurásicas, cretácicas y paleógenas, que han sido explotadas en otros tiempos con laboreos de escasa importancia.

Resumiendo, podrían considerarse útiles como yacimientos rocosos los afloramientos de cierta amplitud de los grupos siguientes:

| | |
|-----------|-----------------|
| Plutónico | 001a, 001b |
| Silúrico | 130b |
| Devónico | 140c, 140b |
| Triásico | 213b |
| Jurásico | 223, 221b |
| Cretácico | 232a, 232í, 231 |
| Paleógeno | 312a |

El hecho de ser zonas escasamente pobladas (salvo el valle de Arán) y con escaso crecimiento, hace que estos materiales no se utilicen salvo de un modo local, siendo la única fuente de materiales utilizada la cantera situada entre Sahun y Eriste (foto 108).

Las dificultades a la hora de comenzar nuevas explotaciones están más ligadas a las

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

ESQUEMA DE SITUACION DE YACIMIENTOS

ESCALA 1:200.000

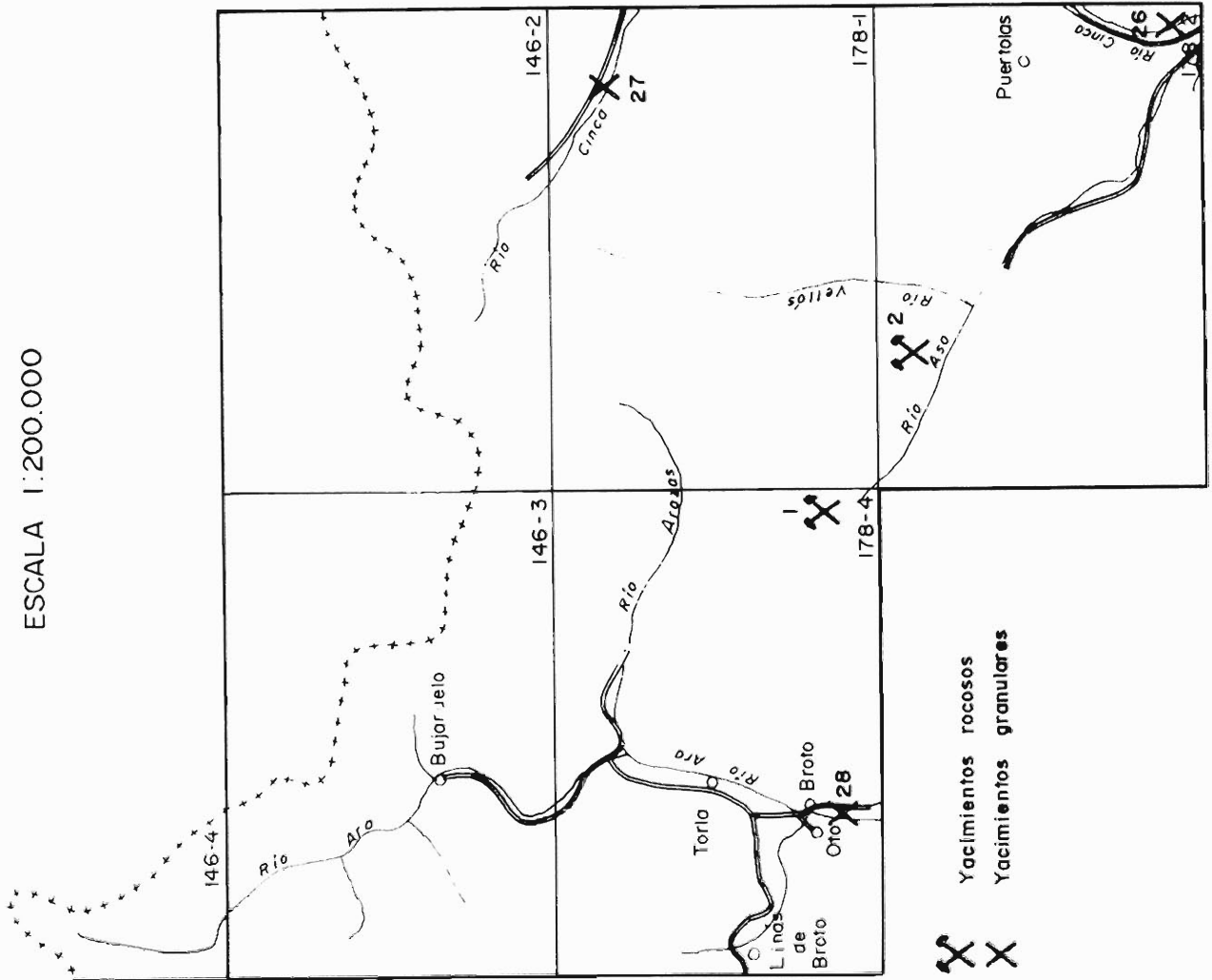


Figura 29 a.

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

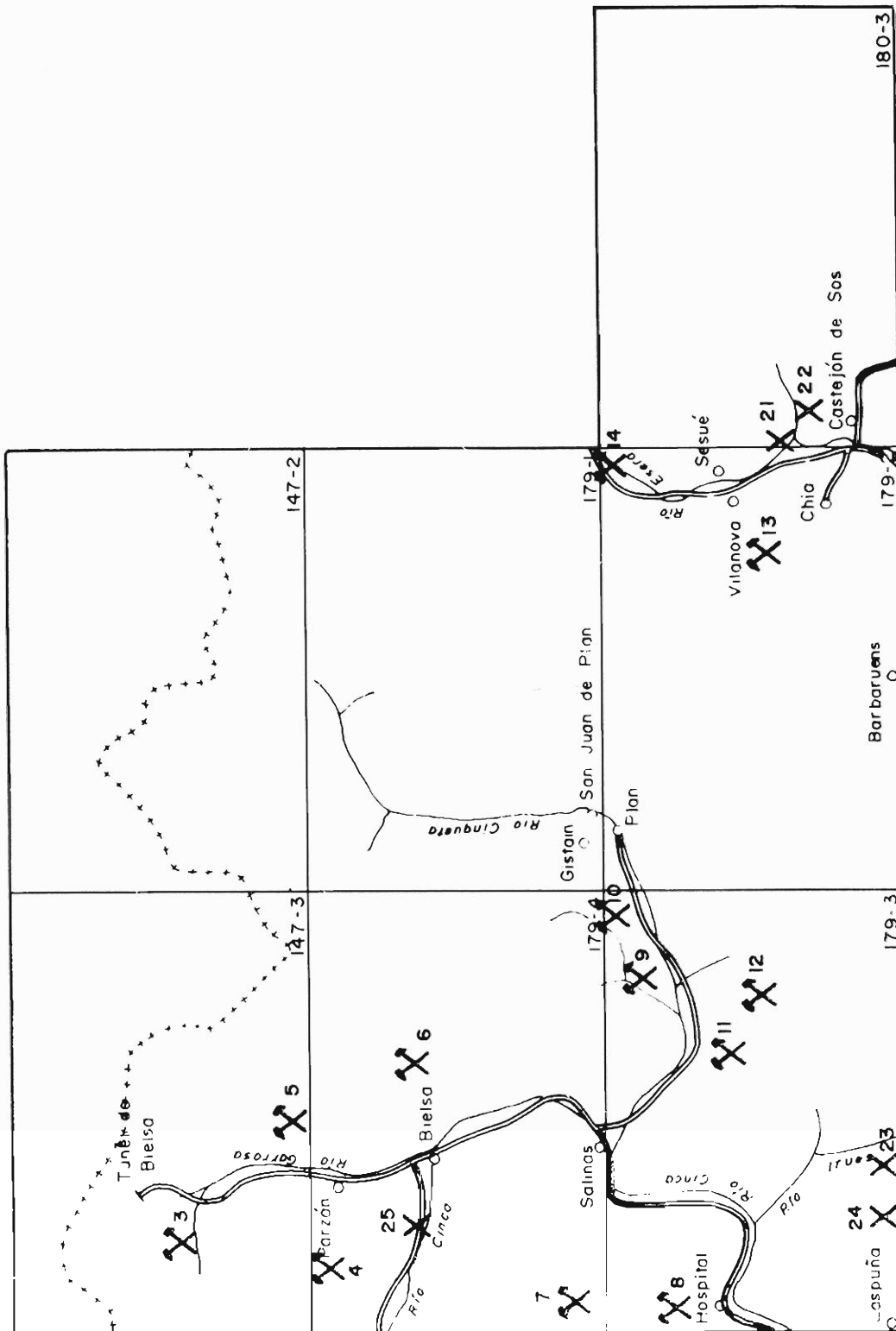


Figura 29 b.

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

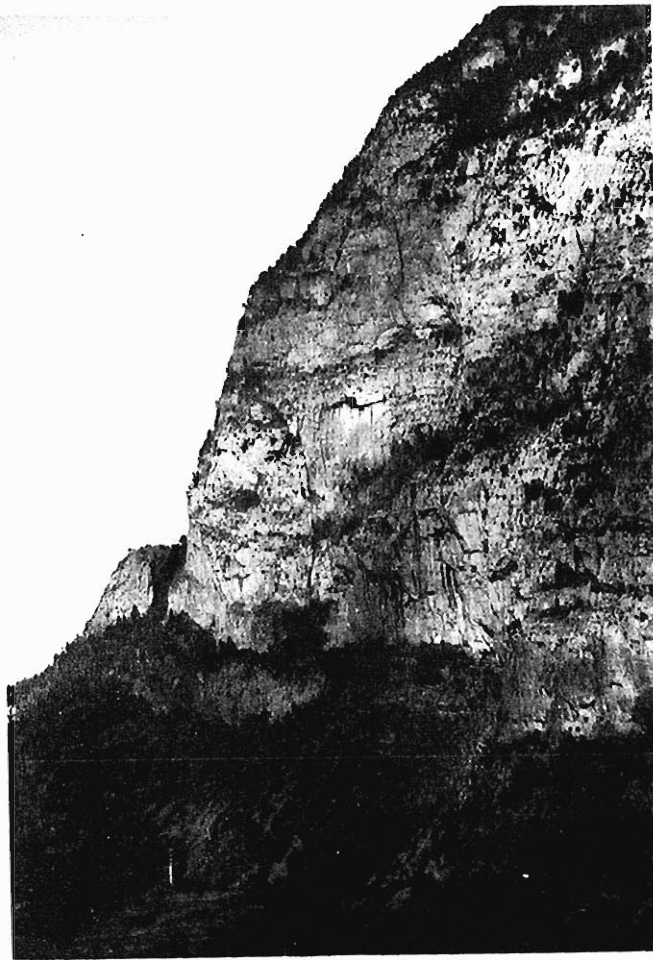


Foto 108.— Aspecto de los materiales canterables del grupo 312a en el yacimiento rocoso N^o 9 situado a escasa distancia al sur de Sin.

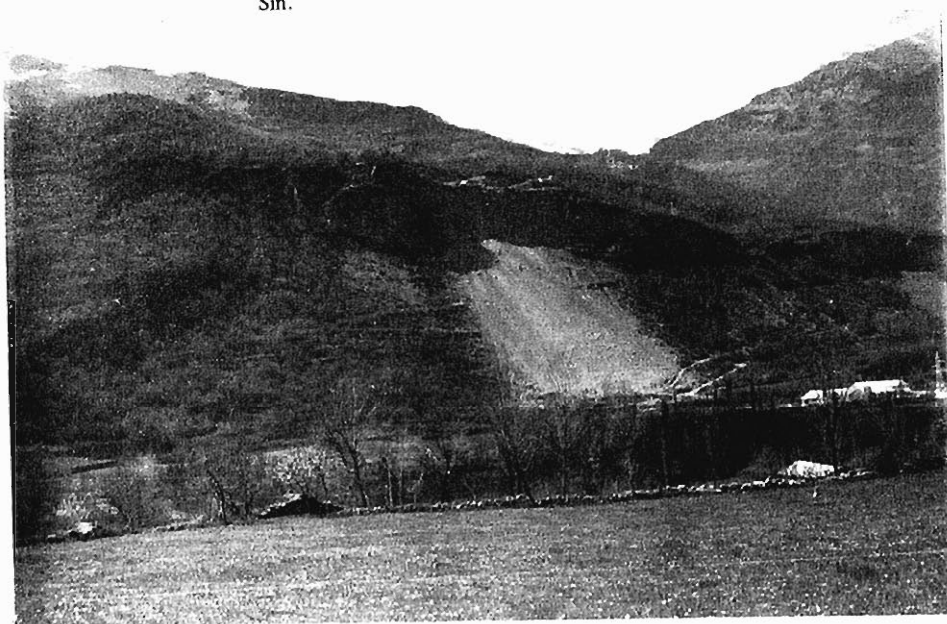


Foto 109.— Cantera de caliza cerca de Eriste. El vertido de desechos semeja un coluvial. Corresponde al yacimiento rocoso N^o 14.

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

peculiares condiciones geográficas de la región que a la falta de materiales idóneos y canterables. El hecho de que la inmensa mayoría de los valles sean estrechos y de que por ellos circulen las principales vías de comunicación, obligará a desplazar las áreas de explotación fuera de ellos, con los consiguientes problemas de accesibilidad, pues los trazados serán casi siempre tortuosos y de fuerte pendiente.

Otro factor muy importante a tener en cuenta a la hora de abrir nuevas explotaciones será el de la conservación del gran valor paisajístico de esta región, procurando situar los nuevos emplazamientos en zonas ocultas y deprimidas.

Todos estos detalles han sido observados en la situación de las posibles zonas canterables descritas en el apartado 5.5.

5.3. YACIMIENTOS GRANULARES

Como materiales utilizables para la extracción de áridos, los más importantes son los depositados en los cauces de los ríos principales o en sus zonas de influencia (aluviales, aluviales—terrazas), aunque también podrían ser utilizados los conos de deyección, acumulados a partir de materiales calcáreos o graníticos e incluso los coluviales de gran pendiente, de tipo predominantemente calcáreo, aunque en estos dos últimos tipos de yacimientos deberán tenerse en cuenta los seguros fenómenos de inestabilidad que se ocasionaran al eliminar material de la base, lo cual es confirmado en todos los puntos donde se han excavado estos depósitos, con la presencia, en los mismos, de deslizamientos.

Los materiales aluviales de los ríos Noguera Ribagorzana, Cinca, Noguera de Tor y Ara, presentan acumulaciones notables de materiales calcáreos y graníticos, siendo explotados localmente. En general son adecuados en cuanto a su litología, pero presentan dificultades por su poca uniformidad de tamaños, por la presencia de grandes bloques y por la existencia de niveles freáticos, en general cercanos a la superficie.

Pueden incluirse entre estos materiales útiles como graveras:

Aluviales y aluviales—terrazas – A1, A2, A3, A4, AT1
Coluviales – C1

5.4. MATERIALES PARA TERRAPLENES

Dentro de los materiales que podrían utilizarse para construir terraplenes pueden incluirse un notable número de grupos cuaternarios, así como alguno Pliocuaternario o Terciario, constituidos por acumulaciones detríticas, dentro de las cuales algunos serían útiles para fabricar pedraplenes.

Pueden citarse los grupos siguientes, sin incluir los citados como utilizables dentro de los yacimientos granulares.

AC2, AC3, C3, C5, C6, AT2, AT3, T1, T2, D1, D2, D3, D4, 350

5.5. YACIMIENTOS QUE SE RECOMIENDA ESTUDIAR CON MAS DETALLE

Dada la posibilidad de que algunas características (microfacturación, índices inadecuados, etc), no visibles en un estudio de campo, desaconsejen la utilización de materiales que "a priori" parecen adecuados, es aconsejable la realización de muestreos y ensayos adecuados en cada uno de los materiales que se presume son aceptables.

En la relación adjunta se indican aquellos materiales que deberían estudiarse en una primera etapa por su aparente mayor interés, indicando sus características fundamentales y localización.

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

a) **Yacimientos rocosos** (ver cuadro resumen 5.6.)

Números 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 (foto 108), 10, 11, 12, 13, 14 (foto 109), 15, 16 y 17.

Estos yacimientos rocosos corresponden a distintos afloramientos de granito, ofitas triásicas y calizas silúricas, cretácicas o terciarias.

b) **Yacimientos granulares** (ver cuadro resumen 5.6.)

I. Graveras

Números 18, 19, 20, 21 (foto 110), 22 (foto 111), 23, 24, 25 (foto 112), 26, 27 (foto 113) y 28.

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



Foto 110.— Yacimiento granular N° 21, entre Castejón de Sos y Sesué sobre el aluvial A2.

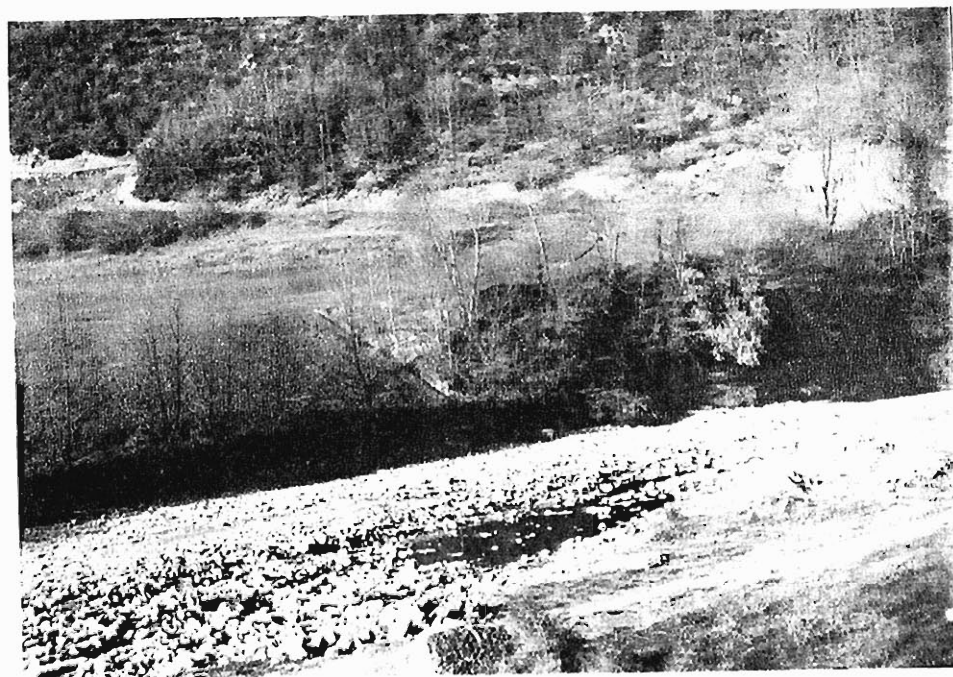


Foto 111.— Yacimiento granular N° 22, en las proximidades de Castejón de Sos, sobre el aluvial-terrace AT1.

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



Foto 112.- Pequeña explotación de los materiales del grupo A1 en el valle de Pineta al oeste de Bielsa. Corresponde al yacimiento - granular N^o 25.



Foto 113.- Aspecto del aluvial A1 en el valle de Pineta, aproximadamente a la altura de Servisé. Corresponde la yacimiento, N^o 27.

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

5.6 CUADRO RESUMEN DE YACIMIENTOS ROCOSOS

| SÍMBOLOS | Situación: Hoja y cuadrante M.T.N. 1:50.000 | Denominación grupo litológico en el mapa litológico estructural | Tipo de Roca | Accesos |
|----------|---|---|--------------|---|
| 1 | 178-4 Long. 3°39'15" Lat. 42°36'30" | 312 a | Caliza | Explotación a abrir a unos 3 Kms. al norte de Fanlo, con accesos malos. |
| 2 | 178-2 Long. 3°43' 5" Lat. 42°34'20" | 312 a | Caliza | A 1 Km. al este de Narriñ, con accesos estrechos y malos. |
| 3 | 147-3 Long. 3°51'20" Lat. 42°42'25" | 001 b | Granito | Regulares, desde la carretera de Bielsa a Francia, a la altura de Bordás, hacia el Oeste. |
| 4 | 179-4 Long. 3°51'55" Lat. 42°39'50" | 001 a | Granito | A 2 Km. al oeste de Parzán, con accesos buenos desde la carretera de Bielsa a Francia. |
| 5 | 179-4 Long. 3°55'10" Lat. 42°40'20" | 001 a | Granito | Regulares, a 3 Km. al noroeste de Parzán y a 1 Km. de la carretera de Bielsa a Francia. |
| 6 | 179-4 Long. 3°55'40" Lat. 42°38'10" | 001 a | Granito | Situada a unos 2 Km. al este de Bielsa con accesos regulares desde esta localidad. |
| 7 | 179-4 Long. 3°51'00" Lat. 42°34'40" | 232 a | Caliza | Buenos, pendientes, aunque alejados (8 Km) de la carretera de Ainsa a Francia por Bielsa. En las proximidades de Tella. |
| 8 | 179-3 Long. 3°50'55" Lat. 42°33'55" | 312 a | Caliza | Situado a unos 2 Km. al norte de Hospital de Tella, siguiendo el río Yaga, sin accesos actuales. |
| 9 | 179-3 Long. 3°58'50" Lat. 42°34'40" | 312 a | Caliza | A 1 Km. al este de Sin, con accesos malos, desde la carretera local de Salinas a Plan. |
| 10 | 179-1 Long. 3°59'50" Lat. 42°35'00" | 213 b | Ofitas | A 1 Km. al este de Serveto, con accesos malos desde la carretera de Salinas a Plan. |

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

CUADRO RESUMEN DE YACIMIENTOS ROCOSOS (Continuación)

| SIMBOLOS | Situación: Hoja y cuadrante M.T.N. 1:50.000 | Denominación grupo litológico en el mapa litológico estructural | Tipo de Roca | Accesos |
|----------|---|---|--------------|---|
| 11 | 179-3 Long. 3°56'00" Lat. 42°33'20" | 232 a | Caliza | A 1 Km. de Saravillo, con accesos regulares desde la carretera de Salinas a Plan. |
| 12 | 179-3 Long. 3°56'50" Lat. 42°32'30" | 232 a | Caliza | A 1 Km. al sur de Saravillo, con accesos regulares desde la carretera de Salinas a Plan. |
| 13 | 179-2 Long. 4°07'25" Lat. 42°32'25" | 232 a | Caliza | A unos 3 Km. al noroeste de Chía, con accesos regulares, inexistentes en la actualidad. |
| 14 | 179-2 Long. 4°09'50" Lat. 42°32'45" | 140 b | Caliza | Cerca del Km. 88 de la carretera de Benasque, con accesos difíciles. Actualmente explotada. |
| 15 | 213-1 Long. 4°20'10" Lat. 42°25'30" | 231 | Caliza | A unos 2 Km. de Bonansa, junto a la carretera, en dirección a Espes. |
| 16 | 180-4 Long. 4°14'10" Lat. 42°37'15" | 130 b | Caliza | Junto a la desviación que va a Cerler, desde la carretera de Benasque, a unos 3 Km. al norte de esta última población. |
| 17 | 180-4 Long. 4°26'50" Lat. 42°36'15" | 001 a | Granito | Frente a confluencia del barranco de Bizberri con el Noguera Ribagorzana unos 3 Km. al sur de la boca sur del túnel de Viella |

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

CUADRO RESUMEN DE YACIMIENTOS GRANULARES

| SÍMBOLOS | Situación: Hoja y cuadrante M. T. N. 1:50.000 | Denominación grupo litológico en el mapa litológico estructural | Tipo de Roca | Accesos |
|----------|---|---|--------------------------------------|--|
| 18 | Long. 4°24'40" Lat. 42°31'30" | A 2 | Bolos, bloques, gravas y gravillas | En el aluvial del Noguera Ribagorzana, al sur de Bono, en una banda de amplia longitud. |
| 19 | Long. 4°25'20" Lat. 42°25'30" | T 1 | Bolos, bloques, gravas y gravillas | En la zona de cruce de las carreteras de Viella y Caldas de Bohí a 2 Km. al norte de Pont de Suert. |
| 20 | Long. 4°15'25" Lat. 42°38'35" | A 2, D 3 | Bolos, bloques, gravas y gravillas | 1 Km. al sur de la caseta de carabineros del antiguo camino a Hospital de Benasque, con accesos medios. |
| 21 | Long. 4°10'10" Lat. 42°31'45" | A 2 | Bolos, bloques, gravas y gravillas | 3 Km. al norte del cruce de la carretera de Castejón de Sos con la de Benasque, en el aluvial del río Esera, con buenos accesos. |
| 22 | Long. 4°10'20" Lat. 42°31'20" | AT 1 | Bolos y gravas con arena | En la zona llana existente al norte de Castejón de Sos, con buenos accesos. |
| 23 | Long. 3°52'50" Lat. 42°30'30" | C 1 | Bolos y gravas con bloques de caliza | A unos 5 Km. al este de Laspuña, en el valle del río de la Garona, con accesos malos. |
| 24 | Long. 3°52'50" Lat. 42°30'20" | C 1 | Bolos y gravas con bloques de caliza | A unos 3 Km. al este de Laspuña, con buenos accesos desde esta localidad. |
| 25 | Long. 3°51'40" Lat. 42°38'20" | A 1 | Gravas, bolos o bloques con arena | A unos 3,5 Km. al oeste de Bielsa, con accesos buenos por la carretera local de Bielsa al parador de La Pineta. |
| 26 | Long. 3°50'00" Lat. 42°30'20" | A 1 | Gravas, bolos o bloques con arena | En la llanura aluvial del río Cinca, con accesos muy buenos desde Escalona y en área muy bien comunicada. |

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

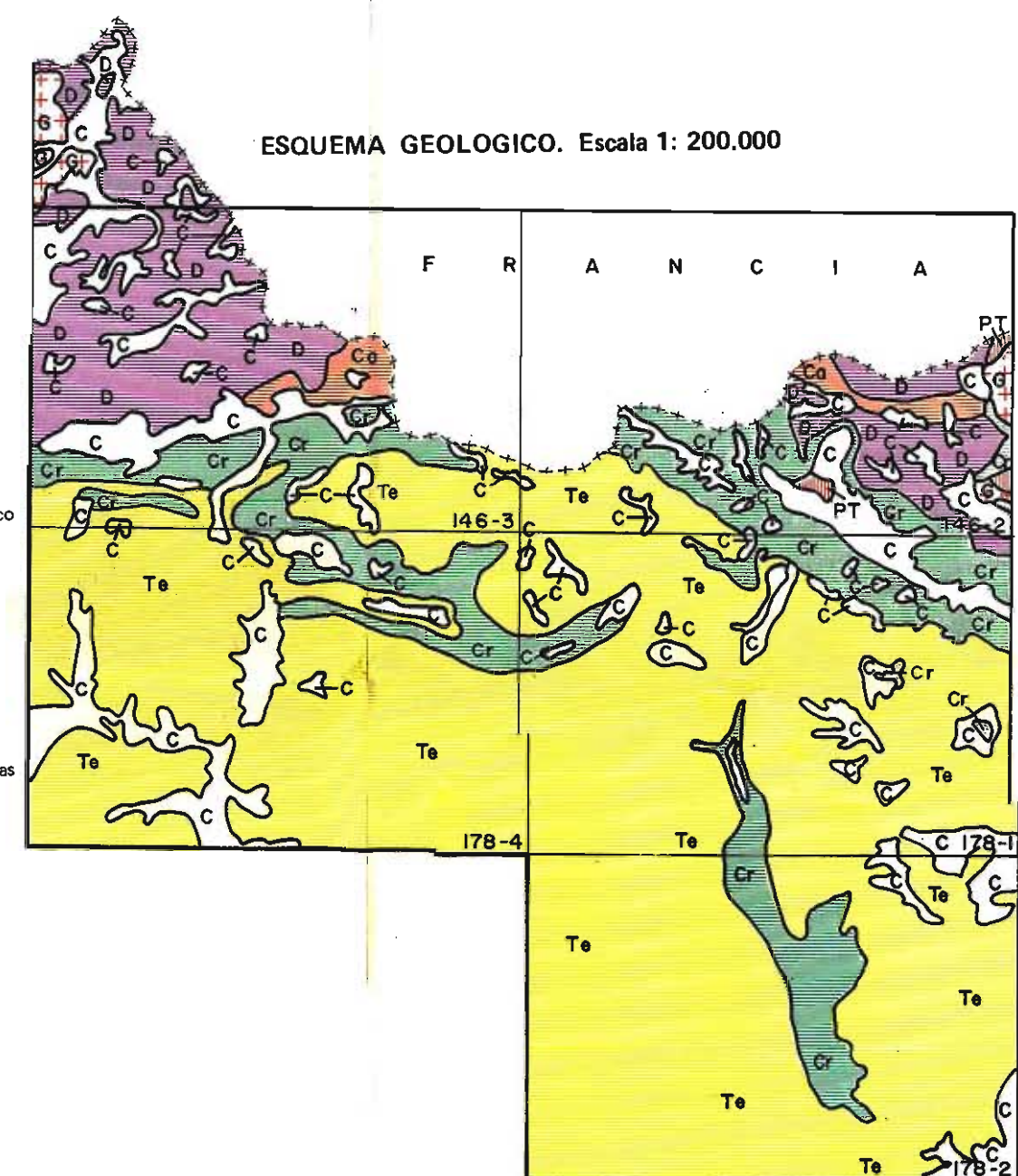
CUADRO RESUMEN DE YACIMIENTOS GRANULARES (Continuación)

| SIMBOLOS | Situación: Hoja y cuadrante M.T.N. 1:50.000 | Denominación grupo litológico en el mapa litológico estructural | Tipo de Roca | Accesos |
|----------|---|---|-----------------------------------|--|
| 27 | 178—1 Long. 3°47'35" Lat. 42°39'50" | A 1 | Gravas, bolos o bloques con arena | A unos 9 Km. al oeste de Bielsa, con accesos buenos por la carretera local de Bielsa al Parador Nacional de La Pineta. |
| 28 | 178—4 Long. 3°33'55" Lat. 42°35'25" | A 1 | Gravas, bolos o bloques con arena | En las proximidades de Oto y Broto con accesos muy buenos desde vías de 2º orden. |

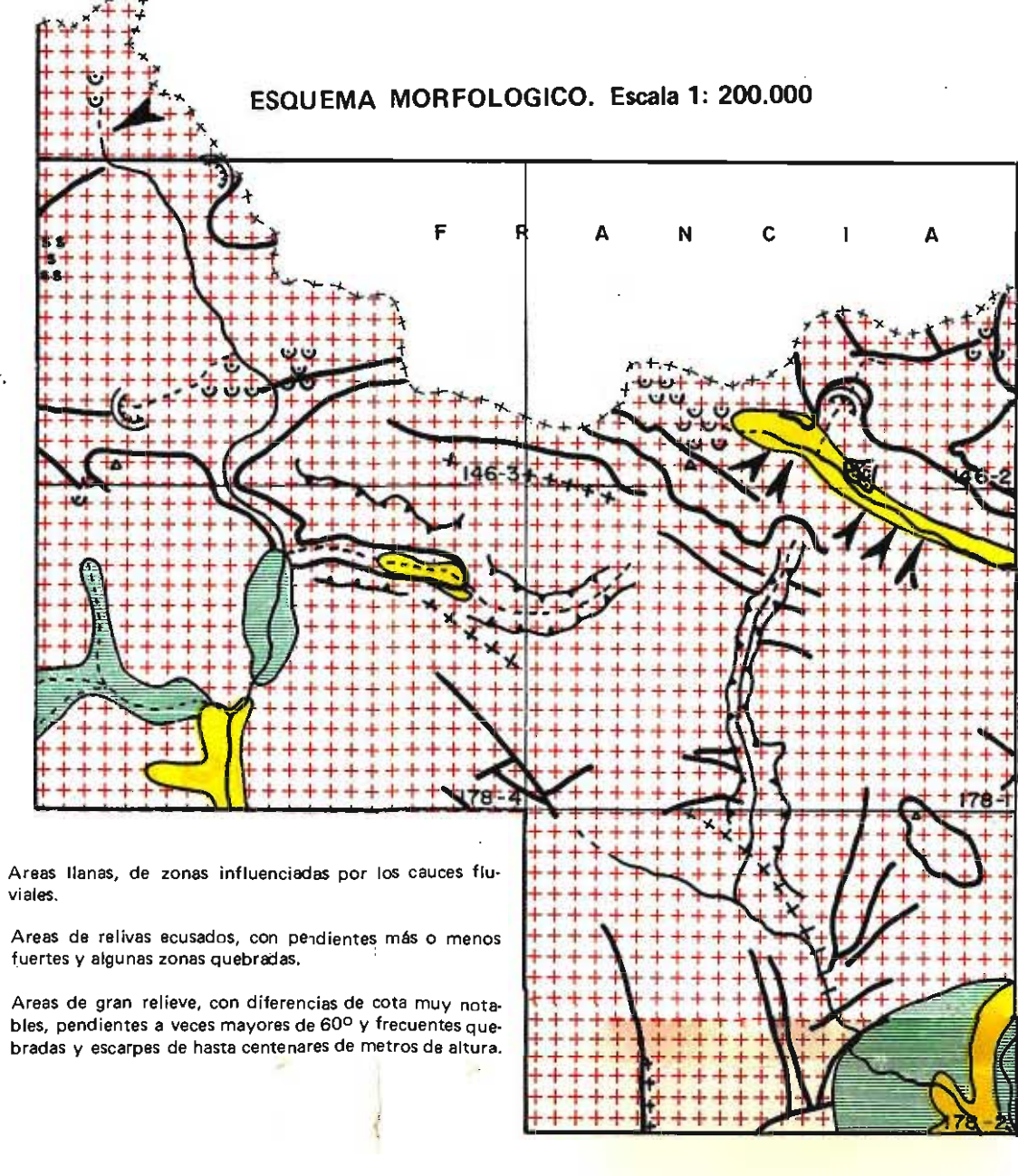
6. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- CHOUCROUNE, P.; MARTINEZ, C.; SEGURET, M. y MATTAUER, M. 1968 a.— Sur l'extension, le style et l'age de la mise en place de la nappe de Gavarnie. C.R. Acad. Sc. Paris. T. 266, pp. 1360—1363.
- CHAUROUNE, P.; SEGURET, M. y MATTAUER, M. 1968 b.— Sur quelques caractères géométriques de la nappe de Gavarnie. C.R. Acad. Sc. Paris. T. 267, pp. 2089—2091.
- GARRIDO—MEGIAS, A. y RIOS ARAGUES L.M. 1972.— Síntesis geológica del Secundario y Terciario entre los ríos Cinca y Segre. (Pirineo Central de la vertiente sur pirenaica, provincias de Huesca y Lérida). Bol. Geol. Min. Esp. T. LXXXIII, pp. 1—47.
- HAAF, E.; VOO, R. Van der y WENSINK, H. 1971.— The S. External Pyrenees of Huesca. Geol. Rundschau, V. 60, núm. 3, pp. 996—1009.
- I.G.M.E.— Mapa Geológico de España E. 1:200.000. Hoja núm. 23 (Huesca).
- I.G.M.E.— Mapa Geológico de España E. 1:200.000. Hoja núm. 14 (Viella).
- MEY, P.H. 1968.— Geology of the upper Ribagorzana and Tor Valleys Central Pirinees, Spain. Leidse Geol. Medel, V. 41, pp. 229—292.
- M.O.P. 1972.— Estudio Previo de Terrenos. Enlace preferente Zaragoza—Pirineos. Tramo: Yebra de Basa—Sallónt de Gállego. 81 págs.
- M.O.P. 1974.— Estudio Previo de Terrenos. Plan Pirineos. Tramo: Campo—Isona. Estudio 74/7.
- MUNHERA, J.M. 1969.— Mapa de las zonas sísmicas generalizadas de la Península Ibérica. Instituto Geográfico y Catastral. 85 págs.
- NORMA SISMORRESISTENTE. P.D.S. 1 (1974).— Boletín Oficial del Estado, núm. 279, pp. 23.585—23.601.
- RIOS ARAGUES, L.M. 1977.— El paso Devoniano—Carbonífero y las atribuciones erróneas al Carbonífero en los ríos Esera y Baliera, provincia de Huesca. Bol. Geol. Min. Esp. T. LXXXVIII—IV, pp. 300—305.
- SEGURET, M. 1967.— Mise en évidence sur le versant sud des Pyrénées centrales d'une nappe a matériel crétacé déversé au Sud: La nappe du Cotiella. C.R. Acad. Sc. Paris. T. 256, pp. 1448—1451.
- SOLER SAMPERE, M. y PUIGDEFABREGAS TOMAS, C. 1970.— Líneas generales de la geología del alto Aragón Occidental. Rev. Pirineos, núm. 96, pp. 5—20.
- SOLER SAMPERE, M. y GARRIDO MEGIAS, A. 1970.— La terminación occidental del manto de Cotiella. Rev. Pirineos, núm. 98, pp. 5—15.
- WENNEKERS, J.H.N. 1968.— The geology of the Esera valley and the Lys — Caillauas. Massif Central Pyrenees, Spain - France. Leid. Geol. Medel. Deel, 41.

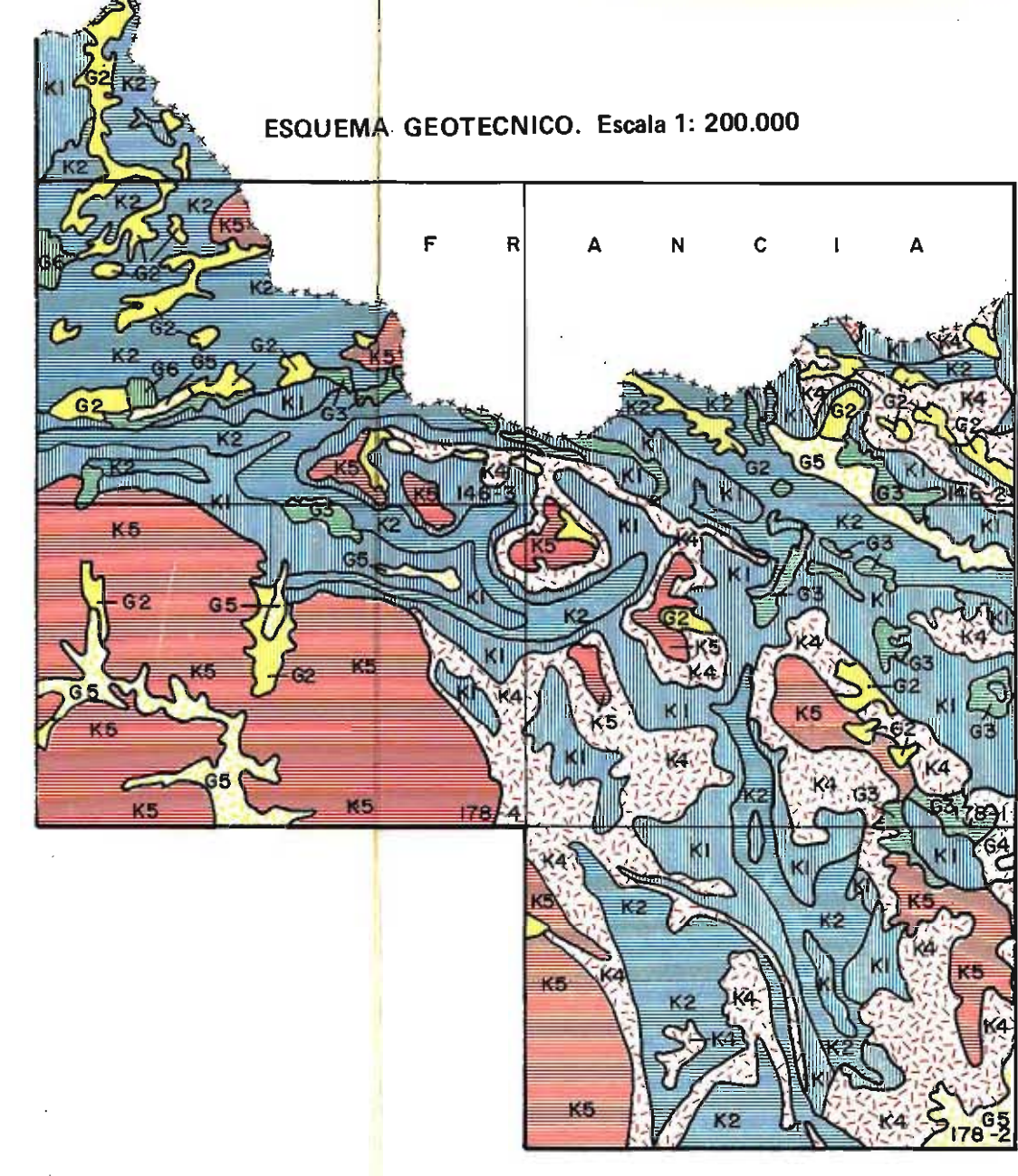
MAPA LITOLOGICO ESTRUCTURAL Escala 1:50.000



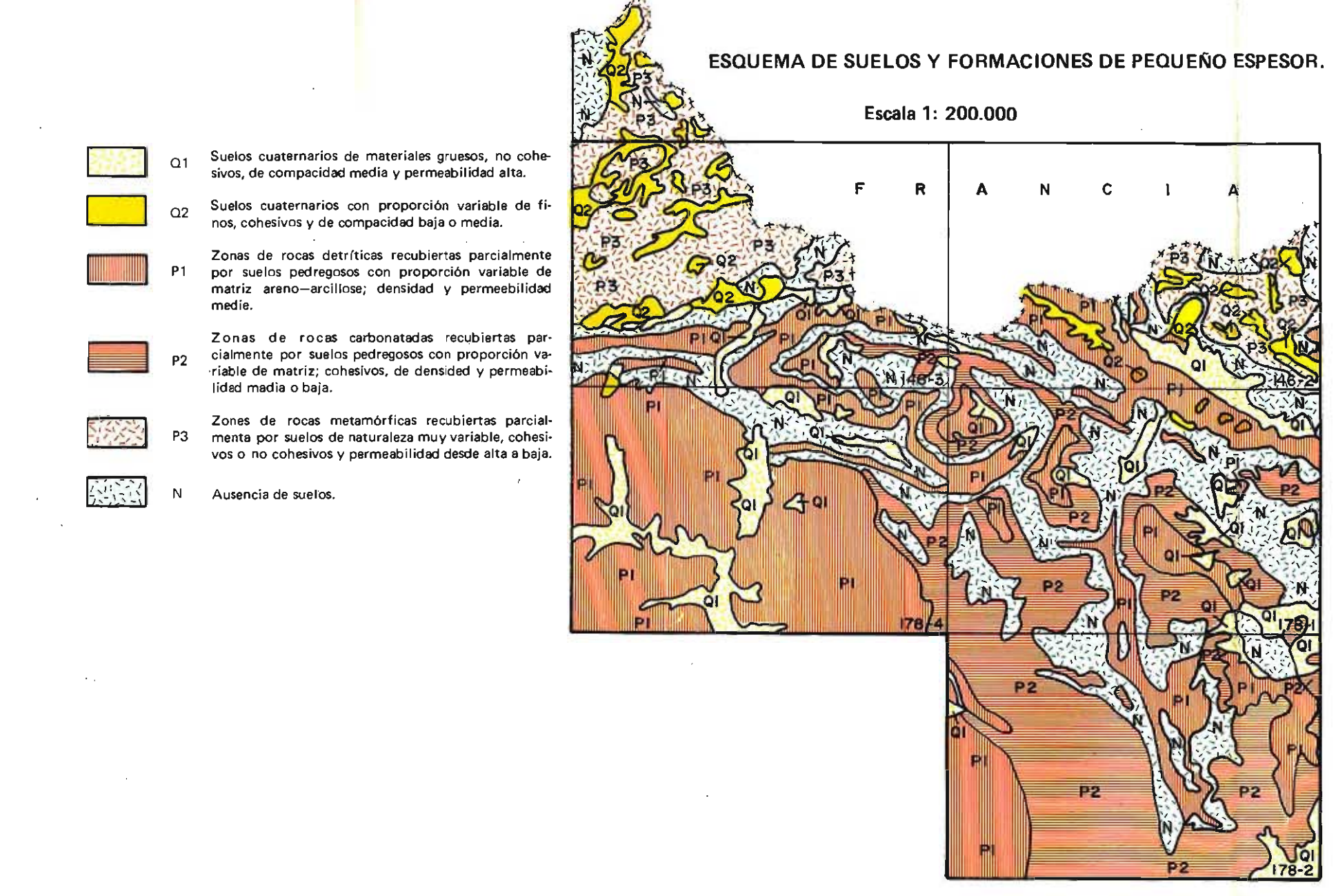
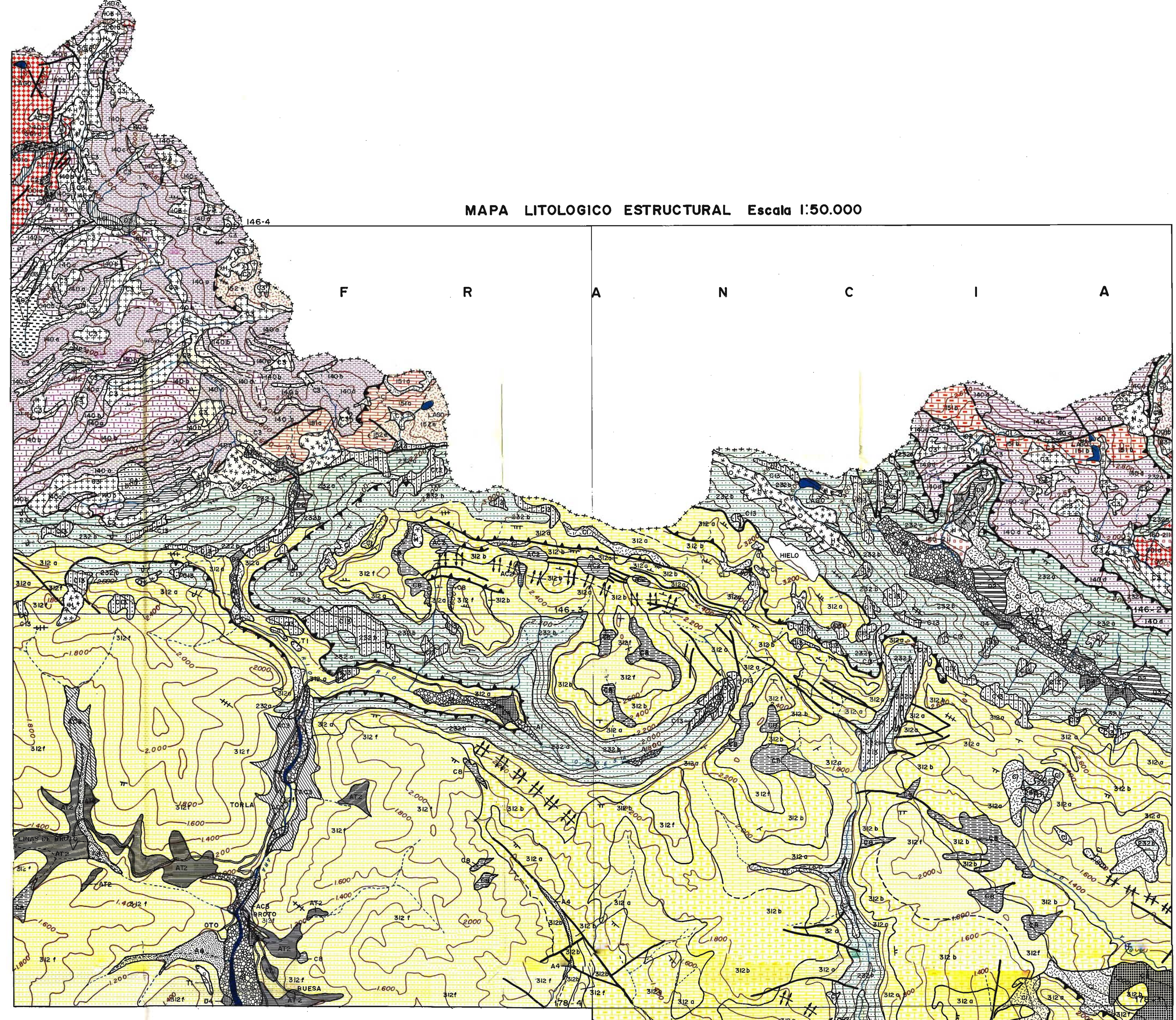
- C Cuaternario
- T₃ Terciario
- Cr Cretácico
- PT Permo-Triásico
- C₂ Carbonífero
- D Devónico
- G Rocas intrusivas



- SIMBOLOS**
- +++ Anticlinal simétrico.
 - +++ Anticlinal asimétrico.
 - Fallas y cabalgamientos.
 - Contador de soifluación pelticula.
 - Conos de aludes.
 - Cono de deyección.
 - Cornisa mayor de 50 m.
 - Cima aguda.
 - Curvo fluvial permeo.
 - Curvo temporal.
 - Circo glaciar.
 - Morrena.
 - Áreas llanas, de zonas influenciadas por los cursos fluviales.
 - Áreas de relieves acuosos, con pendientes más o menos fuertes y algunas zonas cuaternarias.
 - Áreas de gran relieve, con diferencias de cota muy acusadas, pendientes a veces mayores de 60° y frecuentes quebradas y escarpes de hasta centenares de metros de altura.



- G2 Suelos detriticos irregularmente graduados, de cohesión baja o media, compresibilidad baja y plasticidad baja o media.
- G3 Depósitos de ledrera tipo pedregal, frecuentemente en equilibrio natural estatico.
- G4 Suelos irregularmente cementados, duros, localmente inestables por erosión.
- G5 Suelos clásticos bien graduados, no cohesivos, de compresibilidad media y plasticidad nula.
- G6 Suelos detriticos irregularmente graduados, de cohesión media, plasticidad media y con problemas de deslizamiento.
- K1 Formaciones sin problemas geotécnicos, duras, con frecuencia esquistadas como canchales.
- K2 Formaciones con ligeros problemas geotécnicos.
- K3 Formaciones con ligeros problemas de alterabilidad y erosibilidad.
- K5 Formaciones con ligeros problemas de desprendimiento y/o deslizamiento.



- G1 Suelos cuaternarios de masas gruesas, no cohesivos, de compresibilidad media y plasticidad nula.
- G2 Suelos cuaternarios con proporción variable de finos, cohesivos y de compresibilidad baja o media.
- P1 Zonas de rocas detriticas recubiertas parcialmente por suelos pedregales con proporción variable de finos, arenosillos, de densidad y permeabilidad media o alta.
- P2 Zonas de rocas carbonatadas recubiertas parcialmente por suelos pedregales con proporción variable de finos, arenosillos, de densidad y permeabilidad media o alta.
- P3 Zonas de rocas metamórficas recubiertas parcialmente por suelos de naturaleza muy variable, cohesivos o no cohesivos y permeabilidad desde alta a baja.
- N Ausencia de suelos.

