



estudio
previo
de
terrenos



enlace preferente
Zaragoza - Pirineos

TRAMO : YEBRA DE BASA-SALLENT DE GALLEGO

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

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

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

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

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

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

M. O. P.

DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS Y CAMINOS VECINALES
SECCION DE GEOTECNIA Y PROSPECCIONES

ESTUDIO PREVIO DE TERRENOS

ENLACE PREFERENTE ZARAGOZA-PIRINEOS

TRAMO: YEBRA DE BASA-SALLENT DE GALLEGO

CUADRANTES:

145-1 y 2	SALLENT
177-1 y 2	BIESCAS
178-3	BROTO
210-1 y 2	YEBRA DE BASA
211-1 y 4	BOLTAÑA

FECHA DE EJECUCION: DICIEMBRE 1.972

INDICE

	Pág.
1. INTRODUCCION	3
2. CARACTERES GENERALES DEL TRAMO	5
2.1 GEOMORFOLOGIA Y TECTONICA	5
2.2 ESTRATIGRAFIA	8
3. ESTUDIO DE ZONAS	13
3.0 ZONAS DE ESTUDIO	13
3.1 ZONA 1: PIRINEO AXIAL	13
3.1.1 GEOMORFOLOGIA Y TECTONICA	13
3.1.2 COLUMNA ESTRATIGRAFICA	14
3.1.3 GRUPOS GEOTECNICOS	16
3.1.4 RESUMEN DE PROBLEMAS GEOTECNICOS QUE PRESENTA LA ZONA	31
3.2 ZONA 2: CADENA MONTAÑOSA DE SIERRA TENDEÑERA	34
3.2.1 GEOMORFOLOGIA Y TECTONICA	34
3.2.2 COLUMNA ESTRATIGRAFICA	35
3.2.3 GRUPOS GEOTECNICOS	36
3.2.4 RESUMEN DE PROBLEMAS GEOTECNICOS QUE PRESENTA LA ZONA	41
3.3 ZONA 3: ZONA MONTAÑOSA BIESCAS-CAMPODARBE	43
3.3.1 GEOMORFOLOGIA Y TECTONICA	43
3.3.2 COLUMNA ESTRATIGRAFICA	44
3.3.3 GRUPOS GEOTECNICOS	45
3.3.4 RESUMEN DE PROBLEMAS GEOTECNICOS QUE PRESENTA LA ZONA	53
3.4 ZONA 4: DEPRESION SABIÑANIGO-BOLTAÑA	54
3.4.1 GEOMORFOLOGIA Y TECTONICA	54
3.4.2 COLUMNA ESTRATIGRAFICA	55
3.4.3 GRUPOS GEOTECNICOS	57
3.4.4 RESUMEN DE PROBLEMAS GEOTECNICOS QUE PRESENTA LA ZONA	71
4. CONCLUSIONES GEOTECNICAS	75
4.1 RESUMEN DE LOS PRINCIPALES PROBLEMAS GEOTECNICOS	75
4.2 POSIBLES TRAZADOS DE CARRETERA	77
5. ESTUDIO DE YACIMIENTOS	79
5.1 CANTERAS	79
5.2 GRAVERAS	79
5.3 PRESTAMOS	80
5.4 YACIMIENTOS QUE SE DEBERAN ESTUDIAR CON DETALLE	80
6. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA	81

1. INTRODUCCION

El presente estudio previo de terrenos correspondiente al tramo Yebra de Basa—Sallent de Gállego (Enlace preferente Zaragoza—Pirineos), ha sido realizado por la Sociedad Geotecnia y Cimientos, S.A., bajo la supervisión de la Sección de Geotecnia y Prospecciones de la Dirección General de Carreteras.

Este estudio, comprende los siguientes cuadrantes de las Hojas del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:50.000:

Hoja número 145 Sallent de Gállego: Cuadrantes 1 y 2
Hoja número 177 Biescas: Cuadrantes 1 y 2
Hoja número 178 Broto: Cuadrante 3
Hoja número 210 Yebra de Basa: Cuadrantes 1 y 2
Hoja número 211 Boltaña: Cuadrantes 1 y 4

Los trabajos de campo realizados se han recogido sobre Superponibles de fotoplanos a escala 1:25.000, a partir de los cuales y por medio de reducciones fotográficas, se ha confeccionado un mapa litológico estructural de conjunto, a escala 1:50.000, con base topográfica a la misma escala, proporcionada por el Instituto Geográfico y Catastral. Finalmente para completar este estudio se presentan a escala 1:200.000, tres esquemas: geológico, geotécnico y de suelos y formaciones de pequeño espesor con sus leyendas correspondientes.

Los símbolos empleados en este trabajo, son los publicados en la Hoja de Símbolos y Signos dados para la cartografía por la Dirección General de Carreteras en Enero de 1.970.

Acompañan también al estudio un superponible y una hoja de gráficos de cada uno de los cuadrantes de que consta el tramo.

La presente memoria consta de una serie de apartados que se inician con unos caracteres generales del tramo desde el punto de vista geomorfológico, tectónico y estratigráfico. A continuación se detallan las zonas en que ha sido dividido el tramo en cuestión, para terminar con las conclusiones geotécnicas correspondientes y posibles trazados de carretera. Se incluye también un estudio de yacimientos consistente en una recopilación de canteras, graveras y préstamos, así como las recomendaciones sobre los yacimientos que deberán de ser estudiados con detalle.

El personal que ha supervisado y realizado el presente estudio ha sido el siguiente:

DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS — Sección de Geotecnia y Prospecciones

- Antonio Alcaide Pérez Dr. Ing. de Caminos, Canales y Puertos
- José Antonio Hinojosa Cabrera Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
- M^a Concepción Bonet Muñoz Dra. en Ciencias Geológicas

GEOTECNIA Y CIMIENTOS, S.A.

- José M^a Sanz Saracho Dr. Ing. de Caminos, Canales y Puertos
- Tomás Sanz Hdez—Sampelayo Dr. Ingeniero de Minas

2. CARACTERES GENERALES DEL TRAMO

2.1 GEOMORFOLOGIA Y TECTONICA

El tramo en cuestión, está constituido por terrenos graníticos, metamórficos y sedimentarios. Estos últimos abarcan representaciones de Paleozoico, Cretácico, Terciario y Cuaternario. Existe pues, una importante laguna estratigráfica en los afloramientos correspondientes a los tramos triásicos y jurásicos.

Geomorfológicamente, la región se puede subdividir sucesivamente en áreas de características semejantes, hasta llegar a la división en zonas, que expondremos en el apartado número 3.

En primer lugar se hace una gran división en cuencas del río Gállego y Valles de los ríos Ara y Cinca.

Los cursos de estos ríos hacen relativamente accesibles las zonas montañosas más septentrionales del tramo, debido a la acción erosiva de sus aguas, consiguiéndose así prácticamente las únicas vías de penetración en el Pirineo Axial.

El río Gállego (trazado Norte—Sur), desde su nacimiento en la frontera con Francia (El Portalé), recorre una serie de tramos de diferentes características geomorfológicas, debidas a las condiciones geotécnicas de los terrenos atravesados e incluso a las edades geológicas de los mismos.

Estos tramos corresponden de Norte a Sur, en primer lugar, a la cabecera del propio río Gállego, que es la zona más montañosa de nuestro tramo con alturas de algo más de 3.000 m. A continuación, siguiendo el curso de dicho río y aproximadamente desde la confluencia con el río Caldarés, que hace accesible el balneario de Panticosa, se abre el Valle de Tena, también muy montañoso con alturas considerables, aunque menos que la zona que acabamos de describir. Por último, aguas abajo se abre el gran Valle que denominamos Biescas—Sabiñánigo, separado de los anteriores por la alineación montañosa denominada Sierra Tendeñera, de dirección aproximada ONO—ESE. Dicho Valle puede dividirse a su vez, siempre geomorfológicamente, primero en una zona montañosa o divisoria con el río Ara y segundo, hacia el sur, en un valle más extenso formado por las cuencas de los ríos Aurín, Basa y Guarga, todos ellos afluentes del Gállego.

El Valle del río Ara (segunda gran división general), comprende los siguientes tramos: Valle de Ordesa, que queda fuera de nuestros límites de estudio, Valle de Broto—Fiscal y finalmente la Sierra de Galardón, que merece mención aparte por presentar unas alturas considerables y por tanto una división geomorfológica.

Finalmente, el Valle del río Cinca, en el límite Este de la zona de estudio, da lugar por un lado, a una extensa llanura en la que se encuentran situados los pueblos de Boltaña y Ainsa y por otro se encuentra la estructura de Campodarbe, con direcciones N—S y alturas considerables, a través de la cual se ha abierto camino el río Ara, dando lugar a un estrecho cañón.

Existen además unos fenómenos particulares debidos a las condiciones climatológicas de la región más septentrional, ocupada la mayor parte del año por las nieves y que al presentar grandes alturas se producen o se han producido fenómenos de tipo glaciárico, en los que los más antiguos, han dejado restos de morrenas que ocupan extensiones a veces importantes y situadas a distancias muy alejadas de los focos de formación, lo que da una idea de su importancia.

A estos restos de morrenas, bastante abundantes, en cualquiera de las zonas en que se ha dividido el tramo, se le ha dedicado un grupo geotécnico por la importancia negativa que puede tener en la construcción de una carretera.

Hasta aquí hemos descrito la zona de estudio, presentándola en unidades geomorfológicas, atendiendo a sus condiciones topográficas, relieves, resistencia y comportamiento a la erosión, etc. A continuación vamos a tratarla desde el punto de vista geológico, comprobando una estrecha relación entre las edades de los diferentes terrenos y sus condiciones geotécnicas.

En efecto, la zona Norte de la cuenca del río Gállego, en los tramos que hemos denominado cabecera del río Gállego y Valle de Tena, está constituida por terrenos paleozoicos, única representación de esta edad, en el tramo constituido principalmente por Devónico y unos pequeños afloramientos de Silúrico y Carbonífero. Existen también en este tramo dos importantes asomos de tipo granítico en las zonas de Balaitus hacia el Noroeste y Panticosa hacia el Noroeste y, que por su extensión y sus características topográficas, así como condiciones de resistencia, dureza, etc, han dado lugar lógicamente a un grupo geotécnico que describiremos más tarde.

Por otro lado los grandes relieves de hasta 3.000 m. han provocado precipitaciones acuosas y nieves perpetuas en algunos reductos, con la consiguiente formación de glaciares antiguos o modernos, que imprimen a la zona una característica común, además de las ya descritas. Todo lo cual nos hace agrupar este conjunto, como una zona de estudio denominada "Zona 1" o Pirineo Axial.

La Sierra Tendeñera, con su alineación montañosa que destaca claramente en el relieve, como ya indicamos anteriormente, está constituida por terrenos de edad cretácica con bastante homogeneidad. Esta circunstancia nos hace adoptarla como segunda zona de estudio, que denominamos Sierra Tendeñera.

Al Sur de esta Sierra y a partir de ella, los terrenos que encontramos en toda la cuenca del río Gállego, así como su equivalente al Sur de la zona montañosa de Ordesa (fuera de nuestros límites), y que hemos denominado Valle del río Ara y Valle del río Cinca, están constituidas única y exclusivamente por sedimentos terciarios con facies margo-areniscosas en general, no muy diferentes unas de otras. Por consiguiente todas estas áreas podrían ser agrupables como zona de estudio desde el punto de vista geológico. Sin embargo, las características topográficas nos han hecho subdividir o agrupar ciertos tramos en dos zonas más de estudio. En efecto, agrupamos por sus condiciones de tipo más montañoso, el tramo norte del valle Biescas-Sabiñánigo, a partir aproximadamente del pueblo de Senegüé, continuando hacia el Este la divisoria con el río Ara, para penetrar en el Valle de Broto-Fiscal, terminando con la estructura de Campodarbe o la alineación montañosa que de Norte a Sur cruza el río Ara.

A toda esta extensión se la ha denominado Zona núm. 3, para nuestro estudio o zona montañosa Biescas-Campodarbe.

La última zona considerada (4) es la depresión Sabiñánigo-Boltaña, integrada por una serie de valles de erosión más o menos alineados en dirección NO-SE, en diferentes cuencas. Así en Boltaña los ríos Ara y Cinca, en Sabiñánigo el río Gállego e incluso hacia el Oeste, en Jaca, el río Aragón. Estos valles han sido abiertos por los citados ríos, al encontrarse con terrenos fundamentalmente margosos, de baja resistencia al poder erosivo de sus aguas. Los relieves topográficos a veces considerables, que constituyen las divisorias de estas cuencas, no hacen perder el carácter

principal de "depressiones o valles de erosión", bajo el cual se han agrupado para su estudio.

Desde el punto de vista tectónico, el tramo presenta diversas estructuras y accidentes, algunos de gran importancia como corresponde a los fuertes plegamientos a que estuvieron sometidos estos terrenos en la época Alpina y, que dieron como consecuencia la formación del actual sistema Pirenaico. Por otro lado la plasticidad y adaptabilidad de ciertos materiales, como son las pizarras, las capas esquistosas, margas, arcillas, etc, han dado lugar durante los movimientos principales a una serie de replegamientos secundarios a veces muy forzados y ocupando grandes extensiones. En definitiva, se trata de la superposición de dos tectónicas que complican enormemente la disposición de las capas en toda la región, haciendo a menudo muy difícil la interpretación geológica.

Entre los principales accidentes o estructuras originados por los fuertes plegamientos a que han estado sometidas las diferentes capas que componen la zona, conviene destacar los siguientes:

a) Gran Anticlinorio al Norte que forma la Zona 1, en terrenos paleozoicos, con fuertes replegamientos secundarios y cuyo flanco Sur, que es precisamente la Zona 2 o alineación montañosa de la Sierra Tendeñera, está volcado, limitando con ella por medio de una gran falla, mientras que al Norte el flanco de este gran anticlinorio, ha sido prácticamente erosionado no quedando más que un pequeño testigo hacia el pico Balaitus.

b) Cabalgamiento del Valle de Biescas—Sabiñánigo, cuya traza pasa inmediatamente al Norte del pueblo de Senegüé, en el cual las "margas azules" de edad luteciense, quedan por debajo del flysch eoceno inferior. Este fenómeno se ve claramente en la margen izquierda del río Gállego, aproximadamente al Sur del pueblo de Larrede. El cabalgamiento, de grandes dimensiones y de dirección aproximada NO—SE, atraviesa todo el tramo para terminar hacia el Este, algo más allá del pueblo de Fiscal. Este accidente se ha utilizado para limitar las Zonas 3 y 4, en la mayor parte del recorrido.

c) Anticlinal de Campodarbe, al Oeste de Boltaña y que presenta unas direcciones anormales de N—S, en contraposición a la dirección general de las capas que es la dirección NO—SE antes citada. Se trata de un anticlinal asimétrico en el que el flanco Oeste, limita con las "margas azules" del valle de Fiscal, por medio de un contacto por falla. Dicho flanco, se presenta con fuertes inclinaciones mientras que los buzamientos del flanco Este son muy suaves, circunstancia, que ha producido una laminación de las capas margosas intercaladas. Este plegamiento anticlinal, se continúa en profundidad, habiéndose comprobado durante la perforación de un sondeo realizado por la Compañía Ciepsa, cómo el flanco Oeste forma un pliegue en rodilla, de forma que la serie en profundidad tiende a repetirse.

d) Gran sinclinal con buzamientos relativamente suaves y que hemos denominado sinclinal de Boltaña con el eje en dirección igualmente N—S.

e) En la "Zona 4", ocupando prácticamente la divisoria entre los ríos Gállego y Ara, existe un gran sinclinal (cuyo núcleo está formado por conglomerados oligocenos) con una dirección normal NO—SE y que da lugar a unas alturas relativamente importantes, que forman la Sierra denominada del Galardón. Hacia el Sur de este sinclinal comienza un anticlinal de grandes dimensiones con flancos bastante tendidos, cuyo eje es paralelo al sinclinal de Galardón.

f) En la zona montañosa del Valle de Biescas, denominada "Zona 3", se presentan unos

plegamientos a veces muy cerrados aunque locales, pues regionalmente presenta unas ondulaciones con tendencia al Norte, circunstancia ésta que en el terciario del tramo se repite, siendo una posición normalmente volcada.

2.2 ESTRATIGRAFIA

Como ya indicamos en la introducción, el tramo de estudio contiene materiales pertenecientes a edades del Terciario, Oligoceno a Eoceno, Secundario, Cretácico y Paleozoico, además de los cuaternarios tipo terrazas, rellenos, etc, todo ello de naturaleza sedimentaria.

Además existen unos batolitos, de tipo granodiorítico, como única representación no sedimentaria.

Finalmente, por metamorfismo de contacto con dichos batolitos, existe una aureola metamórfica con los materiales propios de esta transformación.

A continuación vamos a describir los diferentes terrenos y edades que aparecen en el tramo, comenzando por el más antiguo y refiriéndose en principio a los terrenos sedimentarios.

El terreno más antiguo que aflora es una representación de edad silúrica. Se trata de unas pizarras finamente estratificadas con intercalaciones de calizas carbonosas, que aparecen en los núcleos de los repliegues secundarios a que hacíamos alusión anteriormente. Estos afloramientos muy reducidos los hemos encontrado únicamente en las proximidades del pueblo de Hoz de Jaca, cerca del Ibón de los Asnos, con cotas de unos 2.200 m.

El siguiente nivel, cronológicamente, es el Devónico que comienza con una serie de pizarras en la base, a continuación siguen unos tramos de calizas con "espirifer" en estrechos niveles a veces de tipo lentejón, para continuar hacia arriba con un conjunto de pizarras ocre silíceas, con intercalaciones de calizas y finalmente coronan la serie unas calizas recristalizadas blancas de tipo mármoleo. En el tramo, este piso ocupa una gran extensión que es casi la totalidad de la "Zona 1"; debido a la tectónica tan complicada presenta una serie de repliegues muy acusados, que más tarde se han deformado por la erosión, lo que hace muy difícil distinguir los tres niveles descritos, por lo que se han cartografiado juntos los niveles inferiores, es decir, las pizarras del tramo más bajo con las calizas de tipo lentejón más el conjunto de pizarras silíceas ocre con calizas, todo ello de edad devónica inferior a medio, y por último, las calizas recristalizadas de tipo mármoleo, pertenecientes al Devónico superior.

La última representación de edad paleozoica pertenece al Carbonífero y está compuesta en la base por unos tramos de calizas, y una alternancia de pizarras silíceas algo carbonosas y grauwackas en finos lechos. Este piso presenta una ligera discordancia con los inferiores Devónico y Silúrico. Los afloramientos de edad carbonífera ocupan la zona Norte y aparecen en forma de banda, bordeando los grandes asomos batolíticos de granitos que hemos denominado de Balaitus y de Panticosa.

Por encima del Paleozoico ya descrito, existe una gran laguna estratigráfica que debía estar ocupada por el Permotrás y Jurásico completo, además del Cretácico inferior y medio. Al Oeste existen afloramientos del Permotrás, cuya máxima representación se sitúa en la zona de Canfranc-Candanchú y que va acunándose progresivamente hasta desaparecer al Oeste del tramo.

Por consiguiente, por encima del Paleozoico aparece el Cretácico superior, limitado por una gran falla, y que ocupa toda la alineación montañosa denominada de Sierra Tendeñera. Este Cretácico comienza por una serie de bancos alternantes de calizas y calizas dolomíticas, de edad Santoniense, para continuar por una alternancia de calizas areniscosas y calizas margosas con intercalaciones de niveles dolomíticos, atribuibles al Campaniense y Maestrichtense, siendo muy difícil la separación entre ambos, sobre todo su cartografía a la escala del estudio. En el terreno, el Campaniense presenta unos colores más rojizos que el Maestrichtense; éste a su vez se caracteriza por su carácter areniscoso.

Finalmente, coronando este Cretácico, aparecen unas calizas con intercalaciones de bancos de caliza areniscosa con presencia de dolomías de color blanco con gran abundancia de fósiles como alveolinas, nummulites y cuya edad va desde el Cretácico superior en transición al Terciario, que hemos denominado Dano—montiense.

A continuación, el Eoceno inferior aparece bien representado con una facies flysch que ocupa grandes extensiones. Aflora inmediatamente al Sur de Sierra Tendeñera, para irse hundiendo más o menos homogéneamente o a base de endentaciones debajo de las “margas azules”.

Ya indicamos que este contacto con las “margas azules”, en una gran extensión del tramo, se produce según un gran cabalgamiento sobre dichas margas. Esta facies flysch, está compuesta por unas alternancias regulares de margas, areniscas y calizas areniscosas en finos estratos, a veces muy plegados, según las zonas de mayor presencia de materiales plásticos, en oposición a las areniscas o calizas areniscosas más rígidas y por tanto presentando mayor resistencia a los plegamientos.

Hacia el Oeste esta facies se enriquece en calizas, presentando a veces unos bancos claramente resaltados en el relieve y fácilmente cartografiables, circunstancia que se produce fuera de nuestros límites.

Hacia el Este, esta facies también sufre un cambio lateral de grandes proporciones en los materiales que le componen, pasando a unas alternancias regulares en bancos potentes de calizas, margas y calizas areniscosas. Este cambio lateral, tiene su mayor representación en el anticlinal o estructura que hemos denominado de Campodarbe. La edad abarca, por supuesto, gran parte del Eoceno inferior, pero este cambio lateral afecta a niveles más inferiores como las calizas de alveolinas, que anteriormente hemos denominado Dano—montiense en transición Cretácico—Terciario.

Ascendiendo en la serie encontramos el Eoceno medio, representado por unas “margas azules” con intercalaciones de finos lechos areniscosos. Más arriba existe en la mayor parte de la región, unas margas compactas calcáreo areniscosas con presencia de mica, que corresponden a la denominación de maciño, que separan este nivel de otras margas azules cuya única diferencia estriba en la presencia de lechos areniscosos. A veces, los maciños desaparecen por acuñamiento, entrando en contacto ambos niveles de margas, circunstancia que no permite su separación y que por consiguiente, han sido cartografiadas conjuntamente, bajo la denominación genérica de margas azules.

Estos dos últimos tramos de margas azules y maciños, son atribuibles al Eoceno medio—superior.

A continuación y en transición, entre el Eoceno y el Oligoceno encontramos una facies no

siempre representada, consistente en una alternancia irregular de areniscas y margas color ocre. El tipo de facies nos inclina a situarlo más hacia el Oligoceno que al Eoceno. Existen en el tramo varios afloramientos de esta facies, como ocurre al Nordeste de Fiscal en donde aparece una banda bastante homogénea que ocupa el Sur de Sabiñánigo y en general la margen izquierda del río Basa, y en el sinclinal de Sierra Galardón.

Por último, el piso más moderno existente en el tramo, aparte naturalmente del Cuaternario, es el Oligoceno, que comienza en la base con una facies de color roja que podríamos denominar normal, consistente en alternancias irregulares de arcillas, margas y areniscas, bastante bien representadas en el tramo, y que hacia el Oeste, fuera ya él adquieren unas tonalidades blancuzcas, por cambio lateral, al tener mayor presencia de niveles calcáreos, prácticamente inexistentes en el tramo.

A veces, los niveles de areniscas, presentan cambios laterales a conglomerados menudos, que en diversos puntos se confunden con el nivel superior de conglomerado franco, hasta el punto de considerarlo algunos autores como verdadero cambio lateral y no como nivel superior. En el tramo, la representación oligocena más clara, aparece en el sinclinal de la Sierra Galardón, cuyo núcleo está ocupado por estos conglomerados por lo que nos inclinamos a considerarlo como un nivel superior independientemente de la existencia de dichos cambios laterales. Estos conglomerados, a veces de elementos de gran tamaño, son siempre silíceos englobados por una matriz de arenisca calcárea.

En la margen izquierda del río Basa, aparece otra vez este Oligoceno en una serie monótona sin apenas representación conglomerática.

Por último, y dentro de los terrenos sedimentarios, encontramos el Cuaternario con diferentes representaciones entre las cuales, las más importantes corresponden a aluviales y terrazas de los ríos Gállego, Ara, Cinca y Aurín, por concentraciones de derrubios más o menos importantes, que por meteorizaciones de las formaciones inferiores y arrastrados por aguas de escorrentía, rellenan depresiones de erosión.

Se incluyen en el Cuaternario las morrenas de origen glaciar y que en el tramo tienen importancia por su presencia bastante numerosa y que al haber recorrido distancias verdaderamente considerables, dan una idea de la importancia que estos arrastres glaciáricos tuvieron en su día. Entre las morrenas fósiles más importantes, nombraremos las morrenas de Bubal, Santa Elena y Senegüé, todas ellas en la cuenca del río Gállego. Existen otras de difícil cartografía por su enmascaramiento con los derrubios de ladera, pero que indudablemente existieron, como las que se encuentran en la zona de Fiscal.

Otro tipo de cuaternario, es el denominado cono de deyección, formados por los aportes terrígenos arrastrados por las aguas torrenciales provenientes de las grandes alturas, los cuales al llegar al pie de las laderas se depositan, dando lugar a una especie de grandes lenguas más o menos colgadas. Están formados principalmente por materiales finos de tipo arcilloso y arenoso.

Aparte de los terrenos sedimentarios descritos, existen las representaciones graníticas correspondientes a un gran batolito que por sus dimensiones cobra gran importancia en el tramo. Se trata de un batolito de tipo granodiorita y cuarzodiorita con abundante epidoto y biotita, así como hornablenda y presencia de turmalina. Este gran batolito representado por dos asomos, como ya hemos dicho anteriormente el de Balaitus y el de Panticosa, contiene a su vez diques ácidos a

veces pagmatíticos de tipo riolita a dacita y que en general hemos denominado aplitas.

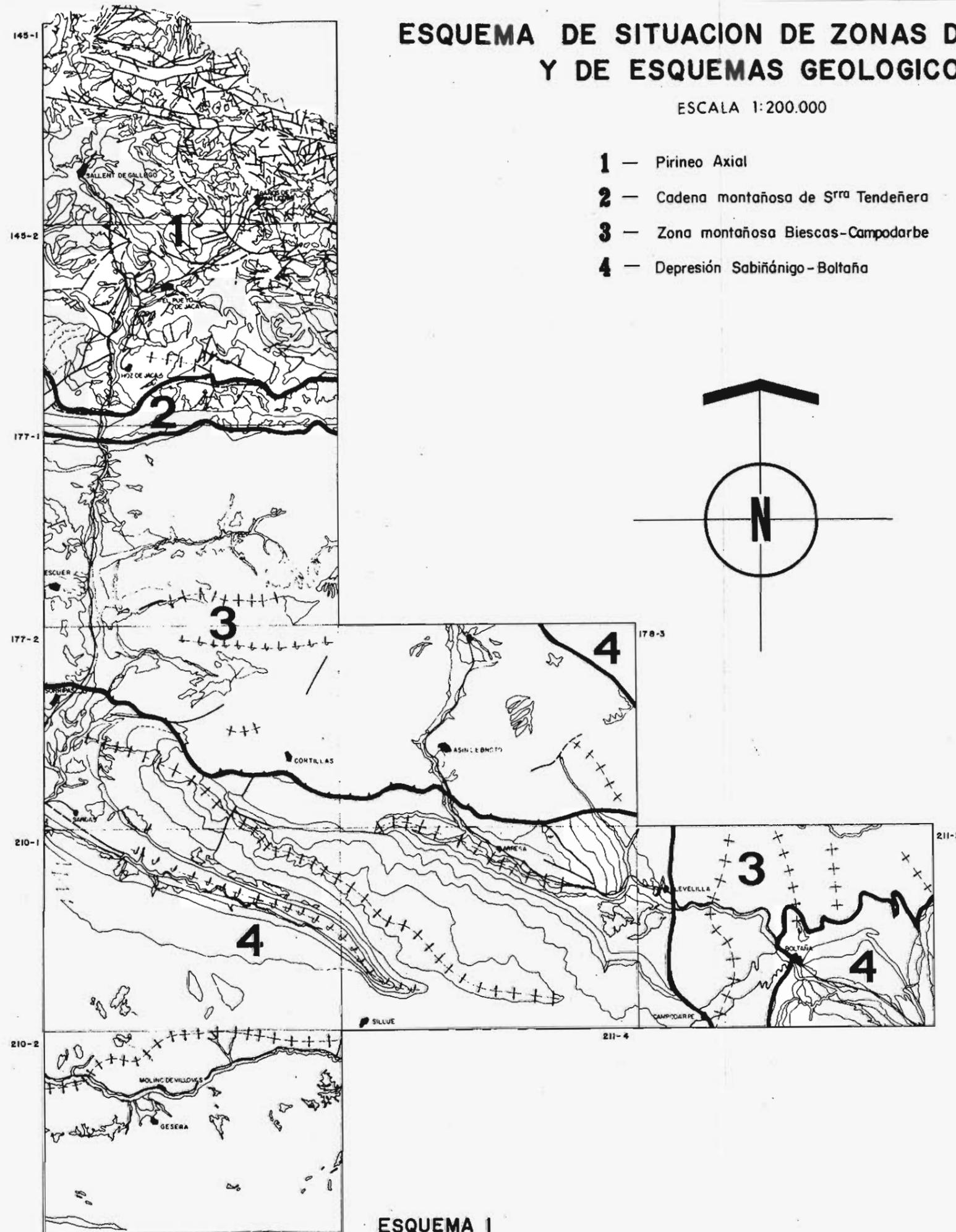
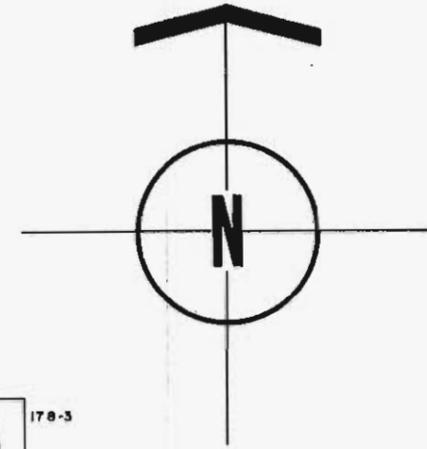
La edad de consolidación, de este batolito se sitúa probablemente entre el Carbonífero por medio del Precretácico, tiempo que corresponde a la fuerte denudación, posiblemente causa de esta aparición y que trajo como consecuencia la laguna sedimentaria correspondiente al Triásico, Jurásico y Cretácico inferior.

Aparte de la importancia en sí, que corresponde a este batolito por sus condiciones de dureza, resistencia y por la interrupción que ha representado en las estructuras del Paleozoico, influye también de una manera muy directa en dichos terrenos por originar una aureola de metamorfismo de contacto, que podríamos dividir en dos facies o dos formas de influencia. La primera o verdadera aureola metamórfica, corresponde a unos esquistos con las mineralizaciones típicas, y la otra es la marmolización de las calizas, en particular las de edad carbonífera.

ESQUEMA DE SITUACION DE ZONAS DE ESTUDIO Y DE ESQUEMAS GEOLOGICOS

ESCALA 1:200.000

- 1 — Pirineo Axial
- 2 — Cadena montañosa de S^{ra} Tendeñera
- 3 — Zona montañosa Biescas-Campodarbe
- 4 — Depresión Sabiánigo-Boltaña



ESQUEMA 1

3. ESTUDIO DE ZONAS

3.0 ZONAS DE ESTUDIO

Ya hemos visto anteriormente, en el apartado 2.1, las zonas en que ha sido dividido el tramo, así como el criterio que se ha seguido para esta delimitación, por lo que no vamos a insistir más sobre ello. A continuación se indica el nombre de estas zonas:

- Zona 1.— Pirineo Axial
- Zona 2.— Cadena montañosa de Sierra Tendeñera
- Zona 3.— Zona montañosa Biescas—Campodarbe
- Zona 4.— Depresión Sabiñánigo—Boltaña

3.1 ZONA 1: PIRINEO AXIAL

3.1.1 Geomorfología y tectónica

La "Zona 1", ocupa la parte septentrional del tramo, está limitada al Norte por la frontera con Francia y al Sur por la alineación montañosa de Sierra Tendeñera.

Se trata de la zona más abrupta del tramo, con las mayores alturas, normalmente de 2.000 a 3.000 m, y por consiguiente de más difícil acceso.

Dicha zona puede dividirse en dos subzonas. La primera subzona comprende la cabecera del río Gállego y su afluente el río Caldarés. Se trata de la parte más próxima a la frontera con Francia y presenta unas alturas mínimas de 2.400 a 2.500 m, posiblemente debido a la protección o resistencia que presenta el gran afloramiento batolítico de granito con sus dos asomos en Balaitus y Panticosa.

La segunda subzona, ocupa el resto sur hasta Sierra Tendeñera, o Valle de Tena, con alturas algo menores que varían entre los 1.500 y 2.000 m, si exceptuamos el propio cauce del río, que discurre a una cota aproximada de 1.100 m.

Ambas subzonas están constituidas, únicamente, por terrenos paleozoicos y graníticos, además de los originados por metamorfismo de contacto. (Fotografía 1).

Las estructuras principales, presentan una dirección general NO—SE como corresponde al plegamiento alpino, mediante el cual surgieron o fueron puestos al descubierto, los terrenos paleozoicos.

Tectónicamente, esta zona es un gran anticlinorio, cuya formación principal corresponde al plegamiento alpino propiamente dicho, pero presentando innumerables repliegues y accidentes secundarios, que corresponden en su mayor parte a la facilidad de adaptarse a los movimientos secundarios de descompresión o pausas del movimiento principal, de los materiales relativamente plásticos que componen esta zona.

Esta circunstancia, como ya apuntamos anteriormente, complica enormemente la tectónica de esta zona, dándole un aspecto torturado que está exagerado además por la facilidad que encuentra la labor erosiva de los agentes externos, ante materiales relativamente blandos y que dan

lugar a grandes derrubios de ladera, deslizamientos, ollas, etc, y en la zona Norte a pequeños lagos denominados Ibones, que han tenido su principal origen bajo las condiciones climatológicas espe-



Foto 1.— Desfiladero de Panticosa. Al fondo la cadena Cretácica. Hacia el codo de la carretera, contacto del granito (01) con los tramos metamórficos (05)

ciales de esta zona de grandes nevadas y acumulaciones de hielo. Estas condiciones presuponen un nuevo tipo de erosión en los granitos, como pedrizas y grandes circos por deslizamientos de glaciares antiguos y modernos, así como la acumulación de materiales de arrastre tipo morrena terminal, y que detallaremos en su grupo correspondiente.

3.1.2 Columna estratigráfica

COLUMNA LITOLOGICA	REFERENCIA			DESCRIPCION	EDAD
	1/25.000	Litológico	Geotécnico		
	ABGM	40e	M-10	ALUVIAL DEL RIO GALLEGO FORMADO EN SU MAYOR PARTE POR BOLOS Y GRAVAS CON ALGO DE LIMOS	CUATERNARIO
	TBSC	40b	M-8	TERRAZAS DEL RIO GALLEGO FORMADAS POR MATERIALES MUY DIVERSOS ENTRE LOS QUE DESTACAN BOLOS Y ARENAS ARCILLOSAS.	"
	TBGC	40d	M-8	TERRAZAS DE LOS AFLUENTES DEL RIO GALLEGO, DONDE PREDOMINAN BOLOS Y GRAVAS.	"
	HB	40a	C-1	MORRENAS FLACIARICAS CONSTITUIDAS POR MATERIALES DE ARRASTRE DE LAS DIVERSAS FORMACIONES CIRCUNDANTES. SU CARACTERISTICA MAS IMPORTANTE SON LOS GRANDES BLOQUES Y BOLOS ACUMULADOS EN SU FRENTE.	"

	DSC	40i	C-2	CONOS DE DEYECCION FORMADOS GENERALMENTE POR UNA FRACCION DE GRAVAS OTRA MAS IMPORTANTE DE FINOS DE NATURALEZA VARIABLE.	"
	CBSC	40j	C-3	DERRUBIOS DE LADERA POR DESPRENDIMIENTOS DE MATERIALES METEORIZADOS DE LAS FORMACIONES SUBYACENTES	"
	CBSP	40k	C-3	PEDRIZAS DE LADERA, EXCLUSIVAS DE LAS FORMACIONES GRANITICAS, COMPUESTO POR BLOQUES, BOLOS Y ARENAS DEPRENDIDAS DE LAS ALTURAS POR METEORIZACION, ACTIVADA POR LA ACCION DE LOS HIELOS.	"
	Pg ⁱ	01	S-1	GRANODIORITA GRIS, DE CIERTA ACIDEZ DURA Y COMPACTA.	PRE-CRETACEO
	Fa	04	S-2	DIQUE APLITICO, INCLUIDO EN LOS BATOLITOS GRANODIORITOS	POSTCARBONIFERO
	Me + Mc	05	M-3	ESQUISTOS Y MARMOL SACORDIDEO (AUREOLA DE METAMORFISMO)	PALEOZOICO INDIFERENCIADO
	Mp ^{III} - Mg	15b	M-4	ALTERNANCIA DE PIZARRAS SILICEAS OSCURAS CON GRAUWACKAS EN PEQUEÑOS NIVELES OCRES.	CARBONIFERO SUPERIOR-MEDIO
	Q ^{III} c	15a	M-9	CALIZAS OSCURAS DURAS Y COMPACTAS	CARBONIFERO MEDIO-INFR.
	Q ^{II} c	14b	M-6	CALIZAS NEGRAS, CON VETAS DE CALCITA MUY RECRISTALIZADAS	DEVONICO SUPERIOR
	Mp ^{II}	14a	C-4	PIZARRAS SILICEAS OCRES LOCALMENTE ASTILLABLES	DEVONICO MEDIO-INFR.
	Mp ^I (O ^c)	13	M-5	PIZARRAS OSCURAS SILICEAS CON INTERCALACIONES DE NIVELES DE CALIZAS CARBONOSAS	SILURICO

3.1.3 Grupos geotécnicos

ALUVIAL DEL RIO GALLEGO Y AFLUENTES (40e)

Litología.— El aluvial de dichos ríos está compuesto en su mayor parte por bolos y gravas. Dichos bolos son de material silíceo granítico y metamórfico más o menos rodados, según el camino recorrido. Como matriz de estos elementos gruesos, existen unos limos ligeramente micáceos y con cierto contenido en arcillas.

Estructura.— Debido a las fuertes pendientes o al carácter colgado de estos ríos, con corrientes relativamente fuertes, estos aluviales, se depositan de una manera discontinua, con tramos sin presencia de la matriz limosa. Los limos pueden ocupar ciertas ollas o remansos de erosión donde únicamente les es permitido su decantación.

Geotecnia.— No existen en este grupo problemas geotécnicos importantes, exceptuando los inherentes a su origen y deposición, es decir a su carácter inestable, repartición discontinua y poco seleccionada, además de permanecer inundados, prácticamente, durante todo el año.

Aunque en la zona que denominamos Valle de Tena el aluvial ocupa una extensión bastante importante, fundamentalmente constituída por limos, sus problemas geotécnicos quedan anulados al quedar en su mayor parte cubiertos por las aguas del pantano de Bubal y por consiguiente fuera de toda posibilidad de obra.

TERRAZAS DEL RIO GALLEGO (40b)

Litología.— Las terrazas del río Gállego en la Zona 1, están compuestas por una serie de bolos y gravas desigualmente repartidos en una matriz de arenas arcillosas con presencia de mica, como corresponde a la aportación granítica. Los elementos gruesos son de diversos orígenes entre los que destacan, en cabecera elementos graníticos y metamórficos, para ir ganando en elementos calcáreos aguas abajo.

Estructura.— Debido al carácter colgado del río Gállego en la Zona 1, dichas terrazas se presentan de una forma discontinua a modo de relleno de depresiones de erosión y remansos en zonas próximas al cauce del río.

Únicamente en el Valle de Tena, el río Gállego discurre más lentamente al ocupar una extensión más abierta, lo cual permite una deposición más continua e importante, constituída principalmente por materiales finos.

Geotecnia.— Hay que distinguir, geotécnicamente, los dos tipos de terraza a que hemos hecho alusión. Las terrazas del primer tipo constituídas fundamentalmente por elementos gruesos, no presentan problemas geotécnicos importantes, exceptuando los inherentes de este tipo de formación, como heterogeneidad de los materiales que lo componen y posibilidad de asentos, dada su baja capacidad portante.

Las terrazas del segundo tipo, localizadas fundamentalmente en el Valle de Tena, están constituídas por finos; los problemas geotécnicos están concentrados fundamentalmente en la posibilidad de asentos, agravados en algunos tramos por la posible presencia de aguas, no solamente de zonas inundables sino por el de los niveles freáticos variables.

TERRAZAS DE AFLUENTES DEL GALLEGO (40d)

Litología.— Las terrazas de este grupo, tienen poca o casi ninguna importancia a su pequeña extensión, concentrándose casi exclusivamente en el afluente principal del río Gállego, el Caldarés y el río Aguas Limpias. Litológicamente predominan bolos y gravas, como corresponde a unos ríos colgados, con poca concentración de finos, estando éstos fundamentalmente constituidos por descomposición de rocas graníticas, es decir, arenas silíceas y feldespáticas.

Estructura.— La disposición de este tipo de terrazas, de áreas muy reducidas, es también discontinua ocupando los pequeños entrantes o depresiones de erosión. Los elementos están poco seleccionados, presentándose tamaños muy gruesos juntamente con gruesos y finos.

Geotecnia.— Los problemas geotécnicos de este grupo quedan muy disminuidos debido a la reducida extensión de estas terrazas. La mezcla de elementos gruesos, medios y finos, es quizás su característica geotécnica más importante y relativamente desfavorable por la posibilidad de producir asentamientos. Presentan un buen drenaje superficial, no solamente a sus elementos gruesos, sino a los finos de arenas con pocos materiales arcillosos.

MORRENAS (40a)

Litología.— Hemos denominado morrenas a la concentración de materiales de arrastre, de origen glaciárico. Los materiales que constituyen estas morrenas, por consiguiente, son aquellos de las formaciones circundantes, que van siendo recogidos por las masas de hielo en movimiento. En general las morrenas que contemplamos, son las partes frontales y marginales, es decir, aquellas en las cuales se ha permitido la concentración de los elementos más gruesos. Por regla general los materiales más visibles, son aquellos que tienen mayor resistencia a dicho arrastre, como son los elementos gruesos silíceos o graníticos y depositados generalmente en las zonas finales de dichas morrenas. Existen también una serie de materiales finos, que constituyen la matriz de dichos elementos gruesos que pueden ser más o menos arcillosos, según las litologías, que el movimiento de este glaciar ha recorrido. Así pues, en las morrenas altas de las zonas más graníticas, los elementos finos son generalmente, arenas silíceas, mientras que en las morrenas terminales depositadas en terrenos pizarrosos, los materiales más finos son de carácter más arcilloso.

Entre las morrenas más importantes de esta zona destacaremos las de los macizos graníticos que ocupan generalmente los descensos a los ibones, grandes circos de erosión, etc, la de Lanuza (Fotografía núm. 2) en la margen derecha del río Gállego, la de Bubañ en la margen izquierda del mismo río, inmediatamente aguas arriba de la Presa del mismo nombre. También en las laderas altas y próximas a Sierra Tendeñera, en ambos márgenes del río y especialmente en la ladera de la margen derecha, existen una serie de morrenas que van uniéndose lateralmente y que muy bien podían haber constituido una sola morrena con varias ramificaciones.

Estructura.— La estructura de estas morrenas, es siempre la misma, se trata de una concentración de materiales, generalmente gruesos y con matriz de finos arcillosa o arenosa, en forma de torrentera sólida, con mayor o menor extensión y con una inclinación que depende exclusivamente de la ladera por la cual se ha trasladado. La extensión de dichas morrenas, tanto en anchura como en longitud es muy variable. Los recorridos desde su origen pueden alcanzar desde unos centenares de metros hasta varias decenas de Km.

Geotecnia.— Geotécnicamente estas morrenas, presentan serios problemas por deslizamientos.

tos, debido al carácter esponjoso que le proporcionan los materiales que lo componen. Se ha podido comprobar esta circunstancia, cuando se varía sobre todo su talud natural por algún tipo de excavación, como ocurre en el caso de la morrena de Lanuza, en la cual la carretera de desviación,



Foto 2.— Morrena de Lanuza

por la próxima construcción de la presa de Lanuza, está provocando deslizamientos bien patentes. Igualmente, la presa de Bubal actualmente en equilibrio, estuvo afectada por numerosas grietas y deslizamientos parciales debidos a procesos de excavación.

El drenaje superficial es normal a bueno, incluso también en profundidad.

Su baja capacidad portante puede dar lugar a asientos diferenciales importantes.

CONOS DE DEYECCION (40i)

Litología.— Los conos de deyección, están compuestos en su mayor parte, por materiales finos tipo limoso y con presencia esporádica de gravas y rocas arrastradas en su recorrido.

Estructura.— Los conos de deyección se presentan en forma de lengua, más o menos colgada de las pendientes, compuestas por materiales finos arrastrados por los torrentes de aguas de escorrentía, en su recorrido hacia las cuencas de los ríos principales.

Geotecnia.— Los problemas que pueden presentar geotécnicamente estos conos de deyección, son los debidos a asientos y equilibrio inestable de una masa, generalmente poco compacta y arcillosa. La localización de estos conos de deyección en las proximidades de los grandes cauces y su poca extensión, hacen disminuir la importancia de dichos problemas geotécnicos.

DERRUBIOS DE LADERA (40j) (Esquema núm. 2)

Litología.— Los derrubios de ladera están constituídos por materiales de alteración de la formación subyacente. Dicha alteración superficial está favorecida por el clima y el carácter poco resistente de los materiales y puede alcanzar, a veces, extensiones importantes, especialmente en las laderas con cierta pendiente, por la acción de las aguas de escorrentía.

En la Zona 1, los materiales que componen estos derrubios, dependen de los conjuntos litológicos existentes, exceptuando, los asomos graníticos que dan lugar a otro tipo de derrubio de ladera denominado pedriza (40K).

Este grupo geotécnico se origina principalmente sobre las formaciones pizarrosas, que son las que cubren mayores extensiones y sobre los conjuntos de pizarras y calizas. Los materiales gruesos que lo componen, son pizarras más o menos sueltas, a veces con aspecto astillado por meteorización, incluso bloques, y pequeños cantos de caliza, todo ello englobado en una matriz arcillosa, ya sea por descomposición de las propias pizarras o por las calizas.

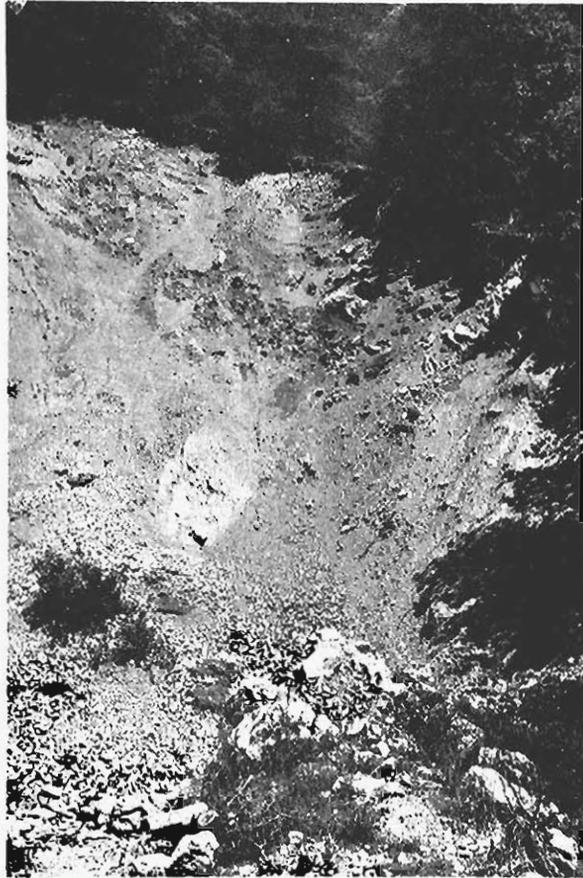


Foto 3.— Deslizamientos en el Paleozoico (14a y 14b)
Grupo 40k

Estructura.— La estructura que presentan estos derrubios, es en forma de manto, y en general siguen el relieve de la formación subyacente, si exceptuamos las zonas de depresión o vaguadas, en las cuales pueden existir acumulaciones importantes de los materiales caídos y arrastrados por escorrentías, de las laderas próximas. (esquema núm. 2).

Geotecnia.— Existen problemas indudables de deslizamientos, desprendimientos y aterramientos, tanto más acusados cuanto más grandes sean los bloques de rocas desprendidos y que por lo tanto presentan un equilibrio más inestable. En general, llamaremos la atención sobre la posición continua de estos derrubios, sobre las laderas de vaguadas, barrancos, etc.

COLUVIALES TIPO PEDRIZA (40k) (Fot. 4)

Litología.— Hemos denominado pedrizas, a aquellos derrubios de ladera, originados única y exclusivamente en las formaciones graníticas debido a su carácter un tanto particular. En efecto, estos derrubios de ladera se componen, como es natural de bloques desprendidos de granito en

tamaños muy variables, seleccionados según su recorrido, y unas gravas silíceas, además de arenas tipo arcosas con mica, como corresponde a la descomposición del granito que le da origen. Estas pedrizas son agrupables en la zona, no solamente por su litología, sino porque presentan el carácter común de arrancamiento o alteración producido por agentes externos, tan importantes como son



Foto 4.— Pedriza de Panticosa (40k).

las nieves y hielos que al dilatarse producen un efecto mecánico de rotura, diferente a una alteración superficial normal. (Esquema núm. 2).

Estructura.— La estructura de estas pedrizas, es muy característica, formando una especie de escombrera colgada de las pendientes más acusadas, con acumulación de materiales gruesos en las zonas más bajas por pérdida de velocidad de los materiales arrancados y caídos por las laderas.

Geotecnia.— Los problemas geotécnicos que presenta este grupo, son de deslizamientos, desprendimientos y aterramientos, sobre todo en los casos en que se varíe, accidentalmente, el equilibrio inestable a que está sometido.

Estos deslizamientos y problemas geotécnicos están favorecidos por la poca cohesión que presentan los materiales, fundamentalmente silíceos, que componen estas pedrizas.

El drenaje es acusado, superficialmente y en profundidad.

GRANODIORITAS (01) (Fot. 5)

Litología.— Se trata de los dos asomos graníticos que hemos denominado de Balaitus y de Panticosa, constituídos en general por roca de tipo granodiorita y cuarzdiorita, mejor que la denominación clásica de granito.

Como componentes principales destacaremos epidoto, biotita, hornablenda y turmalina. Estos componentes en mayor o menor proporción, definen localmente las zonas de dicha formación. Así pues, hacia el centro del batolito se puede distinguir una granodiorita por contenido en cuarzo y diorita con turmalina. También a veces contienen numerosas inclusiones oscuras debido a la concentración de epidoto y hornablenda.



Foto 5.— Circo de Panticosa (01)

En general la roca presenta cierta acidez y es muy dura y compacta.

Por meteorización, da localmente y en zonas muy reducidas, recubrimientos de tipo arenas arcósicas.

El tamaño de grano es variable, según las áreas de enfriamiento, aunque en general se podría denominar grueso. Es una roca dura, poco frágil y poco deleznable, bastante resistente a los agentes externos.

Estructura.— Las condiciones de resistencia a la erosión, dureza, etc, han dado lugar a que este batolito influya notablemente en las condiciones topográficas de la zona, presentando las mayores alturas de, incluso, más de 3.000 m. Está influido, por consiguiente, por unas condiciones meteorológicas de fuertes nevadas, y concentraciones de hielo, que desde tiempos muy antiguos han contribuido a la formación de glaciares y las consiguientes morrenas fosilizadas. (Fotografía núm. 6).

Tectónicamente, se cree que este batolito se consolidó durante los últimos plegamientos paleozoicos, o bien fue debido a ellos.

De todas maneras el propio batolito ha estado afectado por dichos plegamientos al presentar innumerables fallas coincidentes con la dirección general de los movimientos, además de las inherentes a las fracturas por enfriamiento y propias de este tipo de roca magnética.

Geotecnia.— En general esta formación por su dureza y compacidad no debe dar lugar a problemas geotécnicos importantes. Únicamente distinguiremos tres tipos de accidentes o alteraciones que deben ser tenidos en cuenta.



Foto 6.— Erosión glaciárica en el granito.

En primer lugar podrían existir desprendimientos locales, debidos a las fracturas a que hacíamos alusión anteriormente y que al independizar ciertos bloques de la roca matriz, puedan quedar en equilibrio inestable y con posibilidad de deslizar por las fuertes pendientes que presenta este conjunto.

Otro problema geotécnico es el de las pedrizas y que ya hemos detallado en su grupo correspondiente por lo que no insistiremos más.

Por último y aunque no es una propiedad en sí del batolito, debe tenerse en cuenta, en el planteamiento de algún acceso en este conjunto, las condiciones climatológicas y acumulación de hielos en zonas altas.

En general el drenaje varía de medio a acusado, lo cual permite en general dar salida a las aguas de escorrentía. Como excepción a este caso, nombraremos los innumerables lbonos que existen en las zonas más altas y que se han mantenido, por la impermeabilización natural a que a dado lugar los materiales de alteración acumulados en los circos de erosión, pero que no indica una impermeabilidad total de la roca.

La meteorización en sí de la roca, no es muy importante, pero sí existen zonas de acumulación de materiales que no llegan a ser pedrizas, pero son del mismo tipo de formación y que se encuentran en casi todos los pies de laderas con cierta pendiente.

No es una roca ripable, por sus condiciones de dureza, ni aún superficialmente.

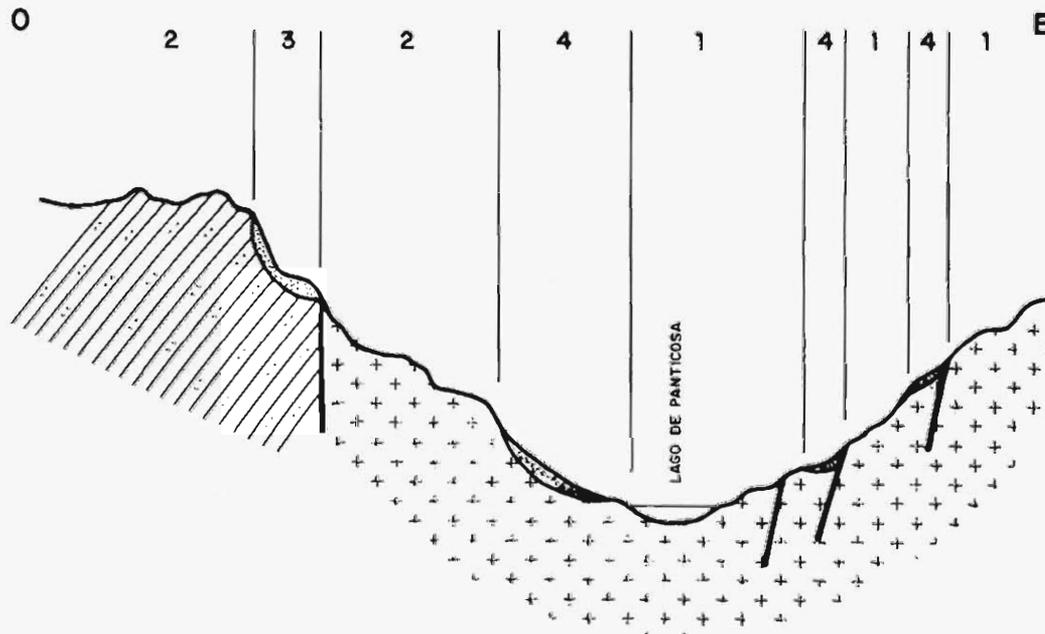
Mantiene taludes naturales fuertes, próximos a la vertical del orden de 3:1.

DIQUES APLITICOS (04)

Litología.— Dentro del conjunto batolítico, existen gran cantidad de diques y a veces fracturas rellenas secundariamente, que por su extensión son a menudo cartografiables, siendo litológicamente diferentes al propio batolito por lo que se han separado como un grupo aparte.

Se trata en efecto de unos diques de algunos metros de extensión de tipo aplítico, pegmatítico, a veces de riolitas, dacitas incluso diabasas y basaltos de olivino.

Exceptuando a los dos últimos, el carácter ácido de los anteriores ha decidido agruparlos bajo el nombre genérico de aplitas. Es una roca dura de grano fino, frágil y poco deleznable.



(Ver situación en esquema geográfico de la zona 1) ESQUEMA SIN ESCALAS - COTAS APROXIMADAS

- 1.- GRANODIORITAS - 01
- 2.- AUREOLA DE METAMORFISMO DE CONTACTO - 05
- 3.- DERRUBIOS DE LADERA - 40
- 4.- COLUVIALES TIPO PEDRIZA - 40 x

ESQUEMA 2

Estructura.— Este tipo de diques, presenta una estructura muy particular, a veces siguiendo las direcciones de fallas principales, aprovechando dichos accidentes, a modo de filones.

En general dichos diques son verticales y con espesores máximos de 8 ó 10 m.

Geotecnia.— Este grupo no presenta ningún problema geotécnico que no sea por diferente dureza, a veces algo más que el propio batolito como es en el caso de las verdaderas aplitas. Cuando los diques de aplitas son de alguna extensión y fácil acceso pueden ser unas canteras de muy buenas condiciones.

No existe la posibilidad de desprendimientos al estar encastrados en el batolito.

Son poco alterables no ripables y carecen de drenaje propio, pero sí en el contacto con la roca encajante.

Los taludes que pueden mantener son prácticamente verticales.

ESQUISTOS Y MARMOLES (05)

Litología.— El batolito del grupo 01, da lugar a un nuevo tipo de formación considerado como un grupo por sus características diferentes.

Se trata de terrenos no identificados del Paleozoico, transformados por metamorfismo de contacto y que bordean los asomos batolíticos.

Están compuestos por esquistos procedentes de transformación de las pizarras y mármol sacaroideo procedentes de transformación de las calizas.

Por meteorización dan lugar a reducidos suelos de tipo arenoso silíceo.

El tamaño del grano es también variable, según el grado de metamorfismo, variando de medio a grueso.

En conjunto los esquistos son de baja dureza y deleznales por meteorización. Los mármoles, sin embargo, son muy duros, frágiles y difícilmente deleznales.

Estructura.— Desde el punto de vista tectónico, conservan las direcciones y repliegamientos que tuvieron en su día como pertenecientes al Paleozoico.

Conservan cierta estratificación, a veces, no muy visibles con niveles de potencias que varían de 1 m a 0,50 m.

Las fracturas y diaclasas son igualmente existentes y sin grandes diferencias con los terrenos paleozoicos descritos anteriormente.

Geotecnia.— Los problemas geotécnicos que puedan existir en este grupo, están prácticamente concentrados en el nivel litológico de los esquistos, debido fundamentalmente a su meteorización. Sin embargo, estos problemas no son muy importantes, ya que entre los esquistos existen niveles muy consistentes que “arman” el conjunto hojoso o de esquistos.

El conjunto no es ripable, los drenajes superficiales son medios, localmente pueden ser acusados en profundidad sobre todo en los mármoles, por fracturación. Los taludes que pueden mantenerse son fuertes del orden de 3:1.

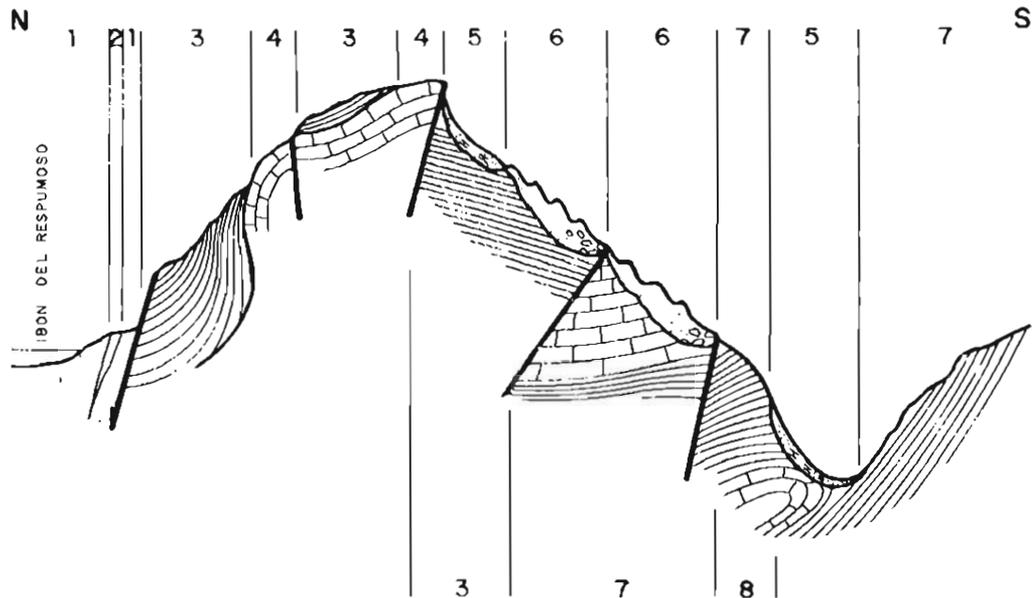
ALTERNANCIA DE PIZARRAS Y GRAUWACKAS (15b)

Litología.— Se trata de una alternancia de pizarras silíceas oscuras con pequeños niveles de grauwackas de color ocre. Estas grauwackas se han originado a partir de areniscas por metamorfismo regional.

Estructura.— Este conjunto de pizarras y grauwackas, se presenta muy replegadas, acompañando a las calizas subyacentes.

Estos plegamientos, muy acusados, son de carácter secundario, es decir los que han acompañado al movimiento alpino principal. Dan lugar a pequeños y cerrados anticlinales y sinclinales, normalmente fallados en la unión con las grauwackas, debido a la rigidez más acusada en comparación con las pizarras más plásticas, que acompañan al conjunto.

Geotecnia.— Este conjunto en general, no es ripable debido a la dureza de las grauwackas, si exceptuamos una ripabilidad superficial, por alteración. Pueden existir posibles deslizamientos potenciales, especialmente en aquellas laderas en que el buzamiento coincida con la pendiente.



(Ver situación en esquema geográfico de la zona 1) ESQUEMA SIN ESCALAS - COTAS APROXIMADAS

- 1.- GRANODIORITA - 01
- 2.- DIQUES APLITICOS - 04
- 3.- ALTERNANCIA DE PIZARRAS Y GRAUWACKAS - 15 b
- 4.- CALIZAS - 15 a
- 5.- DERRUBIOS DE LADERA - 40 J
- 6.- MORRENAS - 40 a
- 7.- PIZARRAS SILICEAS OCRES - 14 a
- 8.- CALIZAS RECRISTALIZADAS - 14 b

ESQUEMA 3

Igualmente podría haber desprendimientos, siempre favorecidos por las condiciones de tectonicidad y posición de las capas.

Presenta también algunos problemas de drenaje superficial debido a la impermeabilidad de las pizarras.

Debido a la resistencia de los niveles de grauwackas, que dan consistencia a la formación, los taludes pueden mantenerse relativamente inclinados, es decir 2:1, y hasta mayores, en aquellos casos en que la pendiente de la ladera no coincida con el buzamiento de dicha formación.

CALIZAS (15a)

Litología.— Se trata de unas calizas oscuras, duras y compactas concordantes con la formación anterior. La potencia de los niveles de estratificación es pequeña, aproximadamente de unos 20 cm. El tamaño del grano es fino, presentando al corte una textura homogénea.

En general, dicha estratificación se presenta cuarteada, debido a los intensos movimientos sufridos.

Se trata de una roca dura, de fragilidad media y poco deleznable.

Estructura.— Este conjunto, como todos los del Paleozoico se encuentra muy replegado y ligeramente discordante con la formación subyacente o Devónico.

La tectonicidad es elevada, siendo la dirección de las capas, así como la de los accidentes principales, concordante con la dirección regional NO—SE. Los buzamientos son muy variables, aunque en general se aproximan a inclinaciones fuertes, próximas a la vertical.

Finalmente, en las diversas estructuras que afectan a esta formación, destaca el carácter volcado. En general, estas estructuras, tienen poca continuidad por interrupción de accidentes mayores.

Geotecnia.— Los problemas geotécnicos, quedan disminuídos debido a la pequeña potencia que presenta esta formación, que es aproximadamente de unos 60 m. Así, los problemas de desprendimientos incluso de hundimientos, indudablemente existentes en este tipo de formación, quedan relegados a un carácter medio. Se trata de una formación no ripable, debido a la dureza de dicho material, y con drenajes profundos, muy acusados por fracturación, es decir, por macro-permeabilidad. La meteorización, da lugar a suelos de tipo arcilloso poco cohesivos y de baja densidad. Mantiene taludes relativamente fuertes, aproximadamente 2:1.

CALIZAS RECRISTALIZADAS (14b) (Fot. 7)

Litología.— Se trata de unas calizas negras, con innumerables vetas de calcita, por recristalización secundaria. Esta recristalización es muy importante y define una de las características más acusadas de esta roca, ya que le confiere un carácter de fragilidad.

Las potencias de los niveles de estratificación, son aproximadamente de unos 50 cm, aunque a veces da la impresión de presentarse masivamente por indiferenciación de dichos niveles.

El tamaño del grano en la caliza en sí, es fino, exceptuando los niveles de vetas y nódulos de calcita, como hemos dicho muy abundantes, cuyo grano es grueso.

Se presenta el conjunto muy cuarteado debido a su incompetencia ante los plegamientos. La roca es dura, frágil relativamente, por el contenido de niveles de calcita. No es una roca deleznable.

Estructura.— El conjunto, ligeramente discordante con el superior, presenta fuertes plegamientos, incluso mayores que los niveles superiores. Debido a la rigidez de esta roca, dichos plegamientos, no son fácilmente distinguibles, por su fracturación ante la poca adaptación a dichos pliegues. Mantiene las direcciones normales del conjunto paleozoico, NO–SE, con inclinaciones, bastante acusadas, próximas a los 90°. Está afectada por innumerables diaclasas, en general verticales. (Fotografía 8).

Geotecnia.— Los problemas de este grupo son medios. Los posibles deslizamientos y desprendimientos serán más acusados cuanto mayor sea la densidad de diaclasas, llegando a la separación en bloques. Por otro lado, la disposición de las pizarras subyacentes influirá notablemente como describiremos en el siguiente grupo.



Foto 7.— Calizas del Devónico (14b) (Carretera Biescas-Sallent).

No es una roca ripable y la permeabilidad depende exclusivamente de la fracturación, ya que en sí dicha roca no lo es.

Mantiene taludes fuertes del orden de 2:1.

PIZARRAS SILICEAS OCRES (14a)

Litología.— Se trata de unas pizarras silíceas de color ocre muy esquistasas, lo que produce localmente zonas astillables por meteorización.

Se presentan estratificadas en pequeños niveles, no mayores de 20 cm. A veces, se desprenden lajas de cierta magnitud.

En conjunto se trata de una roca dura, pero considerada en pequeños lechos es frágil y



Foto 8.— Anticlinal de Lanuza

deleznable.

Estructura.— La característica estructural más importante de estas pizarras, es la adaptabilidad a los repliegues secundarios muy forzados y que producen localmente una trituración, roturas y, en definitiva, puntos de debilidad muy meteorizables y que frecuentemente hacen muy difícil seguir la tectónica detalladamente.

Está afectado de innumerables fracturas y diaclasas, generalmente verticales o próximas a los 90° .

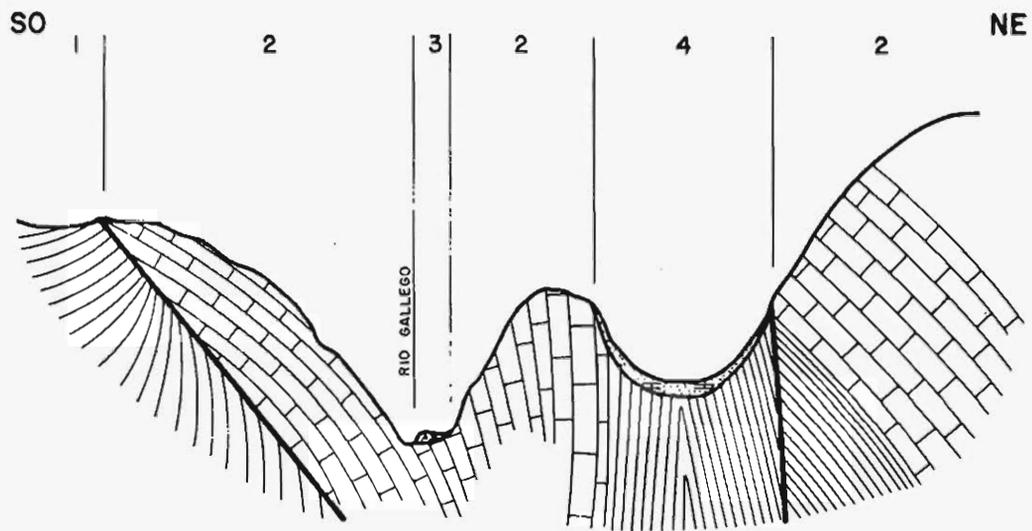
Se presentan estas pizarras en estructuras relativamente cortas, por replegamientos interrumpidos o independizados por fallas.

El espesor de esta formación es difícil de reconocer, por la repetición de los continuos pliegues. Se estima aproximadamente en unos 1000 m.

Geotecnia.— Estas pizarras dan lugar a problemas geotécnicos muy acusados, desde el punto de vista de deslizamientos y desprendimientos. Estos problemas quedan agravados cuando el buzamiento de dichas capas coincide con la inclinación de las laderas. También, en estas circunstancias, las pizarras deslizadas pueden arrastrar tramos o bloques independizados por fracturación de la formación superior de calizas recristalizadas, con lo cual dichos deslizamientos se hacen localmente muy importantes. (Fotografía 9).

Esta formación es muy meteorizable, circunstancia que favorece las innumerables fracturas, dando lugar a unos suelos arcillosos que facilitan los deslizamientos.

Es un conjunto de ripabilidad media (prácticamente en la superficie), pero que por meteori-



(Ver situación en esquema geográfico de la zona 1) ESQUEMA SIN ESCALAS - COTAS APROXIMADAS

- 1.- PIZARRAS SILICEAS OCRES - 14 a
- 2.- CALIZAS RECRISTALIZADAS - 14 b
- 3.- TERRAZA DEL RIO GALLEGO - 40 b
- 4.- DERRUBIOS DE LADERA - 40 j

ESQUEMA 4



Foto 9.- Calizas devónicas de Peña Foradada "flotando" en pizarras. En las laderas, se aprecian tramos de morrenas.

zación ésta puede alcanzar espesores considerables.

Se trata de una roca impermeable, aunque con drenaje superficial alto, debido a la elevada tectonicidad. Mantiene taludes suaves del orden de 1:3.

PIZARRAS SILICEAS CON INTERCALACIONES DE CALIZAS CARBONOSAS (13)

Litología.— La zona geológica más antigua del tramo, está constituida por pizarras oscuras silíceas con intercalaciones de niveles de calizas negras carbonosas.

La alteración de estos materiales da como resultado unos suelos arcillosos que recubren parcialmente los afloramientos.

Tanto las pizarras como las calizas se presentan estratificadas, las primeras en lechos de unos 20 cm, las segundas en bancos de unos 2 m de espesor.

A veces en las pizarras se encuentran lajas desprendidas de dimensiones relativamente considerables.

La materia carbonosa que impregna y se intercala en las calizas no tiene gran importancia ni puede influir como grupo litológico.

Las calizas son duras y compactas, y las pizarras, en pequeños niveles son frágiles y delezables, consideradas como conjunto es de gran dureza al ganar compacidad con la profundidad.

Estructura.— Este nivel aparece en los flancos anticlinales por erosión de las charnelas de los mismos, y con los ejes coincidentes con las direcciones generales del Paleozoico, es decir NO—SE.

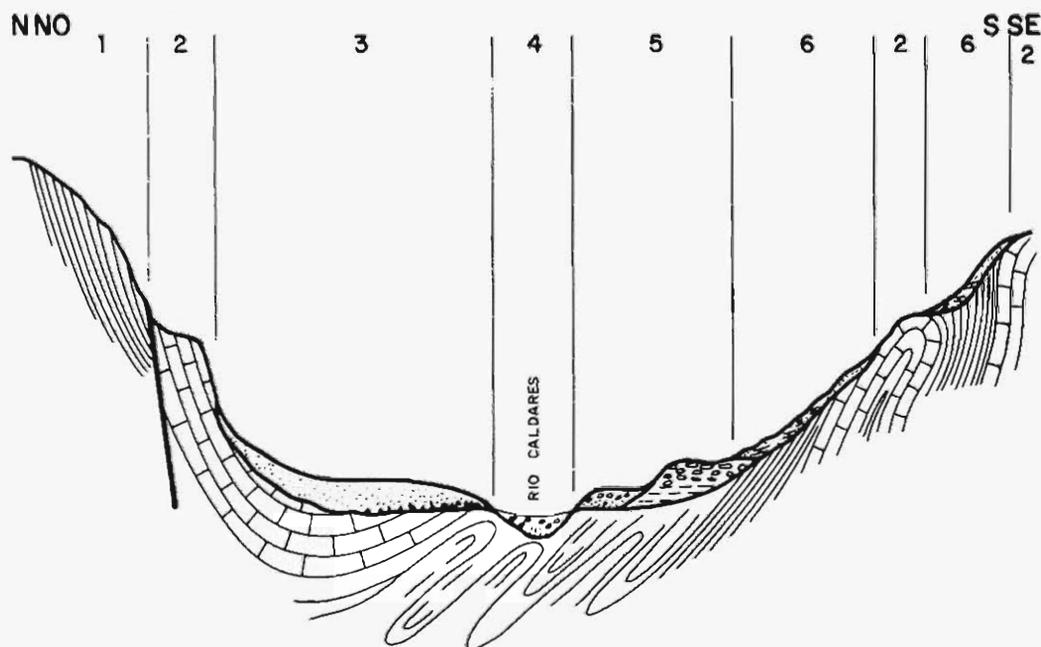
Los tramos de calizas se encuentran afectados por innumerables diaclasas debido a su mayor rigidez y a adaptarse peor al plegamiento forzado a que estuvo sometido este piso. Sus reducidos afloramientos no permiten observar los pliegues volcados, aunque es de suponer que existan en profundidad.

El espesor medido en el único afloramiento de cierta extensión que aparece en las proximidades del Ibón de los Asnos, es aproximadamente de unos 100 metros.

Geotecnia.— La reducida representación de este conjunto, así como el hecho de aflorar en alturas poco accesibles, tiene lógicamente pocas probabilidades de estar afectado por cualquier tipo de obra, lo cual hace disminuir notablemente los problemas geotécnicos inherentes a esta formación.

Por otro lado, la protección a que está sometido por las formaciones circundantes, al surgir casi exclusivamente de los núcleos de anticlinales bastante forzados, disminuye también sus posibles deslizamientos, aunque no así su alterabilidad que queda patente, sobre todo en el conjunto pizarroso.

Se trata de una formación que puede ser ripable localmente en el conjunto pizarroso y según el grado de meteorización a que estén sometidas. Las calizas lógicamente no son ripables.



(Ver situación en esquema geográfico de la zona 1) ESQUEMA SIN ESCALAS - COTAS APROXIMADAS

- 1.- PIZARRAS SILICEAS OCRES - 14a
- 2.- CALIZAS RECRISTALIZADAS - 14b
- 3.- CONO DE DEYECCION - 40i
- 4.- ALLUVIAL AFLUENTE DEL GALLEGO - 40e
- 5.- TERRAZAS AFLUENTE DEL GALLEGO - 40d
- 6.- DERRUBIOS DE LADERA - 40j

ESQUEMA 5

Las calizas por fracturación son permeables, pero al quedar protegidas por el conjunto pizarroso impermeable, confiere al conjunto un drenaje superficial medio. Es difícil calcular los taludes que podría mantener, al no existir relieves considerables, pero por las condiciones litológicas de los dos niveles podríamos decir que los taludes pueden ser 1:2.

3.1.4 Resumen de problemas geotécnicos que presenta la zona

El carácter montañoso de la zona, concentra los problemas en las áreas accesibles, es decir, en los valles de erosión o cuencas, principalmente del río Gállego y su afluente el río Caldarés, que termina en el balneario de Panticosa.

Los problemas geotécnicos más importantes, se presentan en el grupo 40j, "derrubios de laderas", y especialmente en aquellas formaciones de tipo pizarroso.

Ya dijimos en efecto que cuando estos derrubios alteran sus condiciones naturales, por cualquier tipo de excavación, darían lugar a deslizamientos de los materiales acumulados. Además

dichos derrubios, son susceptibles de producir asientos, dado su componente arcilloso.

Otro factor a tener en cuenta son las morrenas, que igualmente están constituídas por materiales heterogéneos, a veces grandes bloques, poco compactados, formando un conjunto esponjoso y que en caso de alterar, igualmente, su equilibrio actual, se podrían producir deslizamientos de las partes altas. En la zona, la principal morrena es la de Lanuza que está siendo objeto de excavaciones, para la construcción de la nueva carretera de desviación, debido a la construcción del pantano de Lanuza, con los consiguientes deslizamientos. Las mismas condiciones presenta la morrena de Bubal (fotografía 10), aunque su situación en la margen izquierda del pantano de Bubal, elimina la posibilidad de ser afectada por un acceso nuevo.

Las morrenas situadas en la margen derecha del río Gállego y las proximidades de Sierra Tendeñera, al estar colgadas quedan relativamente fuera de un trazado lógico de carretera. Sin embargo, deben tenerse muy en cuenta, ya que entre ellas y las zonas bajas, la consistencia de los materiales constituídos por derrubios de ladera, tampoco presentan buenas condiciones y un



Foto 10.— Morrena de Bubal.

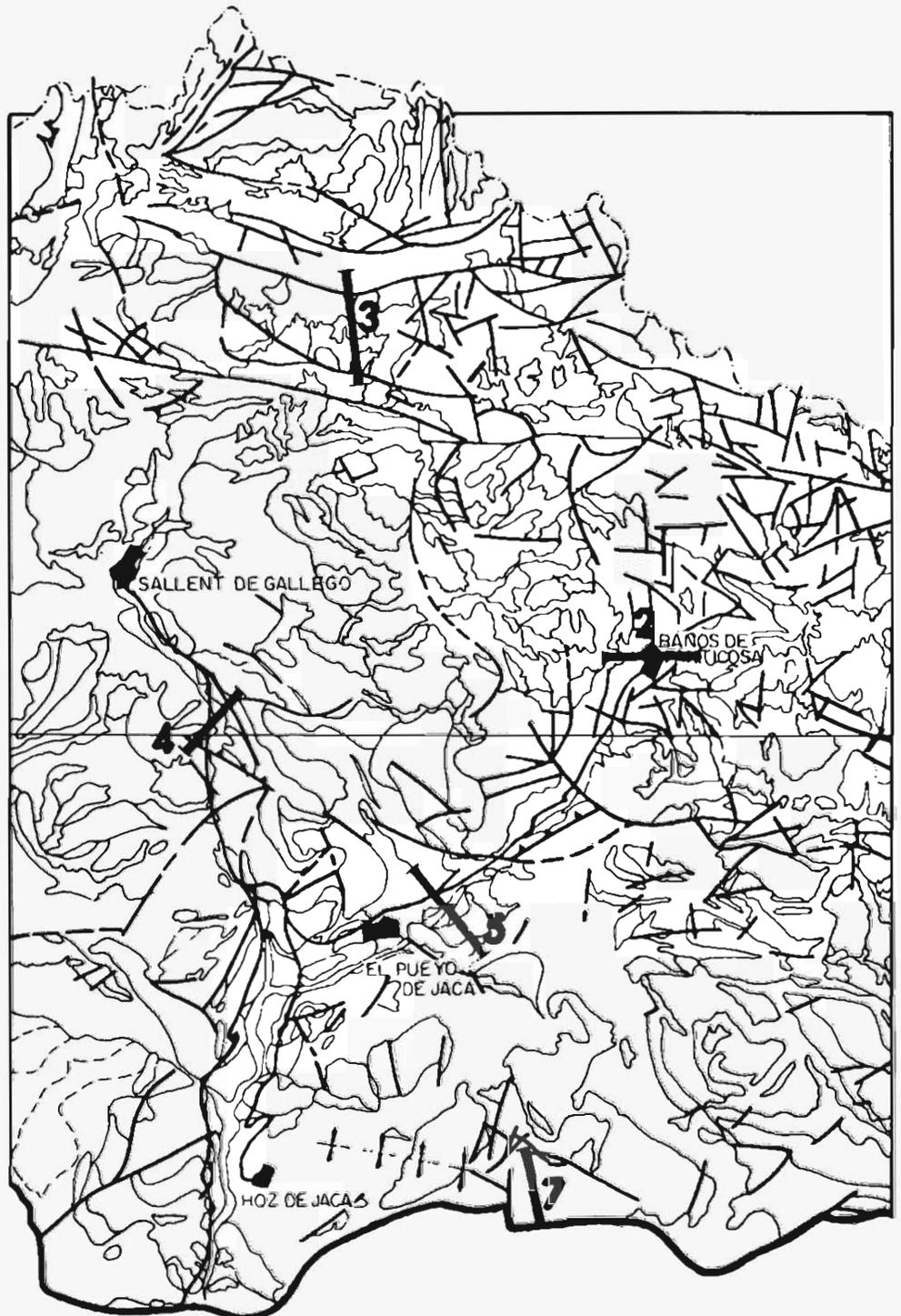
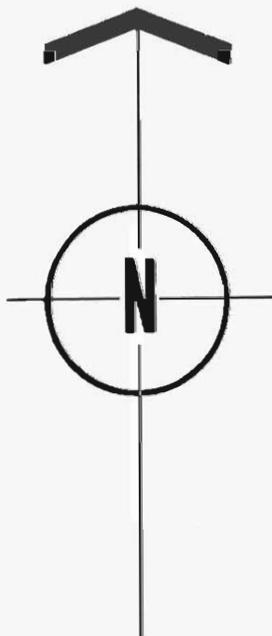
deslizamiento en dicho tramo, podría ser masivo o conjuntamente de morrena y derrubio de ladera. De todas maneras esta posibilidad quedaría muy atenuada, ya que en dichas zonas bajas afloran tramos de calizas y pizarras que actuarían como diques de contención al ser terrenos firmes.

En las zonas más altas y ya en terrenos graníticos, los accesos, debido a la topografía, deberían ser por medio de túneles, con lo cual los problemas de tipo pedriza, materiales de alteración acumulados a medias laderas, etc, dejarían de tener su influencia, para considerar en primer término las innumerables fallas que cruzan estos batolitos y que indudablemente representan superficies de debilidad, continuadas en profundidad.

ESQUEMA GEOGRAFICO DE LA ZONA I

PIRINEO AXIAL

4	Sallent de Gallego		
	145		
3			
4		1	4
	177		178
3		2	3
4		1	4
	210		211
3		2	3



ESQUEMA 6

Finalmente, todos los cuaternarios y terrazas presentan, prácticamente el mismo problema, de producir asientos diferenciales en contacto con las formaciones circundantes.

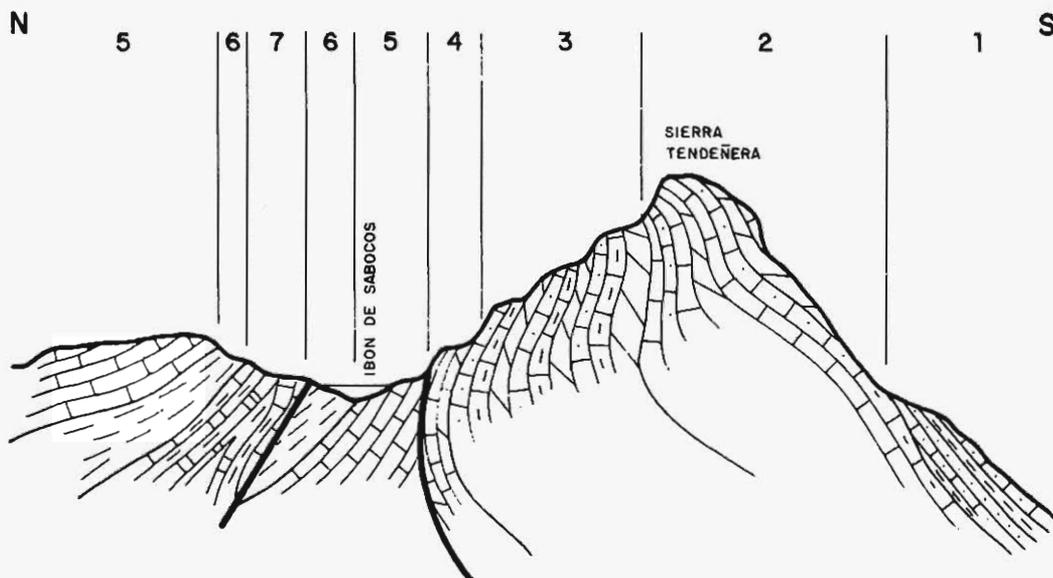
En general los únicos tramos ripables son aquellos en los que se presentan problemas geotécnicos, en especial el de derrubios de ladera.

Los materiales que se encuentran en las vaguadas, en especial el valle del río Gállego, presentan malas condiciones de drenaje superficial por su alto contenido en arcillas.

3.2 ZONA 2: CADENA MONTAÑOSA DE SIERRA TENDEÑERA

3.2.1 Geomorfología y tectónica

Esta zona presenta unas condiciones muy especiales en forma de cadena montañosa de dirección ONO-ESE, coincidente con la de dirección de las capas que la constituyen y que resalta notablemente en la topografía de la región.



(Ver situación en esquema geográfico de la zona 1-2) ESQUEMA SIN ESCALAS - COTAS APROXIMADAS

- 1.- ALTERNANCIAS DE MARGAS, ARENISCAS Y CALIZAS ARENISCOSAS - 30 c
- 2.- CALIZAS CON INTERCALACIONES DE CALIZAS ARENISCOSAS Y DOLOMIAS - 30 a
- 3.- ALTERNANCIAS DE CALIZAS ARENISCOSAS Y MARGOSAS CON DOLOMIAS - 28 b
- 4.- ALTERNANCIAS DE CALIZAS Y CALIZAS DOLOMITICAS - 28 a
- 5.- CALIZAS RECRISTALIZADAS - 14 b
- 6.- PIZARRAS SILICEAS OCRES - 14 a
- 7.- PIZARRAS CON INTERCALACIONES DE CALIZAS CARBONOSAS - 13

ESQUEMA 7

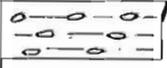
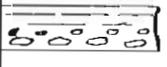
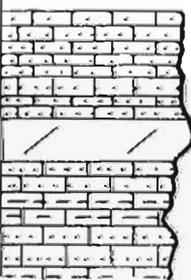
Está constituída por una serie de niveles calcáreos, areniscosos y margosos, pertenecientes fundamentalmente al Cretácico, con una reducida representación del Eoceno inferior igualmente en dichas facies.

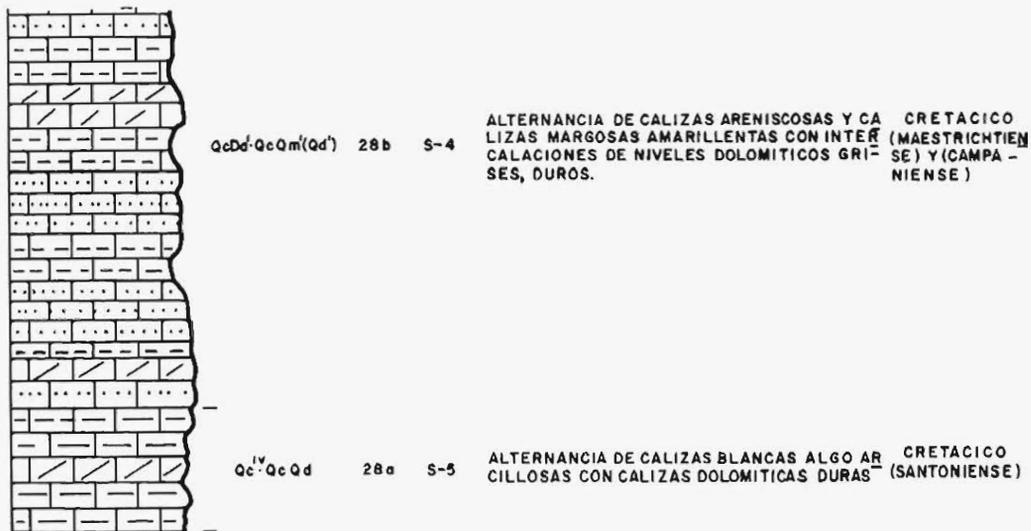
La inclinación de estas capas muy acusadas y concordantes todas ellas entre sí, es hacia el Norte, es decir, discordantes con respecto a los niveles paleozoicos del Norte, por lo que el contacto con ellos se produce por medio de una falla cabalgante, de importantes dimensiones.

Esta cadena que por su altura, da lugar a una barrera prácticamente inaccesible con espesores máximos de algo más de 2 Km está horadada por las aguas del río Gállego, dando lugar a un estrecho cañón, que se ha aprovechado como acceso a Francia por Sallent.

A nuestro juicio es el único acceso posible en el futuro, ya que la erosión de dichas aguas, no solamente han abierto camino, sino que además lo han hecho, como es natural, por el tramo de menor espesor de esta cadena, dentro de la zona.

3.2.2 Columna estratigráfica

COLUMNA LITOLÓGICA	REFERENCIA			DESCRIPCION	EDAD
	1 / 25.000	Litológico	Geotécnico		
	ABGM	40a	M-10	ALUVIAL DEL RIO GALLEGO FORMADO EN SU MAYOR PARTE POR BOLOS Y GRAVAS CON ALGO DE LIMOS	CUATERNARIO
	HB	40a	C-1	MORRENA GLACIARICA CONSTITUIDA POR MATERIALES DE ARRASTRE DE LAS DIVERSAS FORMACIONES CIRCUNDANTES. SU CARACTERISTICA MAS IMPORTANTE SON LOS GRANDES BLOQUES Y BOLOS ACUMULADOS EN SU FRENTE.	"
	CBSC	40j	C-3	DERRUBIOS DE LADERA POR DESPRENDIMIENTO DE MATERIALES METEORIZADOS DE LAS FORMACIONES SUBYACENTES.	"
	Qc(QcDd)+Qd"	30a	S-3	CALIZAS ARENISCOSAS AMARILLENTAS INTERCALADAS ENTRE NIVELES DE CALIZA MAS COMPACTA CON PRESENCIA HACIA LA BASE DE DOLOMITAS BLANCAS MASIVAS	EOCENO (DANO-MONTIENSE)



3.2.3 Grupos geotécnicos

ALUVIAL DEL RIO GALLEGO (40e)

Litología.— El aluvial del río Gállego, como ya dijimos anteriormente, está formado en su mayor parte por bolos y gravas contenidos en una matriz limosa, más o menos importante según la velocidad de las aguas, es decir según la pendiente del curso actual.

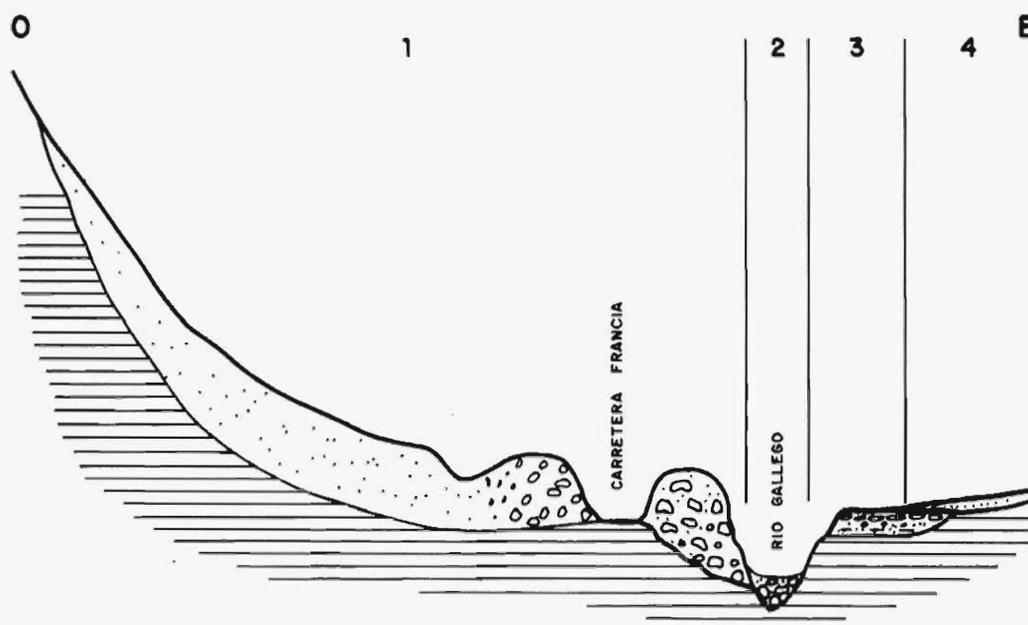
En el tramo en estudio, el recorrido de dicho río es muy corto, discurriendo a través de unas calizas y dando lugar a un cañón. La mayor velocidad de las aguas debido a este estrechamiento, impide una deposición considerable de materiales finos de acarreo.

Llamaremos la atención sobre la existencia particular únicamente en este tramo, de grandes bloques desprendidos de las partes altas del cañón durante el trabajo de socavación del río.

Estructura.— La disposición de estos materiales de acarreo es un tanto caótica, referente a los grandes bloques que se han encajado, caprichosamente por gravedad sobre los bolos normales de acarreo arrastrados desde la cabecera del río.

Geotecnia.— Los problemas geotécnicos, podrían ser muchos en caso de intentar una obra cimentada por el actual cauce del río, fundamentalmente si tenemos en cuenta dichos bloques en equilibrio inestable, al ser excavado cualquiera de los materiales entre los que se encuentran encajados.

La permeabilidad de los acarreo gruesos es total, y suponemos que las aguas discurren directamente sobre las formaciones de Sierra Tendeñera sin protección, o muy pequeña, de finos limosos.



(Ver situación en esquema geográfico de la zona 1) ESQUEMA SIN ESCALAS - COTAS APROXIMADAS

- 1.- MORRENA DE SANTA ELENA - 40 a
- 2.- ALUVIAL DEL RIO GALLEGO - 40 b
- 3.- TERRAZA DEL RIO GALLEGO - 40 b
- 4.- DERRUBIOS DE LADERA - 40 j
- 5.- ALTERNANCIA DE MARGAS, ARENISCAS Y CALIZAS ARENISCOSAS - 30 c

ESQUEMA 8

MORRENA GLACIARICA DE LA ERMITA DE STA. ELENA (40a) (Fotografía 11)

Litología.— La litología de esta morrena, única en la zona, no se diferencia fundamentalmente de la descripción general dada para las morrenas. Está constituida por una serie de materiales de descomposición y de arrastre de las formaciones circundantes que ha recorrido. Los materiales están seleccionados de finos a gruesos, concentrando dichos gruesos, en forma de gravas y bolos, hacia la base e incluso aglomerando dichos bolos como consecuencia de una carbonatación secundaria a modo de conglomerado, más o menos compacto. Existe además, en dicha base, que es prácticamente en el cauce del río Gállego, grandes bloques desprendidos de las zonas más altas (Esquema núm. 8).

Estructura.— Esta morrena presenta una forma alargada en dirección prácticamente E-O, ocupando una vaguada lateral existente al Sur de Sierra Tendeñera, en la margen derecha del río Gállego.

Como ya se ha indicado, existe una distribución granulométrica en los materiales que consti-

tuye en las morrenas, concentrándose los más gruesos, a veces grandes bloques, hacia la base.

Geotecnia.— Las condiciones geotécnicas de este tipo de terreno, son muy desfavorables, debido fundamentalmente a la heterogeneidad de los materiales y a la disposición esponjosa de los mismos. Es decir, cualquier excavación o variación en sus condiciones actuales de estabilidad, pueden variar y de hecho varían su equilibrio, produciendo deslizamientos que pueden transmitirse hasta las partes más altas, dependiendo esta circunstancia exclusivamente, del carácter más o



Foto 11.— Morrena de Sta. Elena

menos colgado de dicha morrena. En nuestro caso la morrena de la Ermita de Sta. Elena, si bien en cabecera tiene una fuerte pendiente, en las proximidades del cauce, es decir hacia su base, ha dado lugar a un rellano en el resbalamiento y acumulación de sus materiales, que podría estar producido por deslizamientos anteriores y por consiguiente, en la actualidad haber conseguido un equilibrio bastante estable.

La carretera actual, se abre paso a través de ella dejando materiales a uno y otro lado de la misma, sin que en principio parezca existir peligro en la parte de la ladera.

En la base de dicha ladera, existe una salida de agua, posiblemente de drenaje subterráneo, a través de los materiales de la morrena y que desagua en el cauce del río Gállego por debajo de la misma carretera, socavando notablemente los materiales de su base.

Se trata de una formación ripable localmente, exceptuando los grandes bloques y bolos, demasiado concentrados de la zona terminal. Da lugar a suelos no cohesivos de densidad baja. Los taludes son muy variables. La capacidad portante es baja, debido al carácter esponjoso de los materiales que la componen. En general, se trata de un conjunto permeable.

DERRUBIOS DE LADERA (40j)

Litología.— La litología de los derrubios de esta zona tienen un carácter arcilloso y algo arenoso debido a la alteración de los materiales que componen dicha zona, fundamentalmente calcáreos y areniscosos.

Existen también grandes bloques concentrados en el cañón del río Gállego. Dichos bloques son materiales desprendidos de los tramos altos de las formaciones calcáreas y areniscosas.

Estructura.— Distinguimos dos distribuciones de derrubios de laderas. La primera, situada en las márgenes del río Gállego en el cañón abierto por el mismo y la segunda en las laderas de Sierra Tendeñera, a ambos lados Norte y Sur de la misma.

En la primera, los derrubios del cañón, presentan una situación un tanto desordenada por la presencia de grandes bloques desprendidos de las zonas altas. El resto, más o menos colgado, de dicha ladera se compone de materiales finos.

Los derrubios de las laderas de Sierra Tendeñera tienen aspecto de escombrera o pedriza debido a la influencia de las nieves en su proceso de formación. Cubren a veces grandes extensiones y los materiales se distribuyen de finos a gruesos, acumulándose estos últimos, en las zonas más bajas.

Geotecnia.— Ambos tipos de derrubios presentan unas condiciones de deslizamiento muy acusadas por la poca compactidad y heterogeneidad de los materiales con posibles desprendimientos parciales, aterramientos, etc. El drenaje superficial es acusado, en todo su espesor. Es un conjunto en general ripable, excepto en las zonas de concentración de bloques.

CALIZA CON INTERCALACIONES DE CALIZA ARENISCOSA Y DOLOMIA (30a) (Fotografía 12)

Litología.— Se trata, en efecto, de calizas areniscosas amarillentas intercaladas entre niveles de calizas más compactas, con presencia, hacia la base, de dolomías blancas masivas.

La alteración de dicha formación da lugar a suelos arcillosos con cierto contenido en arenas.

Estructura.— Estos bancos se presentan, relativamente plegados y cuarteados, debido a la incompetencia de los materiales que lo componen, que impiden su adaptación a los plegamientos.

En la zona, ocupa las partes altas de Sierra Tendeñera, donde los estratos tienen tendencia a la horizontalidad. Las fracturas secundarias son muy numerosas y en direcciones muy diferentes.

Geotecnia.— Se trata de una formación resistente, dura y compacta, por consiguiente no ripable, con una tectonicidad media que es la que geotécnicamente puede dar lugar a problemas por desprendimientos de bloques aislados. El drenaje en profundidad de estos bancos es variable, dependiendo exclusivamente de las fracturas, ya que en sí la roca es poco permeable. Da lugar a taludes naturales relativamente fuertes, sobre todo si las pendientes no coinciden con el buzamiento de dichas capas. En general, se mantienen taludes de 2:1 aproximadamente.

ALTERNANCIA DE CALIZAS ARENISCOSAS Y MARGOSAS CON INTERCALACIONES DE DOLOMIAS (28b) (Fotografía 12)

Litología.— Se trata de una alternancia de calizas areniscosas y calizas margosas amarillentas, en niveles relativamente estrechos, con intercalaciones de niveles dolomíticos grises muy duros.



Foto 12.— Sierra Tendeñera.
Contacto de las calizas 30a y 28b.

La alteración de este conjunto da lugar a suelos arcillosos, algo arenosos.

En general, es una formación de dureza media a alta, poco deleznable.

Estructura.— Se presentan dichos niveles plegados, concordantes con todo el conjunto volcado de Sierra Tendeñera y con sus mismas direcciones, ONO—ESE. La inclinación es bastante fuerte, variando desde unos 60° hasta casi los 90°.

Los bancos están afectados por innumerables fracturas secundarias y diaclasas.

Geotecnia.— La compacidad y dureza de estos materiales bien estratificados, hacen disminuir los problemas de desprendimientos y deslizamientos.

La meteorización superficial es en general baja, aunque localmente, está favorecida por las fracturas y diaclasas que permiten una meteorización más profunda.

No es una formación ripable, por su dureza y compacidad.

No presenta problemas de drenaje en profundidad, debido a las fracturas.

Mantiene taludes relativamente fuertes del orden de 2:1, siendo su capacidad portante excelente.

ALTERNANCIA DE CALIZAS Y CALIZAS DOLOMITICAS (28a)

Litología.— Son alternancias de calizas blancas algo arcillosas con calizas dolomíticas duras, todo ello en capas bien estratificadas con espesores del orden de 1 a 2 m.

Estructura.— Las capas se presentan plegadas, como todo el conjunto cretácico que venimos definiendo en Sierra Tendeñera y concordante con los otros tramos, en dirección y buzamiento.

Este nivel que es el más bajo de la serie cretácica, aflora únicamente en contacto con la gran falla—cabalgamiento, que separa a Sierra Tendeñera del Paleozoico.

Las fracturas y diaclasas son muy numerosas debidas a la rigidez de esta roca.

Geotecnia.— Se trata de una roca dura y compacta, y por lo tanto con problemas poco importantes, de deslizamientos y desprendimientos.

No es un conjunto ripable.

Desde el punto de vista de drenaje, presenta cierta impermeabilidad superficialmente, debido al carácter arcilloso de las calizas blancas, pero despreciable, en profundidad, por la serie de fracturas que le confieren una macroporpermeabilidad común a todo el conjunto. Su capacidad portante es excelente. Mantiene taludes naturales del orden de 2:1.

3.2.4 Resumen de problemas geotécnicos que presenta la zona

Los problemas geotécnicos que pueden presentarse en la zona, se podrían agrupar atendiendo a dos circunstancias: condiciones litológicas de los terrenos y condiciones topográficas de la zona.

Desde el punto de vista litológico, los únicos niveles o terrenos que pueden presentar dificultades en sí, son los cuaternarios: aluviales, morrena glaciárica de Sta. Elena y derrubios de ladera.

Dichos cuaternarios presentan las características comunes de baja capacidad portante, posibilidad de asentamientos y deslizamientos o desprendimientos en cuanto se varfen sus pendientes naturales.

Con respecto a las dificultades geotécnicas por las condiciones topográficas, resaltaremos las fuertes pendientes que existen a ambos lados de Sierra Tendeñera, así como en el cañón del río Gállego, en que además de presentar las dificultades lógicas de toda inclinación fuerte, ante la perspectiva de cualquier tipo de obra, se presentan las de estar especialmente afectadas por la meteorización normal y la de acumulación de hielos, con su correspondiente poder destructivo. (Fotografía 13).

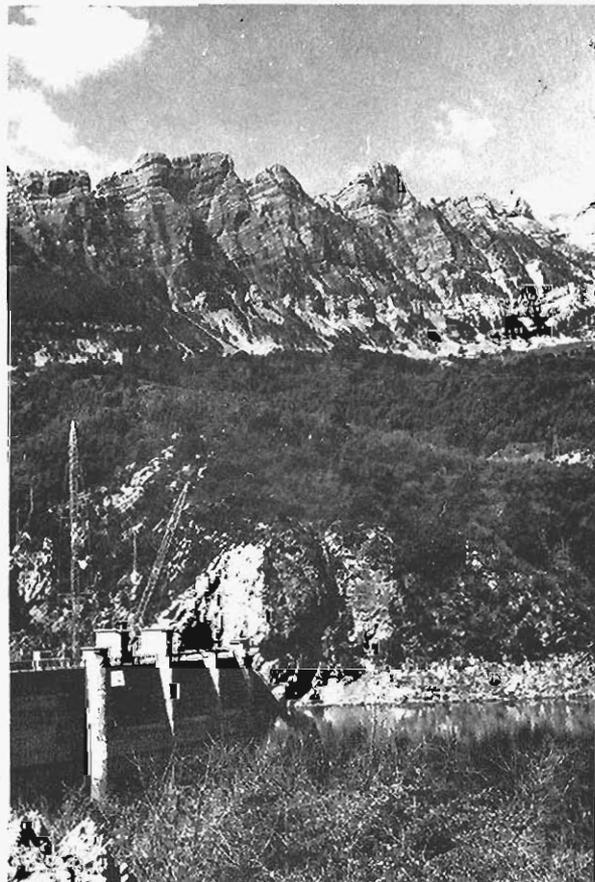
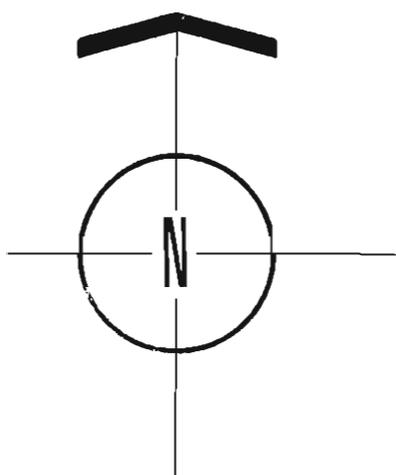


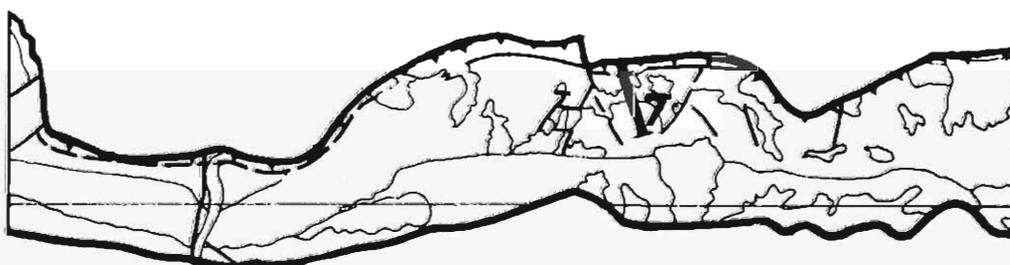
Foto 13.— Sierra Tendeñera. Vista de la vertiente Norte desde la margen del río Gállego.

ESQUEMA GEOGRAFICO DE LA ZONA 2

CADENA MONTAÑOSA DE S^{ra} TENDEÑERA



4		1		
	145	Sajem de Gállego		
3			4	
4		177		178
3		2	3	2
4		Yebra de Basa	1	4
	210			Bañoria
3		2	3	2
				211



Como decíamos al principio, el acceso o el paso de dicha cadena, en la zona, no es posible más que a través del cañón abierto por el río Gállego. En estas condiciones, los problemas que afectarán más directamente a la construcción de una carretera, son fundamentalmente los que traen consigo los cuaternarios de tipo derrubio de ladera.

3.3. ZONA 3: ZONA MONTAÑOSA BIESCAS—CAMPODARBE

3.3.1 Geomorfología y tectónica

Esta zona está comprendida entre los siguientes límites: Al Norte la vertiente Sur de Sierra Tendeñera y Ordesa. Al Sur, el gran cabalgamiento de Senegüé que se prolonga hacia el Este por el flanco occidental de la estructura de Campodarbe y al Este, la terminación oriental de la estructura de Campodarbe.

Geomorfológicamente esta zona se puede subdividir en tres subzonas principales: Valle del río Gállego, Valle del río Ara y divisoria montañosa entre ambos valles.

Se ha denominado zona montañosa, aunque comprende tramos de los valles de los ríos Gállego y Ara, porque el carácter montañoso de la divisoria y la estructura de Campodarbe, predominan sobre el resto de la zona.

Está constituida, por terrenos fundamentalmente terciarios predominando la facies flysch del Eoceno inferior, que ocupa casi toda la extensión de esta zona, exceptuando la estructura de Campodarbe y a partir naturalmente de los terrenos cuaternarios.



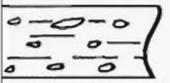
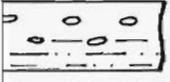
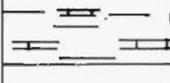
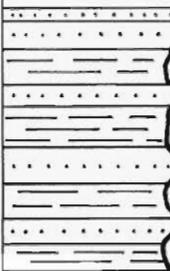
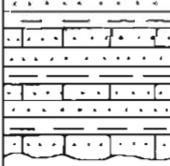
Foto 14.— Anticlinal de Campodarbe. Flanco Norte.

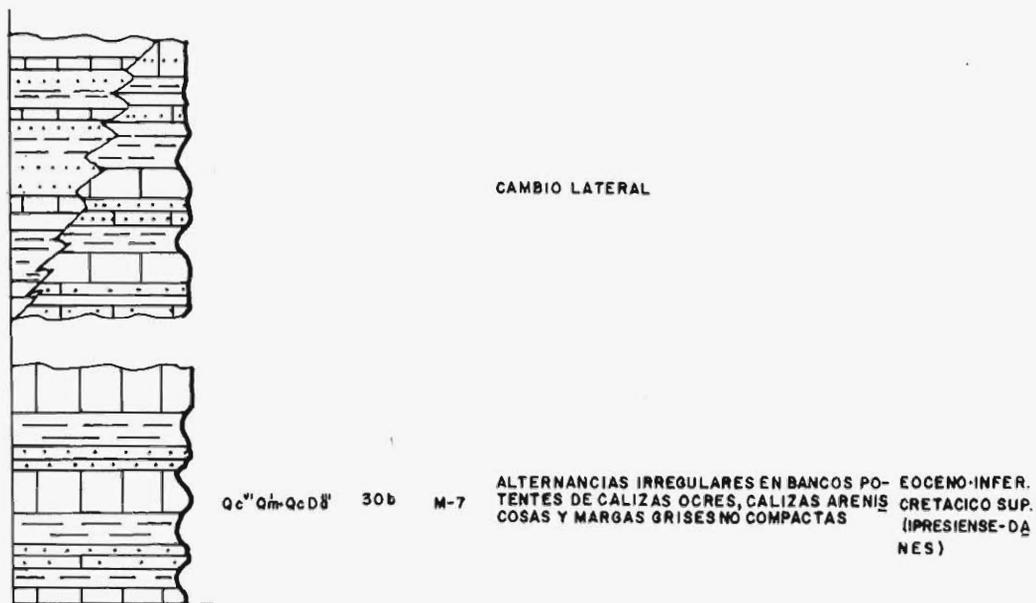
Tectónicamente, la zona presenta dos accidentes importantes, el primero, el cabalgamiento de dicha facies flysch, sobre las margas azules que existen al Sur. El segundo la estructura de Campodarbe (Fotografía núm. 14), que presenta la anomalía de llevar dirección N—S siendo la

dirección general NO-SE.

La facies flysch, presenta unos plegamientos relativamente suaves, con repliegues más forzados, como consecuencia de la tectónica secundaria o superpuesta a la principal.

3.3.2 Columna estratigráfica

COLUMNA LITOLOGICA	REFERENCIA			DESCRIPCION	EDAD
	1/25.000	Litológico	Geotónico		
	AB6M	40 e	M-10	ALUVIAL DEL RIO GALLEGO FORMADO EN SU MAYOR PARTE POR BOLOS Y GRAVAS CON ALGO DE LIMOS.	CUATERNARIO
	AGMSC	40 g	M-10	ALUVIAL DEL RIO ARA CON IMPORTANTES ACARRIOS DE GRAVAS Y FINOS ARENOSOS, LIMOS Y ARCILLOSOS	"
	TBSC	40 b	M-8	TERRAZAS DEL RIO GALLEGO FORMADAS POR MATERIALES MUY DIVERSOS ENTRE LOS QUE DESTACAN BOLOS Y ARENAS ARCILLOSAS	"
	TGPSC	40 c	M-8	TERRAZA DEL RIO ARA FORMADO FUNDAMENTALMENTE POR GRAVAS MAL GRADUADAS Y ARENAS ARCILLOSAS.	"
	DSC	40 i	C-2	CONOS DE DEYECCION FORMADOS GENERALMENTE POR UNA FRACCION DE GRAVAS Y OTRA MAS IMPORTANTE DE FINOS DE NATURALEZA VARIABLE	"
	CBSC	40 j	C-3	DERRUBIOS DE LADERA POR DESPRENDIMIENTOS DE MATERIALES METEORIZADOS DE LAS FORMACIONES SUBYACENTES.	"
	Dq ^{III} ·Qm ^{III}	30 g	C-5	ALTERNANCIA IRREGULAR DE ARENISCAS MARRONES DE GRANO GRUESO Y MARGAS GRISES NO COMPACTAS EN BANCOS POTENTES.	FACIES DE TRANSICION A OLIGOCENO
FALLA					
	Qm:Da:Qc:Od ^{II}	30 c	M-1	ALTERNANCIAS TIPO FLYSCH DE MARGAS ARENISCAS Y CALIZAS ARENISCOSAS EN NIVEL ESTRECHOS DE ASPECTO TABLEADO	EOCENO-INFER. (FACIES-FLYSCH)



3.3.3 Grupos geotécnicos

ALUVIAL DEL RIO GALLEGO (40a)

Litología.— Los materiales que componen este aluvial, no se diferencian mucho de los descritos para los grupos anteriores. Se trata de acarreo de bolos, gravas (silíceas en su mayor parte) y limos, que en esta zona tienen una importancia mayor, debido a la extensión del cauce y a la facilidad de erosión de los terrenos subyacentes por los que discurre. Esto, produce una disminución en la velocidad de las aguas del río Gállego, que facilita la decantación de los materiales finos. (Esquema núm. 10).

Estructura.— La característica fundamental de este aluvial, es la gran extensión del mismo, ya que el cauce se ensancha al discurrir por un tramo fácilmente erosionable. Al mismo tiempo, esta circunstancia permite una selección granulométrica en los materiales depositados por decantación, en relativa calma. Por consiguiente se encuentran los materiales más gruesos sobre un lecho cada vez más fino, granulométricamente.

Geotecnia.— Como en el resto del recorrido del río Gállego, este aluvial presenta poca capacidad portante, con posibilidad de producir asentamientos.

El drenaje superficial, está retenido en profundidad por los saturados.

Es una formación ripable y como novedad, la abundancia y calidad de los acarreo gruesos son utilizables como áridos o préstamos. De hecho existe una planta de machaqueo, prácticamente abandonada y que en su día fue utilizada para la construcción de la presa de Bubal.

ALUVIAL DEL RIO ARA (40g)

Litología.— Este aluvial contiene importantes acarrees, constituidos por bolos y gravas silíceas y finos de carácter arcillo—arenoso.

Estructura.— Como en el caso anterior, el río Ara, ha excavado una extensión muy considerable de cauce, rellena posteriormente por decantación, la cual se ve incrementada en su ancha confluencia con el barranco del Chate (fotografía 15), con acarrees de origen aluvial de las mismas características.

La deposición relativamente tranquila de este tramo, da lugar a una selectividad de finos a gruesos en los materiales de acarreo.

Geotecnia.— Los problemas que se presentan en dicho aluvial, que por su extensión puede estar interesado por las futuras obras de una carretera, son los normales en este tipo de materiales, como poca capacidad portante susceptible de producir asentamientos, zona inundable en sus bordes, que la mayoría del año permanecen en seco y drenaje superficial retenido en profundidad por los limos.

Este aluvial es ripable.

TERRAZAS DEL RIO GALLEGO (40b)

Litología.— Están formadas por materiales diversos como bolos, gravas y arcillas más o menos arenosas. Estas últimas pasan a tener más importancia en esta zona, al estar incrementadas por una aportación muy directa de laderas circundantes, por medio de las aguas de escorrentía que transportan los materiales descompuestos de dichas laderas, cuya meteorización bastante importante, da lugar a suelos de carácter arcillo—arenoso.



Foto 15.— Aluvial del río Chate en su confluencia con el río Ara.

La potencia de dichas terrazas es variable, aunque normalmente se podría calcular en unos 5 m (esquema núm. 10).

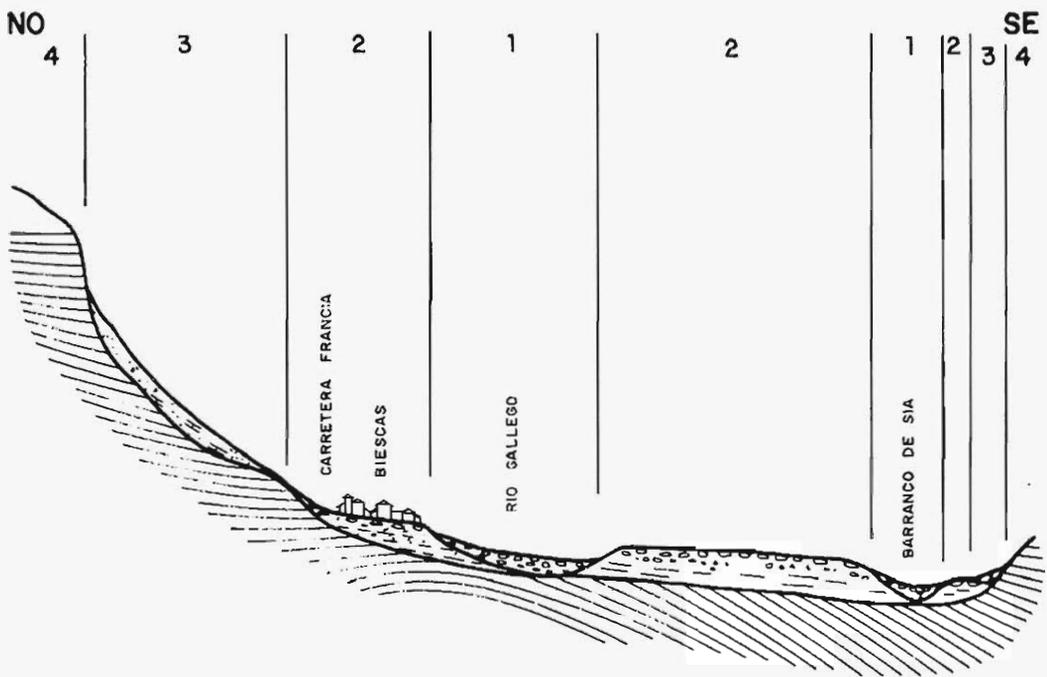
Estructura.— Existen varias terrazas, que presentan una estructura horizontal y escalonada.

Geotecnia.— Los problemas geotécnicos, poco importantes, se concentran en la baja capaci-

dad portante capaz de producir asientos. Es un conjunto ripable, con drenaje superficial aceptable si incluimos la facilidad de circulación de las aguas de escorrentía, remansadas brevemente. Es impermeable en profundidad.

Pueden producirse, accidentalmente, aterramientos por acumulación de materiales de arrastre de las escorrentías.

Los taludes forman pequeños escarpes con desniveles variables.



(Ver situación en esquema geográfico de la zona 3) ESQUEMA SIN ESCALAS - COTAS APROXIMADAS

- 1.- ALUVIAL DEL RIO GALLEGO Y AFLUENTES - 40 a
- 2.- TERRAZA DEL RIO GALLEGO Y AFLUENTES - 40 b
- 3.- DERRUBIOS DE LADERA - 40 j
- 4.- ALTERNANCIAS DE MARGAS, ARENISCAS Y CALIZAS ARENISCOSAS - 30 c

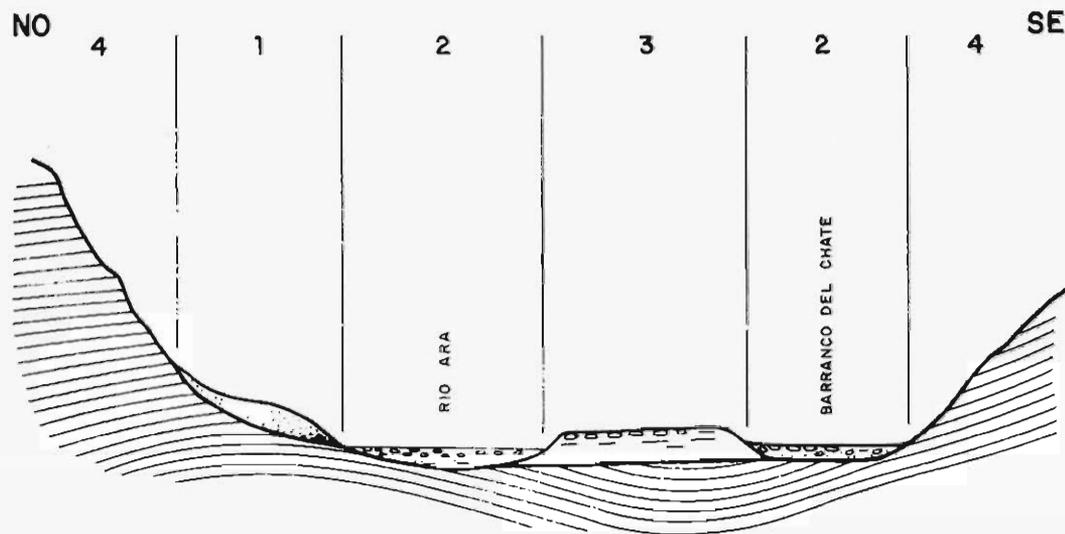
ESQUEMA 10

TERRAZAS DEL RIO ARA (40c)

Litología.— Están constituídas por gravas mal graduadas y arenas arcillosas. La composición de los finos, está muy directamente influenciada por la litología de las formaciones circundantes, por aportación lateral de los materiales de alteración de las laderas, arrastradas por las aguas de escorrentía.

La potencia máxima o desnivel entre terrazas es de unos 10 m.

Estructura.— Se distinguen tres niveles de terrazas. La terraza superior que suele presentarse colgada y de una forma discontinua, la media y la inferior que es la más extensa, diferenciándose a menudo difícilmente del aluvial.



(Ver situación en esquema geográfico de la zona 3) ESQUEMA SIN ESCALAS - COTAS APROXIMADAS

- 1.- CONO DE DEYECCION - 40 c
- 2.- ALUVIAL DEL RIO ARA - 40 j
- 3.- TERRAZA DEL RIO ARA - 40 c
- 4.- ALTERNANCIAS DE MARGAS, ARENISCAS Y CALIZAS ARENISCOSAS - 30 c

ESQUEMA 11

Geotecnia.— No existen grandes problemas geotécnicos, si exceptuamos la baja capacidad portante de las mismas, con posibilidad de producir asentos.

Pueden producirse, accidentalmente, aterramientos por acumulación de materiales de arrastre de las escorrentías.

Es un conjunto ripable, con drenaje superficial aceptable, si incluimos la facilidad de circulación de las aguas de escorrentía, detenidas brevemente. Con la profundidad se va ganando en impermeabilidad.

CONOS DE DEYECCION (40i)

Litología.— Están formados, por acumulación de materiales silíceos, transportados por esorrentías de torrenteras, barrancos, etc, en su confluencia con los cauces principales.

En los materiales que la constituyen, predominan los finos arcillo—arenosos, con una fracción de gravas y elementos más gruesos depositados hacia la base de dicho cono. Los materiales provienen de los productos de meteorización de las formaciones circundantes en general, con pequeño recorrido. (Esquema núm. 11).

Estructura.— Los conos de deyección presentan siempre la misma disposición, presentando forma de lengua ensanchada hacia su base y más o menos colgada, según las pendientes de las que provienen.

Los materiales más gruesos, poco numerosos, se depositan hacia la base, escurriendo sobre ellos los más finos.

Geotecnia.— Aparte de los problemas geotécnicos inherentes a un conjunto de materiales fundamentalmente arcillosos y depositados sin compactación natural ninguna, como capacidad de producir asientos importantes, hay que añadir el equilibrio inestable en que se encuentran y que al variar sus condiciones naturales pueden producirse deslizamientos importantes, según la masa de materiales afectados, así como las pendientes o carácter colgado que las definan.

DERRUBIOS DE LADERA (40j)

Litología.— Se trata de materiales superficialmente meteorizados y acumulados en pendientes, vaguadas, etc. Litológicamente se componen principalmente de los suelos de meteorización de las formaciones subyacentes con bloques y bolos desprendidos de las mismas. En este caso los finos son arcillas arenosas y los gruesos, bloques de calizas areniscosas y areniscas.



Foto 16.— Derrubios (40j) producidos por deslizamientos en la facies Flysch (30c)

Estructura.— Ocupan generalmente, las zonas bajas de las laderas, por desprendimientos y arrastres de las aguas de escorrentía, presentándose con aspecto más o menos colgado. En la base suelen concentrarse los materiales gruesos.

Geotecnia.— Existe la posibilidad de producir asientos, debido a la baja capacidad portante de los materiales arcillosos de descomposición, poco o nada compactados.

El inconveniente más importante que presentan los derrubios de ladera, es el equilibrio inestable en que se encuentran y que en caso de ser variado, por una excavación o cualquier obra, pueden producirse deslizamientos a veces importantes, según la masa afectada y la pendiente que tenían primitivamente. (Fotografía 16).

FACIES FLYSCH EOCENO (30c)

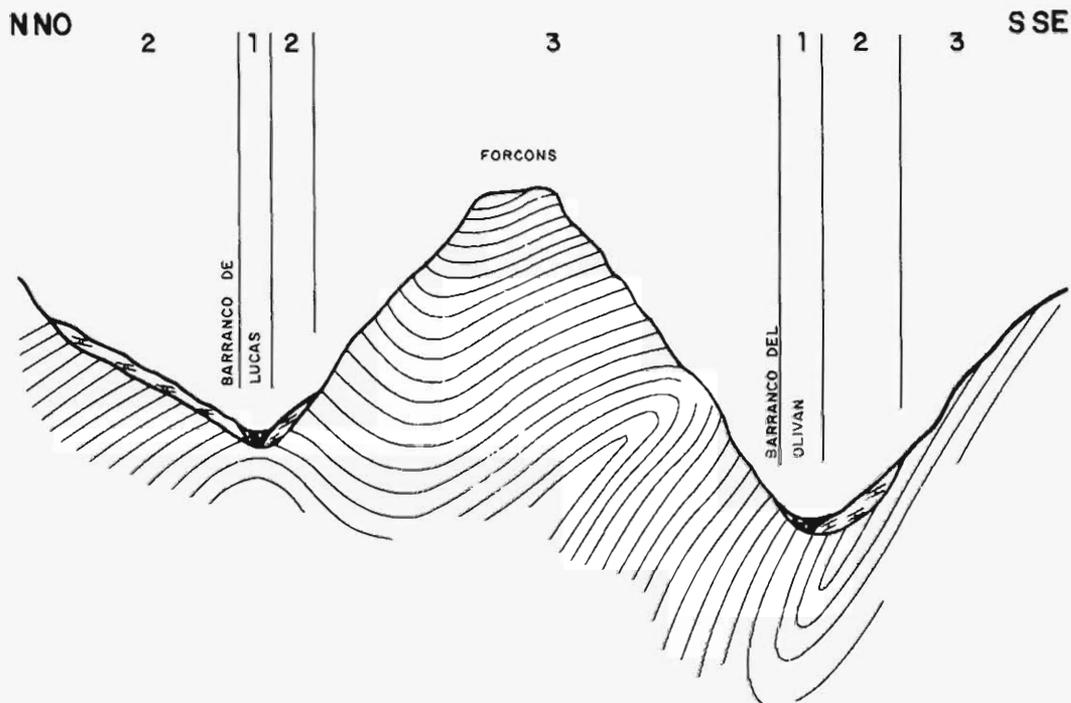
Litología.— Se trata de una potente formación constituída por alternancias regulares tipo flysch de margas, areniscas y calizas areniscosas en niveles estrechos de aspecto tableado.

Esta litología que aparece en el tramo, presenta cambios laterales hacia el Oeste, enriqueciéndose en niveles calcáreos, que destacan en la topografía. Igualmente hacia el Este existe también cambio lateral, parte del cual, se incluye en el tramo y que describiremos más tarde (30b).

Estructura.— La estructura de toda esta formación se puede subdividir en dos fases principales. La primera dirigida a los movimientos principales que dieron lugar a plegamientos de gran amplitud, relativamente suaves, de tipo anticlinorio y sinclinorio, mientras que en la segunda o movimientos secundarios, se produjeron localmente fuertes replegamientos muy forzados. (Esquema núm. 12). Como ejemplo daremos el corte del túnel del puerto de Cotefablo (Fotografía 17).



Foto 17.— Túnel de Cotefablo
Detalle de los repliegues secundarios del Flysch Eoceno (30c)



(Ver situación en esquema geográfico de la zona 3) ESQUEMA SIN ESCALAS - COTAS APROXIMADAS

- 1.- ALUVIAL DE AFLUENTES DEL RIO GALLEGO - 40e
- 2.- DERRUBIOS DE LADERA - 40j
- 3.- ALTERNANCIA DE MARGAS, ARENISCAS Y CALIZAS ARENISCOSAS - 30c

ESQUEMA 12

Geotecnia.— Esta formación es susceptible de presentar problemas importantes en aquellas laderas en que el buzamiento de las capas coincidan con la pendiente de las mismas. En este caso podrán existir deslizamientos y desprendimientos en zonas altas, especialmente agravados al variar las condiciones naturales de equilibrio. En caso contrario, es decir, con buzamientos menos inclinados o no coincidentes con la pendiente de las laderas, dichos problemas quedan muy disminuidos.

Como conjunto se trata de una formación no ripable. Local y superficialmente, por meteorización pueden existir tramos ripables.

Se trata de un conjunto impermeable, debido al contenido margoso de las capas y a su compacidad.

Los taludes son variables según que el buzamiento coincida o no con la pendiente de la ladera. En general diremos que pueden admitirse unos taludes del orden de 1:2.

ALTERNANCIAS IRREGULARES DE CALIZAS ARENISCOSAS Y MARGAS (30b). (Fotografía 18)

Litología.— Esta facies, proviene del cambio lateral de la facies Flysch anteriormente descrita. En esta zona se concentra, dando lugar a la estructura de Campodarbe.

Se trata de unas alternancias irregulares en bancos potentes de calizas ocreas, duras y fosilíferas con nummulites y alveolinas calizas areniscosas y margas grises no compactas.

Desde el punto de vista cronológico, esta formación además del Eoceno inferior del que proviene, llega a abarcar los tramos más superiores del Cretácico superior, es decir, edades de Ipresense a Danés.



Foto 18.— Núcleo del anticlinal de Campodarbe.

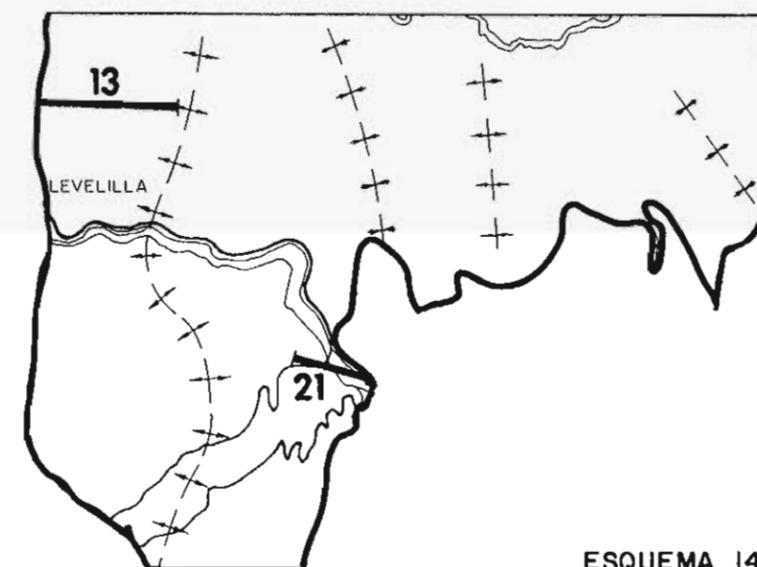
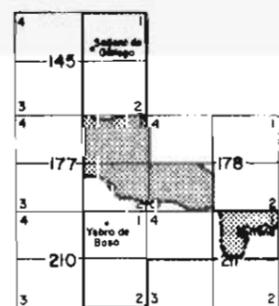
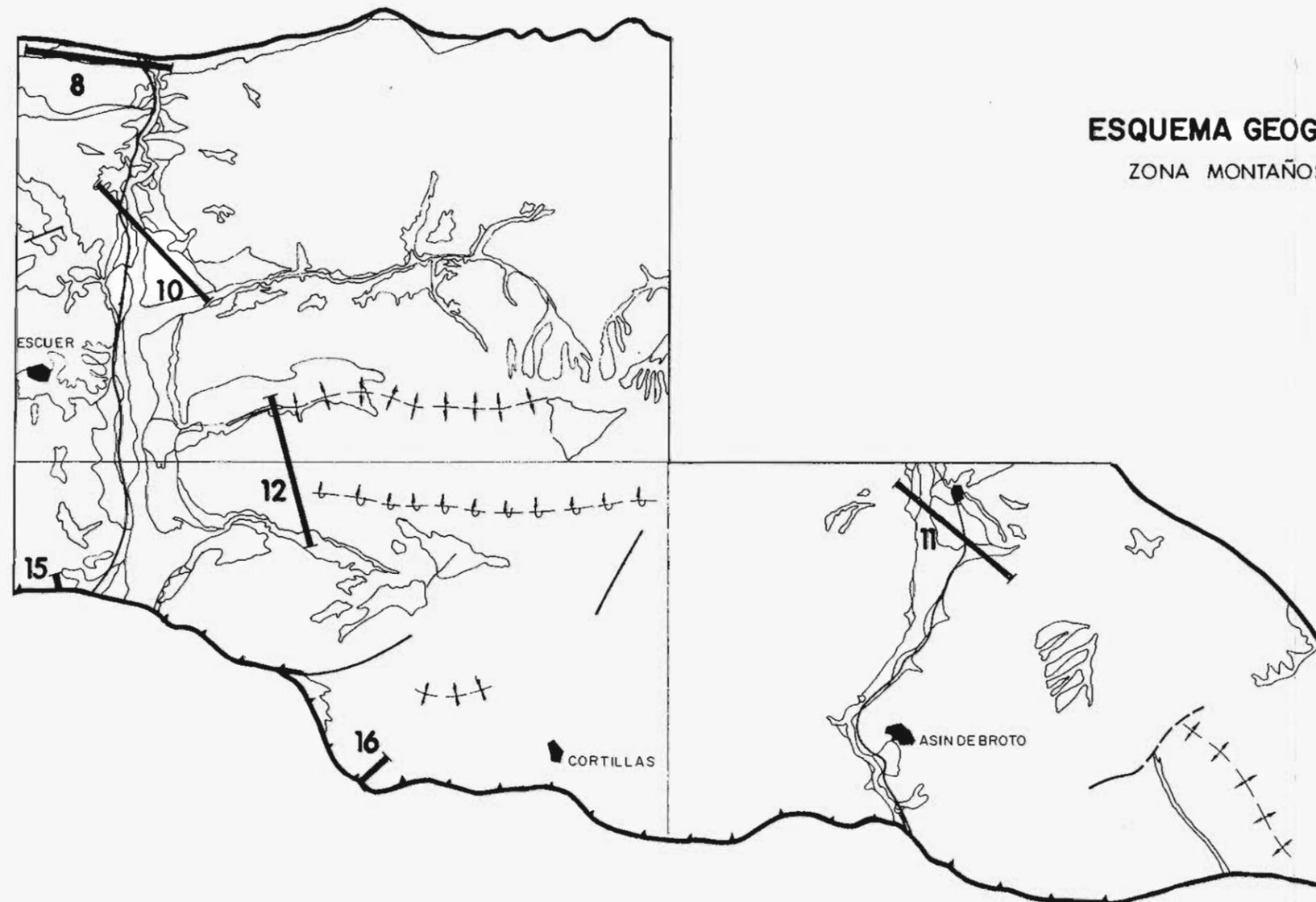
Estructura.— Este conjunto está representado solamente en el anticlinal de Campodarbe. Presenta grandes dimensiones y dirección N—S, diferente a las direcciones regionales. Está fuertemente plegado en el flanco Oeste, hasta el punto de construir un pliegue en rodilla, en profundidad, como se ha podido comprobar en un sondeo petrolífero (Esquema núm. 13). El flanco Este es mucho más tendido e incluso, debido a movimientos secundarios de tipo gravedad, ha llegado a laminar los bancos de margas, constituyendo por lo tanto un flanco rocoso, duro y compacto formado por calizas y calizas areniscosas, casi exclusivamente. Las diferentes capas se encuentran afectadas por innumerables fracturas y fallas secundarias de dirección principal E—O.

Geotecnia.— Se trata de una formación en general dura y compacta con problemas muy localizados en los contactos entre las margas grises y los bancos duros. En estos contactos, se pueden producir deslizamientos.

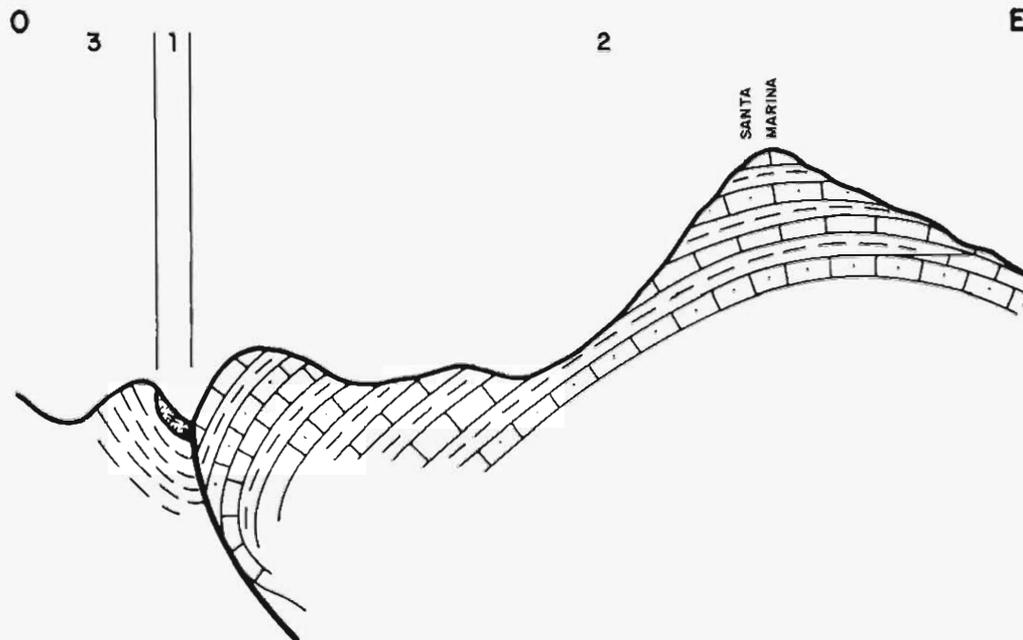
No es una formación ripable, si exceptuamos los bancos de margas.

La permeabilidad también es diferencial siendo permeables los bancos duros e impermeables las margas. Por consiguiente, como decíamos anteriormente los drenajes deben de tenerse en cuenta en dichos contactos.

ESQUEMA GEOGRAFICO DE LA ZONA 3
 ZONA MONTAÑOSA BIESCAS - CAMPODARBE



ESQUEMA 14



(Ver situación en esquema geográfico de la zona 3-4) ESQUEMA SIN ESCALAS - COTAS APROXIMADAS

- 1.- DERRUBIOS DE LADERA - 40'
- 2.- ALTERNANCIAS IRREGULARES EN BANCOS POTENTES DE CALIZAS, MARGAS Y CALIZAS ARENISCOSAS-30'
- 3.- MARGAS AZULES - 30'

ESQUEMA 13

Mantiene taludes próximos a la vertical en los tramos exclusivamente duros pero como conjunto diremos que existe una media de taludes de 1:1.

3.3.4 Resumen de problemas geotécnicos que presenta la zona

En resumen, los problemas que consideramos más importantes, geotécnicamente en la zona, son los siguientes:

En primer lugar y dentro del grupo de los cuaternarios, destacaremos el grupo de derrubios de ladera. Los problemas geotécnicos, se concentran en los posibles deslizamientos al variar el talud natural o equilibrio inestable a que se encuentran sometidos. Estos deslizamientos pueden llegar a ser muy importantes, según la masa que quede afectada y la pendiente o carácter colgado que tienen estos derrubios. Estos problemas, en sí ya importantes, cobran aún mayor interés debido a la extensión que ocupan estos derrubios, prácticamente existentes en todas las laderas de los ríos principales, barrancos, vaguadas, etc. Destacaremos por su espectacularidad deslizamientos antiguos y en potencia, existentes en las márgenes del barranco de Sía, que desemboca en el río

Gállego a la altura del pueblo de Biescas.

En segundo lugar, el problema geotécnico correspondiente a los aluviales del río Gállego y del río Ara, debido a las extensiones que ocupan los acarreos de bolos rodados y en los cuales podrían producirse problemas de asentamientos.

En cuanto a las formaciones, la facies Flysch presentará problemas geotécnicos en aquellas laderas con pendientes considerables y en que el buzamiento de las capas coincida con la pendiente, ya que el tableado puede deslizarse especialmente en el caso de variar sus condiciones naturales.

Finalmente, la formación de cambio lateral de alternancias de bancos de calizas y calizas areniscosas y margas, del flanco Oeste de la estructura de Campodarbe, tendrá los problemas localizados en los contactos entre las calizas y areniscas y las margas, debido a la macropermeabilidad por fisuras en los bancos rocosos y la impermeabilidad de dichas margas.

Sin embargo, el paso más lógico a través de esta estructura es el cañón abierto por el río Ara, que al atravesarlo prácticamente en dirección normal a las capas, los problemas a que hacíamos referencia en el trazado de una nueva carretera quedan muy disminuidos.

3.4 ZONA 4: DEPRESION SABIÑANIGO—BOLTAÑA

3.4.1 Geomorfología y tectónica

Esta zona comprende dos valles, uno el de Sabiñánigo (al Oeste), que pertenece a la cuenca del río Gállego y sus afluentes, los ríos Guarga y Basa y otro el valle de Boltaña (al Oeste) que pertenece a la cuenca del río Cinca y su afluente el río Ara.

Ambos valles están separados por una zona montañosa a modo de divisoria que es la Sierra Galardón, continuación, por prolongación Sur, de la estructura de Campodarbe.

Los terrenos que constituyen esta zona pertenecen todos ellos al Terciario en sus series Eoceno a Oligoceno, aparte, naturalmente, de los Cuaternarios.

Tectónicamente la zona es relativamente tranquila, en comparación con las del Norte, ya descritas. Distinguiremos entre accidentes y estructuras.

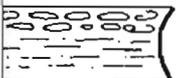
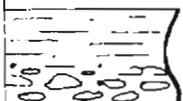
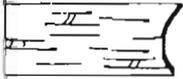
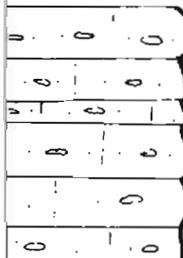
Los accidentes más importantes son en primer lugar, el límite Norte con la "Zona 3" o Cabalgamiento de la facies Flysch sobre las margas azules superiores y en segundo lugar, la gran falla que limita la estructura de Campodarbe hacia el Oeste.

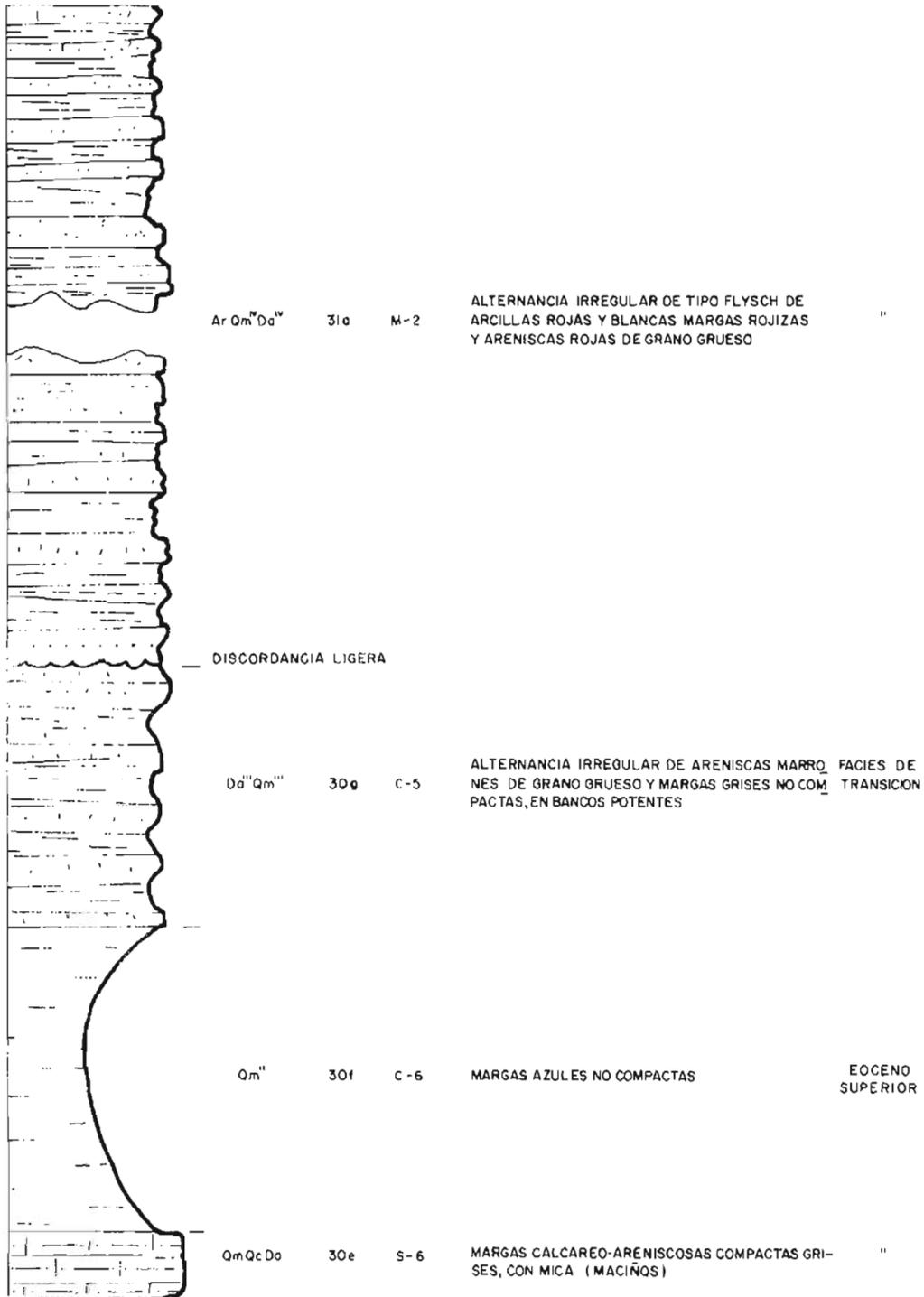
Desde el punto de vista estructural distinguiremos dos subzonas: la subzona Oeste desde el límite del estudio hasta dicha falla de Campodarbe y la subzona Este o valle de Boltaña. La zona Oeste se distingue por presentar estructuras anticlinales y sinclinales continuadas, bastante abiertas y con los ejes de dirección NO—SE. Resaltaremos el gran sinclinal de Sierra Galardón, cuyo núcleo está ocupado en su casi totalidad por los terrenos más jóvenes de todo el área de estudio, es decir Oligoceno.

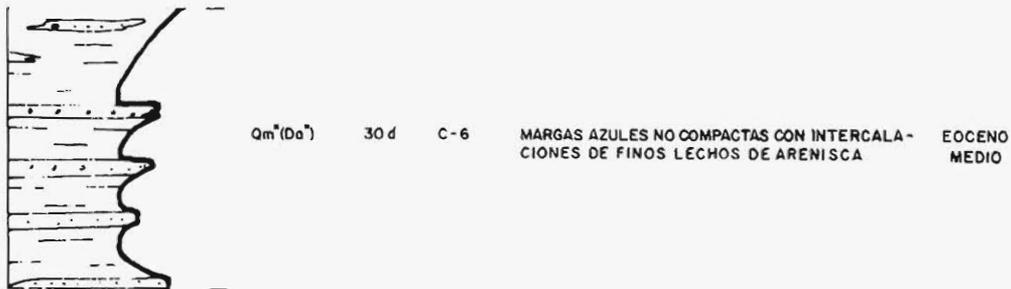
El valle de Boltaña, sin embargo, es una continuación tectónica de la estructura anormal de Campodarbe, es decir, una serie de sinclinales y anticlinales suaves, pero con las direcciones N—S.

De dichas estructuras, la más importante es el sinclinal denominado de Boltaña, que es la continuación del gran anticlinal de Campodarbe.

3.4.2 Columna estratigráfica

COLUMNA LITOLÓGICA	REFERENCIA			DESCRIPCION	EDAD
	1 / 25.000	Litológico	Geotécnico		
	ABGM	40e	M-10	ALUVIAL DEL RIO GALLEGO FORMADO EN SU MAYOR PARTE POR BOLOS Y GRAVAS CON ALGO DE LIMOS	CUATERNARIO
	AGMSC	40g	M-10	ALUVIAL DEL RIO ARA CON IMPORTANTES ACARREOS DE GRAVAS Y FINOS ARENOSOS LIMOSOS Y ARCILLOSOS	"
	AGPSC	40f	M-10	ALUVIAL DEL RIO CINCA FORMADO POR MATERIALES MUY DIVERSOS CON PREDOMINIO DE GRAVAS MAL GRADUADAS Y ARENAS ARCILLOSAS	"
	ABGC	40h	M-10	ALUVIAL DEL RIO AURIN CON IMPORTANTE CONTENIDO DE BOLOS Y GRAVAS Y MENOR PROPORCION DE FINOS ARCILLOSOS	"
	TBSC	40b	M-8	TERRAZAS DEL RIO GALLEGO FORMADAS POR MATERIALES MUY DIVERSOS ENTRE LOS QUE DESTACAN BOLOS Y ARENAS ARCILLOSAS	"
	TGPSC	40c	M-8	TERRAZAS DE LOS RIOS CINCA Y ARA FORMADAS FUNDAMENTALMENTE POR GRAVAS MAL GRADUADAS Y ARENAS ARCILLOSAS	"
	HB	40d	C-1	MORRENAS GLACIARICAS CONSTITUIDAS POR MATERIALES DE ARRASTRE DE LAS DIVERSAS FORMACIONES CIRCUNDANTES. SU CARACTERISTICA MAS IMPORTANTE SON LOS GRANDES BLOQUES Y BOLOS ACUMULADOS EN SU FRENTE	"
	DSC	40i	C-2	CONOS DE DEYECCION FORMADOS GENERALMENTE POR UNA FRACCION DE GRAVAS Y OTRA MAS IMPORTANTE DE FINOS DE NATURALEZA VARIABLE	"
	CBSC	40j	C-3	DERRUBIOS DE LADERA POR DESPRENDIMIENTOS DE MATERIALES METEORIZADOS DE LAS FORMACIONES SUBYACENTES	"
	Dc	31b	S-7	CONGLOMERADOS DE ELEMENTOS SILICEOS RODADOS CON MATRIZ CALCAREO-ARENISICOSA DURA Y COMPACTA DE COLOR ROJO	OLIGOCENO





3.4.3 Grupos geotécnicos

ALUVIAL DEL RIO GALLEGO (40e) (Fotografía 19)

Litología.— Constituyen este grupo los mismos materiales que se han descrito para las zonas anteriores, es decir, acarreo compuesto por bolos y gravas silíceas contenidos en una matriz limosa.

Esta descripción del aluvial río Gállego que aparece en el extremo Noroeste de la zona, puede hacerse extensible al de su afluente el río Basa, con los mismos materiales, aunque con mayor proporción de limos, debido a la formación margosa circundante. La extensión de dichos aluviales es grande, debido a la facilidad de erosión de las aguas de ambos ríos sobre los terrenos subyacentes, que produce posteriormente una disminución de velocidad en las aguas y por lo tanto una deposición más tranquila.



Foto 19.— Planta de machaqueo, de acarreo del río Gállego.

Estructura.— La primera característica, desde el punto de vista estructural, es la gran

extensión de estos aluviales por la circunstancia que hemos descrito anteriormente. Al mismo tiempo existe una selectividad homogénea en la granulometría de los materiales a lo largo del recorrido, debido al movimiento relativamente lento de las aguas, que permite dicha selección.

Geotecnia.— Estos aluviales presentan poca capacidad portante con posibilidad de producirse asientos, drenaje superficial relativamente fácil, pero contenido en profundidad por los limos saturados.

Es una formación ripable.

Los acarreos son utilizables para la obtención de áridos, material de subbase o préstamos.

ALUVIAL DEL RIO ARA (40g)

Litología.— El tramo de aluvial del río Ara en esta zona varía ligeramente del anteriormente descrito para la "Zona 3". En efecto contiene muchos menos elementos gruesos, bolos y gravas en beneficio de un mayor porcentaje de finos procedentes del terreno atravesado, cuya descomposición es de estas características.

Estructura.— Continúa la característica común de estos valles, es decir la amplitud de aluviales y la deposición granulométrica selectiva, de los mismos.

Geotecnia.— Los problemas de dicho aluvial de poca importancia, son los normales, de baja capacidad portante y por consiguiente susceptibles de producir asientos.

Por otro lado, la anchura del cauce, no siempre ocupado por las aguas del río, puede estar afectado en sus extremos por la ampliación de la carretera actual u otro nuevo trazado, con lo que habrá que tener en cuenta las posibles inundaciones esporádicas.

En general la permeabilidad es muy baja, por lo tanto pueden existir problemas de drenaje superficial y en profundidad con mayor razón. Este aluvial es ripable en toda su extensión.

ALUVIAL DEL RIO CINCA (40f)

Litología.— Está formado por materiales muy diversos con predominio de gravas, bolos silíceos mal graduados y arenas arcillosas.

Estructura.— El cauce del río Cinca alcanza en este caso una extensión extraordinaria de, a veces, 200 o más metros. Como siempre, en este tipo de cauces abiertos, destacaremos la selectividad granulométrica en la deposición de los materiales, encontrando los más gruesos en la superficie, a veces con concentraciones espectaculares, como ocurre en las proximidades de Ainsa.

Geotecnia.— Como siempre los problemas de asientos continúan en este tipo de aluvial, además de las zonas inundables, ya que los bordes de este aluvial no suelen estar ocupados por el verdadero cauce del río en la mayor parte del año. Ya dijimos que los elementos gruesos estaban mal graduados, existiendo algunas veces bloques de hasta uno o dos metros cúbicos y que geotécnicamente representan un inconveniente, aunque de poca importancia como todos los de este grupo.

ALUVIAL DEL RIO AURIN (40h)

Litología.— Este aluvial es poco diferente al del río Gállego, del cual es afluente. Contiene un importante porcentaje de bolos y gravas silíceos englobados en una matriz arcillosa.

Estructura.— La estructura en esta zona es idéntica a la del río Gállego, es decir un cauce de gran anchura, conteniendo materiales de acarreo granulométricamente seleccionados, con los más gruesos, a veces de grandes proporciones "flotando" en la superficie.

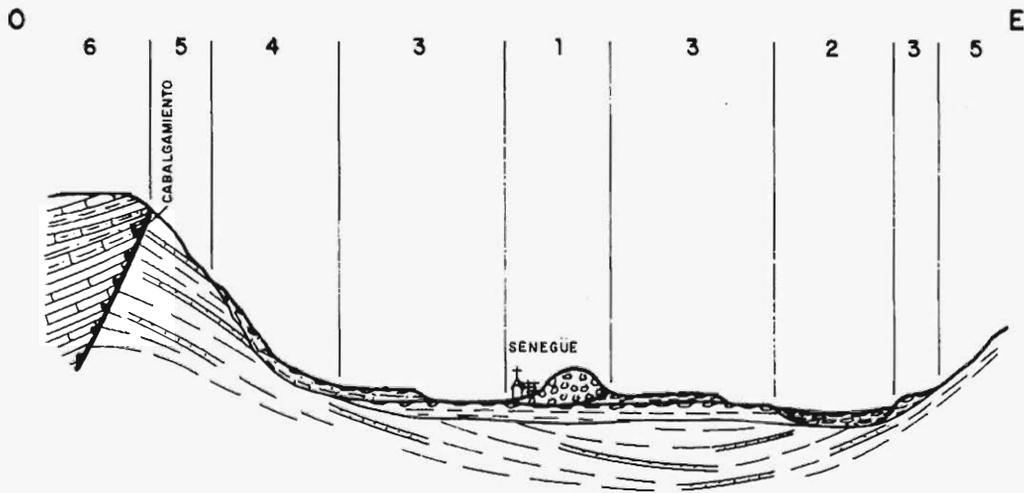
Geotecnia.— Los problemas son de pequeña importancia, fundamentados en la baja capacidad portante y posibilidad de producir ligeros asentos.

Los bordes de dicho aluvial en la mayor parte del año están en seco y por lo tanto constituyen zonas inundables.

El drenaje superficial es muy acusado, pero limitado en los limos arcillosos en profundidad.

TERRAZAS DEL RIO GALLEGO (40b)

Litología.— Están formadas por materiales muy diversos, como son bolos, gravas y arcillas. Las arcillas están en mayor proporción, debido a la aportación de finos de las aguas de escorrentía,



(Ver situación en esquema geográfico de la zona 3-4) ESQUEMA SIN ESCALAS—COTAS APROXIMADAS

- 1.- MORRENA DE SENEGUE - 40 a
- 2.- ALUVIAL DEL RIO GALLEGO - 40 a
- 3.- TERRAZAS DEL RIO GALLEGO - 40 b
- 4.- DERRUBIOS DE LADERA - 40 j
- 5.- MARGAS AZULES CON INTERCALACIONES DE LECHOS ARENISCOSOS - 30 d
- 6.- ALTERNANCIAS REGULARES DE MARGAS ARENISCAS Y CALIZAS ARENISCOSAS - 30 c

ESQUEMA 15

en su recorrido por las formaciones circundantes de alteración arcillosa.

Las potencias de las terrazas son variables, pudiéndose calcular en unos 5 m, como media.

Estructura.— Existen varias terrazas que presentan una estructura horizontal y escalonada.

Geotecnia.— Los problemas geotécnicos son de poca importancia, concentrándose en la baja capacidad portante y posibilidad de producir asentos.

El drenaje superficial es aceptable, si incluimos la facilidad de circulación de las aguas de escorrentía de las laderas, brevemente remansadas. Es impermeable en profundidad. Sin embargo, esta circunstancia puede producir accidentalmente aterramientos por acumulación de materiales de arrastre de dichas escorrentías.

TERRAZAS DE LOS RÍOS ARA Y CINCA (40c)

Litología.— Están compuestas por gravas mal graduadas y arenas arcillosas. La composición de estos finos, quizás en mayor proporción que en los recorridos anteriores, está muy influenciada por la litología de las formaciones circundantes, que en este caso, son fundamentalmente arcillo-arenosas en su descomposición y aportadas en cierta proporción por las escorrentías laterales.

La potencia o desniveles máximos en dichas terrazas es de unos 10 m.

Estructura.— Se distinguen tres niveles de terrazas. En el nivel superior suele presentarse colgada, distinguiéndose por una concentración de bolos y unos tonos rojizos de oxidación y presencia discontinua.

En el nivel inferior es más extensa, diferenciándose, a veces, difícilmente del aluvial.

Geotecnia.— Como siempre, los problemas geotécnicos son de poca importancia, entre los que contamos los posibles asentos debidos a la baja capacidad portante y producción accidental de aterramientos por acumulación de materiales de arrastre de las escorrentías.

Es un conjunto ripable, con drenaje superficial aceptable al incluir la facilidad de circulación de las aguas de escorrentía. En profundidad se hace impermeable, por el contenido arcilloso.

MORRENA DE SENEGUE (40a) (Fot. 20)

Litología.— Esta morrena es la única destacable en la Zona 4.

Está constituida, por los mismos materiales de arrastre que las de las otras zonas, es decir, bloques, cantos y finos arcillosos arrancados y arrastrados de las formaciones recorridas. La particularidad de esta morrena es el largo recorrido efectuado por el hecho de encontrarla en esta zona y contener unos materiales silíceos que no son los típicos de las formaciones circundantes.

Estructura.— Esta morrena, o resto de morrena, que en su día debió ser de grandes dimensiones, da lugar a un resalte topográfico en forma de media luna sobre la que se encuentra el pueblo de Senegüé.

La selección de los materiales gruesos en el fondo y finos en las partes altas, no puede aplicarse en este caso, encontrándose una mezcla de bolos, bloques y finos arcillosos.

En general, debido a su antigüedad y a su posición en una llanura horizontal, estos materiales



Foto 20.— Morrena de Senegüé.

se encuentran bastante compactados. (Fotografía 21).

Geotecnia.— El carácter particular de esta morrena, constituye una excepción en las condiciones geotécnicas descritas para el resto de las mismas. En efecto, dada la compactación de los



Foto 21.— Detalle de los bloques existentes en la Morrena de Senegüé.

materiales, su equilibrio es totalmente estable. Además por sus reducidas dimensiones, no representa ningún problema geotécnico digno de mención.

CONO DE DEYECCION (40i)

Litología.— Estos conos se forman por acumulación de materiales transportados por las escorrentías de torrenteras, barrancos, etc, en la confluencia con los cauces o vaguadas importantes.

Entre los materiales que la constituyen predominan los limos arcillosos, con cierta proporción de gravas. Los elementos más gruesos, poco importantes, suelen disponerse hacia la base. Dichos materiales provienen como productos de alteración de las formaciones circundantes en general. El recorrido de dichos materiales suele ser corto.

Estructura.— Como siempre, la estructura de estos conos es en forma de lengua, muy ensanchada hacia la base, estrechada hacia las partes altas y más o menos colgada según las pendientes por las que ha avanzado.

Los materiales más gruesos se depositan hacia la base y los más finos quedan en las zonas altas o escurridas por encima de ellos.

Geotecnia.— Además de los problemas normales para este tipo de formaciones arcillosas, depositadas sin ninguna compactación, como son los de producir asientos por su baja capacidad portante, hay que añadir el equilibrio inestable en que se encuentran y que al variar sus condiciones naturales, pueden llegar a producir, deslizamientos importantes. La categoría de dichos deslizamientos depende como siempre del volumen o la masa de materiales afectados, unidos a la mayor o menor inclinación de la pendiente de la ladera en que se encuentran.

DERRUBIOS DE LADERA (40j)

Litología.— Son los materiales meteorizados superficialmente y que al desprenderse de la formación matriz se deslizan y acumulan en las laderas, dependiendo su recorrido de la mayor o menor pendiente de dicha ladera.

Los materiales que forman dichos derrubios son los de alteración de las formaciones subyacentes. En este caso son fundamentalmente arcillosos, con bloques y pequeños bancos areniscosos, en el caso de la formación de margas azules y arcillo-arenosos con bolos silíceos y bloques también areniscosos para el resto de las formaciones oligocenas.

Estructura.— Recubren generalmente las zonas de las laderas, pudiendo producirse acumulaciones en zonas más bajas por desprendimientos y arrastres de las aguas de escorrentía.

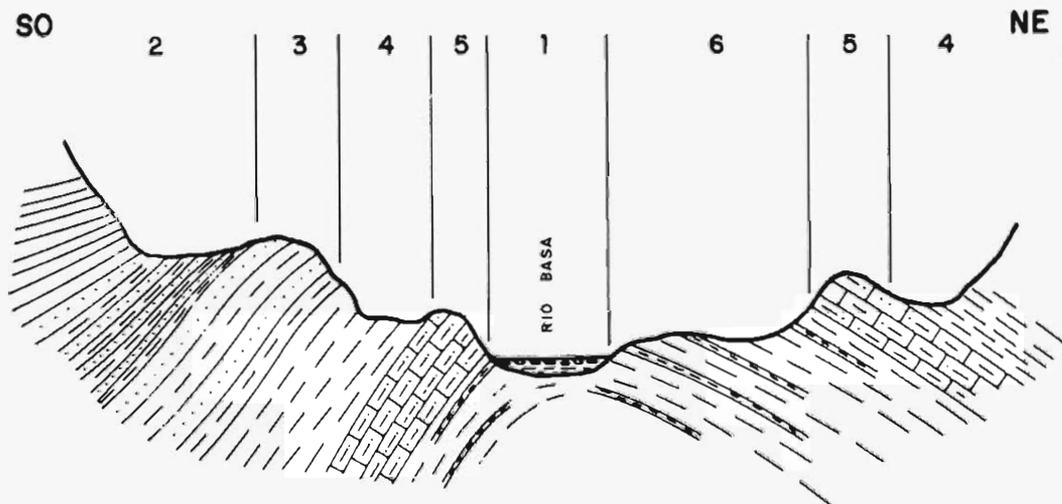
Geotecnia.— Los derrubios de ladera en todas las formaciones constituyen geotécnicamente un grupo con problemas, debido fundamentalmente a los posibles deslizamientos que puedan provocarse con la variación de sus condiciones naturales, ya que dichos materiales se encuentran sin cohesión, flotando, prácticamente en la formación subyacente. Por otro lado, aunque de menor importancia, presenta los problemas lógicos de posibles asientos por baja capacidad portante.

CONGLOMERADOS SILICEOS (31b)

Litología.— Se trata de unos conglomerados de elementos silíceos rodados, en una matriz calcáreo—areniscosa dura y compacta. Localmente existen cambios laterales de conglomerado a arenisca por ausencia o disminución de los elementos silíceos rodados. En general, esta formación presenta un color rojizo.

Por ser el conjunto más moderno cronológicamente en la zona, a excepción de los cuaternarios, y ocupar zonas más bien altas, la erosión ha enmascarado, no solamente, las potencias de los bancos, a veces, de 8 ó 10 metros, sino también el espesor total de esta formación que en nuestra zona no presenta espesores mayores de 200 metros, mientras que en otros puntos de la región dicho conjunto sobrepasa los miles de metros.

Estructura.— Este nivel y el inmediatamente inferior, ambos del Oligoceno, presentan una ligera discordancia sobre el conjunto subyacente del Eoceno. (Esquema 16).



(Ver situación en esquema geográfico de la zona 3-4) ESQUEMA SIN ESCALAS - COTAS APROXIMADAS

- 1.- ALUVIAL DE AFLUENTES DEL GALLEGO - 40 e
- 2.- ALTERNANCIAS DE ARCILLAS, MARGAS Y ARENISCAS - 31 e
- 3.- ALTERNANCIAS DE ARENISCAS Y MARGAS EN BANCOS POTENTES - 30 e
- 4.- MARGAS AZULES - 30 f
- 5.- MACÍÑOS - 30 e
- 6.- MARGAS AZULES CON INTERCALACIONES DE LECHOS ARENISCOSOS - 30 e

ESQUEMA 16

Los conglomerados, debido a su incompetencia, están afectados de innumerables fracturas y diaclasas en su intento de seguir los movimientos. En esta zona resalta, topográficamente, ocupando los tramos más altos de la misma. El afloramiento más importante, se presenta como núcleo del

gran sinclinal de Sierra Galardón.

Geotecnia.— Los problemas en sí de esta formación son de poca importancia, existiendo pequeños desprendimientos, aterramientos, etc, sin embargo, diremos que localmente existen desprendimientos de bloques de grandes dimensiones achacables, no a esta formación en sí, sino a la subyacente como explicaremos más adelante. La meteorización no es muy profunda, dando suelos de tipo arenoso y está íntimamente ligada a las diaclasas y fracturas.

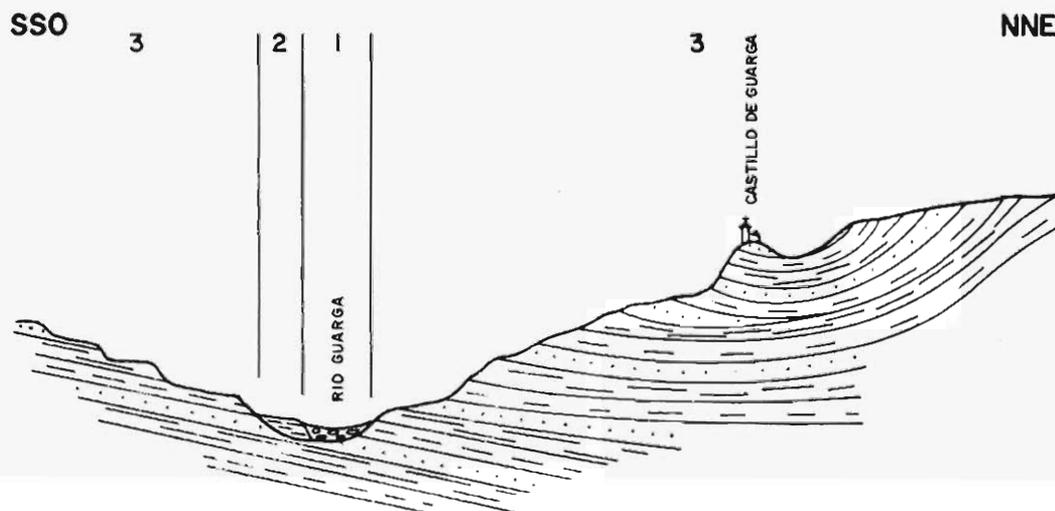
No es una formación ripable.

El drenaje superficial es aceptable y en profundidad muy acusado.

Presenta unos taludes fuertes, próximos a la vertical, y que como media podríamos fijar en 3:1.

ALTERNANCIA DE ARCILLAS, MARGAS Y ARENISCAS (31a) (Fotografía 22)

Litología.— Se trata de una alternancia irregular, tipo Flysch, de arcillas rojas y blancas, margas rojizas y areniscas del mismo color, que le confieren desde lejos unos tonos rojizos, por lo que exclusivamente en este tramo le hemos denominado, facies roja. Esta formación presenta en grandes extensiones cambios laterales, de los cuales el más importante es el observado hacia el Oeste, que incluso le confiere un cambio de color del rojo a blancuzco, apareciendo, al mismo tiempo, niveles calcáreos pero que no hemos visto en esta zona. El cambio lateral se produce aproximadamente hacia el extremo Suroeste de la zona.



(Ver situación en esquema geográfico de la zona 4) ESQUEMA SIN ESCALAS - COTAS APROXIMADAS

- 1.- ALUVIAL DE AFLUENTES DEL RIO GALLEGO - 40 a
- 2.- TERRAZAS DE AFLUENTES DEL RIO GALLEGO - 40 b
- 3.- ALTERNANCIAS DE ARCILLAS, MARGAS Y ARENISCAS - 31 a

ESQUEMA 17

Este conjunto aparece ligeramente plegado sin existencia de replegamientos secundarios, forzados, y está representado con las mayores potencias en Sierra Galardón y posteriormente en todo el tramo Sur, a partir del río Basa.

La potencia observada en este tramo varía entre 1.500 y 2.000 m.

Los niveles duros están afectados de innumerables fracturas y diaclasas, generalmente en sentido vertical. (Esquemas 17 y 18).



Foto 22.— Oligoceno. Facies de Areniscas, arcillas y margas, (31a).

Geotecnia.— Los contactos de los niveles duros con las margas y arcillas, son los que concretamente pueden presentar problemas por deslizamientos y desprendimientos. Al mismo tiempo este nivel, en sus tramos altos en contacto con los conglomerados, puede influir en estos desprendimientos al arrastrar consigo bloques de dicho conglomerado que, hayan sido independizados por fracturación.

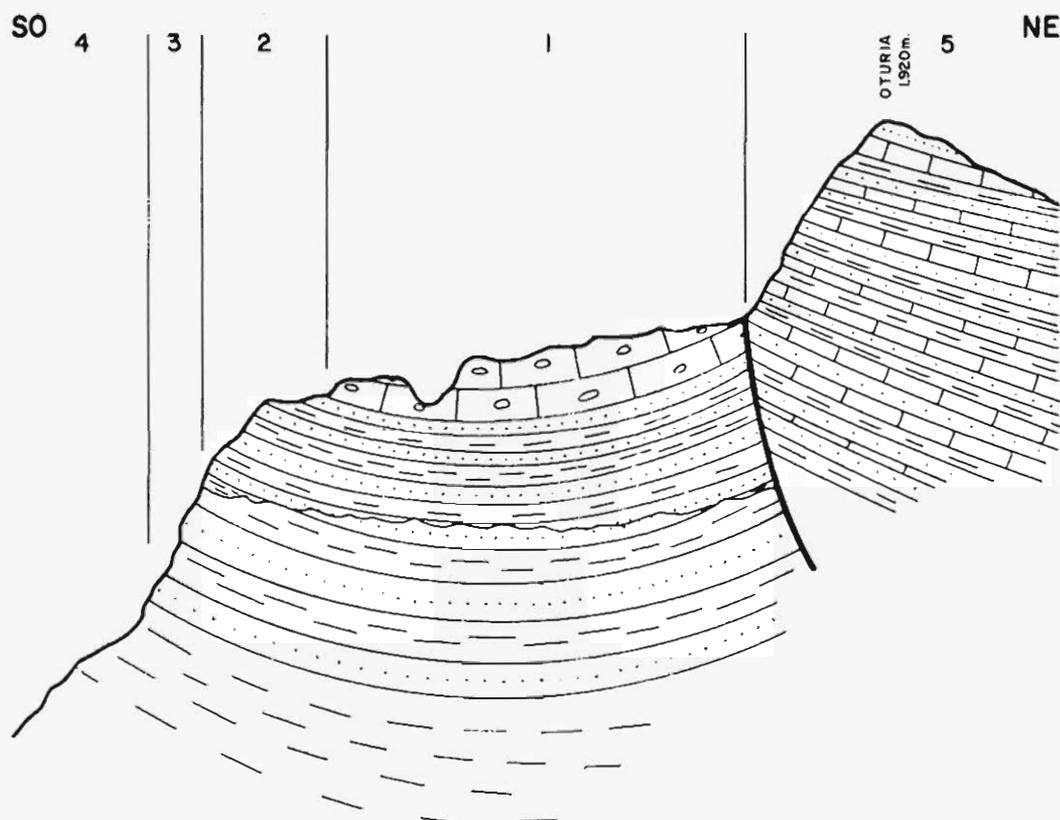
Se trata de un terreno ripable parcialmente, es decir, solamente en sus tramos blandos de arcillas y margas. La porosidad o permeabilidad es también parcial al situarse únicamente en los tramos de arenisca, es decir una permeabilidad lateral que le confieren un drenaje medio, según los niveles.

Los taludes no son inclinados, situándolos, aproximadamente, en 1:3.

ALTERNANCIA DE ARENISCAS Y MARGAS (30g) (Fotografía 23)

Litología.— Se trata de una alternancia regular de areniscas marrones de grano grueso y margas grises no compactas, generalmente en bancos potentes.

Este conjunto, denominado de transición entre Eoceno y Oligoceno, no siempre presenta los



(Ver situación en esquema geográfico de la zona 4) ESQUEMA SIN ESCALAS - COTAS APROXIMADAS

- 1.- CONGLOMERADOS - 31 b
- 2.- ALTERNANCIA DE ARCILLAS, MARGAS Y ARENISCAS - 31 a
- 3.- ALTERNANCIA DE ARENISCAS Y MARGAS EN BANCOS POTENTES - 30 g
- 4.- MARGAS AZULES - 30 f
- 5.- ALTERNANCIAS REGULARES DE MARGAS, ARENISCAS Y CALIZAS ARENISCOSAS - 30 c

ESQUEMA 18

mismos espesores ni la misma facies, ganando en componente areniscoso o en margoso, confundándose a veces con los niveles superiores.

El espesor de esta formación en el tramo, lo situamos entre 200 y 300 m.

Estructura.— Este conjunto está plegado suavemente, presentando innumerables fracturas generalmente en los niveles duros de areniscas y con unas fracturas verticales. (Esquema núm. 19).

Geotecnia.— Los problemas geotécnicos desde el punto de vista de deslizamientos y desprendimientos, son en este tramo de bastante importancia. En efecto, el carácter relativamente permeable de las areniscas, debido a las fracturas que la afectan, permiten la infiltración de agua de escorrentía que al llegar a los contactos con las margas impermeables busca la salida por las laderas, arrastrando materiales y dejando en voladizo dichas areniscas. Cuando estas areniscas se encuentran afectadas de fracturas que puedan llegar a independizar bloques de cierta importancia y deslizar

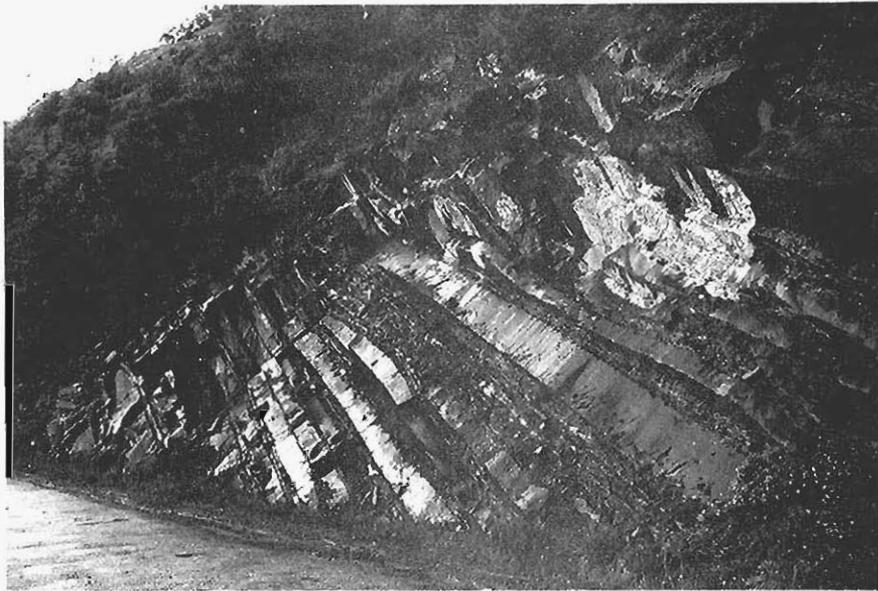
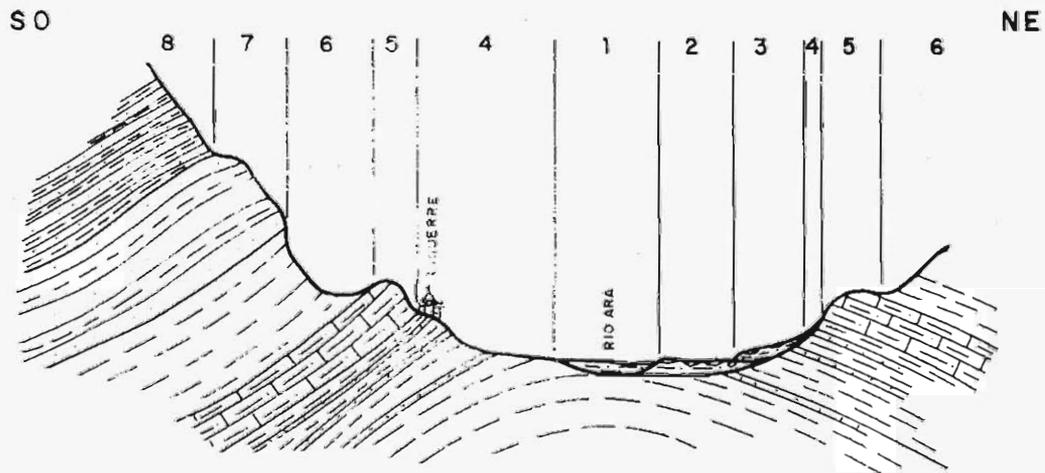


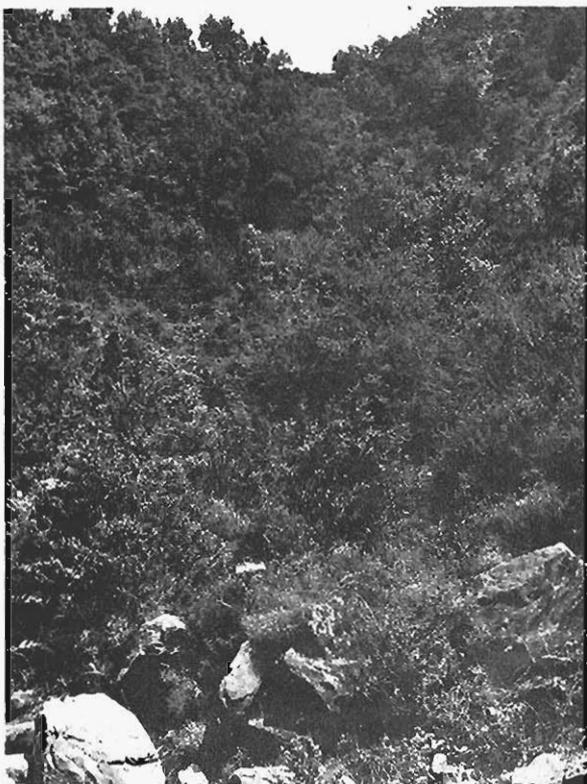
Foto 23.— Detalle del grupo 30g



(Ver situación en esquema geografico de la zona 4) ESQUEMA SIN ESCALAS-COTAS APROXIMADAS

- 1.- ALUVIAL DEL RIO ARA - 40f
- 2.- TERRAZA DEL RIO ARA - 40c
- 3.- DERRUBIOS DE LA OERA - 40j
- 4.- MARGAS AZULES CON INTERCALACIONES DE LECHOS ARENISCOSOS - 30d
- 5.- MACIÑOS - 30e
- 6.- MARGAS AZULES - 30f
- 7.- ALTERNANCIA IRREGULAR DE ARENISCAS Y MARGAS - 30g
- 8.- ALTERNANCIA IRREGULAR DE ARCILLAS, MARGAS Y ARENISCAS - 30h

ESQUEMA 19



ladera abajo. (Fotografía núm. 24).

Estos problemas, como es lógico, se localizan en las laderas y son especialmente desfavorables, cuando el buzamiento de dicha formación coincide con la pendiente de las mismas.

No es una formación ripable, exceptuando los tramos de margas. El drenaje en profundidad es lateral, es decir, localizado solamente en los bancos de areniscas por fracturas, pero limitado en los bancos margosos.

Los taludes no son muy fuertes, debido a estos deslizamientos, localizándose aproximadamente en 1:3.

Foto 24.— Detalle de los desprendimientos en el grupo 30g

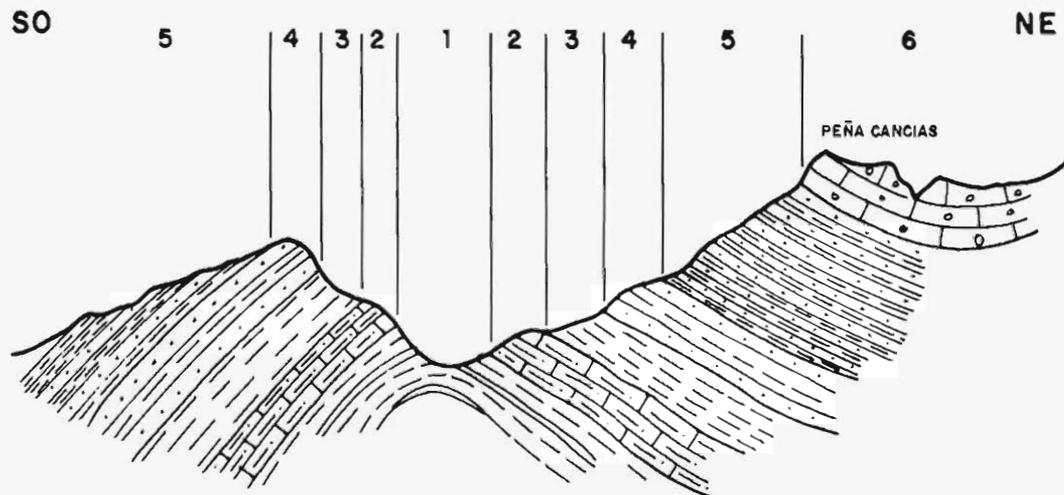
MARGAS AZULES NO COMPACTAS (30f) (Fot. 25)

Litología.— Las denominadas "margas azules", es una facies muy abundante en esta zona, de edad aproximadamente luteciense y consistente en unas margas sueltas azuladas, no compactas y un poco plásticas.



Foto 25.— "Margas azules" (Yebra de Basa)

Estructura — Este conjunto sigue los movimientos principales poco agudizados, debido a su carácter masivo y poco compacto. Da lugar a depresiones en los flancos anticlinales y sinclinales, llegando a tener cotas altas cuando existen tramos superiores que le defienden contra la erosión. (Esquema núm. 20).



(Ver situación en esquema geografico de la zona 4) ESQUEMA SIN ESCALAS - COTAS APROXIMADAS

- 1.- MARGAS AZULES CON INTERCALACIONES DE LECHOS ARENISCOSOS - 30 d
- 2.- MACIÑOS - 30 e
- 3.- MARGAS AZULES - 30 f
- 4.- ALTERNANCIA IRREGULAR DE ARENISCAS Y MARGAS - 30 g
- 5.- ALTERNANCIA IRREGULAR DE ARCILLAS, MARGAS Y ARENISCAS - 31 a
- 6.- CONGLOMERADOS - 31 b

ESQUEMA 20

En general presenta un relieve ondulado, tipo colinas.

Geotecnia.— Presenta problemas muy acusados, desde el punto de vista geotécnico, por deslizamientos debido a su poca compacidad y carácter arcilloso. Pueden producirse aterramientos por acumulación del mismo material arrastrado por aguas de escorrentía de las partes altas de las laderas. Sus materiales de meteorización, no difieren gran cosa de la formación en sí, es decir de carácter arcilloso.

Es una formación totalmente impermeable, susceptible de producir asientos dada su baja capacidad portante.

Conserva taludes suaves del orden de 1:3.

MACIÑOS (30e) (Fotografía 26)

Litología.— Los maciños son unas margas calcáreo—areniscosas muy compactas grises, con presencia de minerales micáceos.

Estructura.— Se trata de un conjunto de pequeño espesor del orden de unos 50 m que resalta entre las margas azules, a modo de paredón muy contínuo, con un plegamiento también contínuo y relativamente tendido, sin repliegues secundarios visibles. Las posibles diaclasas o fracturas quedan difuminadas, debido al carácter arcilloso que produce la alteración de este nivel. Dichas fracturas, quedan acusadas, únicamente por pequeñas depresiones de erosión.



Foto 26.— "Margas azules" de Boltaña, coronadas por maciños.

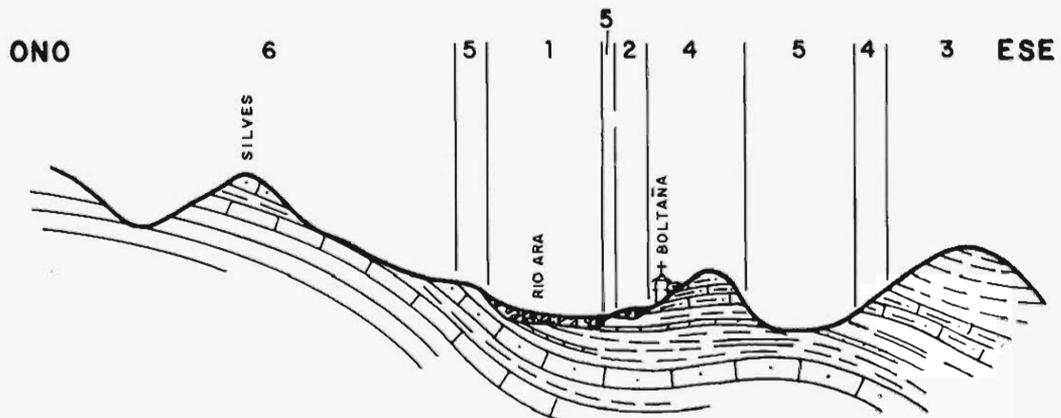
En la zona, da lugar a unas bandas muy contínuas, cuya mayor representación se encuentra a ambos lados de la carretera de Yebra a Basa, dando lugar a un sinclinal, cuya rama Norte se dobla en un pliegue hacia Javierre del Obispo, terminando contra el cabalgamiento que limita la Zona 3. (Esquemas núm. 21 y 22).

Geotecnia.— No existen problemas importantes en esta formación. Por erosión puede dar lugar a ligeros aterramientos. Se trata de un terreno totalmente impermeable en profundidad, permitiendo superficialmente el paso de las aguas de escorrentía.

Los taludes son relativamente inclinados del orden de 1:2.

MARGAS AZULES NO COMPACTAS CON INTERCALACIONES DE ARENISCAS (30d)

Litología.— La única diferencia litológica de este grupo con el anterior (30f) consiste en la presencia de intercalaciones de lechos de areniscas, que se traducen en relieves algo más acusados que en el 30f.



(Ver situación en esquema geográfico 3-4) ESQUEMA SIN ESCALAS - COTAS APROXIMADAS

- 1.- ALUVIAL DEL RIO ARA - 40g
- 2.- TERRAZA DEL RIO ARA - 40c
- 3.- MARGAS AZULES - 30 f
- 4.- MACÍOS - 30e
- 5.- MARGAS AZULES CON INTERCALACIONES DE LECHOS ARENISCOSOS - 30d
- 6.- ALTERNANCIAS IRREGULARES EN BANCOS POTENTES DE CALIZAS, MARGAS Y CALIZAS ARENISCOSAS - 30b

ESQUEMA 21

El espesor de esta formación es aproximadamente de unos 200 m (Esquemas 21 y 22).

Estructura.— Es una formación igualmente plegada, como todas las de esta zona, pero sin grandes inclinaciones y replegamientos secundarios. Las fracturas y diaclasas son visibles únicamente en los tramos areniscosos.

Geotecnia.— Da lugar a problemas geotécnicos muy acusados por deslizamientos, debido a la poca compacidad de esta formación. También pueden producirse desprendimientos de pequeños tramos de los bancos de areniscas al quedar éstos en voladizo. La alteración de este terreno no difiere mucho del conjunto, ya que es de un carácter arcilloso.

Es un terreno en general impermeable con ligera permeabilidad situada en las areniscas, pero que desde el punto de vista drenaje presentará problemas muy acusados.

Los taludes los situamos en 1:3, como media.

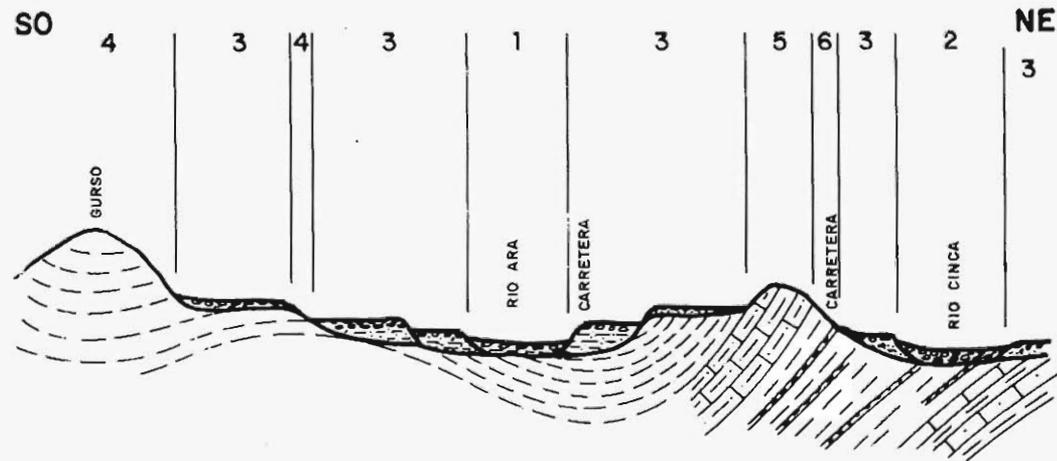
3.4.4 Resumen de problemas geotécnicos que presenta la zona.

Dentro de los grupos del Cuaternario, los problemas comunes de poca importancia se concentran en la baja capacidad portante y por consiguiente en la susceptibilidad de producir asentamientos.

En estos cuaternarios, los mayores problemas se presentan dentro de los grupos de derrubios

de ladera, morrenas glaciáricas y conos de deyección.

En estos tres grupos existen problemas importantes de deslizamientos, al estar todos ellos en equilibrio inestable y variarse sus taludes actuales. La importancia de los mismos depende como siempre de la cantidad de materiales afectados y de la extensión de estos grupos, por lo cual destacaremos como más importantes los derrubios de ladera, prácticamente existentes en todas las laderas de vaguada, barrancos, etc.



(Ver situación en esquema geográfico de la zona 4) ESQUEMA SIN ESCALAS - COTAS APROXIMADAS

- 1.- ALUVIAL DEL RIO ARA - 40 f
- 2.- ALUVIAL DEL RIO CINCA - 40 f
- 3.- TERRAZAS DE LOS RIOS ARA Y CINCA - 40c
- 4.- MARGAS AZULES - 30 f
- 5.- MACIÑOS - 30 e
- 6.- MARGAS AZULES CON INTERCALACIONES DE LECHOS ARENISCOSOS - 30d
- 7.- ALTERNANCIA IRREGULAR EN BANCOS POTENTES DE CALIZAS, MARGAS Y CALIZAS ARENISCOSAS - 30b

ESQUEMA 22

En los niveles oligocenos los problemas se presentan en las alternancias de arcillas, margas y areniscas, ya que si, en los contactos entre los niveles duros y blandos, que son los puntos débiles, pueden producirse pequeños deslizamientos, éstos podrían llegar a influir en los bloques superiores de conglomerados, dando lugar a desprendimientos de grandes bloques facilitados por la fracturación de los mismos. De todas maneras no consideramos demasiado importantes los problemas geotécnicos del Oligoceno.

En el tramo de transición los problemas son bastante importantes, estando localizados en los contactos de los niveles duros y permeables con los blandos e impermeables de margas, ya que por las aguas de escorrentía infiltradas pueden y de hecho se producen desprendimientos de bloques de areniscas a veces de gran tamaño. Estos problemas se concentran como es natural en las pendientes y son más acusados en aquellas zonas donde coincide el buzamiento de los estratos con el de inclinación de dicha ladera.

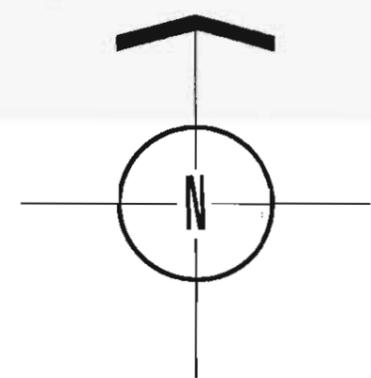
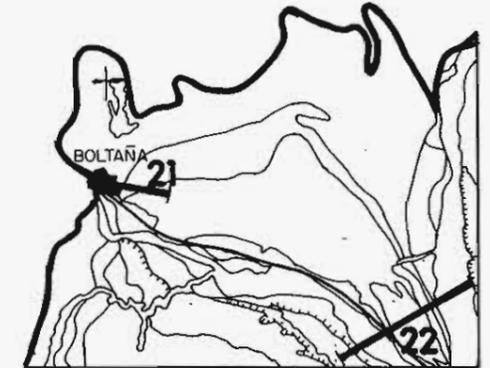
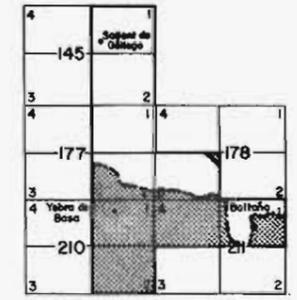
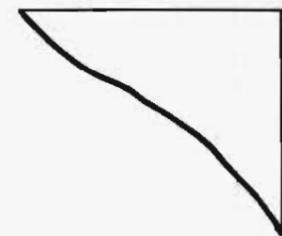
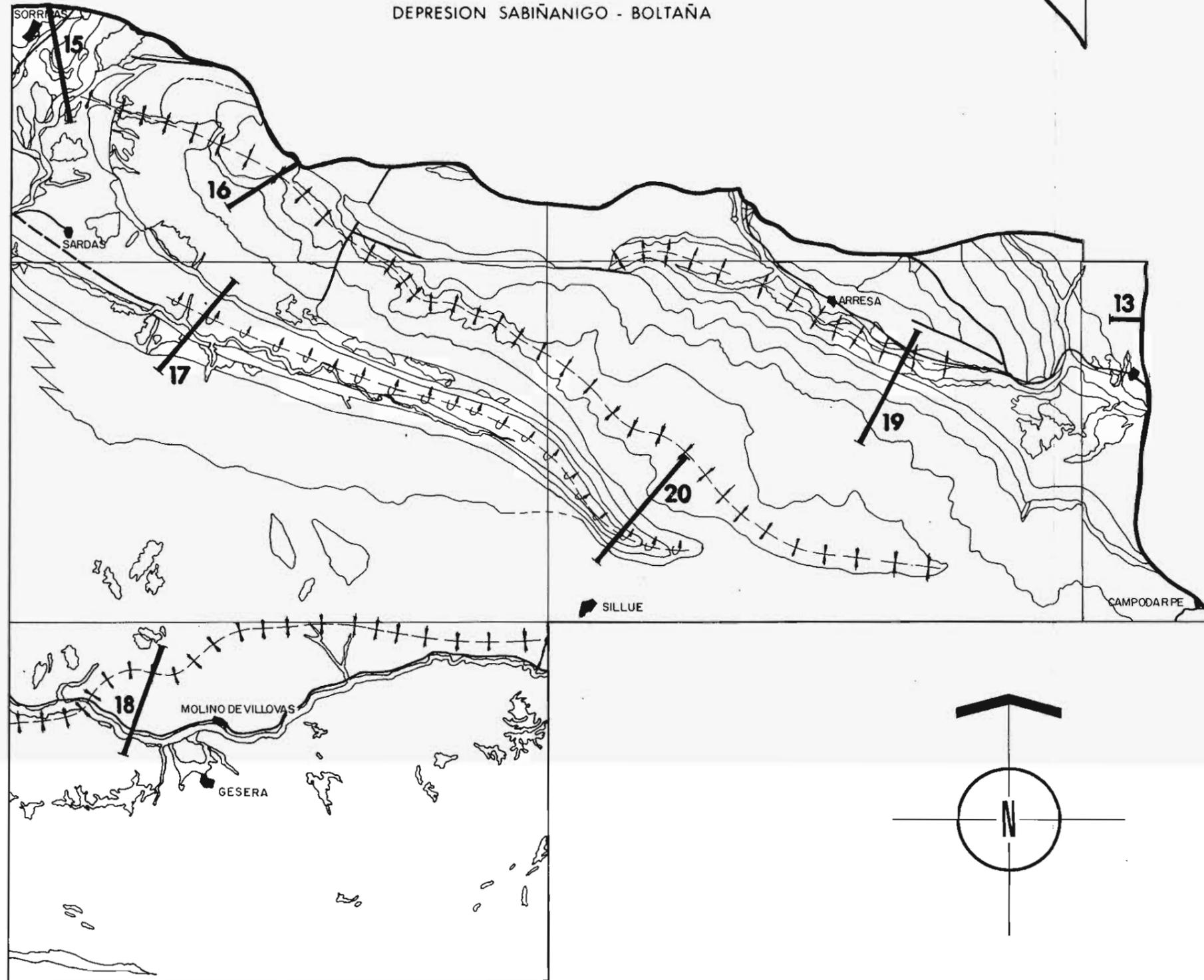
En el resto de los grupos geotécnicos, de edad Eoceno, constituído por niveles de margas separados por maciños, los problemas son muy parecidos y se concentran en la poca compacidad de dichas margas, constituyendo un problema, cualquier tipo de obra a media ladera en dichas margas. La impermeabilidad de estos conjuntos, tanto superficial como en profundidad, deberán de tenerse muy en cuenta. (Fotografía 27).



Foto 27.— Sinclinal de Boltaña. Al fondo macizo Cretácico.

ESQUEMA GEOGRAFICO DE LA ZONA 4

DEPRESION SABIÑANIGO - BOLTAÑA



4. CONCLUSIONES GEOTECNICAS

4.1 RESUMEN DE LOS PRINCIPALES PROBLEMAS GEOTECNICOS

A continuación, vamos a resumir los diferentes problemas geotécnicos que hemos encontrado en las formaciones agrupadas con características similares. Comenzando desde los terrenos más antiguos tendremos:

Formaciones pizarrosas

Nos referimos a los conjuntos paleozoicos localizados totalmente en la Zona 1. Litológicamente todos estos conjuntos tienen la característica común de una formación de pizarras muy tectonizadas, es decir aparte de sufrir los movimientos principales, sufren repliegues secundarios muy forzados que le originan innumerables fracturas, puntos de erosión, debilidad, diaclasas, etc.

Los problemas geotécnicos que acarrea estas pizarras tectonizadas, se localizan en las laderas fundamentalmente y sobre todo en aquellas en que los buzamientos coinciden con la pendiente de las mismas. En esta eventualidad pueden existir deslizamientos, desprendimientos de las partes altas ayudados por la meteorización superficial de dichas pizarras y que origina unos suelos arcillosos. Localmente estos deslizamientos pueden acarrear también desprendimientos de bloques calcáreos en aquella formación en que dichas calizas reposen encima de los conjuntos pizarrosos.

Formaciones graníticas

Litológicamente el batolito granodiorítico, con sus dos asomos de Balaitus y Panticosa es una roca dura compacta sin grandes problemas geotécnicos en sí. Los problemas están más bien ligados a la topografía. En efecto estos dos asomos, debido a su resistencia presentan grandes alturas, inaccesibles a un trazado de carretera el cual es más desfavorable aún, por las condiciones climatológicas, la existencia de neveros, concentraciones de hielos e incluso glaciares actuales.

En las laderas del batolito se han originado meteorizaciones y trituraciones de tipo mecánico, debido a este tipo de clima.

Sierra Tendeñera

Los terrenos cretácicos concentrados en la banda montañosa de Sierra Tendeñera, representan una barrera infranqueable por cualquier zona que no sean los cañones horadados por las aguas de los ríos (en nuestro caso concretamente del río Gállego).

Los problemas geotécnicos en las laderas son muchos, debido fundamentalmente a los buzamientos desfavorables, ya que aunque los materiales son de cierta consistencia, calizas, etc, debido a la meteorización superficial, dichas laderas siempre representan tramos peligrosos. El cañón o único paso accesible está afectado fundamentalmente por terrenos cuaternarios y bloques desprendidos, que originarán problemas geotécnicos por asientos de capacidad portante baja, etc. El ensanchamiento de la carretera actual (aún en el caso de desmontes importantes) no acarrearán desprendimientos de bloques de las partes altas importantes o difícilmente tratables, ya que dicha carretera atraviesa en dirección normal a las capas, posición que favorece a la obra.

Facies Flysch

La facies flysch de alternancia de areniscas, calizas areniscosas y margas en disposición tableada, presenta problemas geotécnicos que cobran mayor importancia dada la extensión de esta facies y los replegamientos secundarios de que está afectado. Señalaremos como zonas principalmente desfavorables, aquellas laderas en que los buzamientos de las capas coincidan con las pendientes de las mismas.

Margas azules

La poca o ninguna compacidad es el fundamento de los problemas geotécnicos de este grupo. Así pues, se producirán asentamientos (dada su baja capacidad portante), además de aterramientos y posibles deslizamientos en cualquier tipo de obra que se efectúe a media ladera. Otro inconveniente muy importante es la impermeabilidad del terreno que puede dar zonas inundables por drenajes insuficientes.

Facies de transición

El contacto de los bancos duros de areniscas con la facies impermeable de margas, puede representar un problema geotécnico por rotura, desprendimiento y deslizamiento de dichos bloques al quedar en voladizo por arrastre de las margas por las aguas de escorrentía, vertidas a través de dichos contactos. Son especialmente desfavorables las laderas con cierta pendiente en general y en particular aquellas en que el buzamiento de las capas coincida con la inclinación de dichas laderas.

Conjunto oligoceno

Hemos agrupado las dos facies oligoceno de conglomerados y alternancias de arcillas, margas y areniscas, ya que geotécnicamente están muy ligadas. En efecto, ésto se observa cuando los problemas de la facies inferior o facies roja, son tan importantes que llegan a influir en la facies superior. Esto dará lugar a desprendimientos de grandes bloques. En sí los conglomerados no representan ningún problema importante geotécnicamente.

Así pues, los problemas de la facies roja, se localizan como siempre en los contactos de bancos duros de areniscas con niveles impermeables y poco o nada compactos, como son las arcillas.

Como siempre estos problemas se agravan, si la pendiente de dichas capas coincide con la inclinación de las laderas.

Cuaternario

Finalmente, los cuaternarios presentan un problema común no muy importante, que es el de asientos por baja capacidad portante, heterogeneidad de materiales, etc. Sin embargo entresacaremos otro tipo de problemas, que son importantes y hay que tener muy en cuenta. Se trata de los derrubios de ladera, pedrizas, morrenas y conos de deyección.

Todos ellos, geotécnicamente, son peligrosos en cuanto se varíen sus taludes naturales, que generalmente están en equilibrio inestable, produciéndose deslizamientos, cuya importancia depen-

derá de los materiales acumulados en las partes altas e inclinación de las laderas donde se encuentran depositados. Por su extensión, la importancia de los derrubios es la mayor, ya que prácticamente, recubren todas las laderas de la zona.

De dichos derrubios los más desfavorables son los existentes sobre los terrenos pizarrosos y sobre la facies flysch.

Las pedrizas son el equivalente a los derrubios de ladera, pero situados únicamente en terrenos graníticos. Los problemas que acarrea estas pedrizas son importantes por la acumulación de elementos gruesos, bloques y arenas.

Las morrenas con idénticos problemas, cobran menos importancia debido a su localización y pequeña extensión. Sin embargo, el esponjamiento de los materiales y la heterogeneidad de los mismos, conteniendo a veces grandes bloques, agrava dichos puntos. Destacaremos entre ellas, como más importante, la de Lanuza que actualmente está produciendo deslizamientos a causa de la construcción de una carretera y en segundo lugar la de Sta. Elena que aunque está cruzada por la carretera actual, el ensanchamiento de la misma en el futuro podría producir nuevos deslizamientos.

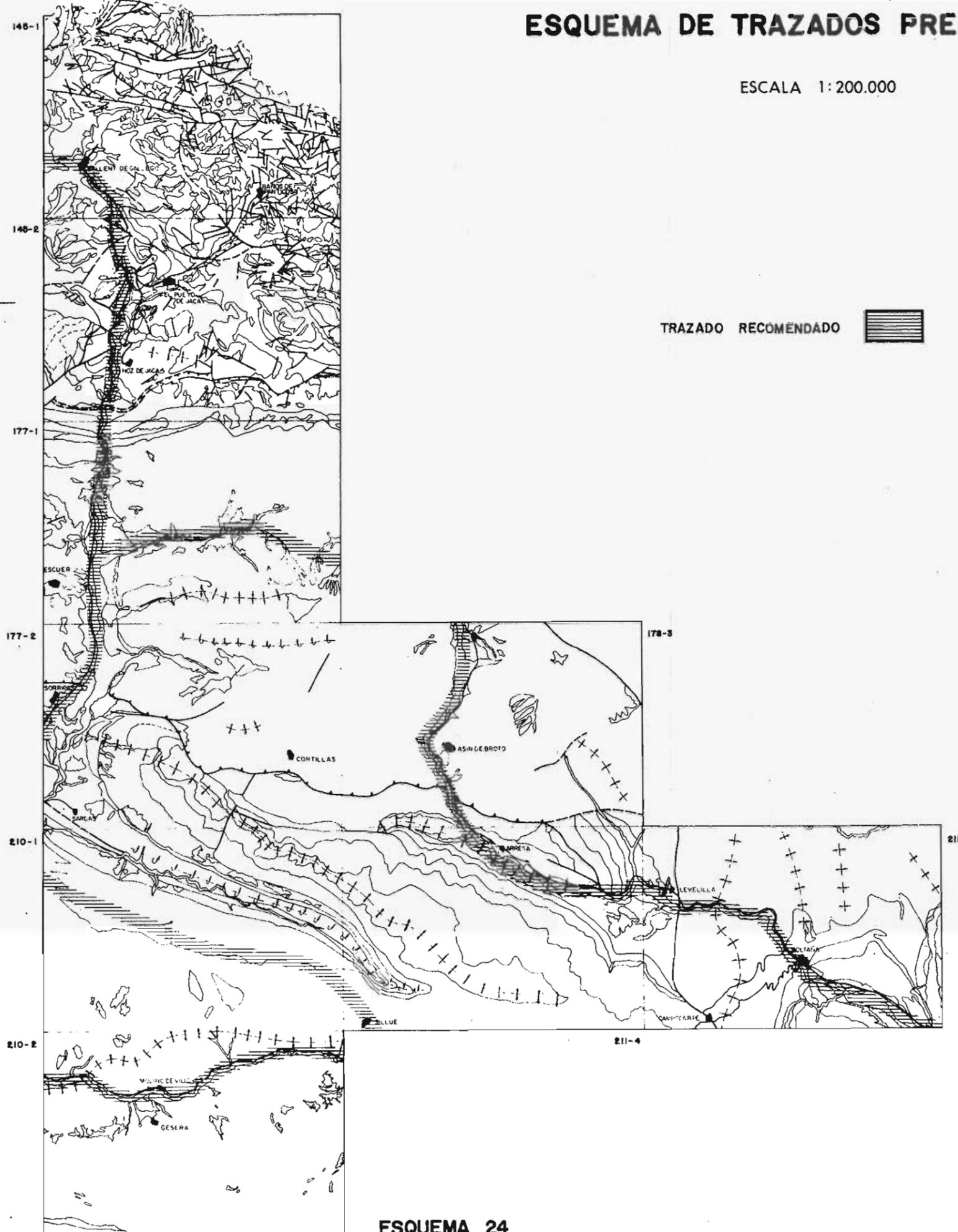
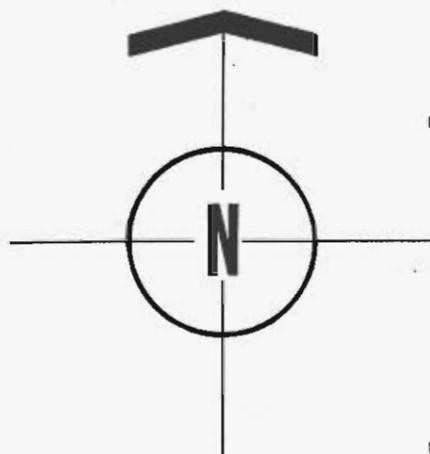
Por último, los conos de deyección son a nuestro juicio los menos importantes de estos cuatro grupos que presentan problemas geotécnicos, ya que los materiales, fundamentalmente finos, se encuentran más compactados y las dimensiones de los mismos, son menores.

4.2 POSIBLES TRAZADOS DE CARRETERA

Las características del tramo en estudio, son muy especiales, ya que geográficamente es muy accidentado y con alturas que se aproximan a los 3.000 m, haciendo ciertas zonas inaccesibles. Por consiguiente no existen más accesos lógicos que aquellos valles de erosión abiertos por las aguas de los ríos principales, como son el Gállego (hacia el Oeste), el Ara (hacia el Este). En líneas generales, pues los posibles corredores para los trazados de carretera deberían coincidir prácticamente con los actuales. Lógicamente podrían existir nuevos trazados en aquellos afluentes de dichos ríos principales que no han sido ya utilizados.

ESQUEMA DE TRAZADOS PREFERENTES

ESCALA 1:200.000



ESQUEMA 24

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

5. ESTUDIO DE YACIMIENTOS

5.1 CANTERAS

La mayor parte de las formaciones del tramo no son recomendables para su utilización como canteras, debido a su contenido arcilloso o bien arenoso, que daría lugar a malas calidades de material. Incluso las calizas paleozoicas tampoco son recomendables para su explotación en canteras, debido a la excesiva recristalización y contenido en calcita que en las inevitables fases de machaqueo producirían excesivos finos. Además las intercalaciones de tramos más margosos y que por laminación dan lugar a unos niveles pizarrosos, empobrecen su calidad.

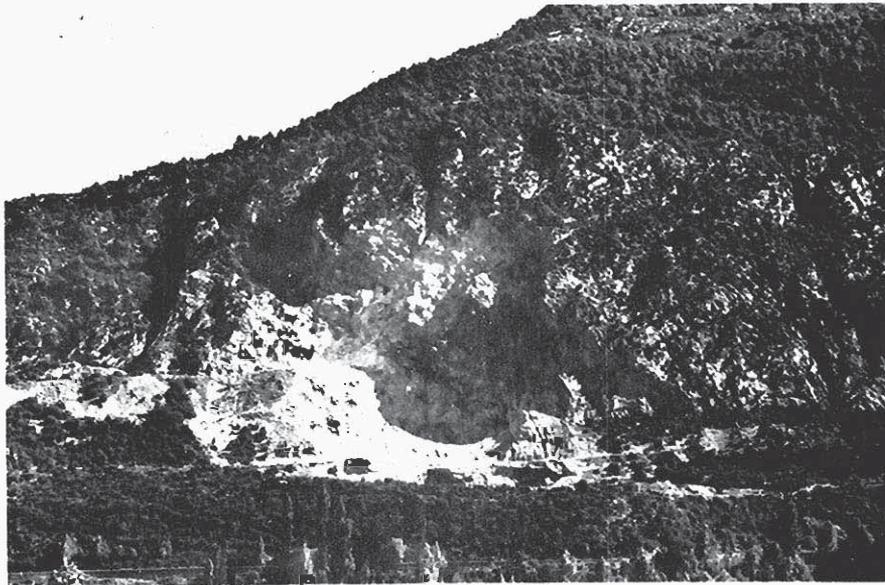


Foto 28.— Carretera de Sta. Elena.

Únicamente presenta una calidad aceptable, el tramo Cretácico o Danés situado en Sierra Tendeñera, constituido por unas calizas masivas algo dolomíticas y en las cuales se encuentra la única explotación de la zona (Fotografía 28), emplazada en el flanco Sur de dicha Sierra y en la margen izquierda del río Gállego, próximo a la ermita de Sta. Elena.

5.2 GRAVERAS

Las zonas explotables como graveras, por el contrario, son muy abundantes en la zona y se encuentran especialmente en el aluvial del río Gállego en su tramo comprendido entre Sierra Tendeñera y Sabiñánigo (Fotografía 29), y de su afluente el río Aurín. También existen buenas graveras en el río Ara entre los pueblos de Broto y Fiscal y en la zona de confluencia con su afluente el río Chate.

Finalmente señalaremos también en el extremo Este, el aluvial del río Cinca en su corto recorrido por la zona.

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

5.3 PRESTAMOS

Las graveras que hemos citado en los aluviales son también utilizables como préstamo, por su contenido en materiales granulares con un porcentaje de finos muy aceptable. (Fotografía 29).

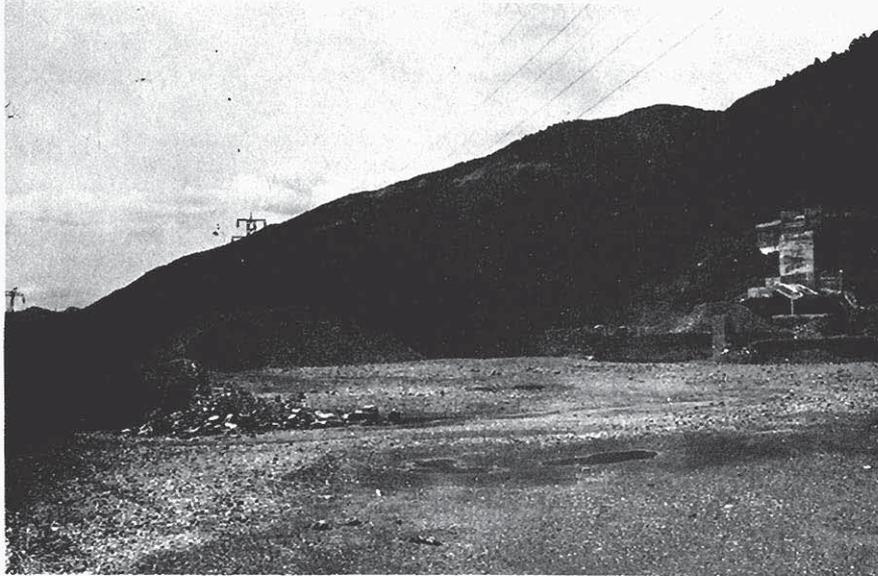


Foto 29.— Planta de machaqueo de las gravas del río Gállego, en las proximidades de Biescas.

En segundo lugar como préstamos podrían utilizarse también las pedrizas, es decir los derrubios de ladera en las zonas graníticas.

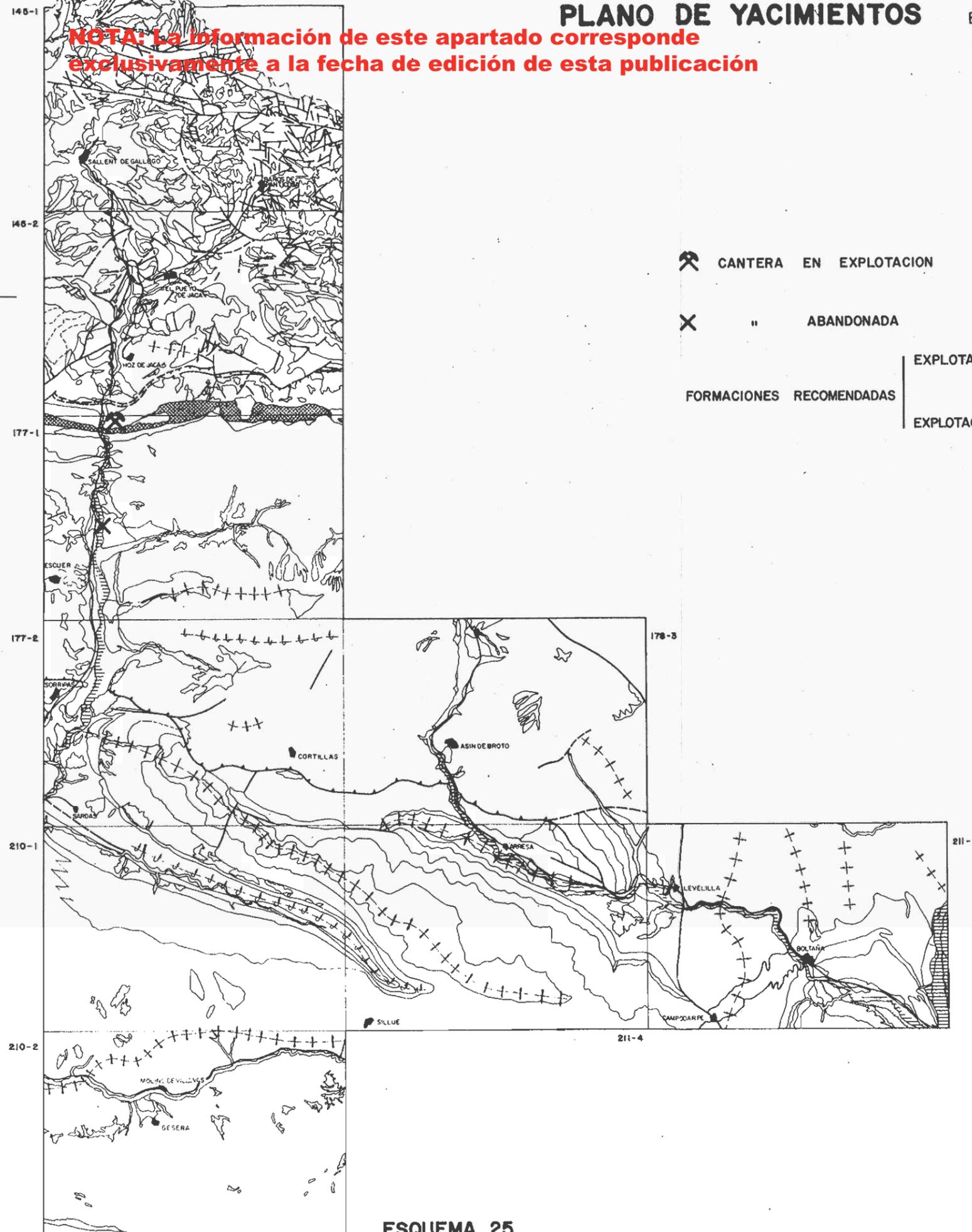
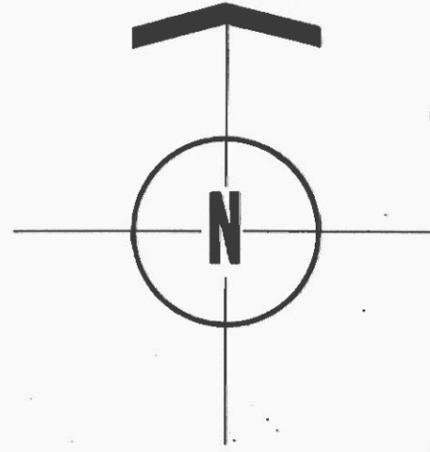
Por último, aunque de una calidad inferior, debido a su contenido arcilloso relativamente importante, se pueden utilizar con ciertas reservas las diferentes terrazas de los ríos principales.

5.4 YACIMIENTOS QUE SE DEBERAN ESTUDIAR CON DETALLE

Recomendamos especialmente la prospección, para utilización, ya sean canteras, préstamos, etc, los aluviales de los ríos Gállego, Ara y Cinca en los tramos indicados.

En segundo lugar, la formación calcárea del Danés a partir de la formación existente. (Grupos 30a).

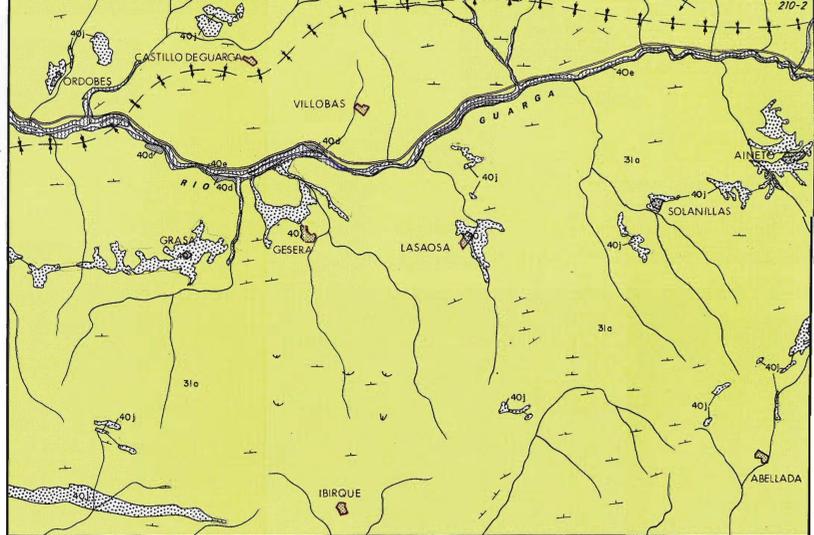
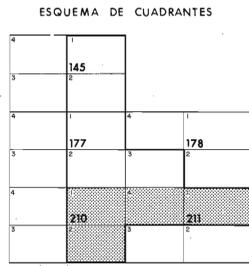
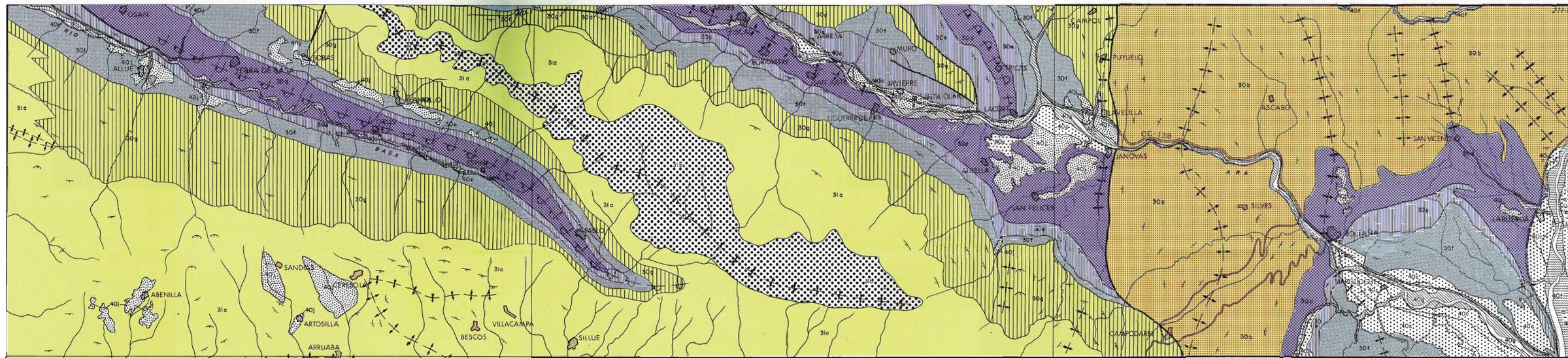
NOTA: La información de este apartado corresponde exclusivamente a la fecha de edición de esta publicación



ESQUEMA 25

6. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- *Etude géologique des Pyrénées de l'Aragon.*
Dalloni M. *Ann. Fac. Sc. Marsella* 1.910.
- *Geology of the Upper Cretaceous and part of the Lower Tertiary North of Hecho and Aragües.*
J.N. Van Elsberg. *Est. Geol.* vol. 24.
- *El relieve del alto valle del Aragón.*
N. Llopis Lladó. *R. Pirineos* núm. 5.
- *Geology and paleomagnetism of the valley of the río Aragón Subordán. North and East of O Za.*
E.J. Schwarz 1.962, *Est. Geol.* vol. 18.
- *Paleozoic of the upper Gállego and Ara valleys.*
H. Wensink 1.962. *Est. Geol.* vol. 18.
- *Hoja geológica número 210. Yebra de Basa. IGME*
A. Almela, J.M. Ríos.
- *Hoja geológica número 211. Boltaña. IGME*
- *Hoja Geológica número 248. Apiés. IGME*
- *Líneas generales de la geología del Alto Aragón Occidental.*
M. Soler–Sampere y C. Puig de Fábregas. 1970. *Pirineos*.
- *Mapa geológico de España 1:200.000. Hojas número 14 (Viella) y 23 (Huesca).*



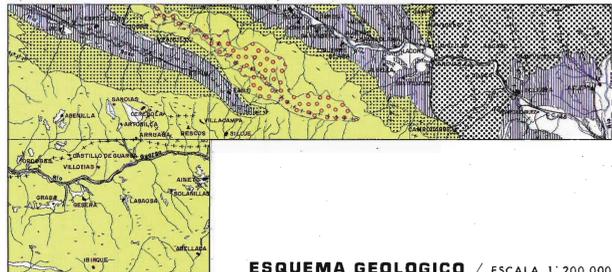
MAPA LITOLOGICO-ESTRUCTURAL / ESCALA 1:50.000

- SUELOS BLANDOS O POCO CONSISTENTES**
- Terrazas fluviales del río Gállego, constituidas por materiales muy diversos, como bolos, gravas y arenas arcillosas. Disposición horizontal, diferenciándose hasta tres niveles. Formación permeable, ripable con taludes naturales estables; M 20'. (Cuaternario P.a.: 5 a 10 m.)
 - Terrazas fluviales de los ríos Cinca y Ara, constituidas por materiales muy diversos como bolos, gravas y arenas arcillosas. Disposición horizontal, diferenciándose hasta tres niveles. Formación permeable ripable, con taludes naturales estables M 20. (Cuaternario. P.a.: 5 a 10 m.)
 - Terrazas fluviales de los afluentes del río Gállego, constituidas por materiales muy diversos como bolos, gravas y arenas arcillosas. Disposición horizontal, diferenciándose hasta tres niveles. Formación permeable ripable, con taludes naturales estables M 20. (Cuaternario. P.a.: 5 a 10 m.)
 - Aluviales formados por bolos, gravas mal graduadas y limos, sin arenas arcillosas. Estructura irregular, ocupando los lechos de los ríos. Formación no permeable por saturación, ripable por tramos, dependiendo del tamaño de los bolos. (Cuaternario P.a.: desconocida.)
 - Aluviales formados por bolos, gravas mal graduadas y limos, con arenas arcillosas. Estructura irregular ocupando los lechos de los ríos. Formación no permeable por saturación, ripable por tramos dependiendo del tamaño de los bolos. (Cuaternario p.a.: desconocida.)
 - Aluviales constituidos por bolos, gravas mal graduadas y limos, con arenas arcillosas. Estructura irregular ocupando los lechos de los ríos. Formación no permeable por saturación, ripable por tramos dependiendo del tamaño de los bolos. (Cuaternario. P.a.: desconocida.)
 - Derrubios de ladera constituidos por los materiales desprendidos de las formaciones subyacentes. Disposición desordenada sin estructura definida, aunque los mayores espesores se sitúan en las zonas bajas de las laderas. Conjunto alterable y erosionable, ripable a excepción de los grandes bloques taludes naturales inestables; 1 20', deslizamientos en potencia. (Cuaternario. P.a.: muy variable.)

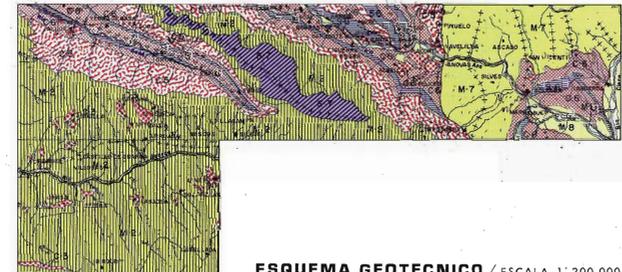
- FORMACIONES MARGOSAS**
- Margas azules no compactas, con intercalaciones de finos lechos de areniscas. Estructura plegada, da lugar a valles de erosión. Formación no permeable, extensas zonas de drenaje superficial deficiente, ripable, taludes naturales inestables; M-30, posibles deslizamientos en potencia y desprendimientos de pequeñas cornisas. (Eoceno medio-superior. P.a.: 200 m.)
- Margas calcáreas-areniscosas compactas grises, con presencia de minerales micáceos. Estructura suavemente plegada y continua. Formación no permeable, drenaje superficial bueno, ripable, taludes naturales estables; M-30. (Eoceno medio-superior. Maciños. P.a.: 50 m.)
- Margas azules no compactas, masivas, estratificación difusa, delzables. Estructura plegada con accidentes tectónicos enmascarados por su carácter arcilloso y masivo, da lugar a valles de erosión. Formación no permeable, extensas zonas de drenaje superficial deficiente, ripable, taludes naturales inestables M-20, posibles deslizamientos en potencia. (Eoceno medio-superior. P.a.: 600 m.)
- FORMACIONES ALTERNANTES, CARBONATADAS Y DETRITICAS**
- Alternancias irregulares en bancos potentes de calizas ocreas, calizas areniscosas y margas grises no compactas. Estructura muy plegada y fracturada. Permeabilidad por fracturas interrumpida en los bancos de margas, no ripable, taludes naturales inestables con buzamientos desfavorables A 45°, desprendimientos de cornisas. (Impresione-Danis. P.a.: 1.200 m.)
- Alternancias regulares de areniscas y margas en bancos potentes. Estructura plegada y fracturada. Permeabilidad lateral en los bancos de areniscas, no ripable, taludes naturales inestables con buzamientos desfavorables M 20', desprendimientos de cornisas. (Transición Eoceno-Oligoceno. P.a.: 200 a 600 m.)
- Alternancias irregulares de arcillas, margas y areniscas. Estructura muy plegada y fracturada. Formación no permeable, drenaje superficial bueno, ripable a excepción de las areniscas, bastante alterable, taludes naturales inestables en caso de buzamientos desfavorables M 20', desprendimientos de cornisas. (Oligoceno. P.a.: 1.500 a 2.000 m.)
- CONGLOMERADOS**
- Conglomerado de elementos silíceos con matriz calcáreo-areniscosa. Estructura suavemente plegada, bastante fracturada. Permeabilidad por fracturas, no ripable, taludes naturales inestables por posibles desprendimientos de cornisas M 7'. (Oligoceno. P.a.: 200 m.)

SIMBOLOGIA

- Contacto
- Contacto supuesto
- Buzamiento de 00° a 30°
- Buzamiento de 30° a 60°
- Cabalgamiento
- Plegue tumbado
- Falla supuesta
- Falla observada
- Anticlinal
- Sinclinal
- Cantera en explotación
- Cantera abandonada



ESQUEMA GEOLOGICO / ESCALA 1:200.000



ESQUEMA GEOTECNICO / ESCALA 1:200.000

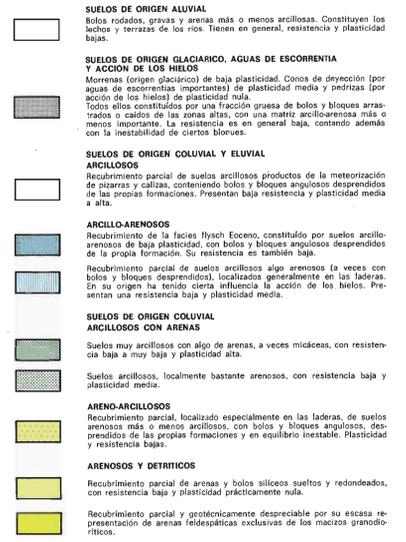
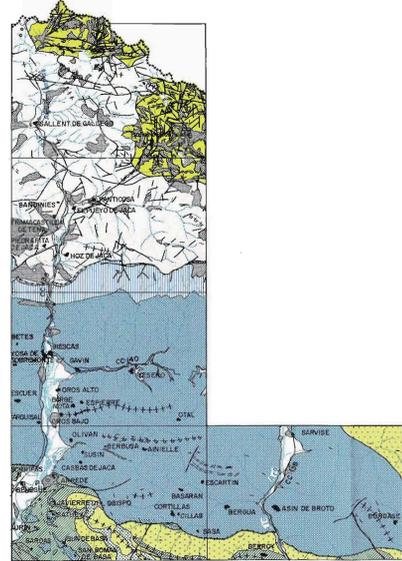
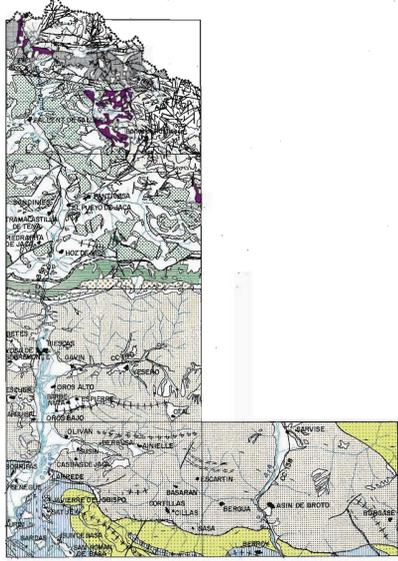
- FORMACIONES CON PROBLEMAS GEOTECNICOS**
- Derrubios de ladera y pedrizas. Equilibrio inestable. Problemas de desprendimientos y deslizamientos.
 - Alternancias de areniscas y margas en bancos potentes. Problemas de desprendimientos y deslizamientos de bloques de areniscas, más acusados al coincidir los buzamientos con las pendientes de las laderas.
 - Margas azules no compactas, con o sin intercalaciones de lechos de arenisca. Problemas de drenajes y deslizamientos al variar su talud natural.
- FORMACIONES SIN PROBLEMAS GEOTECNICOS**
- ROCAS DURAS NO RIPABLES**
- Margas calcáreo-areniscosas compactas con mica (Maciños). Ligeros problemas por drenaje y alterabilidad. Taludes medios.
 - Conglomerados de elementos silíceos con matriz calcáreo-areniscosa, duros y compactos. Ligeros problemas de desprendimientos por fracturación de bloques. Buen drenaje superficial y profundo. Mantiene taludes fuertes.
- FORMACIONES CON ALGUNOS PROBLEMAS GEOTECNICOS**
- Alternancia irregular de arcillas, margas y areniscas. Problemas medios de desprendimientos y deslizamientos, en caso de coincidir los buzamientos con las pendientes de las laderas. Problemas de drenaje en las arcillas y margas.
 - Alternancias irregulares en bancos potentes de calizas, calizas areniscosas y margas no compactas. Problemas de desprendimientos en los contactos con las margas por dificultades de drenaje en las mismas, que pueden llegar a producir deslizamientos en caso de coincidir los buzamientos con las pendientes de las laderas.
 - Terrazas de los ríos Gállego, Cinca y afluentes constituidas por bolos, gravas y arenas más o menos arcillosas. Problemas ligeros por asentamientos diferenciales y drenaje superficial en general lento.
 - Aluviales de los ríos Gállego, Cinca y sus afluentes, constituidos por bolos, gravas con mayor o menor proporción de finos arcillosos. Problemas medios por inestabilidad de los acarros.



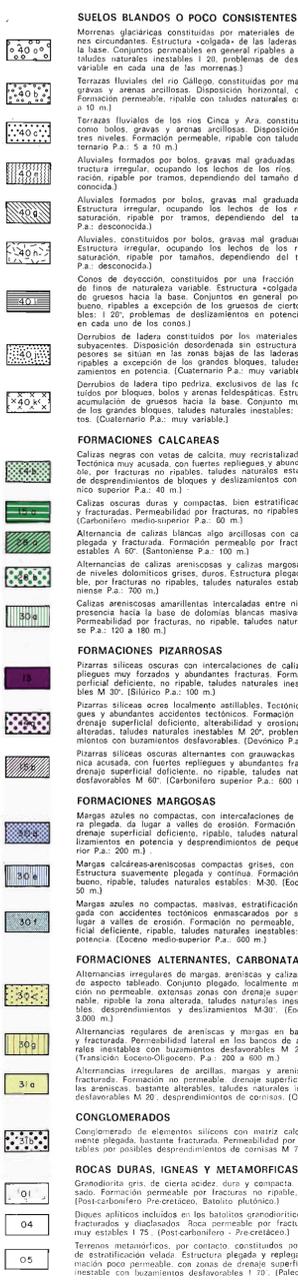
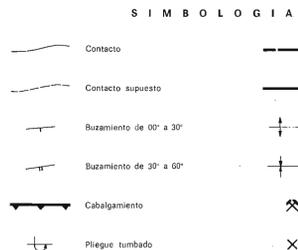
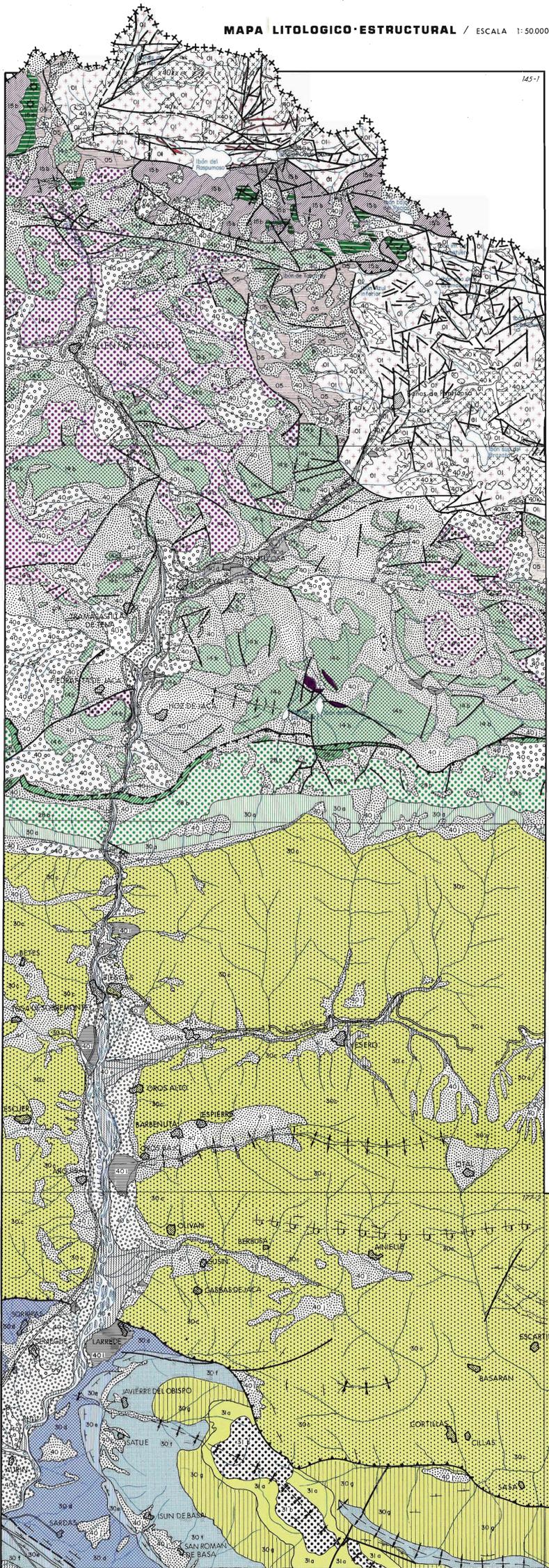
ESQUEMA DE SUELOS Y FORMACIONES DE PEQUEÑO ESPESOR / ESCALA 1:200.000

- SUELOS DE ORIGEN ALUVIAL**
- Bolos rodados, gravas y arenas más o menos arcillosas. Constituyen los lechos y terrazas de los ríos. Tienen en general, resistencia y plasticidad bajas.
- SUELOS DE ORIGEN COLUVIAL Y ELUVIAL**
- ARCILLO-ARENOSOS**
- Recubrimiento de las facies flysch Eoceno, constituido por suelos arcillo-arenosos de baja plasticidad, con bolos y bloques angulosos desprendidos de la propia formación. Su resistencia es también baja.
- SUELOS DE ORIGEN COLUVIAL**
- ARCILLOSOS CON ARENAS**
- Suelos muy arcillosos con algo de arenas, a veces micáceas, con resistencia baja a muy baja y plasticidad alta.
- Suelos arcillosos, localmente bastante arenosos, con resistencia baja y plasticidad media.
- ARENOS-ARCILLOSOS**
- Recubrimiento parcial, localizado especialmente en las laderas, de suelos arenosos más o menos arcillosos, con bolos y bloques angulosos, desprendidos de las propias formaciones y en equilibrio inestable, plasticidad y resistencia, bajas.
- ARENOSOS Y DETRITICOS**
- Recubrimiento parcial de arenas y bolos silíceos sueltos y redondeados, con resistencia baja y plasticidad prácticamente nula.

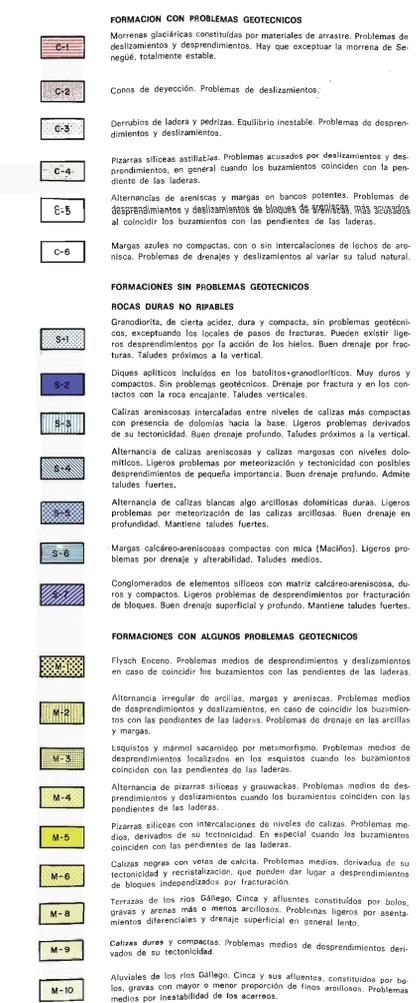
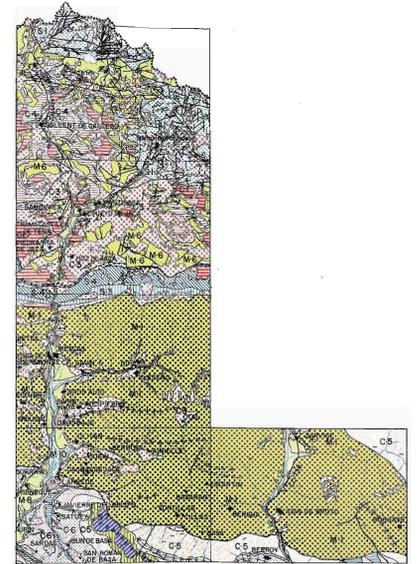
- CUATERNARIO
- OLIGOCENO (conglomerados)
- OLIGOCENO (arcillas, margas y areniscas)
- TRANSICION (areniscas y margas)
- EOCENO SUPERIOR-MEDIO (margas azules y maciños)
- EOCENO INFERIOR (calizas y margas)



MAPA LITOLOGICO-ESTRUCTURAL / ESCALA 1:50.000



ESQUEMA GEOTECNICO / ESCALA 1:200.000



ESQUEMA DE CUADRANTES

