



estudio previo de terrenos



Plan Pirineos

TRAMO: ZUERA - BARBASTRO

MOP

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

74-08

**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.

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

ESTUDIO PREVIO DE TERRENOS

PLAN PIRINEOS

TRAMO: ZUERA-BARBASTRO

CUADRANTES:

287-2-3 y 4	BARBASTRO
286-1-2 y 3	HUESCA
285-2	ALMUDEBAR
323-1-3 y 4	ZUERA

INDICE

	Pág.
1. INTRODUCCION	1
2. CARACTERES GENERALES DEL TRAMO	3
2.1 GEOMORFOLOGIA Y TECTONICA	3
2.1.1 GEOMORFOLOGIA	3
2.1.2 TECTONICA	4
2.2 ESTRATIGRAFIA GENERAL DEL TRAMO	6
2.2.1 CRETACICO	6
2.2.2 OLIGOCENO	6
2.2.3 MIOCENO	9
2.2.4 CUATERNARIO	10
2.3 SISMICIDAD	10
3. ESTUDIO DE ZONAS	13
3.0 ZONAS DE ESTUDIO	13
3.1 ZONA 1. CUENCA OLIGOCENA DE BARBASTRO	15
3.1.1 GEOMORFOLOGIA Y TECTONICA	15
3.1.2 COLUMNA ESTRATIGRAFICA	17
3.1.3 GRUPOS GEOTECNICOS	17
3.1.4 RESUMEN DE PROBLEMAS GEOTECNICOS QUE PRESENTA LA ZONA	25
3.2 ZONA 2. EL SOMONTANO DE HUESCA	26
3.2.1 GEOMORFOLOGIA Y TECTONICA	26
3.2.2 COLUMNA ESTRATIGRAFICA	27
3.2.3 GRUPOS GEOTECNICOS	28
3.2.4 RESUMEN DE LOS PROBLEMAS GEOTECNICOS QUE PRESENTA LA ZONA	33
3.3 ZONA 3. LOS LLANOS DE LA VIOLADA Y LAS MESAS DE ALCUBIERRE	34
3.3.1 GEOMORFOLOGIA Y TECTONICA	34
3.3.2 COLUMNA ESTRATIGRAFICA	36
3.3.3 GRUPOS GEOTECNICOS	37
3.3.4 RESUMEN DE PROBLEMAS GEOTECNICOS QUE PRESENTA LA ZONA	44
3.4 ZONA 4. LA DEPRESION CUATERNARIA DEL RIO GALLEGO	44
3.4.1 GEOMORFOLOGIA Y TECTONICA	44
3.4.2 COLUMNA ESTRATIGRAFICA	45
3.4.3 GRUPOS GEOTECNICOS	45
3.4.4 RESUMEN DE PROBLEMAS GEOTECNICOS QUE PRESENTA LA ZONA	49

	Pág.
3.5 ZONA 5. FORMACION YESIFERA DE ZUERA	49
3.5.1 GEOMORFOLOGIA Y TECTONICA	49
3.5.2 COLUMNA ESTRATIGRAFICA	51
3.5.3 GRUPOS GEOTECNICOS	52
3.5.4 RESUMEN DE PROBLEMAS GEOTECNICOS QUE PRESENTA LA ZONA	56
4. CONCLUSIONES GEOTECNICAS	57
4.1 RESUMEN DE PROBLEMAS GEOTECNICOS	57
4.2 CORREDORES SUGERIDOS	58
5. ESTUDIO DE YACIMIENTOS	59
5.1 CANTERAS	59
5.2 GRAVERAS	60
5.3 PRESTAMOS	60
6. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA	61

1.— INTRODUCCION

El presente informe de estudios previos de terrenos para carreteras, corresponde al tramo Zuera—Barbastro y pertenece al denominado Plan Pirineos.

El tramo comprende los siguientes cuadrantes de las hojas topográficas 1:50.000 del Mapa Topográfico Nacional: de la hoja núm. 323, Zuera, los cuadrantes 1, 3 y 4; de la hoja núm. 285 Almudebar el cuadrante, 2; de la hoja núm. 286, Huesca, los cuadrantes 1, 2 y 3 y por último de la hoja núm. 287, Barbastro, los cuadrantes 2, 3 y 4. En total aparecen 10 cuadrantes repartidos en cuatro hojas a escala 1:50.000.

El informe en su conjunto está compuesto por la presente memoria con cortes geológicos, esquemas, bloques—diagramas, columnas estratigráficas y fotografías. Acompañan a esta memoria dos planos, conteniendo cada uno de ellos un mapa litológico—estructural, a escala 1:50.000 con su leyenda correspondiente y además, cuatro esquemas a escala 1:200.000 que sintetizan los caracteres geológicos, geotécnicos, morfológicos y de suelos y formaciones de pequeño espesor, también con sus leyendas respectivas.

Han intervenido en la supervisión y realización de este estudio respectivamente:

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

D. A. Alcaide Pérez, Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.
D. J.A. Hinojosa Cabrera, Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.
D^a. C. Bonet Muñoz, Doctora en Ciencias Geológicas.

**INTECSA
DIVISION DE GEOTECNOLOGIA
SECCION DE GEOTECNIA Y GEOLOGIA**

D. A. Fdez.—Aller Ruiz, Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
D. L. Herrero Ramos, Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
D. A. Lendinez González, Licenciado en Ciencias Geológicas.

2.— CARACTERES GENERALES DEL TRAMO

2.1.— GEOMORFOLOGIA Y TECTONICA

2.1.1— Geomorfología

Entre la Cordillera Ibérica y el Pirineo se extiende una ancha zona deprimida, con un marcado relieve tabular denominada cuenca "Depresión del Ebro". En realidad esta denominación no cuadra enteramente con su topografía, puesto que, si bien es cierto que aparece como zona deprimida entre el Pirineo al Norte y, la Cordillera Ibérica al Sur, no lo es menos que incontables relieves, algunos de ellos de cierta importancia, se elevan tanto en sus bordes como hacia el interior (Sierra de Alcubierre).

Por esto al hablar de la "Depresión del Ebro" es necesario distinguir aquí, más que en ninguna otra unidad del suelo hispano, la cuenca morfológica, en un sentido estrictamente topográfico, de la cuenca estructural como unidad geológica (Solé Sabaris).

La cuenca estructural está constituida por un espesor de más de 2.000 m de materiales eocenos, oligocenos y principalmente miocenos que se extiende a todo lo largo y ancho de la depresión.

La cuenca morfológica se ha modelado sobre estos materiales, siendo por tanto en líneas generales, una hoya de erosión, estando muy circunscrita en su región central sobre todo.

En la "Depresión del Ebro" se desarrolla también un relieve evidentemente estructural, como antes se ha mencionado, el cual determina tres regiones morfológicas. De estas tres regiones sólo nos vamos a ocupar de describir la que atañe más directamente al objeto que persigue este estudio.

Esta región que se encuentra enmarcada dentro de las provincias de Zaragoza y de Huesca, está constituida por un país de gradas modeladas sobre los materiales oligocenos y miocenos horizontales o ligeramente plegados.

Estas características, junto con otras que se describen en los apartados concretos de cada zona, son las más significativas de la zona de estudio.

En la parte sur—occidental que comprende este tramo, aparece el valle del río Gállego ofreciendo características semejantes a las descritas en párrafos anteriores con la salvedad de que es un valle netamente fluvial y su modelado es adquirido por el desarrollo de las terrazas que el río ha ido dejando a lo largo de los tiempos.

El mismo relieve de mesas y gradas, aunque más amplio que el resto del tramo, se extiende entre Zuera y las cercanías de Huesca, con plataformas más o menos anchas cuyos bordes, han sido atacados intensamente por la erosión remontante de los ríos y afluentes del río Gállego produciéndose frecuentes mesas periféricas y cerros testigos.

Esta zona recibe el nombre de Desierto de la Violada, cuya denominación no puede ser más explícita, puesto que este territorio corresponde a la estepa salina y es de un endorreísmo muy extendido, de la misma forma que en todo el ámbito de la "Depresión del Ebro" (Solé Sabarís).

El tramo que se estudia en este informe, se encuentra partido en dos depresiones satélites, por la mesa de la Sierra de Alcubierre, que se eleva hasta 811 m (fuera de la zona) y separa la Hoya de Huesca o Somontano, del valle de los ríos Gállego y Ebro.

La Hoya de Huesca o Somontano se encuentra formada por el río Alcanadre y está constituida por mesas y graderías en las que han excavado sus cauces los ríos Isuela, Flumen y Guadazalema, todos ellos afluentes del Alcanadre.

En líneas generales toda la zona presenta un paisaje por excelencia, propio de grandes cuencas interiores de países áridos. Relieves tabulares, endorreísmo y estepa, son las características más destacadas del paisaje de esta región.

2.1.2.— Tectónica

La característica más clara en esta región es la presencia de un relieve tabular, con terrenos esencialmente planos y falta casi total de estructuras. El estudio detallado demuestra la existencia de pliegues y fracturas que aunque son poco enérgicos, tienen gran importancia desde el punto de vista geomorfológico y tectónico (fig. 1).

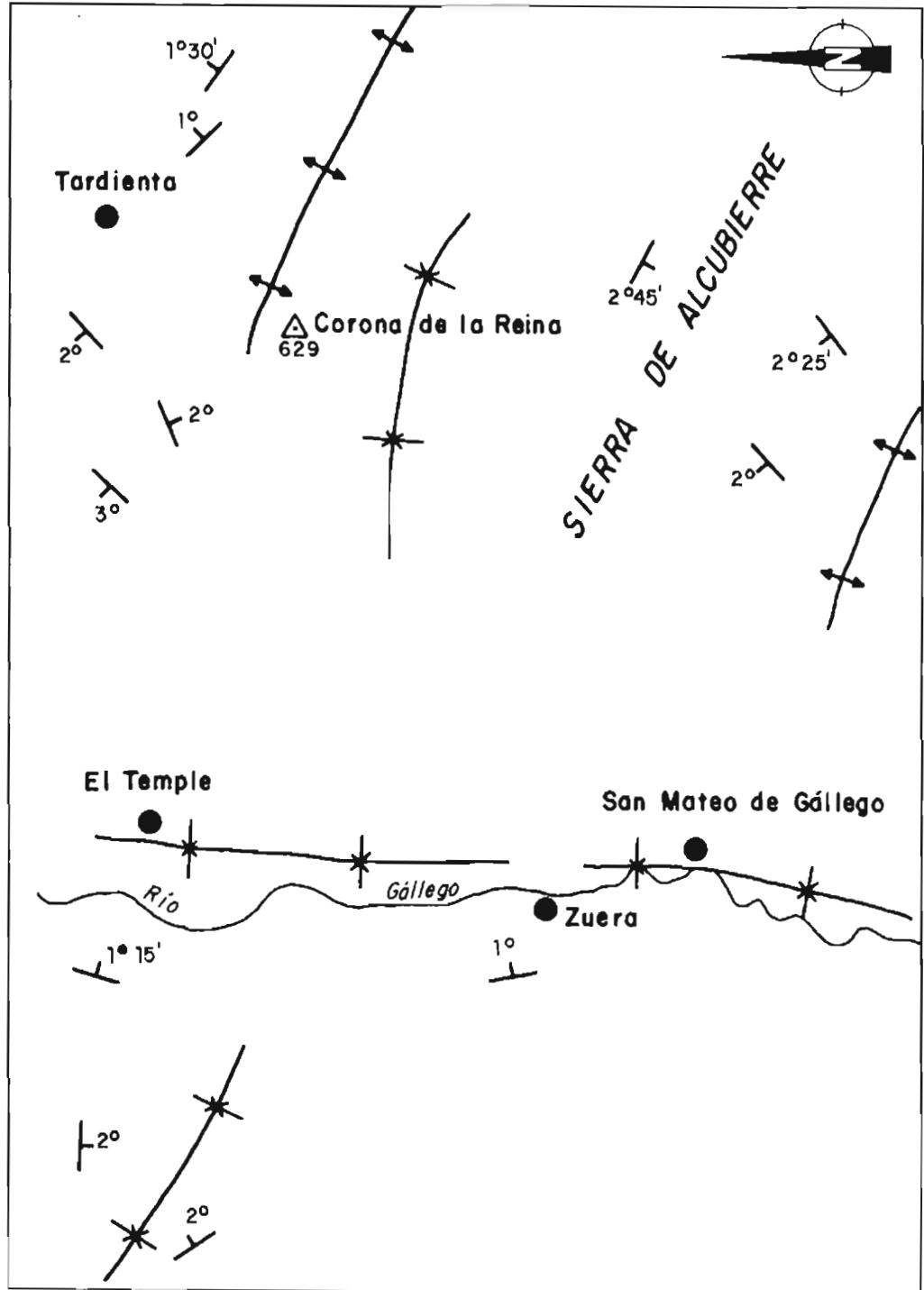
Debido a la importancia que alcanzan tanto los yesos como los materiales salinos en general, hay que tener en cuenta su influencia directa en lo que respecta a la estructura sobre todo los materiales que soportan encima. Un hecho significativo son las frecuentes deformaciones observadas en las terrazas del río Gállego, deformaciones que se atribuyen únicamente al movimiento de yesos. Por lo que se refiere a las fracturas, se trata únicamente de fallas de reajuste o acomodación de terrenos competentes sobre yesos y sales, y tienen un valor muy local. En general se trata de pequeñas fallas que raramente alcanzan un metro de salto. Vistas en corte vertical son fracturas que se atenúan muy rápidamente y sólo afectan a paquetes de capas muy reducidas.

El contacto de esta región tabular con el borde prepirenaico, es a través de valles longitudinales antiguos capturados por el Gállego y el Cinca.

Las deformaciones más importantes encontradas son las siguientes:

ESQUEMA TECTONICO REGIONAL

ESCALA 1:200.000



LEYENDA




-  Anticlinal.
-  Sinclinal.
-  Dirección y buzamiento

FIG. 1

a) **Sinclinal del Gállego.** Sigue aproximadamente el curso del río Gállego con una dirección N 25 E hasta la latitud de Zuera. Se sitúa sobre yesos, limos yesíferos y margocalizas. En su flanco occidental las capas presentan buzamientos muy suaves, que se alteran localmente debido en gran parte a los fenómenos halocinéticos, que se producen en las masas yesíferas.

b) **Anticlinal de Alcubierre.** Sigue aproximadamente la dirección de los relieves tabulares calcáreos de la Sierra de Alcubierre y es la estructura anticlinal más destacada de la zona.

En todo su recorrido está formado por calizas y margas junto con delgadas capas de yesos. Los buzamientos de los flancos siguen siendo muy suaves.

c) **Anticlinal de Barbastro.** Se trata de una estructura anticlinal de fondo plano, con el flanco norte fracturado. Posiblemente la carga de sedimentos que se ha apoyado y que en la actualidad se apoya provoca el plegamiento en anticlinal de los yesos de la formación Barbastro.

Otro tipo de deformaciones de menor importancia y no siempre existentes, se refiere a la aparición de redes de diaclasas en las calizas, dando lugar a infiltración de aguas en algunas zonas.

2.2.— ESTRATIGRAFIA GENERAL DEL TRAMO

2.2.1.— Cretácico

Pocos son los afloramientos pertenecientes a este sistema pues quedan solamente reducidos a dos pequeñas manchas al noroeste de Barbastro y dentro de la hoja del mismo nombre.

Estos afloramientos de naturaleza calcárea, corresponden al Cretácico Superior, y no es posible dar con mayor exactitud el piso a que corresponde.

En un principio estos afloramientos calcáreos, habían sido cubiertos por depósitos miocenos y oligocenos, pero la erosión ha ido dismantelando estos depósitos y han quedado como relieves exhumados del resto de la zona. Litológicamente son materiales calcáreos constituidos por calizas francas de color carne, micríticas y muy diaclasadas, presentando fuertes buzamientos.

La potencia aproximada de este paquete calcáreo viene a ser de unos 100 m en el corte situado en la cantera en explotación sita al noroeste del Monasterio del Pueyo, observándose un buzamiento de 70° S—SO.

Discordante con esta formación calcárea se encuentran las formaciones Barbastro (yesos) y Sariñena (margas y areniscas).

2.2.2.— Oligoceno

Sólo dos formaciones dentro de este tramo corresponden estratigráficamente al Oligoceno. La más inferior de naturaleza yesífera (Formación de yesos de Barbastro) y la superior de

naturaleza areniscosa (Formación Peraltilla). (Fig. 3).

FORMACION DE YESOS DE BARBASTRO

La formación Barbastro ocupa el ángulo NE de la zona objeto del estudio y constituye la formación más antigua del Oligoceno (Fig. 2).

En conjunto, esta formación se presenta formando un anticlinal disimétrico fallado en su flanco norte, dicho flanco tiene buzamientos elevados que oscilan generalmente entre los 70° y 80°, mientras que el flanco sur reduce mucho sus inclinaciones, llegando a estar las capas de yeso casi horizontales. Dicho anticlinal se reduce sensiblemente hacia el NO a la vez que disminuye el espesor de yesos.

Litológicamente esta formación está constituida por yesos masivos de color gris azulado que pasan a blancos en la zona que están más meteorizados. La potencia de cada capa oscila entre los 5 y 20 cm.

En estos yesos es frecuente la aparición de intercalaciones de calizas y margas e incluso algún banco delgado de areniscas de grano grueso con coloraciones grisáceas.

Al descender estratigráficamente en esta formación los bancos de margas son menos frecuentes, con espesores más pequeños, encontrándose interestratificados niveles delgados de anhidrita (Ríos, 1957).

Sobre la formación de yesos de Barbastro descansa la "Formación Peraltilla" que buza hacia el SO en el flanco Sur del anticlinal.

Esta formación ha sido considerada como Oligoceno por diversos autores, los cuales se han basado en datos paleontológicos y tectónicos.

FORMACION PERALTILLA

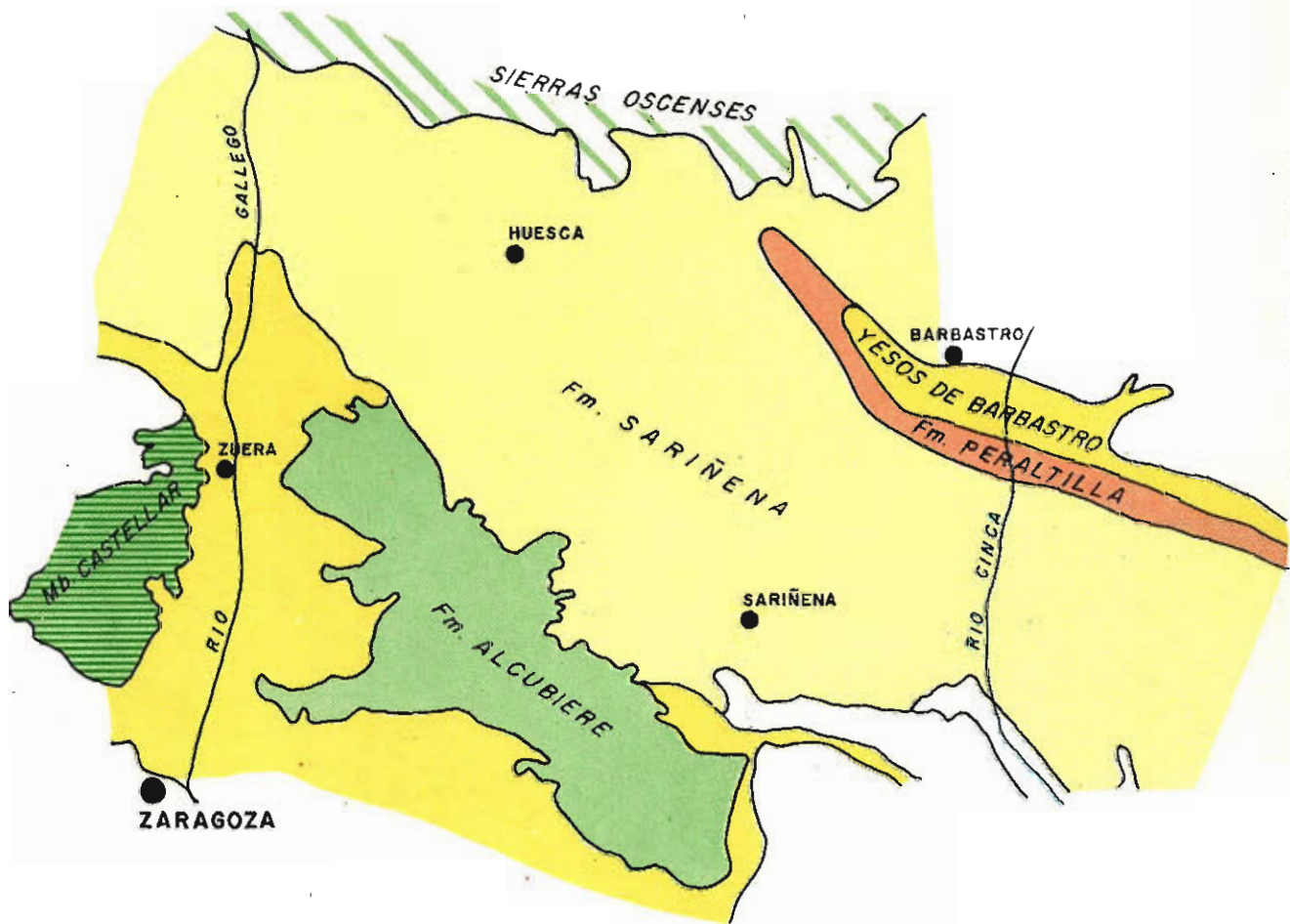
Esta formación se encuentra situada al noroeste de la zona de estudio y dentro de la hoja 1:50.000 de Barbastro. Cubre a la formación yesífera de Barbastro y está constituida por un potente conjunto de margas y areniscas de tonalidades rojizas, muy arcillosas (Fig. 3). Esta formación presenta una suave inclinación hacia el SO, descansando sobre ella la formación detrítica miocena de Sariñena, sensiblemente horizontal.

Autores como Almela, Ríos, Alastrue (1957) descubren esta formación como un "Oligoceno normal" constituido por una alternancia monótona de molasas pardo amarillentas o grises, arcillas amarillentas y margas rojas. En realidad la unidad Peraltilla es una formación y no un sistema como había sido descrito anteriormente (Quirantes 1970).

El contacto de la formación Peraltilla con los yesos infrayacentes de Barbastro se realiza con unas calcarenitas tableadas colocadas en la base de los bancos más bajos de areniscas, pero esta base calcárea es bastante detrítica, pasando lateralmente a facies netamente detríticas.

Hacia el NO los bancos de areniscas adquieren un matiz conglomerático llegando a

**DISTRIBUCION ESQUEMATICA DE LAS UNIDADES
LITOESTRATIGRAFICAS DE LA DEPRESION TERCIARIA DEL
RIO EBRO**
(J. QUIRANTES)



LEYENDA

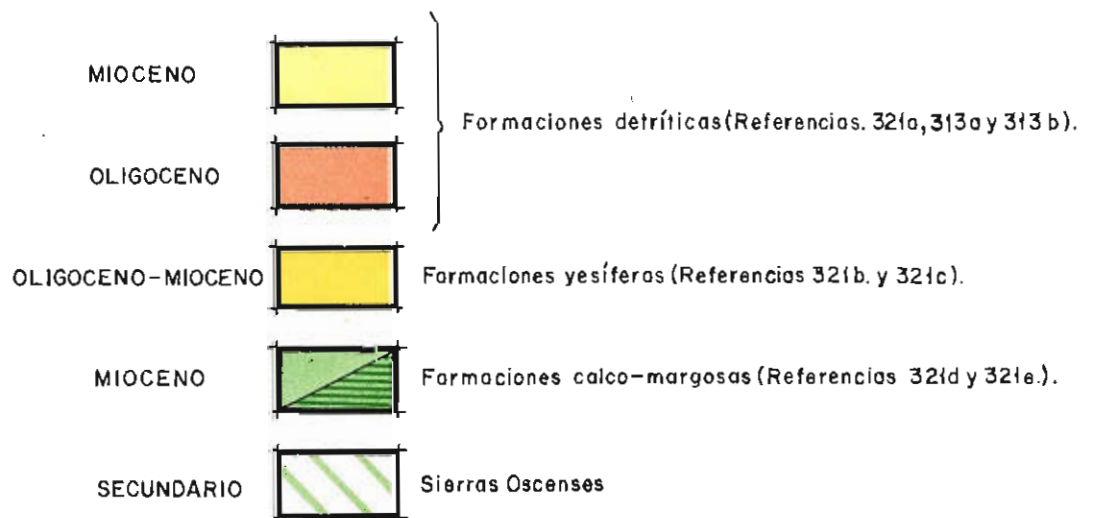


Fig. 2

ESCALA
GRAFICA

COLUMNA LITOLÓGICA	DESCRIPCIÓN	ESTRUCTURA	REFERENCIA	LITOSTRATIGRAFIA (J. QUIRANTES)	MORFOLOGIA	CRONO-ESTRATIGRAFIA
--------------------	-------------	------------	------------	------------------------------------	------------	---------------------

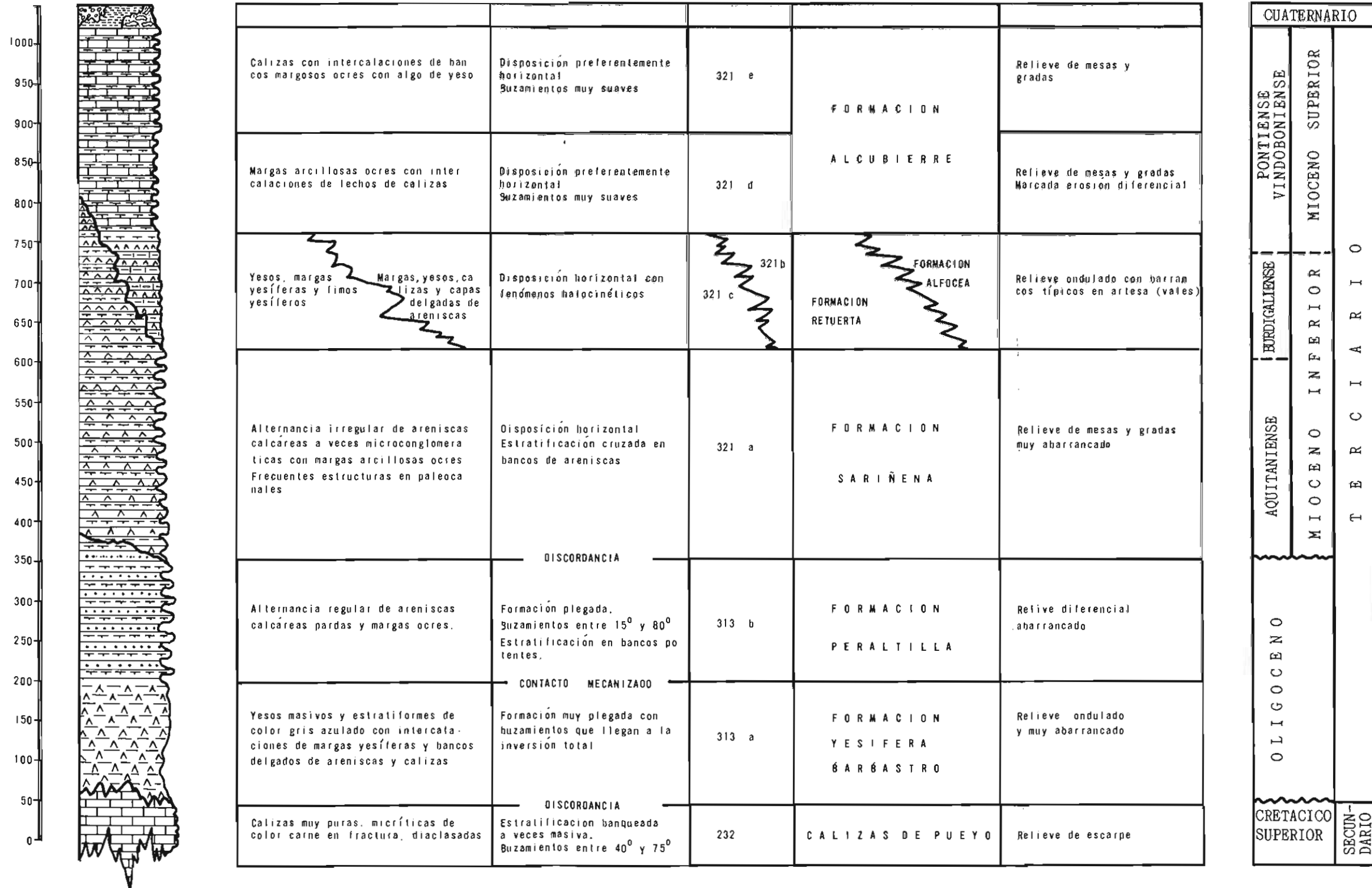


FIG.3

constituir bancos netos de conglomerados hacia el N (fuera de la zona).

2.2.3.— Mioceno

El análisis litoestratigráfico nos refleja tres formaciones claramente definidas y que corresponden cronoestratigráficamente desde el Mioceno Inferior (AQUITANIENSE) hasta el Mioceno Superior (VINDOBONIENSE—PONTIENSE).

Estas tres formaciones son las siguientes:

FORMACION SARIÑENA

Inmediatamente por encima de la formación Peraltilla (Oligoceno) aparece discordantemente y con un marcado carácter tabular la formación Sariñena. Aunque esa casi horizontalidad se mantiene, es frecuente observar algunas ondulaciones y pequeñas flexiones.

Litológicamente viene representada por un conjunto alternante de margas y areniscas bastas (incluso conglomeráticas) de tonalidades pardo amarillentas y rojizas, estratificadas en bancos gruesos y alternantes, con frecuentes acuñaciones de capas y bancos. El muro de esta serie se considera Aquitaniense y el techo podría ser Burdigaliense. (Crusafont, Riba y Villena, 1959).

Por encima de esta formación aparece un nivel constituido por arcillas margosas ocreas, con intercalaciones de bancos delgados de calizas y que pudiera ser asimilable a la formación superior Alcubierre, aunque estratigráficamente sea más antigua que esta última. No obstante las características litológicas y estructurales son idénticas.

FORMACION RETUERTA Y FORMACION ALFOCEA

Aunque estratigráficamente son de la misma edad, sin embargo mantienen diferencias litológicas con lo que se las debe de considerar dos series litoestratigráficamente distintas.

Una, desarrollada al oeste del río Gállego (Formación Retuerta) y la otra desarrollada al este del río, siendo el sustrato sobre la que descansa la "Formación Alcubierre".

Litológicamente las dos presentan yesos, pero la diferencia estriba en que la "Formación Retuerta", que corresponde a la descripción de Yesos de Zuera, se presenta bajo la constitución litológica de yesos masivos con intercalaciones de margas yesíferas y limos. Litológicamente, la formación Alfocea es un conjunto alternante de yesos estratiformes, margas yesíferas, arcillas y calizas margosas, con lo que la diferencia entre las dos formaciones es evidente. Cronoestratigráficamente, corresponden al Burdigaliense y parte del Vindoboniense, es decir que está comprendida entre el Mioceno Inferior y la parte más baja del Mioceno Superior.

FORMACION ALCUBIERRE

Corresponde al Mioceno más alto del tramo analizado en este estudio.

Ocupa la parte central de los Monegros y se extiende en forma de relieve tabular alargado en dirección N—NO S—SE con un recorrido longitudinal de unos 70 km. Por el O, es bordeada por la formación yesífera de Alfajarín y por el N y E por la formación yesífera de Alfocea.

Su litología básica es la caliza. En la parte inferior las calizas alternan en bancos delgados con margas y algunos yesos pero al ascender estratigráficamente en la serie las calizas se van haciendo masivas, mientras que las margas y los pocos yesos van desapareciendo.

En conjunto toda la formación presenta la siguiente columna:

100 m de calizas en bancos potentes con intercalaciones de capas margosas.

65 m de calizas y margas blancas alternando en bancos de espesor variable.

20 m de calizas con intercalaciones de bancos margosos.

2.2.4.— Cuaternario

Varios son los depósitos de edad cuaternaria y que cubren gran parte de los depósitos terciarios de este tramo. En primer lugar destacaremos "los glacis". Estos depósitos son extensos planos inclinados hacia los ríos (es decir constituyen un tipo especial de laderas) revestidas con gravas poligénicas de procedencia local o lateral, formados bajo condiciones climáticas semiáridas que dieron lugar a una escorrenría de mantos difusos.

Los glacis se desarrollan a partir de materiales tiernos, como lo demuestran los situados encima de la "Formación yesífera de Zuera".

Generalmente cada terraza, transversalmente plana, enlaza lateralmente con un glacis (Hoja de Zuera, zona 3 y 4), sin solución de continuidad. (350 T).

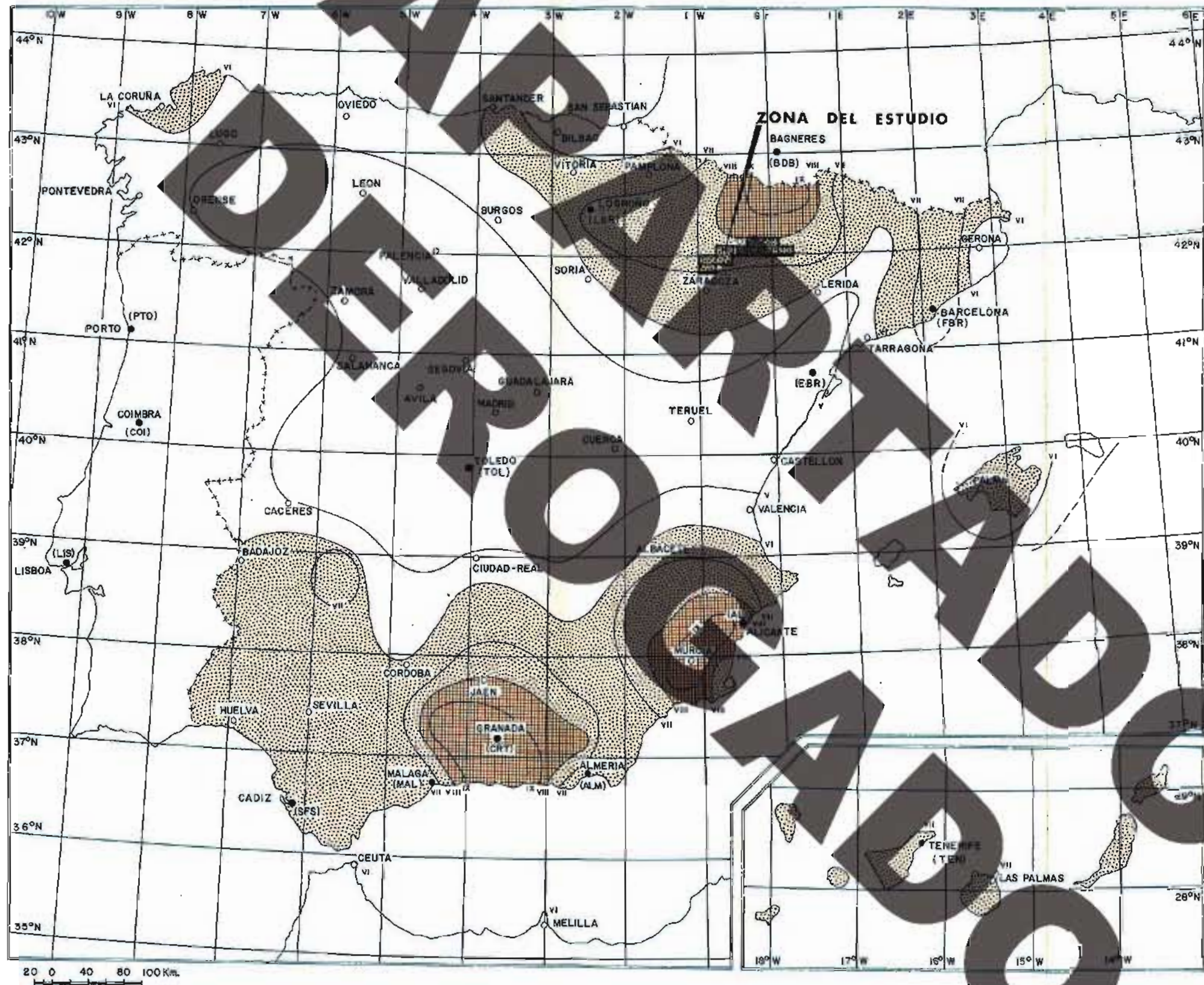
El reconocimiento de un glacis y de una terraza se hace mediante la naturaleza de la grava. Mientras que los glacis por regla general son de naturaleza monogénica, las terrazas son de naturaleza poligénica (Zona 4) (Terrazas del río Gállego), aunque no siempre ocurra este hecho, ya que las terrazas del río Alcanadre, son de naturaleza monogénica.

Existe gran profusión de materiales arcillo—limosos fundamentalmente ocupando zonas abarrancadas de terrenos margo—yesíferos. (Las Vales).

2.3.— SISMICIDAD

La norma Sismorresistente P.G.S.—1 (1968) y la O.C. 244/69 P. del M.O.P. clasifican el territorio nacional en varias zonas sísmicas. La región estudiada queda comprendida, toda ella, en la zona B (de sismicidad media) como puede verse en el esquema adjunto (Fig. 4). Las citadas disposiciones exigen la consideración de las acciones sísmicas en toda carretera de interés que se construya en esta zona B.

La intensidad sísmica está comprendida entre los grados VII y VIII de la escala oficial



MAPA DE ZONAS SISMICAS

Según PG.S - 1 (1968)

ZONA	INTENSIDAD: I (Escala MSK)
A	< VI (baja)
B	VI ≤ I ≤ VIII (media)
C	> VIII (acusado)

○ Capital de provincia
 ● Observatorio Sismológico

FIG. 4

macrosísmica. Para estas intensidades, los valores característicos del movimiento sísmico de período $T = 0,5$ seg. son:

– Desplazamiento	0,48	–	0,96	cm
– Velocidad	6,0	–	12,0	cm/seg.
– Aceleración	75,3	–	150,7	cm/seg. ²

El coeficiente sísmico básico correspondiente, C , está comprendido entre 0,08 y 0,05 y el factor de intensidad para el riesgo sísmico en cincuenta años es 0,08 a 0,135.

Siguiendo los criterios P.G.S.–1, la clasificación de los terrenos para la obtención de los valores de fundación puede hacerse en la siguiente forma:

– Terrazas en las proximidades de los ríos, mantos eluvio–coluviales con nivel freático cerca de la superficie.	CLASE–1
– Terrazas, glacia, aluviales	CLASE–2
– Yesos, margas yesíferas, limos yesíferos miocenos	CLASE–3
– Alternancia de margas areniscas y calizas miocenas	CLASE–4

Se deberá comprobar la estabilidad de los terraplenes importantes, para lo que se podrá realizar un cálculo pseudo–estático con los valores del factor de intensidad anteriormente indicado y con los de los factores de fundación y de terreno que se deducen de la clasificación realizada.

No parece necesaria la protección superficial de los taludes en roca, pues la velocidad máxima de las partículas del suelo (12 cm/seg) es claramente menor que 25 cm/seg. (valor crítico indicado por Bauer y Calder (1971) para la caída de bloques de roca, deducido de la experiencia en daños producidos por vibraciones debidas a voladuras).

No parece necesario revestir los túneles que se proyecten para evitar la caída de bloques durante el sismo.

Según criterio de Langefords (1963), la velocidad máxima de las partículas críticas para la caída de bloques en túneles es:

$$V = 10^{-4}c$$

donde c es la celeridad de las ondas sísmicas de compresión en el suelo. Para el terreno de CLASE–4 según la P.G.S.–1, la celeridad de las ondas es de 2.000 a 4.000 m/seg. con lo que la velocidad máxima de las partículas críticas es:

$$V = 20–40 \text{ cm/seg.}$$

Velocidad que no parece pueda ser alcanzada en estas zonas.

3.— ESTUDIO DE ZONAS

3.0.— ZONAS DE ESTUDIO

Este estudio se ha dividido en cinco zonas por considerar que presentan características geotécnicas, litológicas, estructurales y morfológicas diferentes. (Fig. 5).

Estas zonas son las siguientes:

- ZONA 1 CUENCA OLIGOCENA DE BARBASTRO
- ZONA 2 EL SOMONTANO DE HUESCA
- ZONA 3 LOS LLANOS DE LA VIOLADA Y MESAS DE ALCUBIERRE
- ZONA 4 LA DEPRESION CUATERNARIA DEL RIO GALLEGO
- ZONA 5 FORMACION YESIFERA DE ZUERA

ZONA 1.— CUENCA OLIGOCENA DE BARBASTRO

Se trata de una zona alargada en dirección NO—SE constituida por dos grupos litológicos y geotécnicos distintos, quedando limitada enteramente por los depósitos continentales del Mioceno Inferior. Las características más notables de esta zona son precisamente la litología y la estructura.

Litológicamente se encuentra constituida por un paquete de yesos masivos, que circundan por el S. a la ciudad de Barbastro, y encima de ellos un conjunto alternante de areniscas y margas.

Estructuralmente es la Zona más tectonicada de las cinco divididas en este estudio, y rompe la monótona horizontalidad de las regiones y zonas colindantes.

Del mismo modo, las características geotécnicas vienen en gran parte condicionadas por las características lito—estructurales y en un segundo término por el relieve ondulado que presentan los yesos masivos de Barbastro.

ZONA 2.— EL SOMONTANO DE HUESCA

La característica más destacada que ha motivado su diferenciación como zona independiente, ha sido su morfología típica.

El Somontano de Huesca se presenta como un conjunto de mesas y gradas, características de las zonas, que se encuentran adosadas a cadenas montañosas y que ha servido de cubeta deposicional de los materiales de erosión de las zonas más septentrionales.

Estas mesas y gradas son el producto de un intenso abarrancamiento de los ríos (Río Alcanadre, Río Isuela), los cuales producen serios problemas geotécnicos principalmente deslizamientos y socavación.

El conjunto litológico es bastante uniforme, pues se encuentra constituido esencialmente por areniscas y margas en disposición horizontal que favorecen en un grado elevado el modelado actual que presenta la zona. No obstante, la alternancia de niveles duros y blandos produce una marcada acción erosiva diferencial, que se transforma en problemas geotécnicos a la hora de trazar vías de comunicación, tales como estabilidad en desmontes, cimentaciones de estructuras, etc.

ZONA 3.— LOS LLANOS DE LA VIOLADA Y MESAS DE ALCUBIERRE

En conjunto, esta zona, está formada por bancos potentes de margas, calizas y yesos, destacando una gran plataforma calcárea que corresponde a la mesa de Alcubierre.

En líneas generales nos encontramos en una región con una marcada morfología tabular, similar en características al Somontano de Huesca, aunque menos abarrancada que ésta, y con una representación de sus graderíos, mucho más extensos.

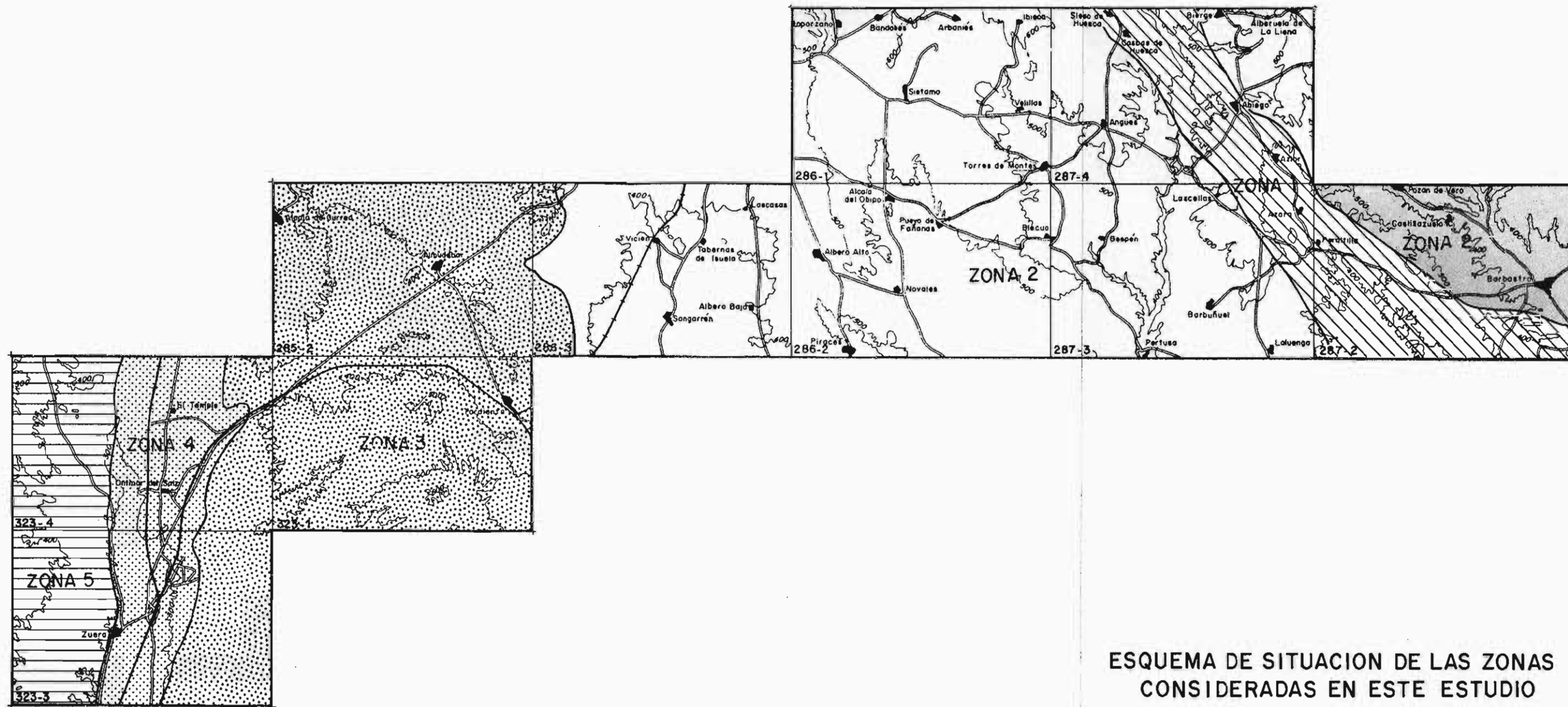
La unión de las mesas de Alcubierre y los Llanos de la Violada, con la depresión del río Gállego se realiza mediante una serie de cuestras intermedias, estratigráficamente más antiguas que las plataformas calcáreas. Estas cuestras aparecen cubiertas parcialmente por depósitos gruesos, tipo glaciés, de edad antigua (Pliocuatnario).

Otro fenómeno característico en esta zona es precisamente la gran cantidad de "vales" que existen en los terrenos yesíferos. Estas vales son pequeñas depresiones, por regla general más anchas que bajas y con fondo ostensiblemente horizontal.

ZONA 4.— LA DEPRESION CUATERNARIA DEL RIO GALLEGO

En el río Gállego se pueden llegar a distinguir hasta cuatro niveles de terrazas, pero en general son tres las más características. Estas terrazas presentan frecuentes deformaciones, debidas en gran parte al sustrato margo—yesífero donde están asentadas.

A lo largo de la zona y en dirección N—S estas terrazas aparecen muy bien diferenciadas. En la margen oriental llegan a tener una anchura total de hasta cuatro kilómetros y en la occidental el desarrollo lateral es bastante más reducido.



ESQUEMA DE SITUACION DE LAS ZONAS
CONSIDERADAS EN ESTE ESTUDIO

FIG. 5

Geotécnicamente la zona no presenta problemas que puedan ser reconocidos a simple vista y es precisamente un excelente corredor natural para trazar y construir futuras vías de comunicación. No obstante el sustrato margoso—yesífero y la frecuente contaminación de estas terrazas, podrían acarrear problemas de ataques químicos a los hormigones de las cimentaciones que se llegaran a realizar.

ZONA 5.— FORMACION YESIFERA DE ZUERA

Esta zona se presenta bajo el dominio de un escarpe natural margoso—yesífero, cubierto en la mayoría de los casos por glaciares y terrazas glaciares—eustáticas.

A partir del escarpe natural que ha producido el río Gállego en su recorrido por esta zona y en dirección E—O, se vuelve a observar una región con un marcado relieve tabular calcoso—margoso, formando una cuesta intermedia entre las terrazas y las formaciones calcáreas más occidentales que quedan fuera de nuestro estudio. Es frecuente observar dentro de esta zona calcoso—margosa, la aparición de una marcada erosión diferencial y una profusión de “vales” cuyos fondos se asientan sobre terrenos yesíferos estratigráficamente más antiguos que la formación anterior.

La característica geotécnica más destacada se debe a la gran cantidad de materiales yesíferos. Estos materiales pueden traer consigo problemas de ataques químicos a los hormigones; deformaciones producidas por drenajes deficientes que pudieran dar lugar a fenómenos extrusivos (halocinesis), que con relativa frecuencia se pueden observar en dicha Zona.

3.1.— ZONA 1.— CUENCA OLIGOCENA DE BARBASTRO

3.1.1.— Geomorfología y Tectónica

La presente zona, ocupa una franja de zona alargada, con disposición aproximada NO—SE, que se presenta separada de las que se sitúan en sus partes E y O, por contactos mecanizados y discordantes. (Fig. 6).

La zona, en general, no presenta grandes resaltes topográficos, ni diferencias morfológicas muy acusadas. La parte norte tiene una altitud topográfica máxima de 580 m, mientras que la parte sur, con muy ligeros desniveles, se mantiene entre los 400 y 500 m.

La zona se presenta cruzada por gran cantidad de ríos y arroyos, distinguiéndose como más importante el río Alcanadre y el arroyo Clainor. Todos ellos dan lugar a valles con su típica forma de U siempre disimétricos, de tal forma que las vertientes S y SO tienen siempre una mayor altura que las contrarias, debido a la mayor erosión y humedad que soportan las vertientes N, situadas ambas sobre materiales blandos del Oligoceno o bien sobre materiales cuaternarios.

Todos estos cursos fluviales presentan gran cantidad de depósitos de edad cuaternaria, tanto actuales como distintas generaciones de terrazas (Fig. 7). Estas últimas muestran una morfología muy típica, en relación con las discontinuidades del curso fluvial y en ocasiones enlazan con glaciares más o menos extensos, mediante una suave pendiente formada por las primeras terrazas de los ríos.

Se pueden distinguir al menos, cuatro niveles de terrazas, dispuestas entre los 400 y 480 m y con una diferencia de alturas entre ellas que varía entre 18 y 20 m.

Las únicas diferencias morfológicas que se pueden encontrar en la zona, son las debidas a los afloramientos calizos situados en la parte sureste de la zona que se describe y que al ser materiales más duros, dan lugar a cerros de topografía distinta, alargados en la misma dirección que la zona. Estos tramos calizos, dispuestos de forma anómala en relación con los materiales oligocenos, dan lugar a unos resaltes que llegan a alcanzar casi los 600 m y se destacan fácilmente de la altitud media de la llanura, que llega a alcanzar los 450 m.

Como final de esta descripción, hay que citar la morfología de las formaciones yesíferas, que como es frecuente, da lugar a un terreno alomado, con elevaciones y depresiones de forma redondeada y topografía muy suave.

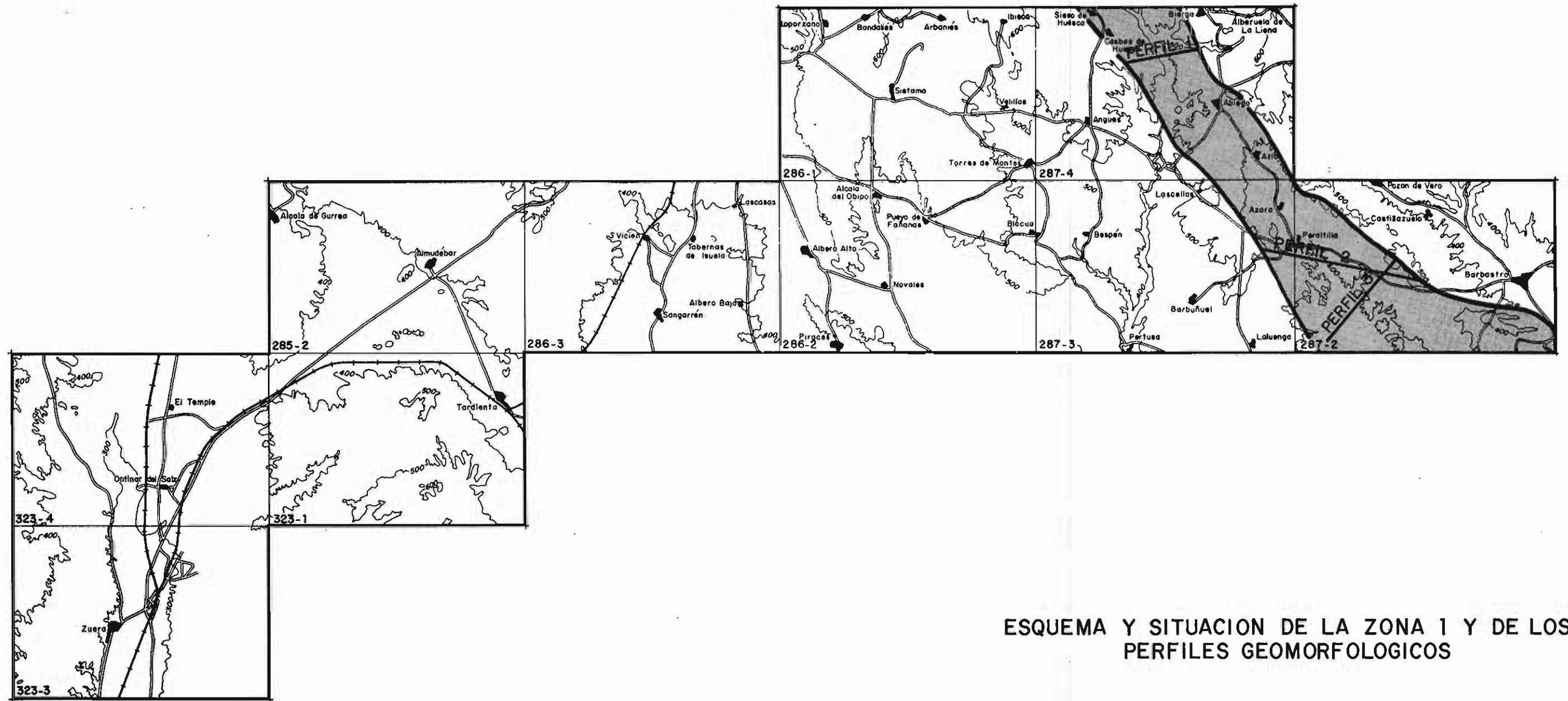
La tectónica de esta Zona 1 se manifiesta por las siguientes características:

En primer lugar, se observa un fuerte plegamiento en sus formaciones litológicas, sobre todo en la formación yesífera de Barbastro, en donde los buzamientos de las capas llegan a veces a la inversión total. Esto, en gran parte se debe a la tectónica diapírica y a los fenómenos de halocinésis que se producen en el seno de esta formación. Es frecuente observar, dentro de esta formación, despegues de capas, y abundantes pliegues tigmáticos (Foto 3) que originan una estructura y disposición casi caótica.

En segundo lugar esta tectónica diapírica tiene repercusiones directas sobre las formaciones suprayacentes produciéndose fenómenos tectónicos bien visibles que enmascaran la disposición original de estas formaciones superiores. (Fig 8). Tal es el caso de la fractura existente entre las margas y areniscas de la "Formación Sariñena" y los yesos de Barbastro, en donde por efectos diapíricos posteriores de los yesos, las margas y areniscas de la "Formación Sariñena", que se encuentran en disposición horizontal en toda la zona, es aquí, donde por dichos efectos, adquieren buzamientos verticales. (Carretera Nacional Barbastro—Lérida).

Un caso similar, aunque menos espectacular, es el observado en el contacto de los yesos de Barbastro con la formación margo—areniscosa de Peraltilla, donde también se producen fenómenos de parecidas características, descritas en el párrafo anterior. (Fig. 8 y 9).

En resumen la Zona 1 se presenta bajo un claro dominio de la tectónica de la formación yesífera de Barbastro, que llega a enmascarar las estructuras primarias de las formaciones suprayacentes.

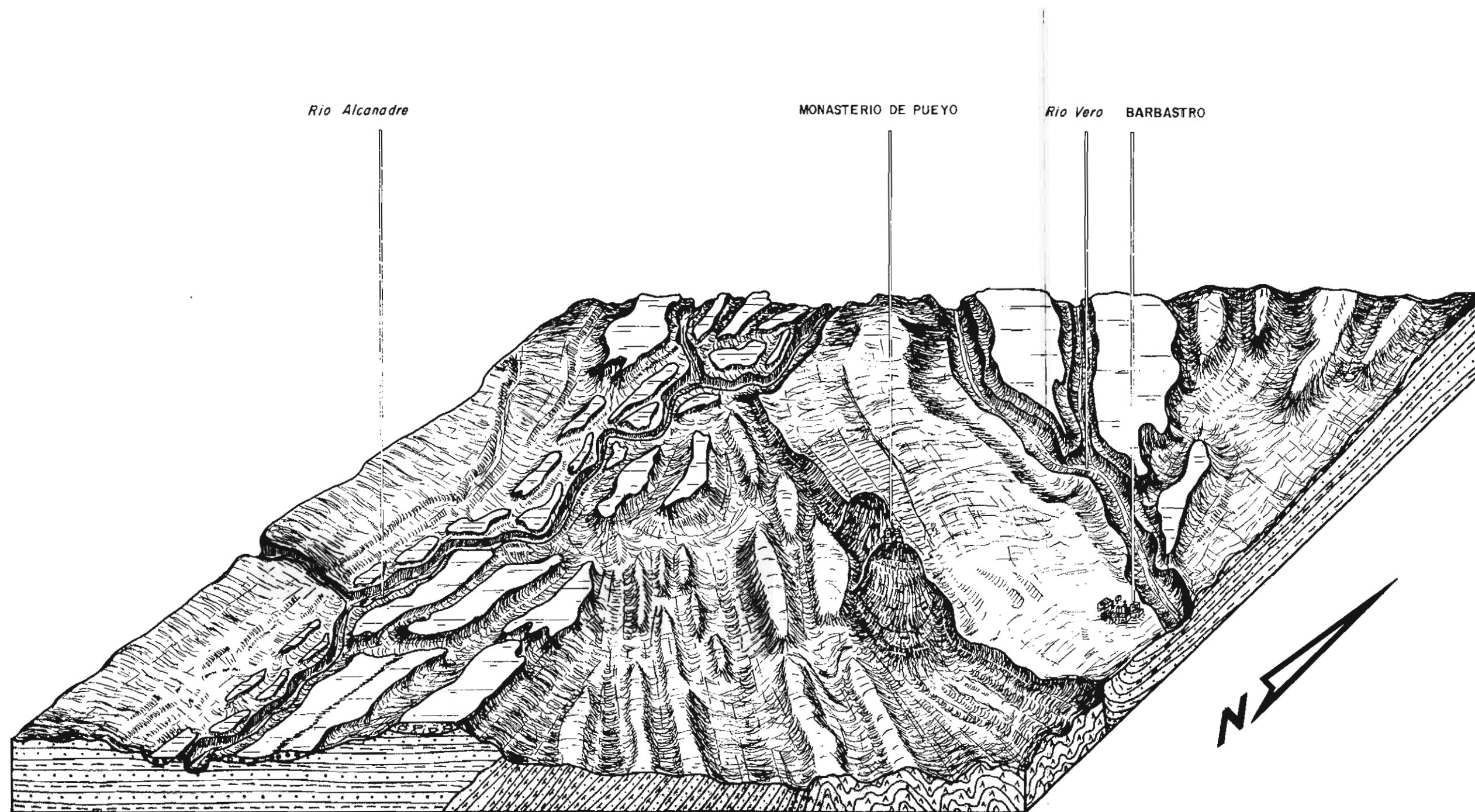


ESQUEMA Y SITUACION DE LA ZONA 1 Y DE LOS PERFILES GEOMORFOLOGICOS



FIG. 6

BLOQUE DIAGRAMA ESQUEMATICO DE LA ZONA I
LA CUENCA OLIGOCENA DE BARBASTRO



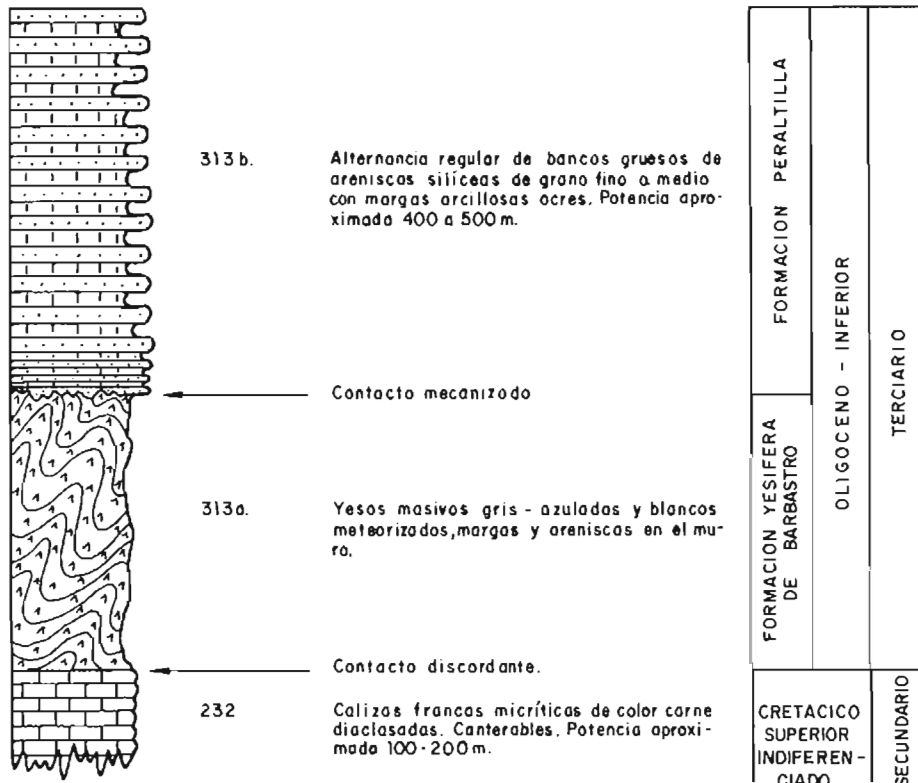
LEYENDA

CUATERNARIO		Terrazas. (T).
PLIO-CUATERNARIO		Glacis. (350a)
MIOCENO		Formación Sariñena. (321a).
OLIGOCENO		Formación Peraltilla. (313 b).
		Formación yesífera de Barbastro. (313 a).

FIG. 7

3.1.2. COLUMNA ESTRATIGRAFICA

COLUMNA LITOLÓGICA	REFERENCIA	DESCRIPCION	CRONO - ESTRATIGRAFIA
	A 2	Aluviales de arcillas ocre y pardas, limos yesíferos blancos y gravas yesíferas.	CUATERNARIO
	T	Terrazas de gravas monogénicas calcáreas y arcillas ocre con arenas limosas.	
	350 a.	Glacis de gravas monogénicas de naturaleza calcárea, arcillas y limas.	PLIO-CUATERNARIO



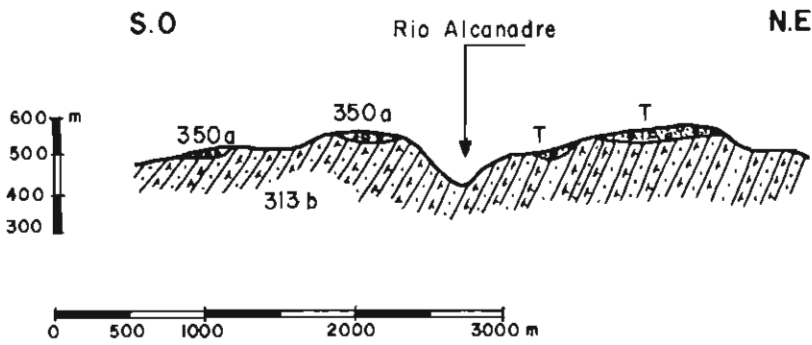
3.1.3.- Grupos Geotécnicos

A continuación se describen los distintos grupos geotécnicos insertos en la columna litológica adjunta y que corresponde a la presente Zona. Las superposiciones y separación entre los distintos grupos litológicos del Cuaternario es, como puede observarse, puramente convencional y no guarda interrelación cronoestratigráfica alguna.

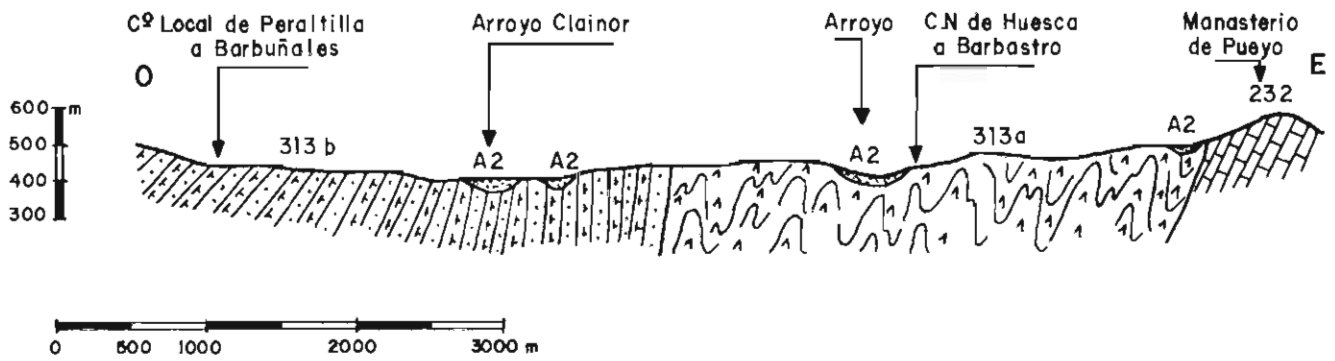
PERFILES GEOMORFOLOGICOS DE LA ZONA 1

ESCALAS V. 1:20.000
H. 1:50.000

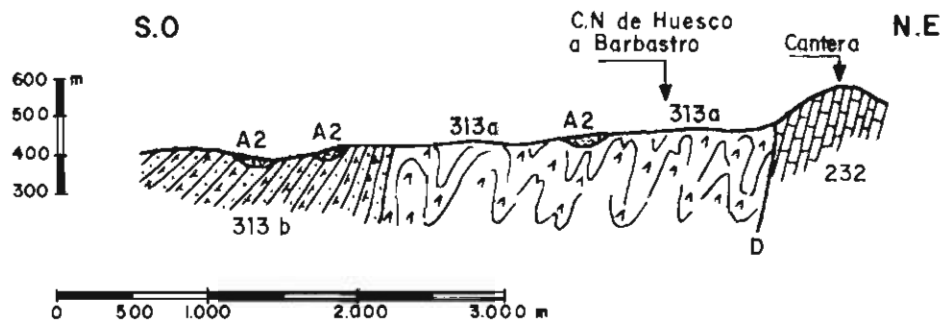
PERFIL Nº 1



PERFIL Nº 2



PERFIL Nº 3



LEYENDA



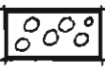



CUATERNARIO	}		A2. Aluviales de arcillas y limos yesíferos.
			T. Terrazas de gravas calcáreas.
			350 a. Glacis de gravas, arenas y arcillas.
OLIGOCENO	}		313 b. Alternancia regular de areniscas y margas.
			313 a. Yesos masivos muy plegadas.
CRETACICO			232. Calizas.

FIG. 8

DEPOSITOS ALUVIALES LIMO-ARCILLOS (A2)

Litología.— Aluviales limo-arcillosos ocre y pardos con gran contenido de limos yesíferos, procedentes de las zonas yesíferas próximas y gravas dispersas de yesos generalmente blancos y grises.

Estructura.— No presenta ninguna estructura visible. Ocupan zonas topográficamente deprimidas con una fuerte pendiente. En líneas generales se pueden considerar como fondos aluviales de sedimentación, recibiendo el nombre de "Vales" en toda la región estudiada.

Geotecnia.— Esta formación se considera excavable, por presentarse el material muy suelto y poco cementado. Los taludes artificiales observados, así como los naturales presentan pendientes del orden 2:1 (H/V), es decir entre 25° y 30° de ángulo de talud, y dado su buen estado de conservación se aconseja ir a estos taludes. Si la excavación es de poca altura podrá irse a taludes con pendientes más fuertes. Los materiales de esta formación no son aprovechables para terraplenes, dado su alto contenido en sulfatos. El drenaje tanto superficial como profundo es deficiente siendo por tanto una formación poco permeable. Constituye un cimiento deficiente para terraplenes ya que dará lugar a asentos apreciables. Su capacidad portante para cimentaciones superficiales es muy escasa por lo que éstas se deberán referir a niveles más profundos y consolidados.

Existirán riesgos de ataque químico a los hormigones por aguas seleníticas.

TERRAZAS (T)

Litología.— Formación constituida por gravas calcáreas redondeadas, con índice de redondez y aplanamiento muy elevado. La matriz que envuelve estas gravas es de carácter limo-arenoso, con gran cantidad de arcilla de color ocre-rojiza. Es frecuente el encostrado de los niveles superficiales.

Estructura.— Esta formación se encuentra en disposición horizontal, tanto en superficie como en los escasos planos de estratificación que se insinúan. Se encuentra depositada discordantemente sobre las margas y areniscas de la "Formación Peraitilla" (313 b) del Oligoceno Superior.

Geotecnia.— Esta formación se considera ripable, aunque esta ripabilidad, dependerá del grado de encostramiento superficial en que se encuentre. Los taludes para desmontes de poca altura pueden tener pendientes del orden de 2/3 (H/V) es decir con ángulos de talud comprendido entre los 55° y 60°, y para alturas mayores pueden llegar al 3/2 (H/V) es decir ángulos de unos 35°. Este material se puede considerar apto para empleo en terraplenes y árido de hormigón, si bien se aconseja en este último caso sean sometidos a un lavado previo, dada su ligera contaminación en sulfatos. Su permeabilidad es alta y el drenaje aceptable, en general. La capacidad portante es de media a alta, en función de la cantidad de finos que contenga, aunque se puede considerar un material bastante bueno con tensiones admisibles media a alta (2-4 kg/cm²) para cimentaciones superficiales. Será preciso estudiar los problemas de socavación en las terrazas más próximas a cauces de agua.

Los asentos producidos tanto por la implantación de terraplenes como por la de cimentaciones superficiales serán pequeños.

GLACIS (350 a)

Litología.— Glacis de gravas y bolos de naturaleza calcárea, encostrados superficialmente (Foto 1), con una materia limo—arcillosa de color marrón rojiza. A veces se encuentran niveles de arcillas ocre y rojizas intercaladas entre los distintos niveles de costras y gravas sueltas.



Foto 1.— Aspecto del talud del Glacis de Laluega (350 a)

Estructura.— No presenta ninguna estructura visible, tan sólo se puede citar que en la actualidad se encuentran bastante erosionados quedando vestigios en forma de pequeñas mesas encima de los cerros miocenos y oligocenos.

Geotecnia.— Formación excavable, aunque puede presentar problemas de ripabilidad en superficie por estar encostrada la formación algunas veces. Los taludes naturales como los artificiales presentan pendientes del orden de 1/1 (H/V) (Foto 1), por lo que son los que se aconsejan).

Este material es adecuado en el empleo de obras de tierra y al mismo tiempo como árido de hormigón, aunque se deberá hacer una preparación y clasificación previa. El drenaje tanto superficial como profundo es bueno en general. Esta formación se considera competente como cimiento de terraplenes y obras de fábrica, considerándose tensiones admisibles altas del orden de 3–4 kg/cm² para cimentaciones superficiales. Los asentamientos producidos por la construcción de terraplenes y obras de fábrica sobre esta formación serán pequeños.

FORMACION PERALTILLA (313 b)

Litología.— Conjunto detrítico constituido por una alternancia regular de bancos gruesos de areniscas calcáreas de grano fino a medio, cuarcíticas de colores claros en fractura y margas ocre algunas veces limosas. Se observa una clara erosión diferencial de los bancos más blandos.

Estructura.— Conjunto estratificado, en bancos gruesos de espesor variable, plegado en el contacto con la "Formación Yesífera de Barbastro" (313 a) (Foto 2). No se observa una fracturación acusada, aunque los bancos areniscosos presentan pequeños fenómenos de diaclasado.



Foto 2.— Estructura sinclinal en la "Formación Peraltila" (313 b)

La formación presenta buzamientos comprendidos entre 20° y 85° y se encuentra en contacto mecanizado con la "Formación Yesífera de Barbastro" (313 a). (Fig. 9).

Geotecnia.— Esta formación se considera no ripable, aunque existe la posibilidad de que algún banco margoso lo sea. Los taludes de los desmontes vendrán condicionados fundamentalmente por la dirección de estratificación y la estructura, pudiendo ir, en el caso de que la estratificación sea favorable, a taludes muy fuertes. La erosión diferencial existente puede dar lugar a caída de bloques por descalce de los niveles duros.

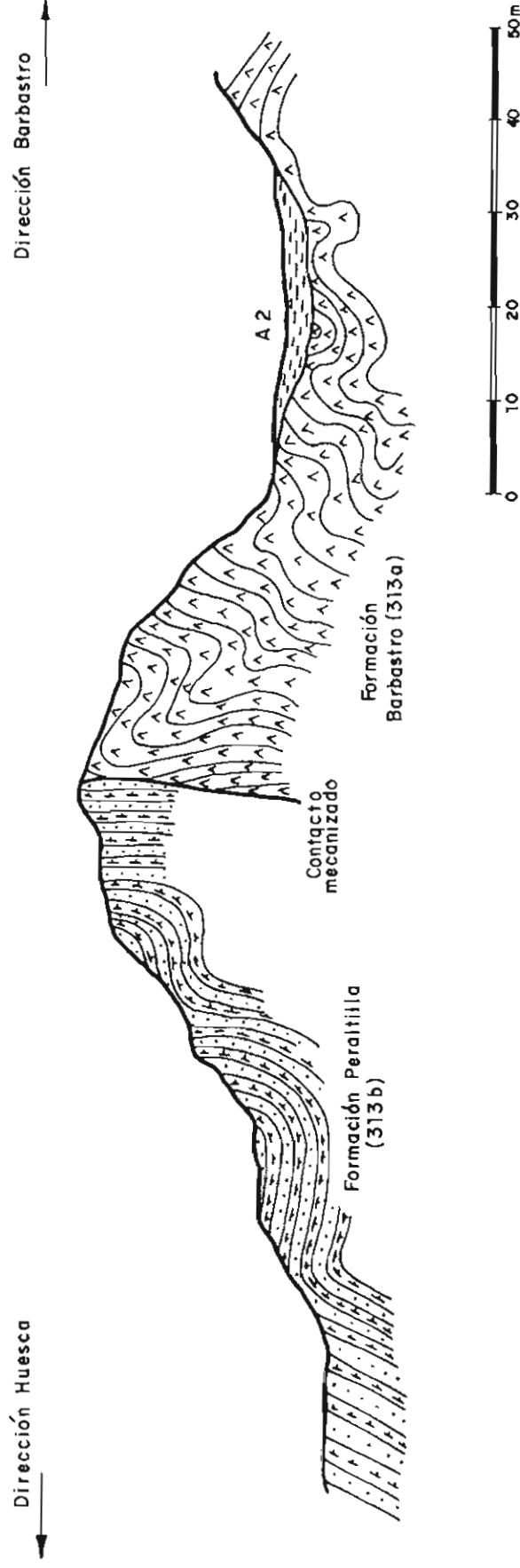
Es frecuente observar algunos deslizamientos en los bancos margosos y arcillosos. Si bien los materiales son impermeables, el drenaje superficial es bueno debido a la topografía existente. La capacidad portante se puede considerar alta para los terraplenes y media para obras de fábrica, en las que la cimentación puede presentar problemas debido a la alternancia de niveles de distinta compacidad y al buzamiento de los estratos, por lo que se aconseja un estudio detenido de esta formación en la situación concreta de las obras de fábrica. Los asentamientos producidos por la ejecución de terraplenes y cimentaciones no serán grandes.

El hormigón puede sufrir ataque químico como consecuencia de la presencia esporádica de delgadas capas de yeso.

FORMACION YESIFERA DE BARBASTRO (313 a)

Litología.— Formación constituida por yesos masivos y estratiformes de color

CORTE ESQUEMATICO DEL OLIGOCENO EN EL KM. 40 DE LA CARRETERA NACIONAL 240 DE HUESCA A BARBASTRO






-  A2. Aluviales limo-arcillosos con gran contenido de sulfatos.
-  313b. Formación Peraltilla (areniscas y margas).
-  313a. Formación yesífera de Barbastro (yesos masivos).

FIG. 9

gris—azulados; a veces se encuentran yesos blancos con aspecto alabastrino y son frecuentes las intercalaciones de margas yesíferas y bancos delgados de areniscas calcáreas de grano fino, de color gris—ocre y calizas brechoides en el muro de esta formación.

Estructura.— Formación plegada y fracturada (Foto 3) con buzamientos que oscilan entre los 0° y los 90° , llegando a veces a la inversión total.



Foto 3.— Aspecto de los yesos en la carretera N—240 de Huesca a Lérida

El paso de esta formación yesífera a las formaciones superiores se realiza mediante contactos mecanizados (CM) (Foto 4) debido a procesos halocinéticos posteriores a la sedimentación de los yesos; a veces es frecuente observar una fracturación acusada en el contacto con el



Foto 4.— Contacto mecanizado entre las formaciones de Peraltila (313 b) y Barbastro (313 a)

Mioceno, como se puede observar en la carretera N-240 de Huesca-Lérida en el km 53, pasado Barbastro.

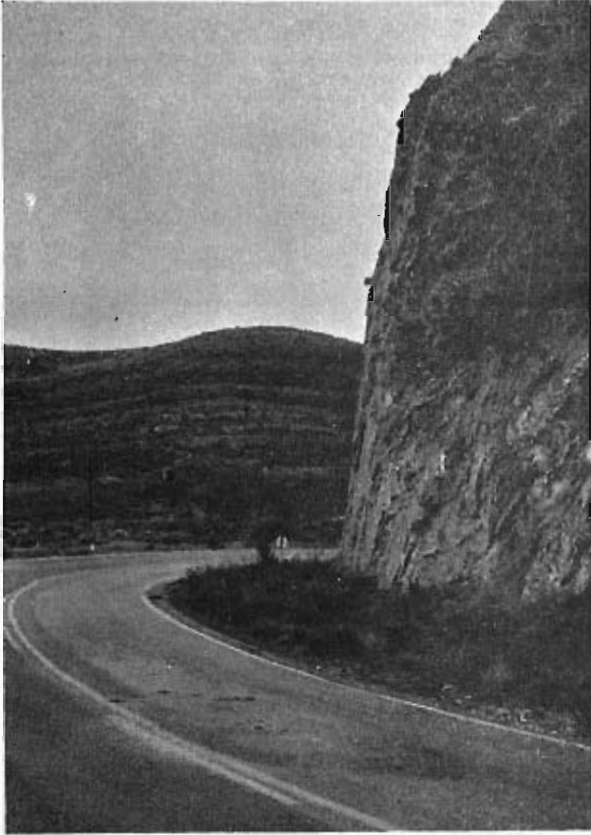


Foto 5.— Aspecto del talud artificial en la "Formación Barbastro" (313 a) N-240.

La morfología de esta formación es típicamente alomada con suaves relieves y barrancos en forma de artesa.

Geotecnia.— Esta formación no se considera ripable aunque algún nivel esporádico lo sea. Los taludes observados tanto naturales como artificiales vienen en función de la dirección de la estratificación, llegándose a observar taludes artificiales muy empinados del orden de 1/5 (H/V) ángulo de talud entre 75° y 80° (Foto 5). En general se aconseja ir a taludes del orden 1/1 (H/V), dado el mal estado de conservación en el que se encuentran los taludes artificiales observados en el resto de la zona, siendo una excepción el que se presenta en la fotografía adjunta (Foto 5). El material no se considera aprovechable para obras de tierras. El drenaje profundo es deficiente por lo que se pueden plantear problemas de drenaje en zonas de topografía suave. Son probables los problemas de hinchamiento y disolución de los yesos. Constituye un cimiento aceptable para terraplenes y obras de fábrica con tensiones admisibles del orden de 2-3 kg/cm² e incluso más; para cimentaciones superficiales es preciso estudiar detenidamente la existencia de cavernas en los yesos. Es imprescindible la utilización de cementos resistentes a los sulfatos en los hormigones que estén en contacto con esta formación. No son de prever asientos apreciables aunque es frecuente observar fenómenos halocinéticos que podrían acarrear problemas en el caso de que no exista buen drenaje.

CALIZAS DE PUEYO (232)

Litología.— Formación calcárea constituida por calizas muy puras, micríticas, con fauna de "alveolinas y lamelibranchios", de color carne y fractura concoidea.

Estructura.— Formación plegada y fracturada con un diaclasado acusado. Estratificación banqueada a veces masiva y con buzamientos que oscilan entre los 30° y 70° S. Destaca de las formaciones limítrofes por su relieve montañoso (Foto 6).



Foto 6.— Monasterio del Pueyo, sobre calizas del Cretácico Superior (232)

Geotecnia.— Formación no ripable, será necesario el uso de explosivos, muy estable en desmontes naturales y artificiales ya que se observan taludes 1/5 (H/V), pudiéndose proyectar taludes fuertes del orden de 1/3 o incluso más, dependiendo de la estratificación y diaclasado. El material es utilizable en pedraplenes y como árido para hormigón, con una ligera clasificación para evitar los bancos dolomítico —margosos que pudieran aparecer. Su permeabilidad es alta en fracturas y media en conjunto. El drenaje tanto superficial como profundo es bueno. La capacidad portante es excelente tanto para terraplenes como para obras de fábrica donde se pueden considerar tensiones admisibles muy altas ($> 5 \text{ kg/cm}^2$) para cimentaciones superficiales, los asientos serán inapreciables.

En la actualidad este material es objeto de explotación en cantera.

3.1.4.— Resumen de problemas geotécnicos que presenta la Zona

Los problemas que pueden influir de forma importante en el trazado de vías de comunicación se pueden resumir en:

- a) Problemas de excavación en yesos, se deberá emplear explosivos en los desmontes; los taludes en estos materiales pueden presentar problemas de inestabilidad y de erosión.

- b) Presencia de fenómenos halocinéticos y de formación de cavernas en la "Formación Yesífera de Barbastro".
- c) Existencia de una erosión diferencial muy importante en la "Formación Peraltila", constituida por bancos alternantes de areniscas y margas con el consiguiente desprendimiento de bloques de los bancos duros.
- d) El producto procedente de los materiales granulares (terrazas, glacis etc.) será conveniente someterlo a un lavado previo, dada su posible contaminación en sulfatos, en el caso de que sea empleado para hormigones.
- e) En general el hormigón se realizará con cemento resistente a las aguas selenitosas en las zonas donde haya presencia de yesos.
- f) Se deberá estudiar el drenaje fundamentalmente en las zonas yesíferas, ya que podría presentar problemas importantes.
- g) Pueden existir algunos problemas de socavación en las zonas próximas a los ríos.
- h) Sólo habrá problemas de capacidad portante para cimentaciones en los depósitos aluviales limo—arcillosos que ocupan los fondos de valles.

3.2.— ZONA 2. EL SOMONTANO DE HUESCA

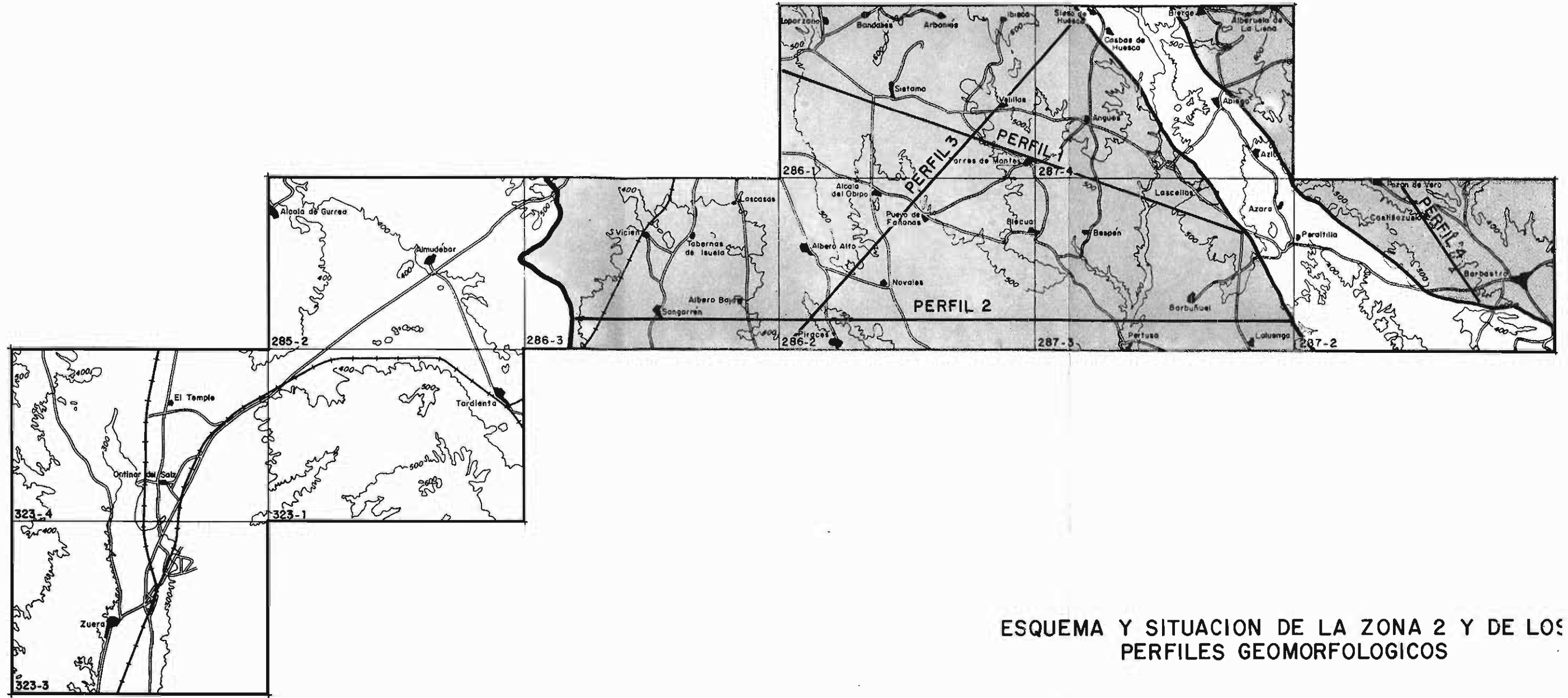
3.2.1.— Geomorfología y Tectónica

La presente Zona constituye una amplia región, muy homogénea, (Fig. 10) formada en su totalidad por materiales miocenos, principalmente areniscas y margas. Únicamente, en su parte más oriental, aparece la formación oligocena de yesos de Barbastro.

La altura topográfica de la zona es muy uniforme y se mantiene entre 400 y 500 m, alcanzando una altura mayor, próxima a 600, en aquellos lugares donde existen glacis cementados o encostrados, más resistentes a la erosión, desarrollándose en la parte alta de los relieves a modo de "monteras". (Fig. 11).

Desde el punto de vista geomorfológico, esta zona presenta pocos rasgos importantes que merezcan ser destacados. Es una región muy llana, surcada por pocos ríos verdaderamente importantes, que como sucede en la zona 1, dan lugar a valles fluviales asimétricos y a depósitos de terrazas en ambas márgenes, algunas de ellas muy desarrolladas, tanto vertical como longitudinalmente. El mayor desarrollo de terrazas está en relación con el curso del río Alcanadre, donde se pueden distinguir un total de cuatro niveles, bastante bien conservados incluso los más antiguos.

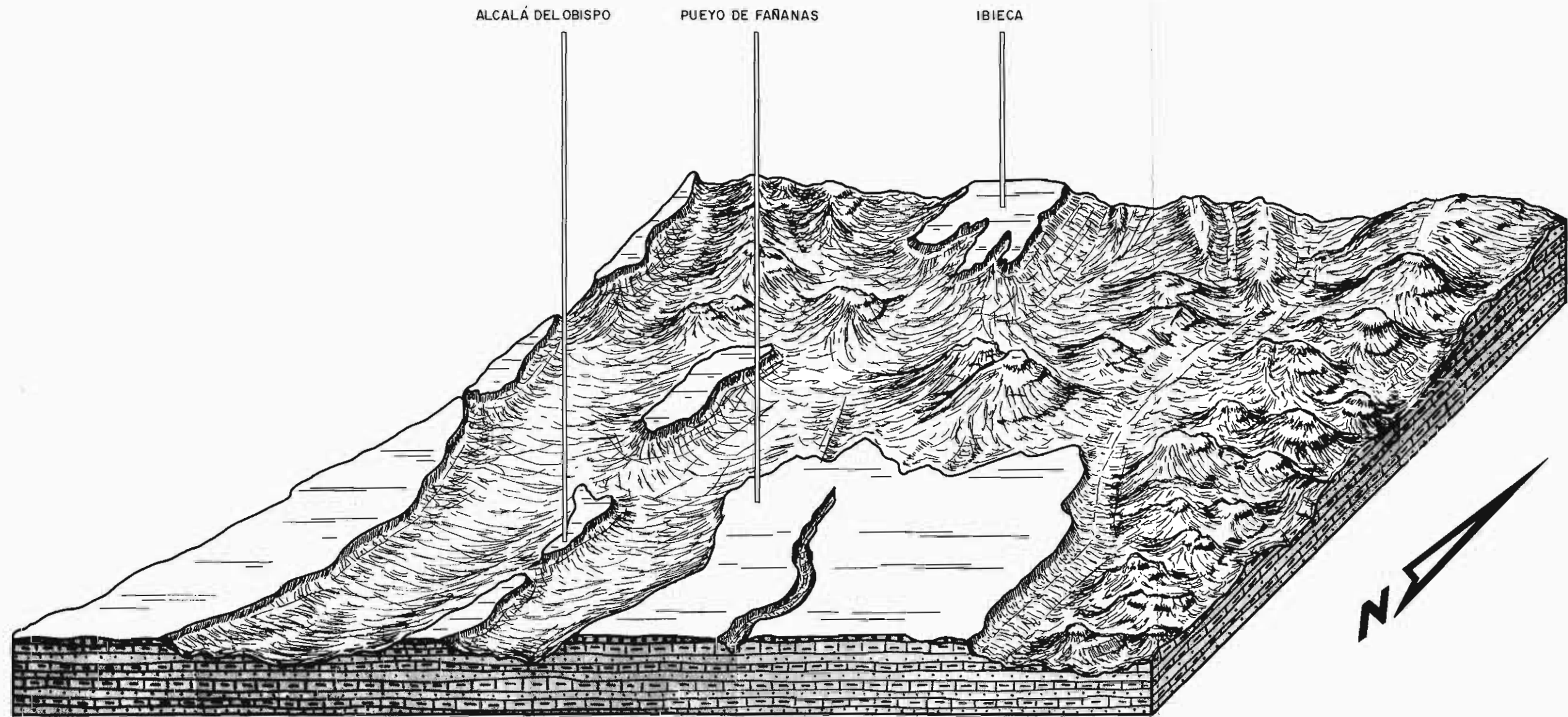
Entre los terrenos cuaternarios, además de los depósitos fluviales, existen en gran cantidad depósitos de tipo glacis, relacionados principalmente con zonas altas. Estos pueden pasar lateralmente a depósitos de tipo coluvial, localizados en las pendientes, o bien enlazar con las terrazas altas, mediante un suave desnivel. En cualquiera de los casos, pueden estar constituidos por materiales más o menos sueltos o bien estar cementados, en cuyo caso, dan lugar a formación de cuestas, debido a su mayor resistencia a la erosión.



ESQUEMA Y SITUACION DE LA ZONA 2 Y DE LOS PERFILES GEOMORFOLOGICOS

FIG. 10

BLOQUE DIAGRAMA ESQUEMATICO DE LA ZONA 2
EL SOMONTANO DE HUESCA








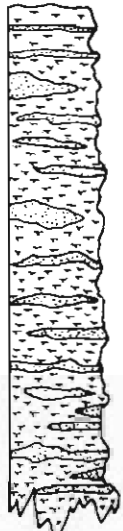
LEYENDA

- | | | |
|------------------|--|----------------------------|
| PLIO-CUATERNARIO | | 350 a. Glacis |
| MIOCENO | | 321 a. Formación Sariñena. |

FIG. 11

No existe ningún rasgo tectónico importante en toda la zona que estamos describiendo. Las capas miocenas se presentan prácticamente horizontales, así como los depósitos cuaternarios (Fig. 12). Los únicos rasgos destacables, se refieren a los contactos con la formación oligocena que constituye la Zona 1, y que como ya quedó descrito en la tectónica de aquélla, son contactos mecanizados, discordantes, e incluso fracturas como sucede al S de la localidad de Barbastro. No vamos a repetir aquí sus caracteres, ya que han quedado suficientemente explicados en la descripción de la anterior Zona 1.

3.2.2. – Columna Estratigráfica

COLUMNA LITOLÓGICA	REFERENCIA	DESCRIPCIÓN	CRONO - ESTRATIGRAFIA						
	VC	Suelos eluvio caluviales de arcillas limasas acres y gravas calcareníticas dispersas.	CUATERNARIO						
	A1	Aluviales de cauce de gravas calcáreas heterométricas y redondeadas, arenas y arcillas acres.							
	A3	Llanuras detriticas aluviales, gravas calcáreas sueltas, heterométricas y arcillas limosas acres.							
	T	Terrazas de gravas mangénicas calcáreas, arcillas y arenas limosas.							
	350 a.	Glacis de gravas mangénicas de naturaleza calcárea, arcillas y limas.	PLIOCUATERNARIO						
	321 a.	Margas arcillosas acres con intercalaciones de bancas irregulares de areniscas calcáreas de grana fina a media de naturaleza cuarcítica. Niveles de conglomerados en el muro de la serie. Potencia aproximada 400 a 600 m.	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">AQUITANIENSE - BURDIGALIENSE</td> <td style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">MIOCENO</td> <td style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">TERCIARIO</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">INFERIOR</td> <td style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">SUPERIOR</td> </tr> </table>	AQUITANIENSE - BURDIGALIENSE	MIOCENO	TERCIARIO		INFERIOR	SUPERIOR
AQUITANIENSE - BURDIGALIENSE	MIOCENO	TERCIARIO							
	INFERIOR	SUPERIOR							

3.2.3.— Grupos Geotécnicos

A continuación se describen los distintos grupos geotécnicos insertos en la columna litológica adjunta y que corresponden a la presente Zona. La superposición y separación entre los distintos grupos litológicos del Cuaternario es, como puede observarse, puramente convencional y no guarda interrelación cronoestratigráfica alguna.

SUELOS ELUVIO—COLUVIALES (VC)

Litología.— Suelos eluvio—coluviales formados por arcillas limosas ocreas con mayor o menor proporción de gravas angulosas y heterométricas de naturaleza calcarenítica.

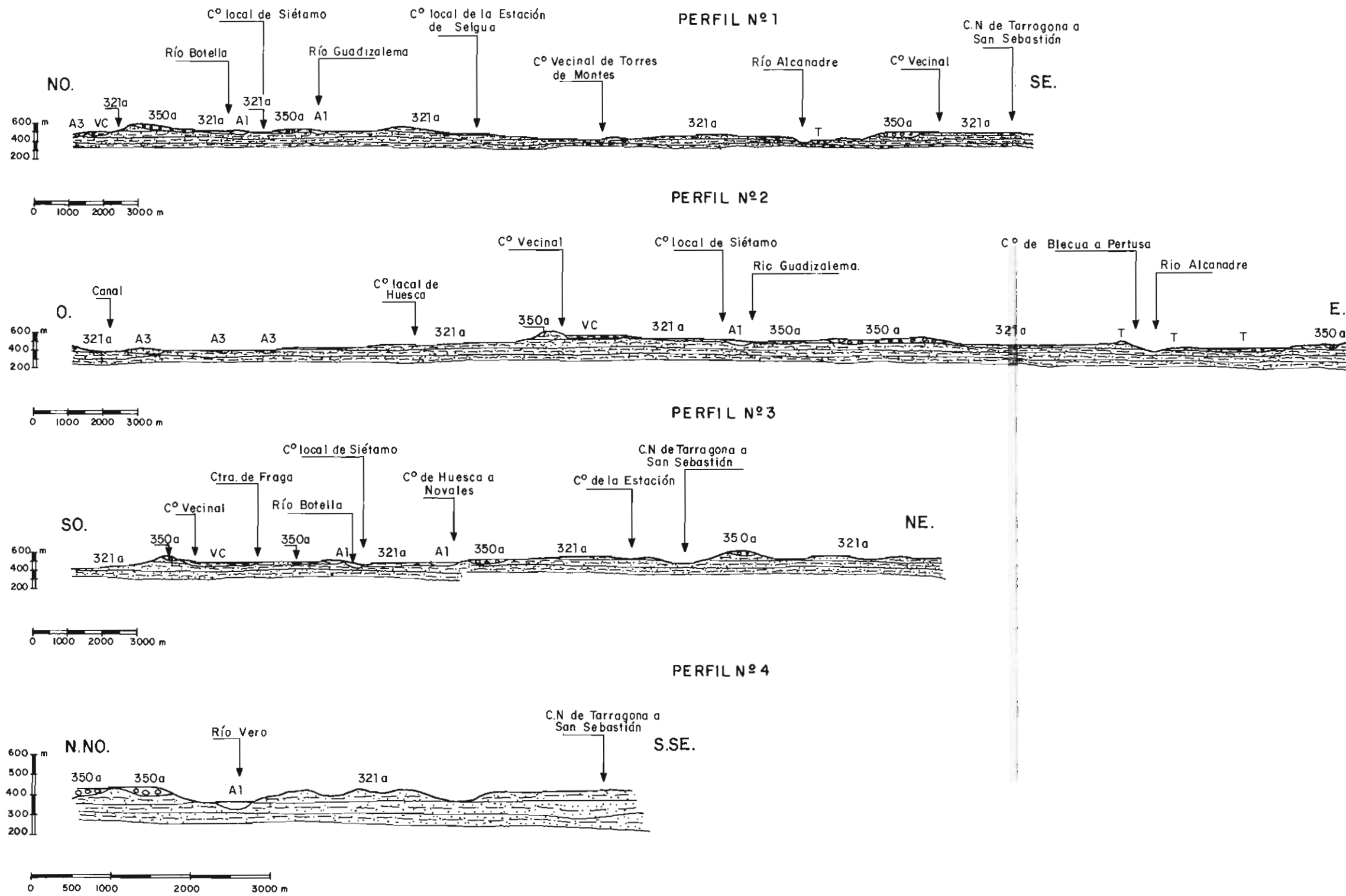
Estructura.— No presenta ninguna estructura visible, salvo que ocupan zonas topográficamente deprimidas y llanas. (Foto 7). En sí, su estructura es caótica sin ninguna estratificación y con abarrancamientos en las zonas más arcillosas.



Foto 7.— Suelos eluvio—coluviales de la zona de Alcalá del Obispo

Geotecnia.— Formación fácilmente excavable. No se observan taludes naturales por ocupar zonas topográficamente deprimidas y horizontales. Los taludes artificiales observados son del orden 2/1 (H/V) por lo que se recomienda este mismo talud para los desmontes a realizar. Los materiales son tolerables para su empleo en obras de tierra. Su permeabilidad es baja con mal drenaje tanto superficial como profundo produciéndose fenómenos de encharcamiento. Es un terreno poco competente para apoyo de terraplenes y dará lugar a asientos apreciables. Es incompetente para la cimentación de obras de fábrica cuyas cargas habrán de ser referidas a niveles más profundos y resistentes.

PERFILES GEOMORFOLÓGICOS DE LA ZONA 2



LEYENDA

CUATERNARIO		A1 Aluviales actuales, gravas, arcillas y arenas.	CUATERNARIO		T Terrazas de gravas y limos arcillosos.
		A3 Llanuras aluviales de limos arenosos y gravas.			350a Glacis de gravas calcáreas y arcillas limasas.
		VC Suelos eluvio - coluviales arcillosos.		MIOCENO	

FIG. 12

ALUVIALES DE CAUCE (A1)

Litología.— Formación aluvial, constituida por gravas calcáreas heterométricas y redondeadas; arenas y limos arcillosos grises y ocre (Foto 8).



Foto 8.— Pertusa: Aluviales del río Alcanadre en explotación

Estructura.— Se trata de una formación de poco espesor que no presenta ninguna estructura visible disponiéndose caóticamente y presentando poca consolidación.

Geotecnia.— No se ha observado ningún talud artificial por ocupar zonas topográficamente deprimidas. Este material es bueno adecuado para su aprovechamiento en coronación de terraplenes, explanada mejorada y sub-bases y como árido de hormigón, previamente seleccionado. La permeabilidad es alta, aunque el drenaje pueda presentar problemas por la existencia de niveles freáticos altos. Esta formación es competente como cimiento de terraplenes y obras de fábrica, con tensiones admisibles del orden 3—4 kg/cm² para cimentaciones superficiales.

En las proximidades de los cauces de los ríos pueden presentar problemas importantes de socavación.

LLANURAS DETRITICAS ALUVIALES (A3)

Litología.— Esta formación aluvial está constituida por gravas sueltas, fundamentalmente calcáreas, subredondeadas y heterométricas; arcillas rojas y ocre y lentejones de gravas encostradas, aunque su espesor es mínimo.

Estructura.— Estos aluviales que ocupan las llanuras de inundación de la red actual hidrográfica, no presenta estructura alguna.

Geotecnia.— Los taludes naturales son muy tendidos y los artificiales observados son del orden 2/1 (H/V) en buen estado de conservación, por lo que se recomienda ir a este talud en los desmontes a realizar. Su permeabilidad es baja y el drenaje tanto superficial como profundo,

deficiente. Es aceptable como cimiento en obras de tierra y regular para obras de fábrica con tensiones admisibles bajas (1–1,5 kg/cm²) para cimentaciones superficiales es previsible que se produzcan asentamientos apreciables.

TERRAZAS(T)

Litología.— Las características litológicas son similares a las descritas en el apartado 3.1.3. de la Zona 1.

Estructura.— Las características estructurales son similares a las descritas en el apartado 3.1.3. de la Zona 1 (Fig. 13).

Geotecnia.— Es similar a la indicada en el apartado 3.1.3. de la Zona 1.

GLACIS (350 a)

Litología.— Las características litológicas son similares a las descritas en el apartado 3.1.3. de la Zona 1.

Estructura.— Las características estructurales son similares a las descritas en el apartado 3.1.3. de la Zona 1.

Geotecnia.— Es similar al indicado en el apartado 3.1.3. de la Zona 1.

FORMACION DETRITICA DE "EL SOMONTANO" (321 a) (Formación Sariñena)

Litología.— Formación constituida por una alternancia irregular de margas arcillosas y limosas ocreas y areniscas calcáreas de grano fino a medio de naturaleza cuarcítica, (Fig. 13). Intercalados dentro de la formación aparecen paleocanales de conglomerados cuarcíticos de canto pequeño englobados dentro de una matriz arenosa.

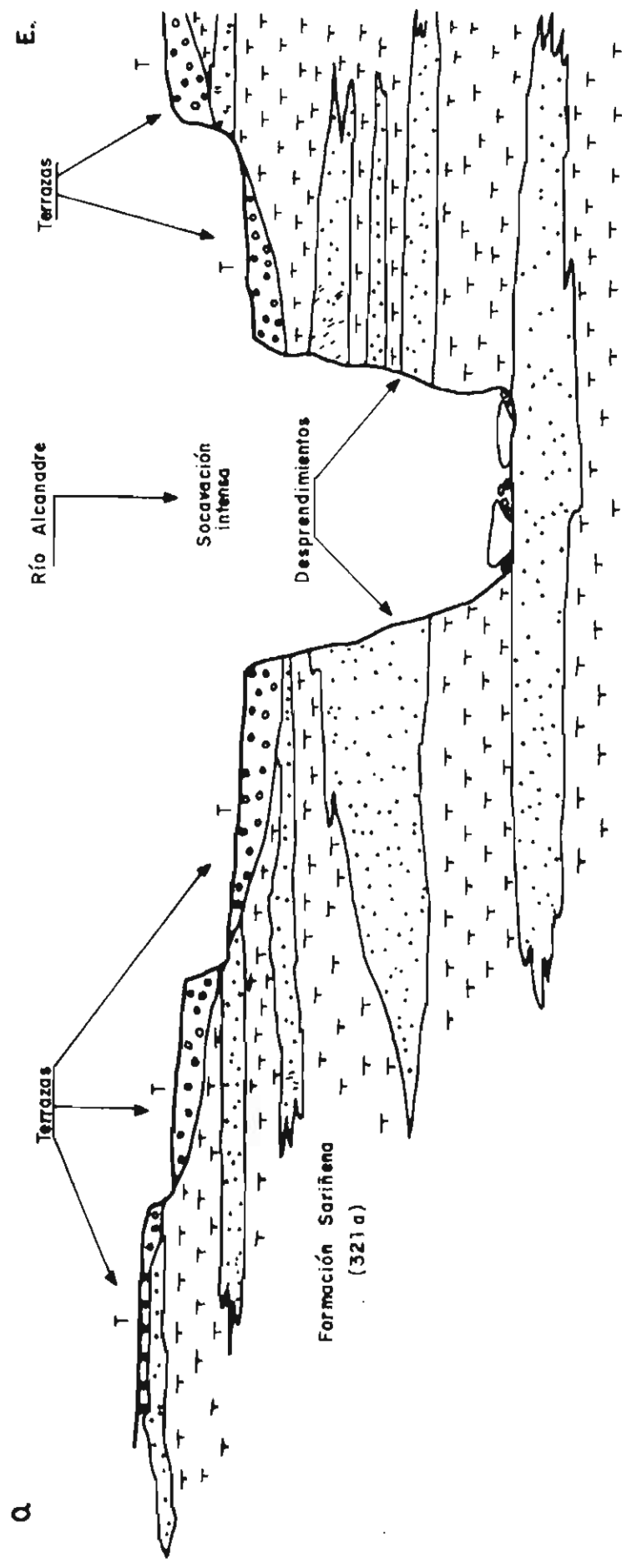
Estructura.— Esta formación está constituida por capas y bancos horizontales en la mayor parte de la zona. Sin embargo, en las zonas de contacto con la formación yesífera de Barbastro se presenta plegada y fracturada con buzamientos muy fuertes.

Geotecnia.— La disposición preferentemente horizontal facilita el ripado, pero solamente es de los bancos margosos. La estabilidad en desmontes es deficiente, sobre todo por desprendimiento de bloques debido a la erosión diferencial sobre los bancos más blandos.

Existen algunos deslizamientos de este tipo y otros de carácter general en taludes naturales y artificiales (Foto 9) a partir de pendientes de ladera del orden de 1/1 y alturas superiores a los 8 m. Es corriente observar taludes artificiales del orden 1/2 (H/V) en mal estado de conservación y 1/1 (H/V) en buen estado de conservación. Los taludes recomendados a adoptar son del orden de 1/1 (H/V) para desmontes bajos y 3/2 (H/V) para desmontes mayores.

Este material no es adecuado para obras de tierra, aunque es susceptible de utilización en el caso en que no hubiese otro tipo de material en la zona. El drenaje tanto superficial como

**CORTE ESQUEMATICO DEL BARRANCO DEL RIO ALCANADRE
EN LA CARRETERA N-240 DE
HUESCA A BARBASTRO**



LEYENDA

- CUATERNARIO ○ ○ ○ ○ T. Terrazas.
- MIOCENO ● ● ● ● 321a. Formación Sariñena.



FIG. 13



Foto 9.— Desmonte en la carretera N-240 de Huesca a Barbastro. Disposición horizontal de las capas.

profundo es deficiente debido a la baja permeabilidad y a la topografía poco favorable. Es aceptable como cimiento para obras de fábrica y terraplenes con tensiones admisibles medias a altas (2-4 kg/cm²) para cimentaciones superficiales, que deberán apoyarse en los niveles más duros (Foto 10). Son previsibles los problemas de socavación por erosión de los niveles margosos en las proximidades de los ríos.



Foto 10.— Aspecto de la cimentación superficial sobre niveles duros de la Formación Sariñena (321 a)

3.2.4.— Resumen de los problemas geotécnicos que presenta la Zona

En general toda esta zona está dominada por la formación detrítica de "El Somontano" donde los principales problemas que presentan son:

- a) La relativamente baja estabilidad en los desmontes lo que obliga a proyectar taludes con pendientes no muy altas.
- b) Desprendimientos de bloques como consecuencia del descalce de los bancos duros debido a la erosión diferencial.

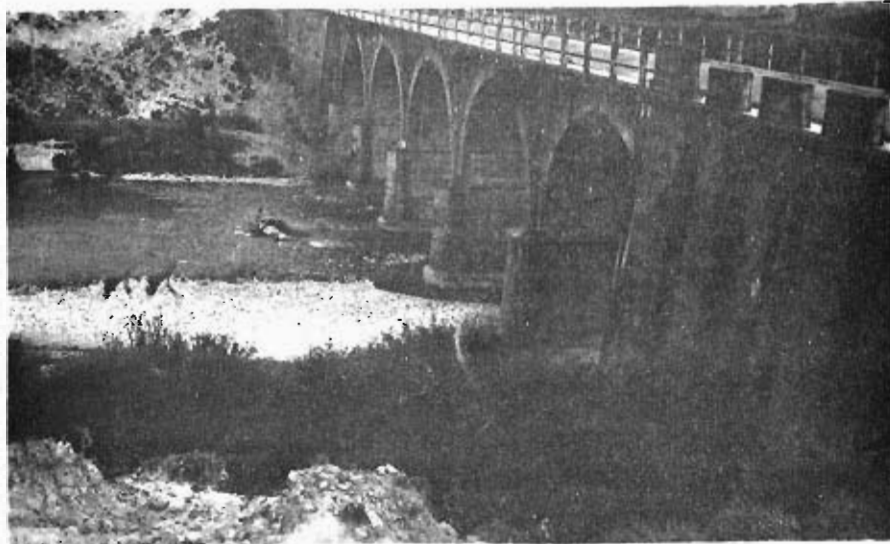


Foto 11.— Se aprecia el comienzo de la socavación en la cimentación de las pilas del puente por la formación de lúnulas circulares aguas arriba de dichas pilas.

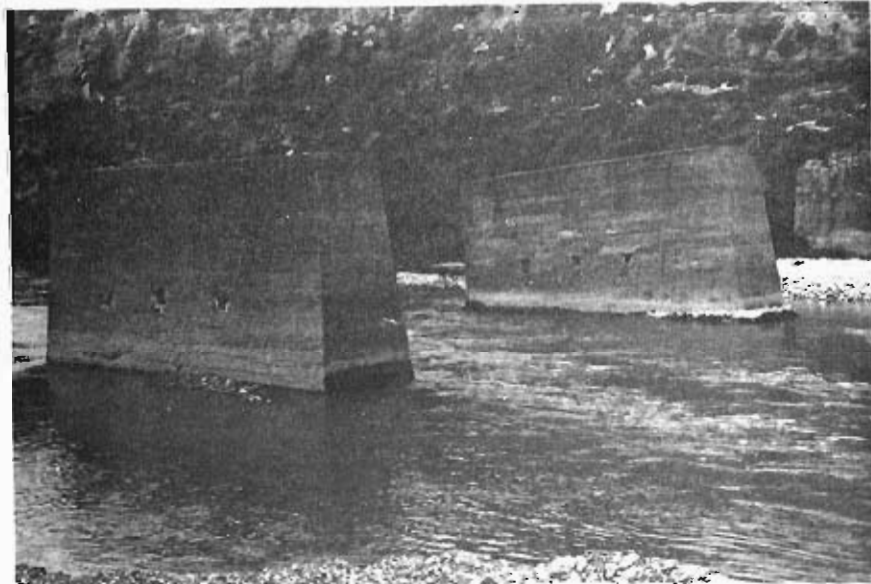


Foto 12.— Fenómenos de socavación del río Alcanadre en Pertusa. Se aprecia la inclinación hacia aguas arriba de una pila, que ha provocado la ruina del puente.

- c) Son de prever problemas graves de socavación en las proximidades y dentro de los cauces de los ríos (Fotos 11 y 12). En la actualidad es observable una serie de estructuras destruidas por fenómenos de socavación (Foto 12).
- d) La baja permeabilidad y el drenaje deficiente de algunas zonas puede producir fenómenos de encharcamiento.

3.3.— ZONA 3. LOS LLANOS DE LA VIOLADA Y LAS MESAS DE ALCUBIERRE

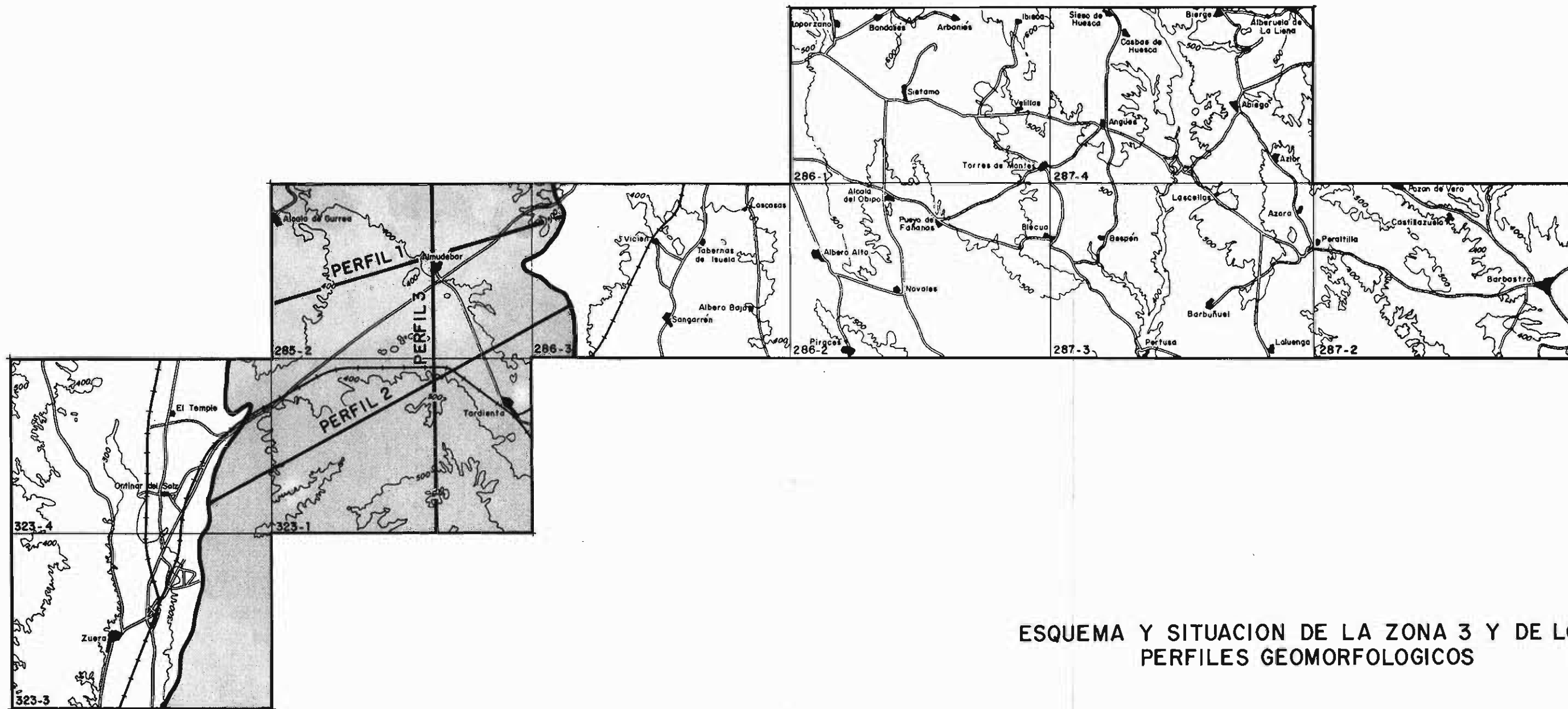
3.3.1.— Geomorfología y tectónica

Del mismo modo que la anterior Zona descrita (Zona 2), la presente Zona constituye una amplia región muy homogénea (Fig. 14), formada en su totalidad por materiales miocenos y cuaternarios, principalmente margas, arcillas, yesos y calizas, siendo la parte occidental y la zona central la ocupada por formaciones yesíferas y los techos de las series cubiertas por depósitos de naturaleza calcárea.

La altura topográfica de la zona está ligada a los distintos relieves que existen; sin embargo se puede observar que las alturas oscilan entre los 370 m y 630 m siendo esta altura la perteneciente a la mesa de Alcubierre, la cual presenta una morfología típica de páramo (Fig. 15).

Desde el punto de vista geomorfológico esta zona presenta características muy acusadas. Nos encontramos en un país típicamente árido, con relieves en forma de mesas y grandes extensiones deprimidas con una marcada horizontalidad. (Foto 13). Este relieve de mesas y grad-ríos horizontales se extiende en casi la totalidad de la Zona, en la que se pueden llegar a observar plataformas más o menos anchas cuyos bordes han sido y siguen siendo atacados por la erosión remontante de los arroyos y ríos que existen dentro de ella, llegándose al caso de producirse relieves en forma de mesas periféricas y cerros testigos. Esta zona recibe el nombre genérico de Desierto de la Violada, cuya denominación no puede ser más explícita, ya que el territorio presenta un aspecto de aridez y endorreísmo muy acusado.

Tectónicamente la zona no presenta rasgos que indiquen que ha sido una región de "movimiento", ya que prácticamente en su totalidad se puede apreciar una clara tranquilidad en lo que se refiere a fenómenos tectónicos (Fig. 16). No obstante, se puede observar que las estructuras existentes son poco enérgicas, pero han tenido una gran trascendencia geomorfológica en la evolución de la depresión del Ebro. Son estructuras de plegamiento y fractura, que revelan como los sustratos meso y paleozoico han tenido repetidos movimientos, durante y después del depósito de las formaciones terciarias.



ESQUEMA Y SITUACION DE LA ZONA 3 Y DE LOS PERFILES GEOMORFOLOGICOS

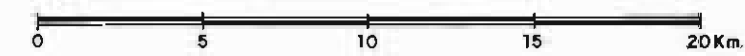
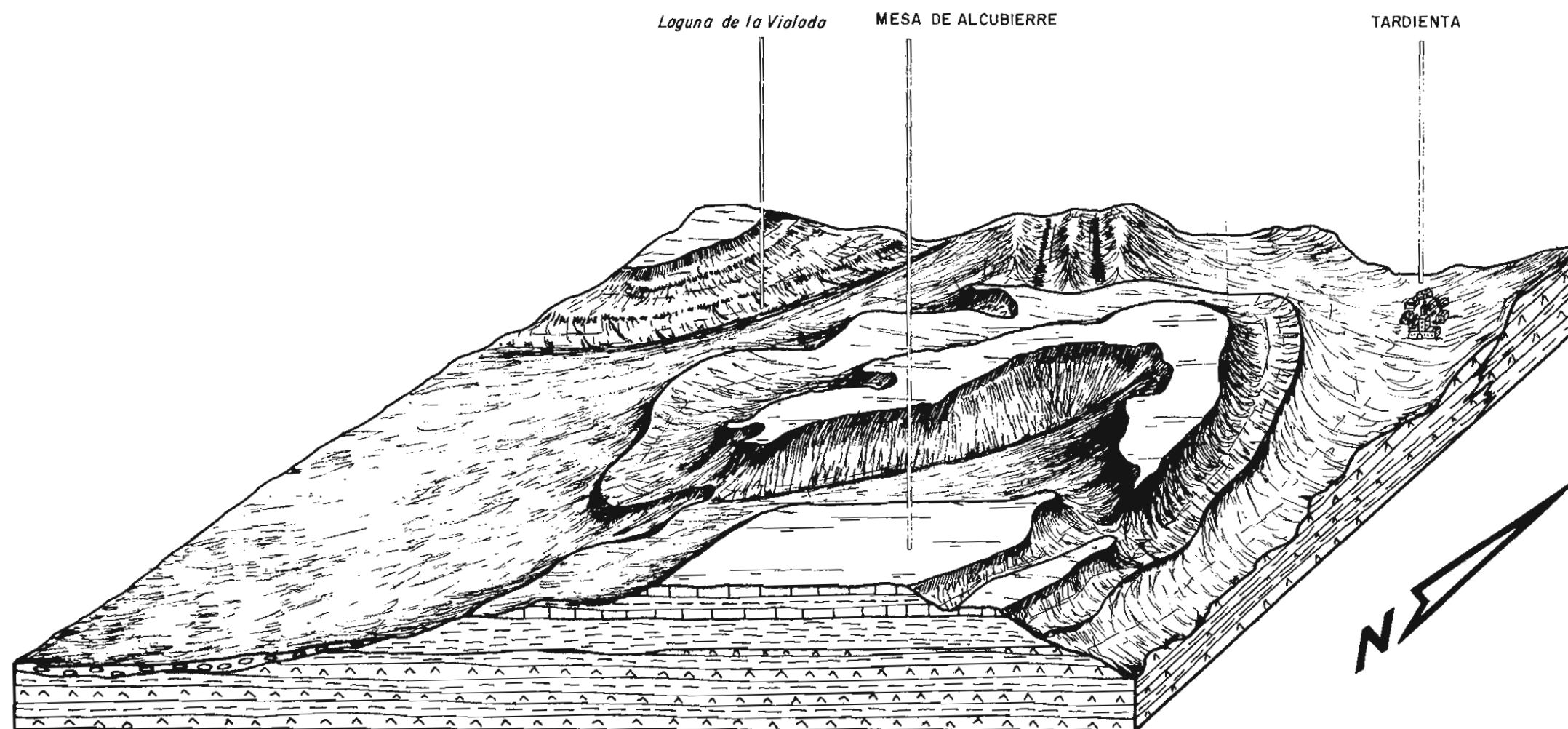


FIG. 14

BLOQUE DIAGRAMA ESQUEMATICO DE LA ZONA 3 LA MESA DE ALCUBIERRE



LEYENDA





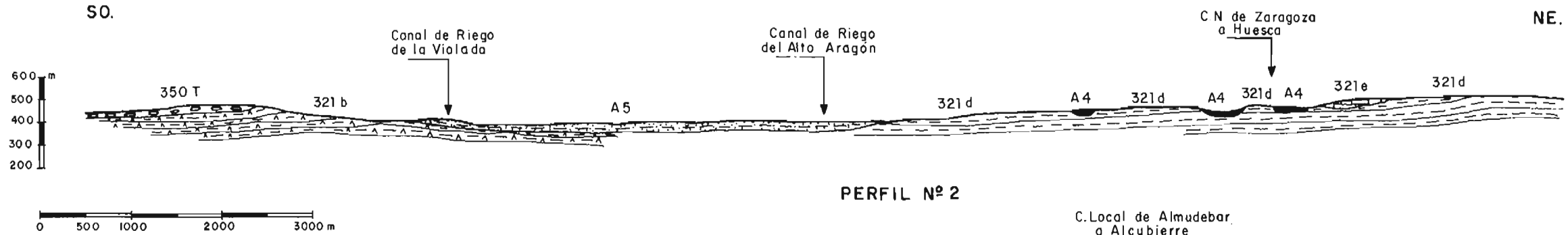
PLIO-CUATERNARIO		350T. Terrazas-glacis de gravas poligénicas.
MIOCENO		321e. Calizas con intercalaciones delgadas de margas.
		321d. Margas con intercalaciones delgadas de calizas.
		321b. Yesos, margas yesíferas, areniscas y calizas.

FIG. 15

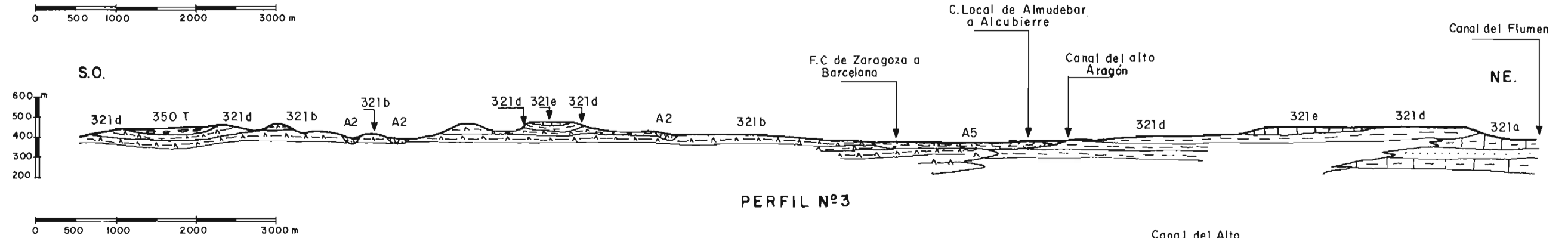
PERFILES GEOMORFOLÓGICOS DE LA ZONA 3

ESCALAS V. 1:200.00
H. 1:50.000

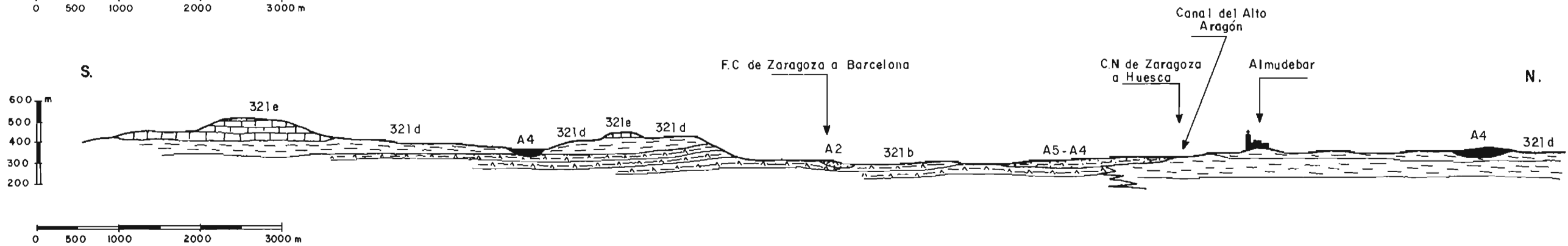
PERFIL Nº 1



PERFIL Nº 2



PERFIL Nº 3



LEYENDA

CUATERNARIO		A2. Aluviales de arcillas y limos yesíferos.
		A4. Aluviales de arcillas y limos arcillosos ocre, gravas calcáreas y calcareníticas
		A5. Aluviales de arcillas, limos, limos yesíferos y gravas de yeso.
		350 T. Terrazas - glacis de gravas poligénicas y limos arenosos
MIOCENO		321 e. Calizas con capas delgadas de margas.
		321 d. Margas con capas delgadas de caliza.
		321 b. Yesos, margas yesíferas, calizas y areniscas.

FIG. 16

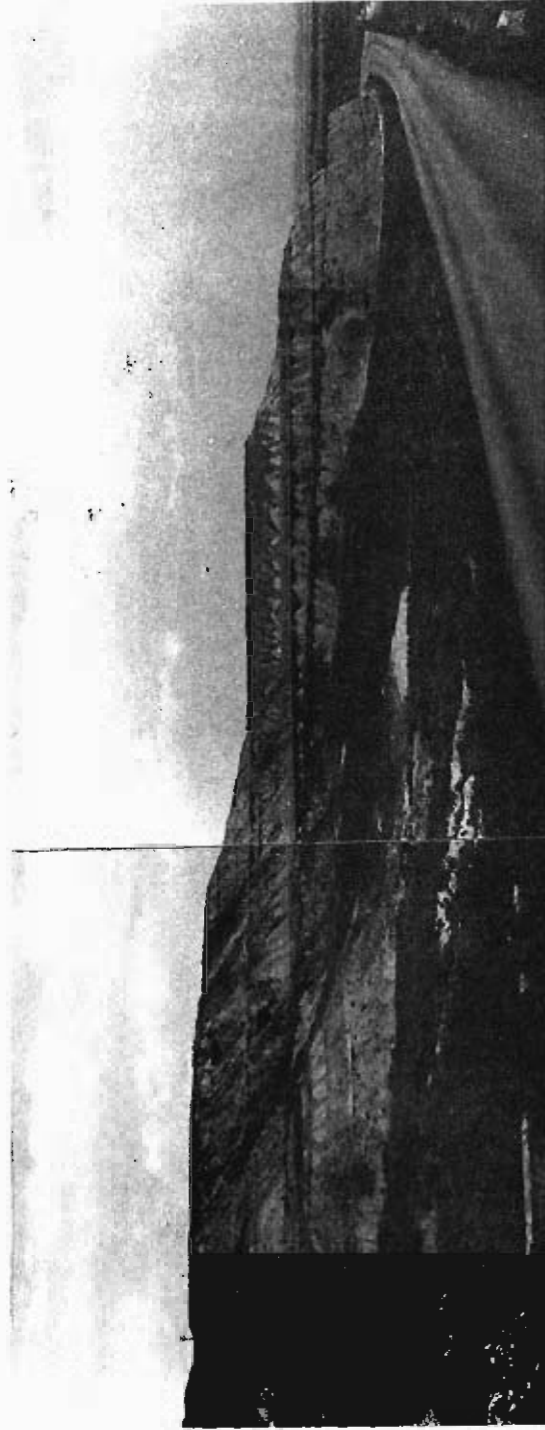



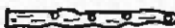

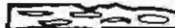
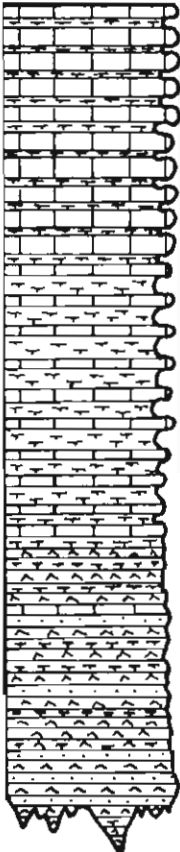


Foto 13.— Relieves tabulares en los Llanos de la Violada (carretera N-123 de Zaragoza a Huesca).

3.3.2. COLUMNA ESTRATIGRAFICA

COLUMNA LITOLOGICA	REFERENCIA	DESCRIPCION	CRONO - ESTRATIGRAFIA						
	C	Coluviales de gravas poligénicas, arcillas, limos y arenas.	} CUATERNARIO						
	A1	Aluviales de cauce de gravas calcáreas, arenas limos y arcillas.							
	A2	Aluviales de arcillas pardas y acres, limos yesíferos blancos y gravas yesíferas.							
	A4	Aluviales constituidos por limos-arcillosos ocre y gravas calcáreas y calcarenitas arenosas.							
	A5	Aluviales constituidos por limos yesíferos, arcillas y gravas de yesa blanca.							
	350T.	Terrazas - glacis de gravas poligénicas y limos arenosos ocre.	PLIOCUATERNARIO						
	321 e.	Alternancia de bancos gruesos de calizas blancas y margas arcillosas ocre en capas delgadas.	<table border="1"> <tr> <td>VINDOBONIENSE</td> <td>PONTIENSE</td> </tr> <tr> <td>MIOCENO SUPERIOR</td> <td></td> </tr> <tr> <td>TERCIARIO SUPERIOR</td> <td></td> </tr> </table>	VINDOBONIENSE	PONTIENSE	MIOCENO SUPERIOR		TERCIARIO SUPERIOR	
	VINDOBONIENSE	PONTIENSE							
	MIOCENO SUPERIOR								
TERCIARIO SUPERIOR									
321d.	Alternancia de margas arcillosas ocre en bancos potentes y capas delgadas de calizas margosas grises. Potencia aproximada 100 - 150 m.								
321b.	Alternancia de yesos blancos, margas yesíferas, limos, calizas margosas y areniscas de grano fino grises.								

3.3.3.— Grupos Geotécnicos

A continuación se describen los distintos grupos geotécnicos insertos en la columna litológica adjunta y que corresponden a la presente Zona. La superposición y separación de los distintos grupos litológicos del Cuaternario es como puede observarse puramente convencional y no guarda interrelación cronoestratigráfica alguna.

COLUVIALES (C)

Litología.— Formación constituida por gravas poligénicas procedentes de la erosión de las terrazas—glacis del río Gállego, arenas silíceas, limos, arcillas y limos yesíferos con alguna grava de yeso.

Estructura.— Se trata de un conjunto masivo con estructura caótica y poco estable, depositada en zonas de ladera (Fig. 17).

Geotecnia.— Esta formación es poco estable en desmontes, no se han observado taludes naturales y los artificiales son del orden 2/1 (H/V) se puede emplear en la ejecución de obras de tierra. Su permeabilidad es pequeña. El drenaje profundo es deficiente y el superficial bueno debido a la topografía.

Es un conjunto aceptable como cimiento siendo necesarias precauciones en aquellos que se disponen a media ladera. Poco competente para cimentaciones de obras de tierra. De igual forma, este conjunto es también poco competente en cimentaciones de obras de fábrica con tensiones admisibles bajas ($< 2\text{Kg/cm}^2$). El drenaje profundo es deficiente y el superficial bueno debido a la topografía. Pueden existir riesgos de ataque químico a los hormigones por la existencia de sulfatos.

ALUVIALES DE CAUCE (A1)

Litología.— Formación aluvial constituida por gravas calcáreas heterométricas y redondeadas, arenas y limos arcillosos grises y ocreos.

Estructura.— Ha sido descrita en el apartado 3.2.3. de la Zona 2.

Geotecnia.— Ha sido descrita en el apartado 3.2.3. de la Zona 2.

DEPOSITOS ALUVIALES LIMO ARCILLOSOS (A2)

Litología.— Esta formación presenta características similares a las descritas en el apartado 3.1.3. de la Zona 1.

Estructura.— La estructura de esta formación presenta características similares a las descritas en el apartado 3.1.3. de la Zona 1.

Geotecnia.— Esta formación presenta características similares a las descritas en el apartado 3.1.3. de la Zona 1.

DEPOSITOS ALUVIALES DE PARAMO (A4)

Litología.— Formación aluvial constituida por limos arcillosos ocre y gravas calcáreas y calcareníticas angulosas y de pequeño tamaño (Foto 14).



Foto 14.— Talud artificial en la formación A4 en estado de conservación bueno.

Estructura.— No manifiesta ninguna estructura visible salvo que se presenta masivamente y sin ninguna estratificación aparente.

Geotecnia.— Esta formación es excavable si bien los taludes naturales observados son muy tendidos, del orden 2/1 (H/V) los artificiales observados llegan a ser para pequeñas alturas, del orden de 1/2 (H/V) conservándose en buen estado (Foto 14). Es aconsejable adoptar taludes 1/2 (H/V) para desmontes pequeños y 1/1 (H/V) para desmontes mayores. Los materiales se pueden emplear en obras de tierras. La permeabilidad es baja por lo que el drenaje tanto superficial como profundo es deficiente, debido a que la topografía no es favorable. La capacidad como cimientado de terraplenes es aceptable, siendo de media a baja para obras de fábrica, con tensiones admisibles del orden de 1 a 1,5 kg/cm². Son previsibles asentamientos apreciables bajo la carga de terraplenes y cimentaciones.

FORMACION ALUVIAL DE ALMUDEBAR (A5)

Litología.— Las características litológicas de esta formación son similares a las del grupo anterior (A4) con la salvedad de que presenta una gran concentración de sulfatos, limos yesíferos y gravas de yeso.

Estructura.— No presenta ninguna estructura visible, salvo que se presenta masi-

vamente y sin ninguna estratificación aparente.

Geotecnia.— Esta formación es excavable si bien los taludes naturales observados son muy tendidos, del orden 2/1 (H/V) los taludes artificiales observados llegan a ser, para pequeñas alturas, del orden de 1/2 (H/V) conservándose en buen estado. Es aconsejable adoptar taludes del orden 1/2 (H/V) para desmontes pequeños y 1/1 (H/V) para desmontes mayores. No se deben emplear estos materiales en obras de fábrica. La permeabilidad es baja por lo que el drenaje tanto superficial como profundo es deficiente debido a que la topografía no es favorable, produciéndose fenómenos de encharcamiento. Su capacidad como cimiento de terraplenes es media y baja para las obras de fábrica, siendo necesario adoptar hormigones especiales resistentes a los ataques químicos de los sulfatos que abundan en esta formación.

Las cimentaciones deberán apoyarse sobre niveles más profundos y de mayor competencia.

TERRAZAS – GLACIS (350 T)

Litología.— Conjunto litológico formado por gravas poligénicas de arenas y limos areno-arcillosos ocreos (Foto 15). Es frecuente observar costras superficiales que dan el aspecto de conglomerados a las gravas. El tamaño de los cantos es heterométrico con bolos de gran tamaño.



Foto 15.— Aspecto parcial de las terrazas—glacis (350 T) en la margen izquierda del río Gállego.

Estructura.— Esta formación presenta características similares a las descritas en el apartado 3.1.3. de la Zona 1.

Geotecnia.— Las características geotécnicas de esta formación son similares a las descritas en el apartado 3.1.3. de la Zona 1, que corresponde al grupo 350 a de dicha Zona.

FORMACION CALCAREA DE ALCUBIERRE (321 e)

Litología.— Conjunto litológico formado por calizas margosas y calizas puras de color blanco en bancos potentes con intercalaciones de capas delgadas de margas limo—arcillosas ocreas.

Estructura.— Formación horizontal, con una estratificación banqueada y con una marcada erosión diferencial. Presenta relieve horizontal y abarrancado con zonas escarpadas allí donde la erosión ha sido más intensa.

Geotecnia.— Esta formación no es ripable aunque esporádicamente aparezca algún banco margoso que lo sea. Los taludes observados si bien son bastante verticales del orden del 1/3 (H/V), están muy mal conservados, (desprendimientos de bloques), por lo que se recomienda ir a taludes más tendidos del orden de 1/2 (H/V) para desmontes pequeños y 1/1 (H/V) para desmontes mayores. La permeabilidad es media. Debido a la diaclasación de los bancos calcáreos, el drenaje profundo será bueno pero el superficial es deficiente debido a la topografía horizontal que presenta la zona. El material es utilizable para rellenos tipo todo uno, pero existe el riesgo de que estén contaminados por yesos. Es buen cimiento para terraplenes y obras de fábrica con tensiones admisibles del orden de 3—4 kg/cm² para cimentaciones superficiales. Pueden existir riesgos de ataque químico a los hormigones. Los asentamientos que puedan producirse serán muy pequeños.

FORMACION MARGOSA DE ALCUBIERRE (321 d)

Litología.— Conjunto litológico formado por margas arcillosas ocreas en bancos potentes, con intercalaciones de lechos y capas finas de calizas margosas grises y calizas puras de color gris claro. (Fotos 13 y 16).



Foto 16.— Formación margosa de Alcubierre. Aspecto del talud en la carretera N—123 de Zaragoza a Huesca km 64.

Estructura.— Formación horizontal con estratificación en bancos gruesos y capas delgadas. Presenta relieve horizontal con una marcada erosión diferencial en sus bancos margosos (Foto 13).

Geotecnia.— Esta formación es ripable. Los taludes naturales son del orden de 2/1 (H/V) y los artificiales observados del orden 1/2 (H/V) (Foto 16) por lo que se recomiendan taludes del orden 1/2 (H/V) para desmontes pequeños y 1/1 para desmontes mayores. Se observan desprendimientos de bloques en los niveles calcáreos. Asimismo se observan problemas de inestabilidad general en terraplenes a media ladera en esta formación (Foto 17). La permeabilidad es muy baja por lo que el drenaje tanto superficial como profundo es deficiente, debido a la topografía no favorable. El material no es tolerable como núcleo de terraplenes. Su capacidad resistente como cimiento de terraplenes es aceptable y de baja a media como apoyo de cimientos de estructuras, con tensiones admisibles medias, de orden de 2–3 kg/cm² para las cimentaciones superficiales. Los asentos que se produzcan serán pequeños.



Foto 17.— Deslizamiento en la carretera N-123 de Zaragoza a Huesca sobre la formación margosa de Alcubierre (321 d).

FORMACION YESIFERA DE ALCUBIERRE (321 b)

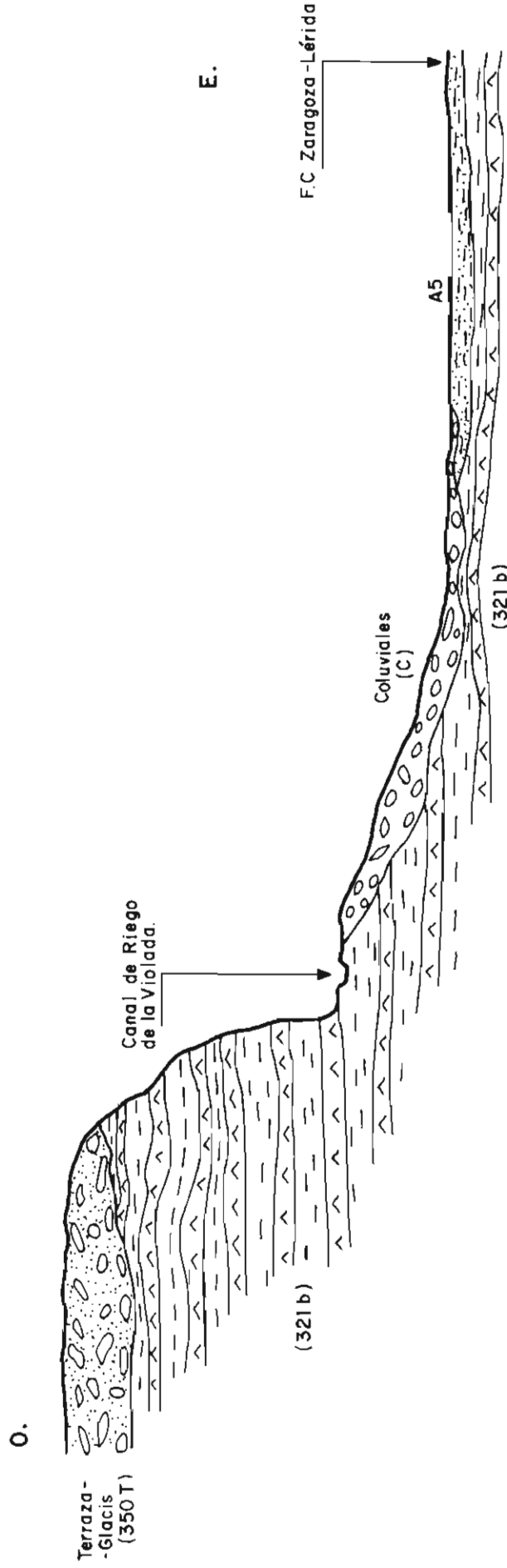
Litología.— Conjunto litológico formado por una alternancia de yesos blancos y alabastrinos, margas yesíferas, limos, calizas margosas grises y areniscas calcáreas de grano fino.

Estructura.— Formación horizontal estratificada en capas y lechos de mediano espesor con frecuentes acuñaciones entre ellas (Foto 18). Presenta un relieve típicamente horizontal y cubierto a veces por las terrazas-glacis del río Gállego (350 T).

Geotecnia.— Esta formación en general no es ripable aunque algún banco pueda serlo.

Los taludes naturales son suaves, del orden de 2/1 (H/V) y los artificiales llegan a ser

CORTE ESQUEMATICO DEL CANAL DE RIEGO DE LA VIOLADA



LEYENDA


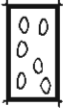
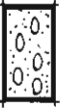

-  A5- Aluviales de limos yesíferos, arcillas y gravas
-  C. Coluviales de gravas y arcillas.
-  350 T. Terraza - Glacis de gravas poligénicas
-  321b. Yesos blancos, margas yesíferas, limos, calizas margosas y areniscas calcáreas de grano fino.



FIG. 17

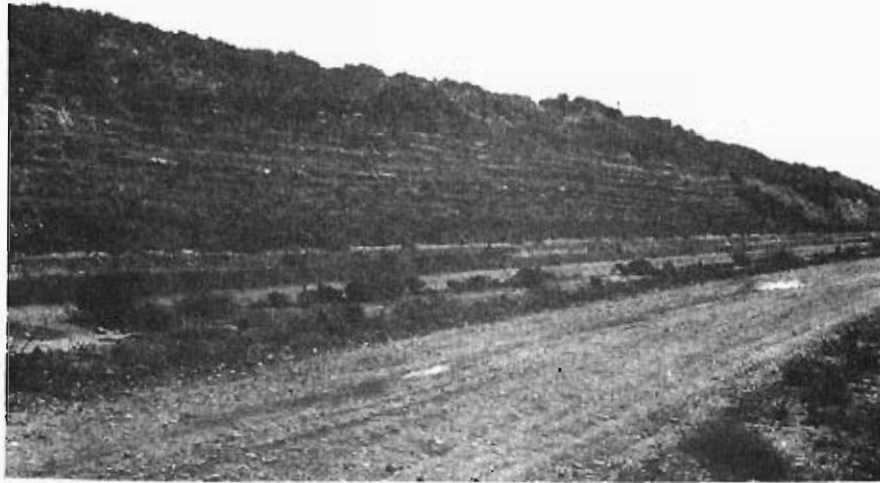


Foto 18.— Formación yesífera de Alcubierre. Disposición horizontal de sus estratos (321 b)

del orden de 1/2 (H/V) (Foto 19) aunque se encuentran por lo general mal conservados (desprendimiento de bloques) por lo que se recomienda ir a taludes más tendidos, del orden del 1/1 (H/V). No es aconsejable el empleo de estos materiales en obras de tierra.



Foto 19.— Talud artificial en la "Formación Yesífera de Alcubierre" sobre F.C. Zaragoza—Barcelona.

La permeabilidad es de media a baja, por lo que el drenaje superficial y profundo es regular como consecuencia de la litología y de la topografía.

Constituye un buen cimiento para terraplenes y obras de fábrica con tensiones

admisibles del orden 3 a 4 kg/cm² en cimentaciones superficiales. Los asentamientos producidos por la carga de terraplenes y cimentaciones serán pequeños.

Será necesario el empleo de cementos resistentes a los sulfatos en los hormigones que estén en contacto con los materiales de esta formación.

3.3.4.— Resumen de problemas geotécnicos que presenta la Zona

Los problemas geotécnicos que pueden influir en el trazado de vías de comunicación se pueden resumir en:

- a) Deficiente estabilidad en los terraplenes implantados a media ladera en la formación margosa de Alcubierre.
- b) Existe peligro de desprendimiento de bloques de los niveles duros, por el acusado descalce provocado por la erosión diferencial, en las formaciones calcárea, margosa y yesífera de Alcubierre.
- c) Habrá problemas importantes de agresividad química por sulfatos a los hormigones en casi toda la Zona.
- d) La capacidad portante para las cimentaciones de obras de fábrica es baja en varios de los grupos presentes en la Zona (coluvial, depósitos aluviales limo-arcillosos y de páramo, formación aluvial de Almudebar, etc.).
- e) El drenaje presenta problemas dada la escasa permeabilidad de los materiales y desfavorable topografía de la Zona.

3.4.— ZONA 4. LA DEPRESION CUATERNARIA DEL RIO GALLEGO

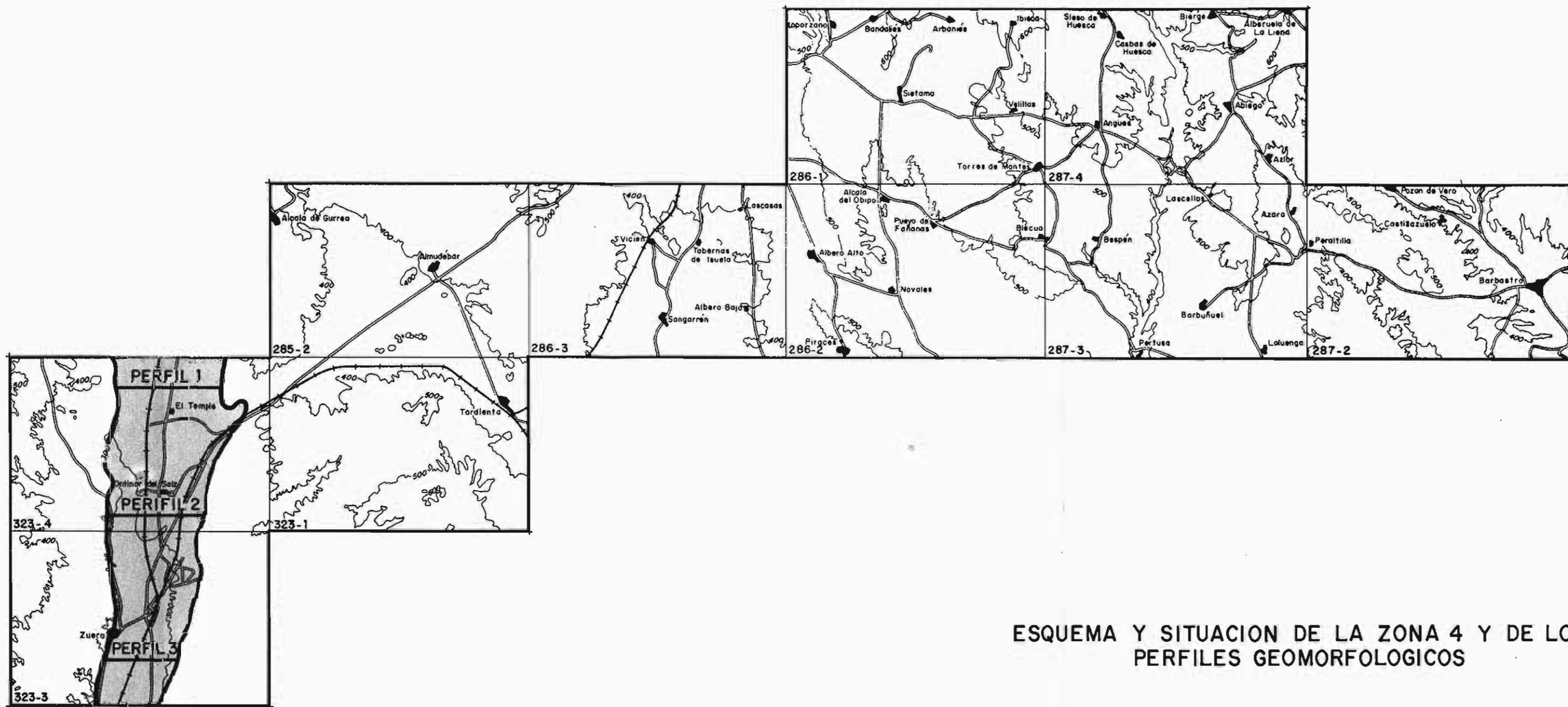
3.4.1.— Geomorfología y Tectónica

La presente zona constituye una región muy homogénea (Fig. 18) formada en su totalidad por materiales cuaternarios, principalmente gravas y arenas de naturaleza poligénica.

La altura topográfica de la zona es muy uniforme, debido a que nos encontramos en una zona deprimida y surcada por el cauce fluvial del río Gállego.

Desde el punto de vista geomorfológico la Zona se encuentra bajo el desarrollo de terrazas y glacis cuaternarios. En el río Gállego B. Bomer sitúa hasta cuatro terrazas pero en general son tres las destacadas y que pueden delimitarse con mayor facilidad. Estas terrazas aparecen muy bien representadas. En la margen oriental llegan a tener una anchura total de hasta cuatro kilómetros; en la occidental el desarrollo lateral es bastante menor.

Aunque la mayoría de los glacis han quedado enmarcados en otras zonas, están perfectamente representados, dentro de la presente Zona 4 y, en conjunto, se asientan sobre los terrenos yesíferos, de las márgenes occidental y oriental del río Gállego (Fig. 19).



ESQUEMA Y SITUACION DE LA ZONA 4 Y DE LOS PERFILES GEOMORFOLOGICOS

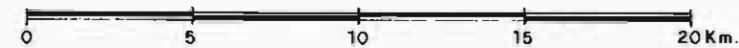
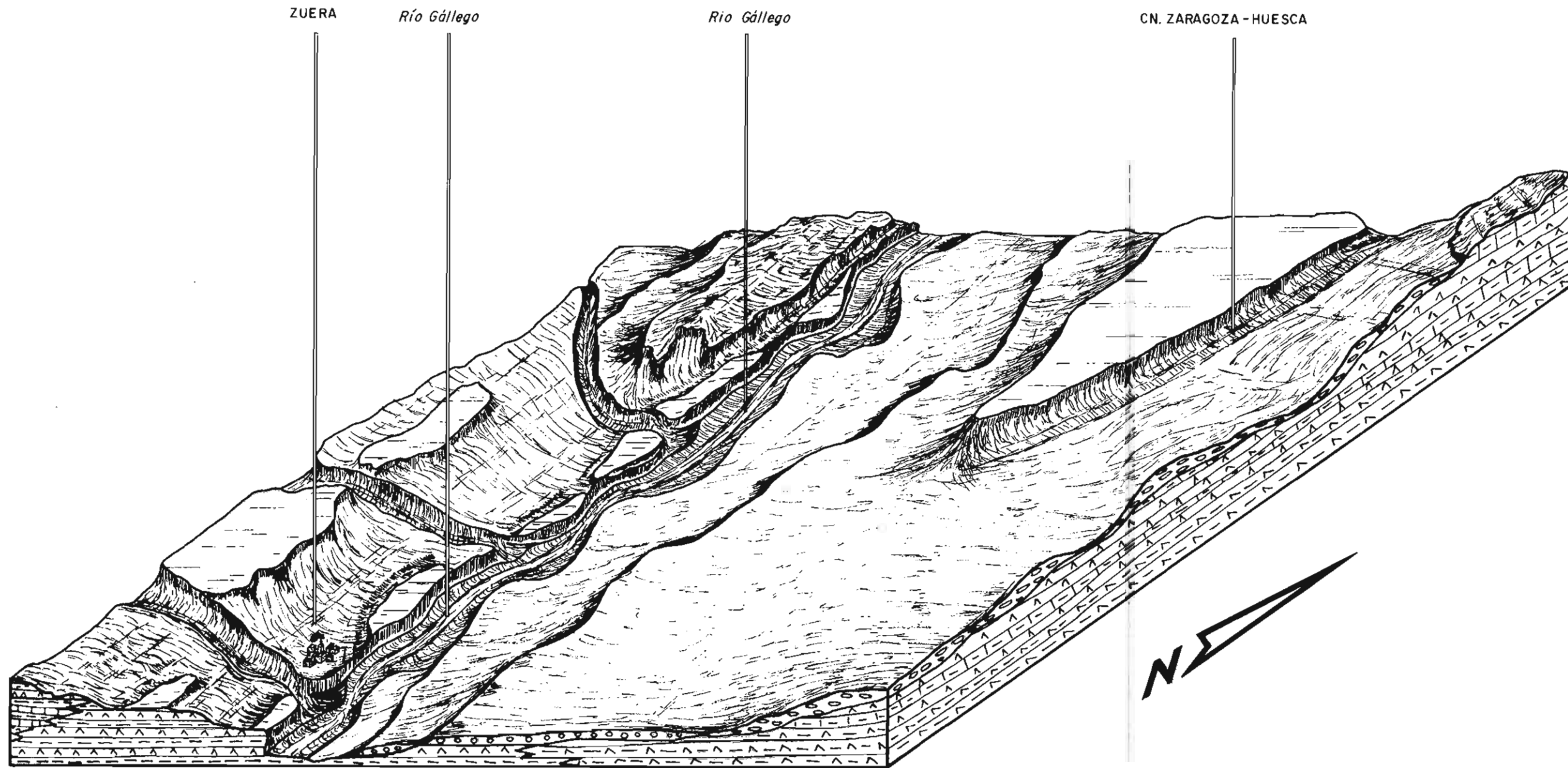


FIG. 18

BLOQUE DIAGRAMA ESQUEMATICO DE LA ZONA 4
DEPRESION CUATERNARIA DEL RIO GALLEGO



LEYENDA

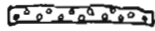

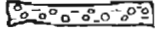
CUATERNARIO		Terrazas.(T).	
PLIO-CUATERNARIO		Terraza-glacis.(350 T)	
MIOCENO			Yesos, margas yesíferas, calizas y areniscas.(321b)
			Yesos, limos yesíferos y margas.(321c)
			Margas y lechos de calizas. (321 d).

FIG. 19

Desde el punto de vista tectónico, la Zona no presenta deformaciones importantes (Fig. 20). No obstante las terrazas suelen aparecer con frecuentes deformaciones, de carácter muy local, que son debidas al importante papel que han desempeñado los materiales sobre los cuales se asientan, en general, yesos, margas y limos yesíferos.

Quizá el hecho más destacado que puede observarse (Fig. 1: Esquema tectónico), es que el valle del río Gállego discurre en dirección paralela a una estructura sinclinal que se produce en los yesos, que sin duda es reflejo de estructuras del zócalo meso-paleozoico.

3.4.2.— Columna estratigráfica

COLUMNA LITOLÓGICA	REFERENCIA	DESCRIPCION	CRONO - ESTRATIGRAFIA
	A1	Aluviales en zonas bajas constituidas por gravas poligénicas y bolos, lechos arenosos poco consolidados.	} CUATERNARIO
	A4	Aluviales de limos arcillosos ocre y gravas calcáreas y calcareníticas.	
	T	Terrazas de gravas poligénicas y arcillas ocre producidas por desplazamientos laterales del río Gállego y que adquieren una morfología de Terrazas-Glaciés.	

3.4.3.— Grupos Geotécnicos

A continuación se describen los distintos grupos geotécnicos insertos en la columna litológica adjunta y que corresponden a la presente zona. Las superposiciones y separación entre los distintos grupos del Cuaternario es, como puede observarse puramente convencional y no guarda interrelación cronoestratigráfica alguna.

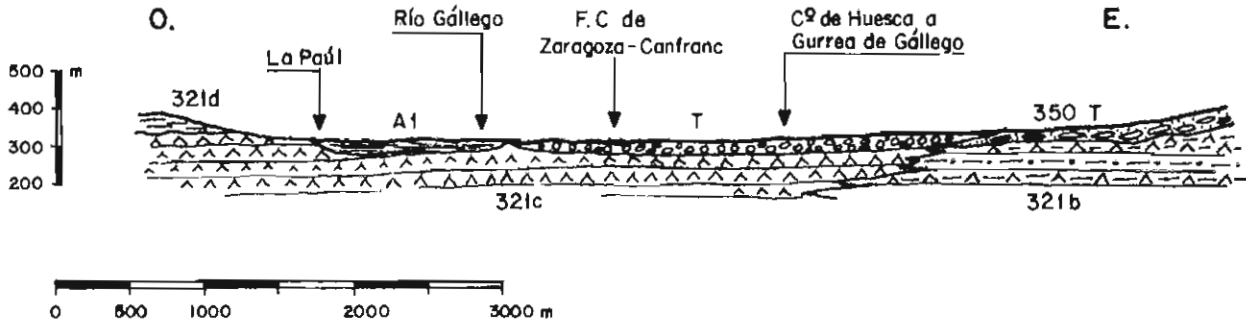
ALUVIALES DE CAUCE (A1)

Litología.— Formación aluvial constituida por gravas y bolos de naturaleza poligénica, redondeadas y heterométricas, también aparecen lechos arenosos de naturaleza cuarcítica, arcillas y limos.

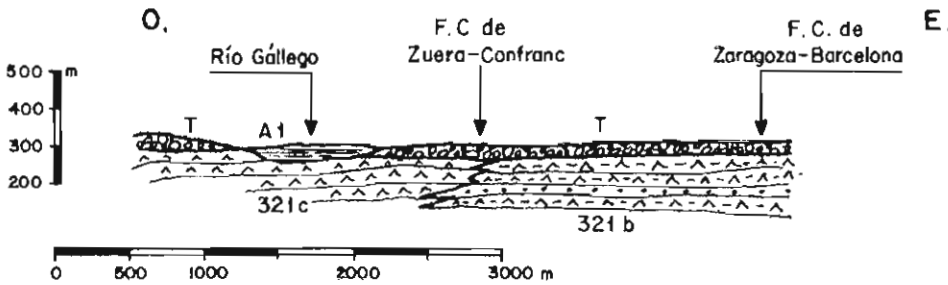
PERFILES GEOMORFOLÓGICOS DE LA ZONA 4

ESCALAS V=1:20.000
H=1:50.000

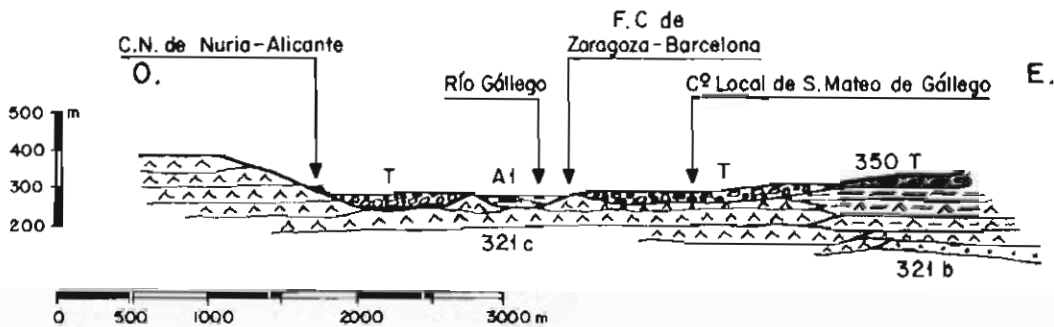
PERFIL N° 1



PERFIL N° 2



PERFIL N° 3



LEYENDA

- | | | | |
|-------------|---|--|---|
| CUATERNARIO | } | | A1. Aluviales en zonas bajas, gravas poligénicas. |
| | | | T. Terrazas de gravas poligénicas. |
| | | | 350T. Terrazas-glacis de gravas poligénicas. |
| MIOCENO | } | | 321b. Alternancia de yesos blancos, margas yesíferas, limos, calizas margosas y areniscas. |
| | | | 321c. Yesos blancos alabastrinos con niveles intercalados de limos yesíferos y margas ocreas. |

FIG. 20

En la actualidad estos depósitos se encuentran yacentes sobre las formaciones yesíferas que aparecen al norte y al oeste de Zuera.

Estructura.— Esta formación no presenta ninguna estructura y en general ha sido descrita en el apartado 3.2.3. de la Zona 2.

Geotecnia.— Esta formación presenta características similares a las descritas en el apartado 3.2.3. de la Zona 2, con la salvedad de que al ser una formación que contiene cantos de naturaleza poligénica, será necesario proceder a una preselección, para su posterior utilización como árido de hormigón, previo lavado, ya que poseen cierta cantidad de gravas yesíferas procedentes de la socavación lateral que produce el río Gállego en las formaciones yesíferas (Fig. 21) (Foto 20).



Foto 20.— Aluviales del río Gállego al noroeste de Zuera

DEPOSITOS ALUVIALES DE PARAMO (A4)

Litología.— Esta formación presenta características litológicas similares a las descritas en el apartado 3.3.3. de la Zona 3.

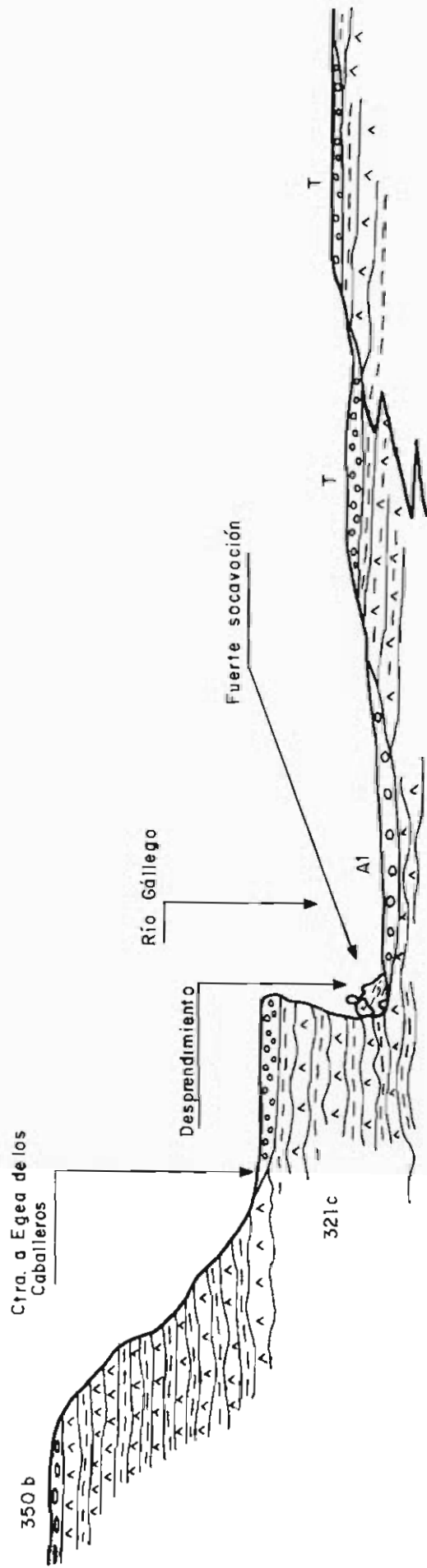
Estructura.— Del mismo modo que la litología, esta formación presenta características estructurales similares a las descritas en el apartado 3.3.3. de la Zona 3.

Geotecnia.— Las características geotécnicas de esta formación han sido descritas en el apartado 3.3.3. de la Zona 3.

TERRAZAS (T)

Litología.— Formación de origen aluvial constituida por gravas y bolos de naturaleza poligénica, cementados por una matriz areno-limosa ocre. El tamaño de los cantos es muy

CORTE ESQUEMATICO DEL RIO GÁLLEGO AL NORTE DE ZUERA



LEYENDA

- | | |
|--|-----------------------------|
| | Al Aluviales de cauce. |
| | T Terrazas del río Gállego. |
| | 350 b Glacis sobre yesos. |
| | 321 c Yesos de Zuera. |
- CUATERNARIO {
 MIOCENO



FIG. 21

variado, al mismo tiempo se observan fenómenos de encostramiento en los niveles más antiguos.

Estructura.— Esta formación no presenta ninguna estructura visible aunque llegan a insinuarse vestigios de planos de estratificación. Presenta una clara morfología plana típicamente de terraza (Foto 21).



Foto 21.— Aspecto general de las terrazas del río Gállego al norte de Zuera

Geotecnia.— Las características geotécnicas de esta formación son similares a las descritas en el apartado 3.1.3. de la Zona 1, con la salvedad de que al contener cantos poligénicos (gravas yesíferas) es necesaria una selección y lavado del material para su posterior uso como áridos de hormigón.

3.4.4.— Resumen de problemas geotécnicos que presenta la Zona

Los problemas geotécnicos que pueden influir en el trazado de vías de comunicación se puede resumir en:

- a) Serios problemas de socavación para las cimentaciones de obras de fábrica y para los terraplenes próximos a los cauces de los ríos.
- b) Problemas de agresividad química del terreno y de las aguas a los hormigones debido a la existencia de sulfatos.

3.5.— ZONA 5. FORMACION YESIFERA DE ZUERA

3.5.1.— Geomorfología y tectónica

La presente zona, ocupa una franja de forma alargada, con disposición aproximada

N-S y que se ha considerado como zona independiente debido a sus características geomorfológicas y estructurales diferentes (Fig. 22). En general no presenta grandes resaltes topográficos, ni diferencias morfológicas acusadas. Las alturas topográficas están comprendidas entre los 540 m al norte de la Zona y 300 m al sur.

La zona se presenta cruzada por una gran cantidad de arroyos y barrancos con una dirección NO-SE que reciben el nombre de "Las Vales", barrancos de laderas escarpadas y fondo plano (Foto 22), que son típicos de la erosión fluvial de los terrenos yesíferos. La mayoría de estos

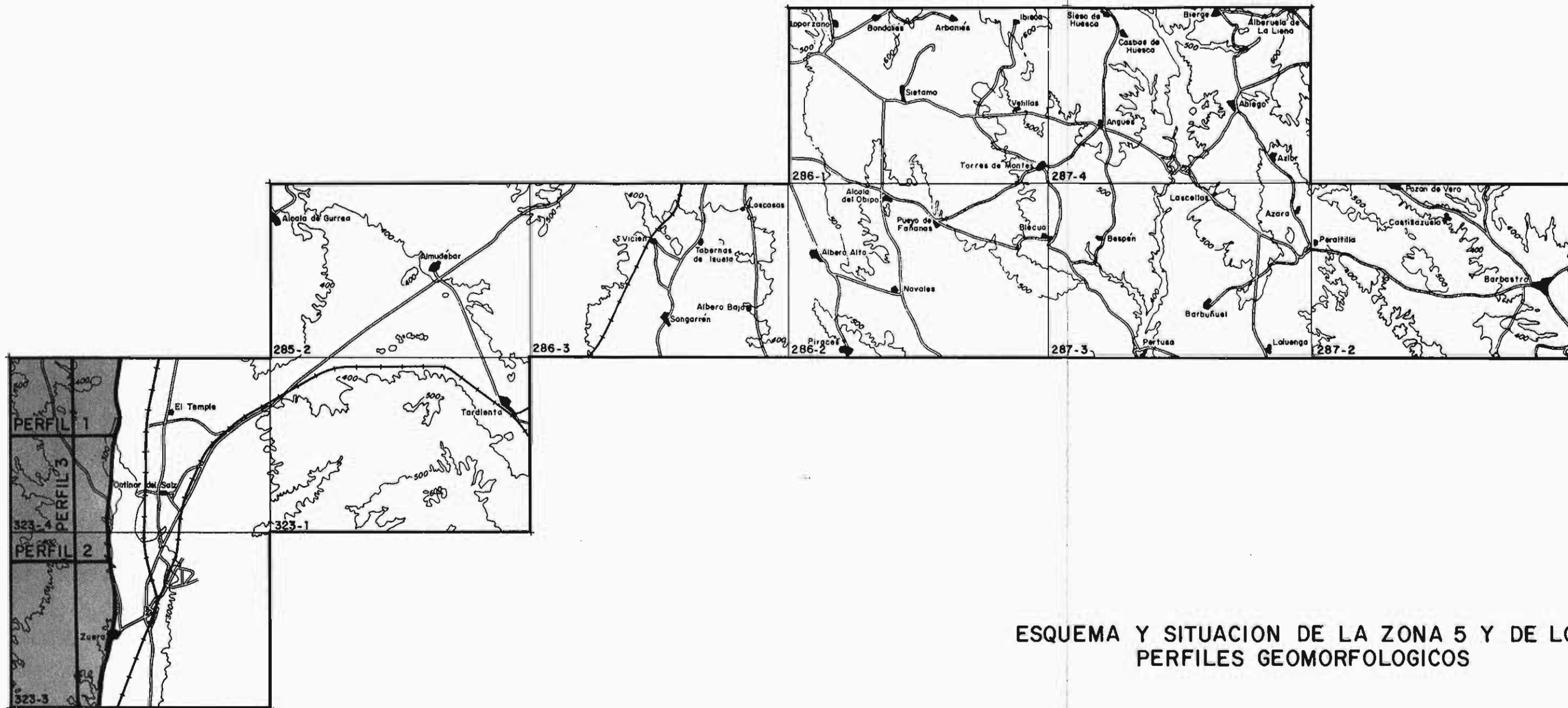


Foto 22.— Aspecto general de las típicas "Vales"

cursos fluviales, de carácter intermitente, presentan una serie de depósitos aluviales de edad cuaternaria que adquieren la morfología de terrazas—glacis (Fig. 23), y que se distinguen de forma clara o neta de los depósitos de terrazas del río Gállego, fundamentalmente por su litología.

Debido a que la constitución litológica de la Zona es yesífera y margosa, no existen, como se ha dicho en párrafos anteriores, fuertes desniveles, sino que la altura de la Zona se mantiene uniforme; tan sólo es clara una suave pendiente general de N-S en dirección al valle del río Ebro.

Desde el punto de vista estructural no parece una Zona de movimientos acusados, pues se presenta bajo el dominio monótono de la horizontalidad de los estratos. No obstante es fácil observar una serie de pliegues muy locales y que se sitúan dentro de la formación yesífera y que son debidos a fenómenos halocinéticos de los yesos, llegándose a ver depósitos más recientes afectados por estos movimientos (Foto 23).



ESQUEMA Y SITUACION DE LA ZONA 5 Y DE LOS PERFILES GEOMORFOLOGICOS

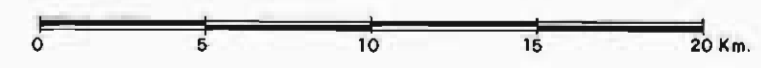
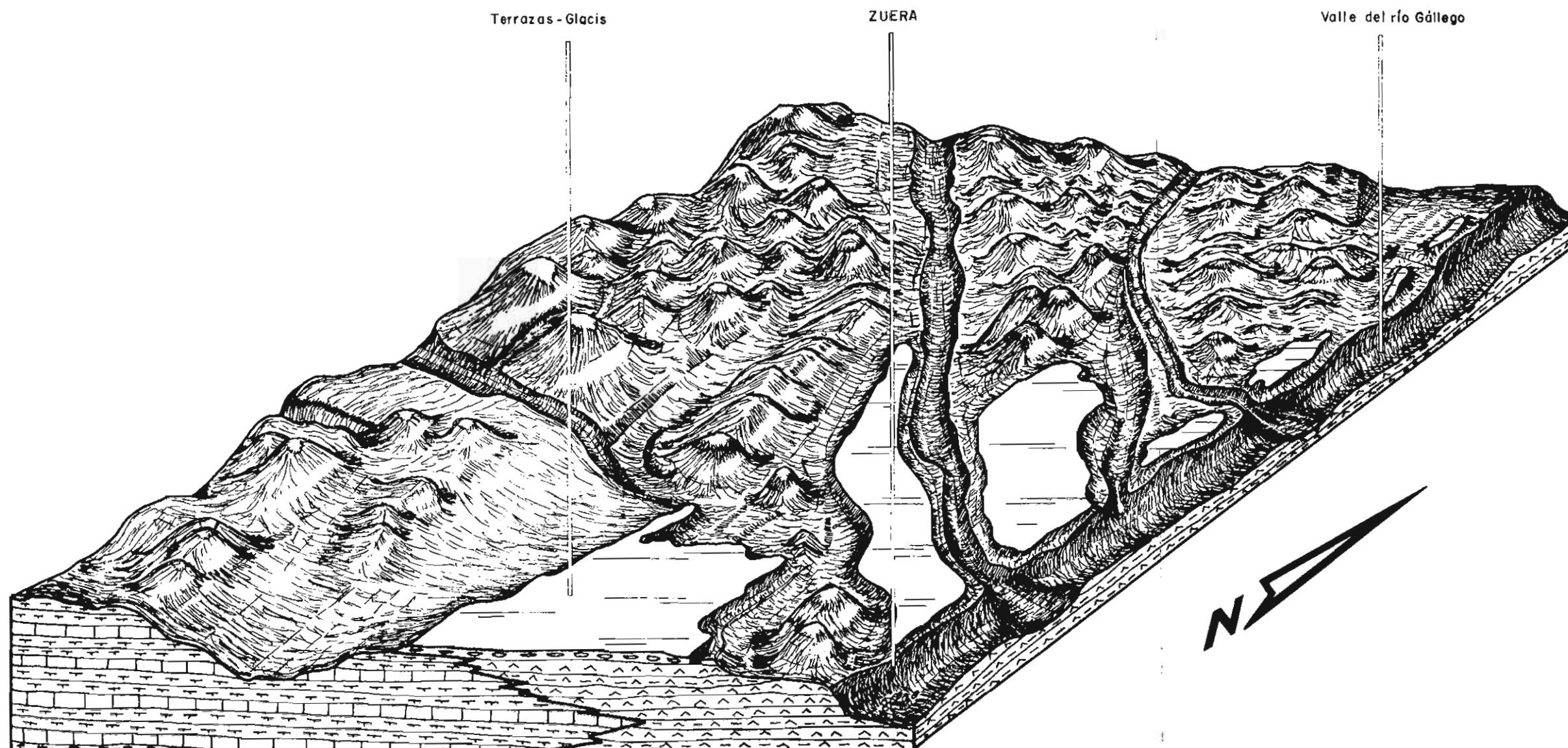


FIG. 22

BLOQUE DIAGRAMA ESQUEMATICO DE LA ZONA 5
FORMACION YESIFERA DE ZUERA



LEYENDA

- | | | |
|-----------------|--|---|
| PLIOCUATERNARIO | | 350T. Terrazas Glacis: Gravas poligénicas. |
| MIOCENO | | 321d. Margas con capas delgadas de calizas. |
| | | 321c. Formación yesífera de Zuera. |
| | | Cambio lateral de facies. |

FIG. 23

3.5.2. COLUMNA ESTRATIGRAFICA

COLUMNA LITOLOGICA	REFERENCIA	DESCRIPCION	CRONO-ESTRATIGRAFIA
--------------------	------------	-------------	---------------------



VC.

Suelos eluvio-coluviales de arcillas limosas ocre y gravas calcareníticas dispersas.



A2.

Aluviales de arcillas ocre y pardas, limos yesíferos blancos y gravas yesíferas.



350b.

Glacis de gravas calcáreas angulosas imbricadas y arcillas y limos ocre y blancos.

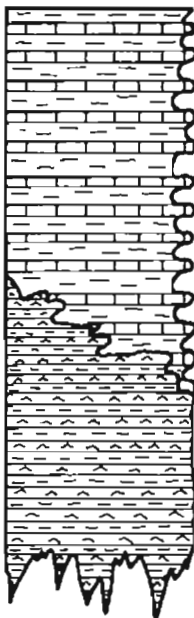


350T.

Terrazas-Glacis de gravas poligénicas y arcillas limo-arenosas ocre.

CUATERNARIO

PLIOCUATERNARIO



321d.

Alternancia de margas arcillosas ocre en bancos potentes y capas delgadas de calizas margosas grises. Potencia aproximada 100-150 m.

321c.

Yesos blancos alabastrinos con niveles intercalados de limos yesíferos y margas yesíferas ocre. Potencia aproximada 70-130 m.

VINDOBONIENSE		
	MIOCENO SUPERIOR	
		TERCIARIO SUPERIOR



Foto 23.— Fenómenos halocinéticos en la "Formación Yesífera de Zuera

3.5.3.— Grupos Geotécnicos

A continuación se describen los distintos grupos geotécnicos insertos en la columna litológica adjunta y que corresponden a la presente Zona. La superposición y separación de los distintos grupos litológicos del Cuaternario es como puede observarse, puramente convencional y no guarda interrelación crono—estratigráfica alguna.

SUELOS ELUVIO—COLUVIALES (VC)

Litología.— Las características litológicas de esta formación son similares a las descritas en el apartado 3.2.3. de la Zona 2.

Estructura.— Del mismo modo que la litología las características estructurales son similares a las descritas en el apartado 3.2.3. de la Zona 2.

Geotecnia.— Esta formación presenta caracteres geotécnicos similares a los descritos en el apartado 3.2.3. de la Zona 2.

DEPOSITOS ALUVIALES LIMO—ARCILLOSOS (A2)

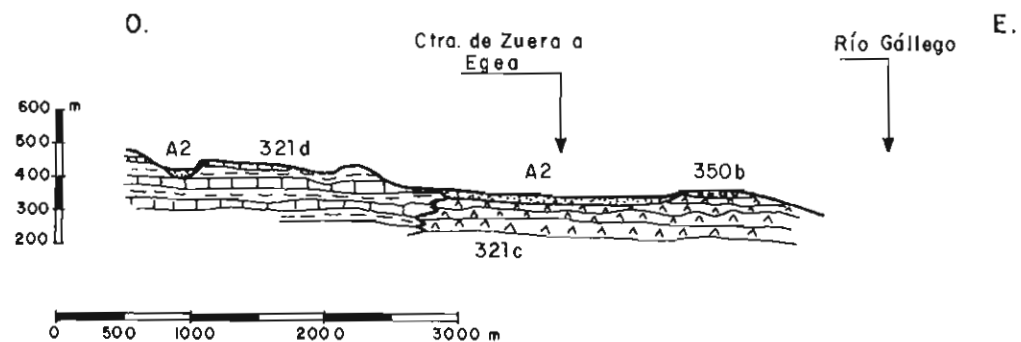
Litología.— La litología de este grupo es similar a la descrita en el apartado 3.1.3. de la Zona 1.

Estructura.— No presenta ninguna estructura. No obstante las características

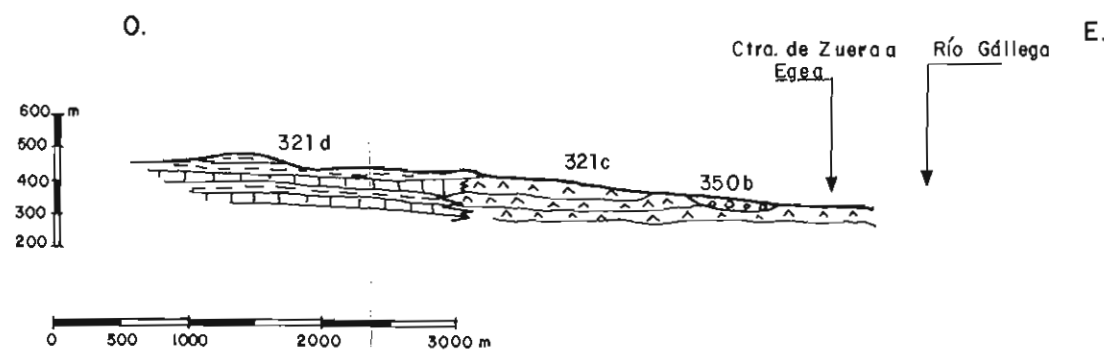
PERFILES GEOMORFOLOGICOS DE LA ZONA 5

ESCALAS V.I.:20.000
H.I.:50.000

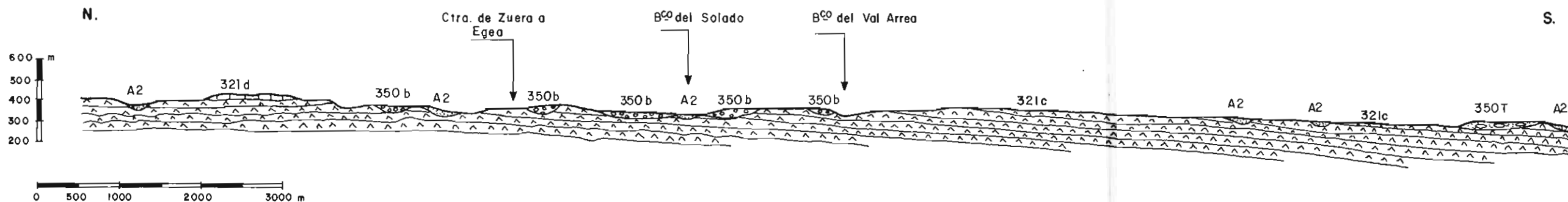
PERFIL N° 1



PERFIL N° 2



PERFIL N° 3



LEYENDA

CUATERNARIO		A2. Aluviales de arcillas ocre y pardas y limas yesíferos.
PLIOCUATERNARIO		350b. Glacis de gravas angulosas calcáreas, arcillas y limas.
		350T. Terrazas - glacis de gravas poligénicas.
MIOCENO		321d. Alternancia de bancos gruesos de margas y lechas de calizas.
		321c. Formación yesífera de Zuera. (yesos, margas yesíferas y limos).

FIG. 24

estructurales son similares a las descritas en el apartado 3.1.3. de la Zona 1.

Geotecnia.— Las características geotécnicas de esta formación son similares a las descritas en el apartado 3.1.3. de la Zona 1.

GLACIS (350 b)

Litología.— Conjunto litológico constituido por gravas angulosas a veces subredondeadas de naturaleza calcárea. La matriz se encuentra constituida por arcillas arenosas ocre que empastan los cantos calcáreos (Foto 24).



Foto 24.— Aspecto parcial del glacis de Zuera (350 b)

Estructura.— Formación masiva sin estratificación aparente, aunque se insinúa algún plano de estratificación. En general presenta una disposición caótica en su aspecto externo (Foto 24).

Geotecnia.— Formación ripable excepto niveles encostrados que suelen aparecer en la superficie. Los taludes naturales y artificiales, en desmontes grandes, se encuentran comprendidos entre el 1/1 y el 2/1 (H/V), sin embargo para desmontes pequeños puede llegarse a adoptar el 1/2 (H/V), como muestra la foto 25 en la que se observa un talud de orden 1/2 en buen estado de conservación. La permeabilidad es media y el drenaje tanto superficial como profundo puede



Foto 25.— Aspecto que presenta al talud sobre el glacis de Zuera (350 b)

considerarse aceptable. El material obtenido puede ser susceptible de utilización en terraplenes (Fig. 25). Constituye un buen cimiento para terraplenes y obras de fábrica con tensiones admisibles del orden de 2–3 kg/cm², para las cimentaciones superficiales los asentamientos que se producirán serán muy pequeños.

TERRAZAS – GLACIS (350 T)

Litología.— Las características litológicas de esta formación son similares a las descritas en el apartado 3.3.3. de la Zona 3.

Estructura.— De la misma forma que la litología las características estructurales son similares a las descritas en el apartado 3.3.3. de la Zona 3.

Geotecnia.— Las características geotécnicas de esta formación son similares a las descritas en el apartado 3.3.3. de la Zona 3.

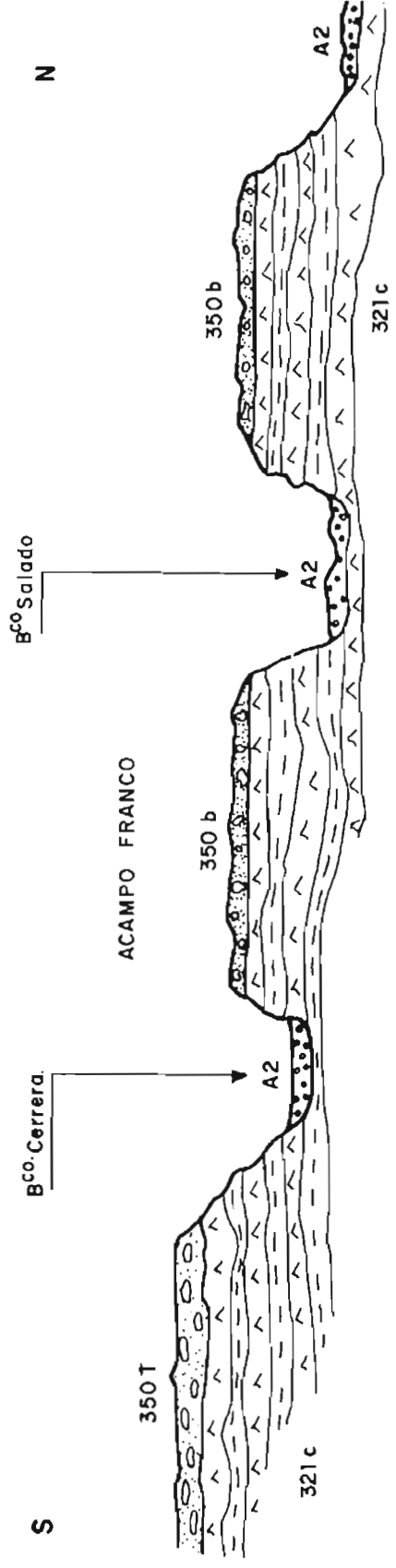
FORMACION MARGOSA DE ALCUBIERRE (321 d)

Litología.— Las características litológicas de esta formación son similares a las descritas en el apartado 3.3.3. de la Zona 3.

Estructura.— Conjunto estratificado en bancos gruesos con finas pasadas de calizas margosas, aunque la deposición es preferentemente horizontal, existe un suave buzamiento hacia el río Gállego.

Geotecnia.— Las características geotécnicas de esta formación son similares a las

CORTE ESQUEMATICO DE LOS GLACIS DE ZUERA



LEYENDA



- | | |
|------------------------|--|
| <p>CUATERNARIO</p> | <p>A2 Formación aluvial, limos yesíferos, arcillas y gravas yesíferas.</p> <p>350 b. Glacis, gravas angulosas calcáreas, limos arcillosos.</p> |
| <p>PLIOCUATERNARIO</p> | <p>350 T. Terrazas - glacis, gravas poligénicas.</p> |
| <p>MIOCENO</p> | <p>321 c. Formación yesífera de Zuera. Yesos, limos yesíferos y margas yesíferas.</p> |

FIG. 25

descritas en el apartado 3.3.3. de la Zona 3.

FORMACION YESIFERA DE ZUERA (321 c)

Litología.— Formación constituida por una alternancia irregular de yesos blancos alabastrinos y grises con intercalaciones de lechos delgados limo—yesíferos grises.

Estructura.— Conjunto estratificado en capas de distinto espesor, en disposición preferentemente horizontal, aunque se insinúen pequeños pliegues locales debidos a fenómenos halocinéticos.

Geotecnia.— En las excavaciones a realizar en esta formación será necesario el empleo de explosivos.

Existen en la localidad taludes naturales bastante pronunciados, 2/3 a 1/2 (H/V), y de bastante altura (escarpes próximos a Zuera) que presentan algunos problemas de desprendimientos de lajas. Los desmontes artificiales también tienen taludes fuertes del orden de 1/2 (H/V) por lo que pueden emplearse estos taludes para desmontes no muy grandes y taludes 2/3 (H/V) para desmontes importantes. No es aconsejable el empleo de los materiales excavados en esta formación para la construcción de obras de tierra. La permeabilidad es media a baja por lo que el drenaje tanto superficial como profundo es regular. Constituye un buen cimiento para terraplenes y obras de fábrica con tensiones admisibles para cimentaciones superficiales de 3 a 4 kg/cm². Es preciso estudiar detalladamente la posible existencia de cavernas. Los asientos de consolidación bajo las cargas de los terraplenes y las cimentaciones serán muy pequeños.

Será necesario el empleo de cementos resistentes a los sulfatos en los hormigones que estén en contacto con los materiales de la formación.

3.5.4.— Resumen de problemas geotécnicos que presenta la Zona

Los problemas geotécnicos que pueden influir en el trazado de vías de comunicación se pueden resumir en:

- a) Problemas de estabilidad en terraplenes asentados a media ladera sobre la formación margosa de Alcubierre. También dentro de esta formación pueden producirse desprendimientos de bloques por descalce debido a erosión diferencial.
- b) Baja capacidad portante para cimentaciones de obras de fábrica en las formaciones de suelos aluvio—coluviales y en los depósitos aluviales limo—arcillosos.
- c) Problemas de agresividad química a los hormigones, debido a los sulfatos contenidos en el terreno y en las aguas.

4.— CONCLUSIONES GEOTECNICAS

4.1.— RESUMEN DE PROBLEMAS GEOTECNICOS

El tramo no presenta problemas geotécnicos especialmente significativos.

El problema más importante, no ya por su gravedad sino por su extensión, es la presencia, en una notable parte de la superficie estudiada, de materiales yesíferos. Estos materiales darán lugar a ataques químicos a los hormigones, por lo que se deberán emplear cementos resistentes a los sulfatos en la fabricación de hormigones que vayan a estar en contacto con el terreno o las aguas agresivas. Las formaciones netamente yesíferas plantearán también problemas para su excavación (necesitarán explosivos) y problemas de disolución en los yesos y colapso en los limos yesíferos.

Otro problema de cierta magnitud es el producido por los desprendimientos de bloques por descalce de los bancos duros por erosión diferencial en algunas formaciones de capas alternantes (Formación Peraltilla, Formación Sariñena, formaciones calcárea, margosa y yesífera de Alcubierre).

Dado el fuerte poder erosivo de los ríos se plantearán también problemas de socavación en puntos localizados en las proximidades de sus cauces.

La topografía de todo el tramo, muy suave por lo general, se traduce en superficies prácticamente horizontales. Como la permeabilidad de casi todos los materiales es escasa pueden aparecer problemas de mal drenaje en algunas de estas zonas horizontales. Estos problemas de drenaje pueden llegar a ser importantes en las zonas con materiales yesíferos.

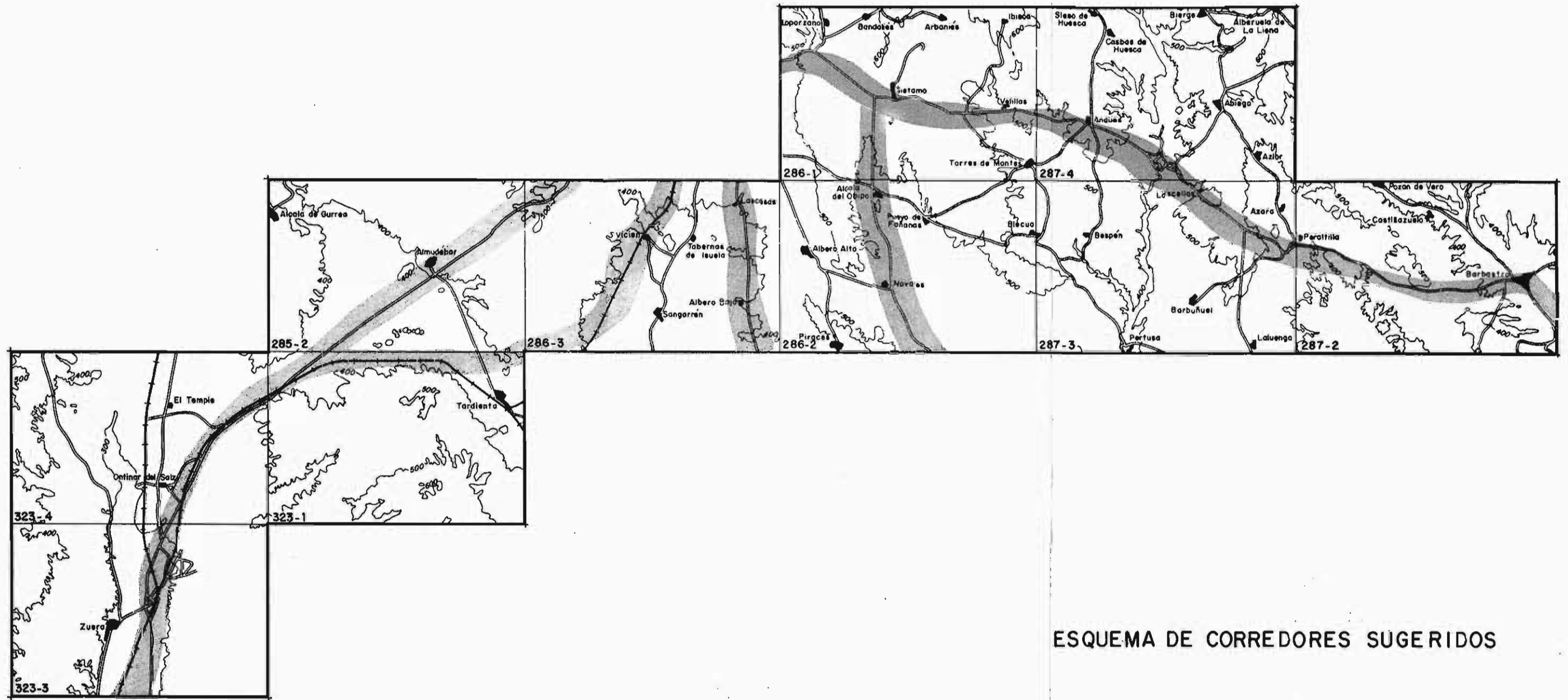
Finalmente se pueden mencionar la existencia, en puntos localizados, de suelos poco consolidados (suelos eluvio—coluviales, depósitos aluviales limo—arcillosos y de páramo, formación aluvial de Almudebar, etc). Estas formaciones poco competentes darán lugar a asientos apreciables de los terraplenes que se dispongan sobre ellas y obligarán a llevar las cimentaciones de las obras de fábrica a estratos más profundos y consolidados.

4.2.– CORREDORES SUGERIDOS

La característica geotécnica más decisiva a tener en cuenta en la planificación de corredores de tráfico es la existencia de materiales yesíferos. Como por otra parte, la topografía no plantea problemas importantes, se pueden estudiar corredores que eludan, en lo posible, aquellos materiales.

En este sentido las mejores zonas para las vías de comunicación son el Somontano de Huesca y la Depresión Cuaternaria del río Gállego. El trazado de la carretera nacional Zaragoza–Huesca señala el corredor más apropiado para la comunicación entre ambas capitales. (Fig. 26).

La zona de la carretera nacional 240 en su tramo Huesca–Barbastro presenta también buenas condiciones para establecer un corredor Este–Oeste en la zona, aunque cabe también la posibilidad de establecerlo más hacia el Sur, donde existen condiciones topográficas y geotécnicas algo mejores.



ESQUEMA DE CORREDORES SUGERIDOS

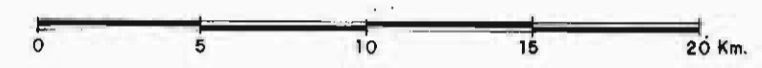


FIG. 26

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

5.— ESTUDIO DE YACIMIENTOS

5.1.— CANTERAS

Si analizamos la columna lito—estratigráfica general del Tramo (fig. 3) de muro a techo, se puede comprobar que sólo existe un nivel apto para ser explotado como árido de machaqueo. Este nivel canterable pertenece al Cretácico Superior y su constitución litológica corresponde a calizas puras, micríticas, de colores rosados, banqueada en gruesos paquetes y muy diaclasada.

Este afloramiento se encuentra muy localizado en la Hoja 1:50.000 de Barbastro y ocupa una extensión muy reducida. De todo el contexto del estudio, este es el único afloramiento de naturaleza calcárea que aparece.

En la actualidad este afloramiento es objeto de explotación en cantera obteniéndose de ella árido de trituración mediante una planta de machaqueo instalada en la propia cantera.

Esta cantera se encuentra situada en la hoja núm. 287 del Mapa Topográfico Nacional (Barbastro) y más exactamente en el cuadrante 1 de dicha hoja. Sus coordenadas son las siguientes:

Latitud 42° 02' 30''
Longitud 3° 43' 55''

CARACTERISTICAS

IDENTIFICACION	MATERIAL		LOCALIZACION			
	REFERENCIA	TIPO DE ROCA	COMPOSICION Y TEXTURA	EDAD	HOJA 1:50.000	COORDENADAS
322	Calliza	Poco alterada, dura y diaclasada	Cretácico	287	42° 02' 30'' 3° 43' 55''	Fácil acceso C.N.HUESCALERIDA

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

5.2.— GRAVERAS

Son muy abundantes y están concentradas en la Zona 2 y Zona 4 sobre todo en esta última ocupando un 30 por ciento de la extensión total de la Zona.

En la actualidad tanto los ríos Gállego y Alcanadre como el Sotón proporcionan el 80 por ciento de las graveras que existen en el tramo; el resto corresponden a afloramientos esporádicos de tipo terrazas, pertenecientes también a depósitos de estos ríos.

Son precisamente los depósitos de los ríos Gállego y Alcanadre los que son explotados hoy día con mayor intensidad.

Se ha de hacer constar que las graveras del río Gállego, por ser de naturaleza poligénica, requerirán una selección previa a su explotación lo mismo que un lavado debido a la cantidad de sulfatos que estas gravas contienen.

5.3.— PRESTAMOS

Como tal hemos de considerar los materiales empleados en obras de tierra.

Para este objeto deben emplearse todos los materiales calcáreos y granulares, pero no es aconsejable el uso, para obras de tierra, de los materiales arcillo—areniscosos y yesíferos del Oligoceno y Mioceno.

Existe la posibilidad de que al escasear el material granular o calcáreo podría llegarse al empleo de materiales arcillo—areniscosos de la cuenca oligocena (313 b) desechando por completo todo aquel material yesífero.

Merecen ser destacados todos aquellos afloramientos cuaternarios que, repartidos por casi toda la zona, proporcionan materiales de una calidad excelente para terraplenes y explanación. Litológicamente están constituidos por gravas y finos monogénicos y poligénicos.

De todo el estudio, dos son las zonas con mayor contenido en materiales para préstamos. La primera corresponde al Somontano de Huesca con considerables extensiones de glacis. La otra corresponde al valle del río Gállego con una extensión de más de 100 km².

Dentro de todo este conjunto detrítico se recomiendan para su explotación las siguientes formaciones:

- a) Terrazas de los ríos Gállego y Alcanadre.
- b) Terrazas—glacis del valle del río Gállego.
- c) Glacis del Somontano de Huesca.

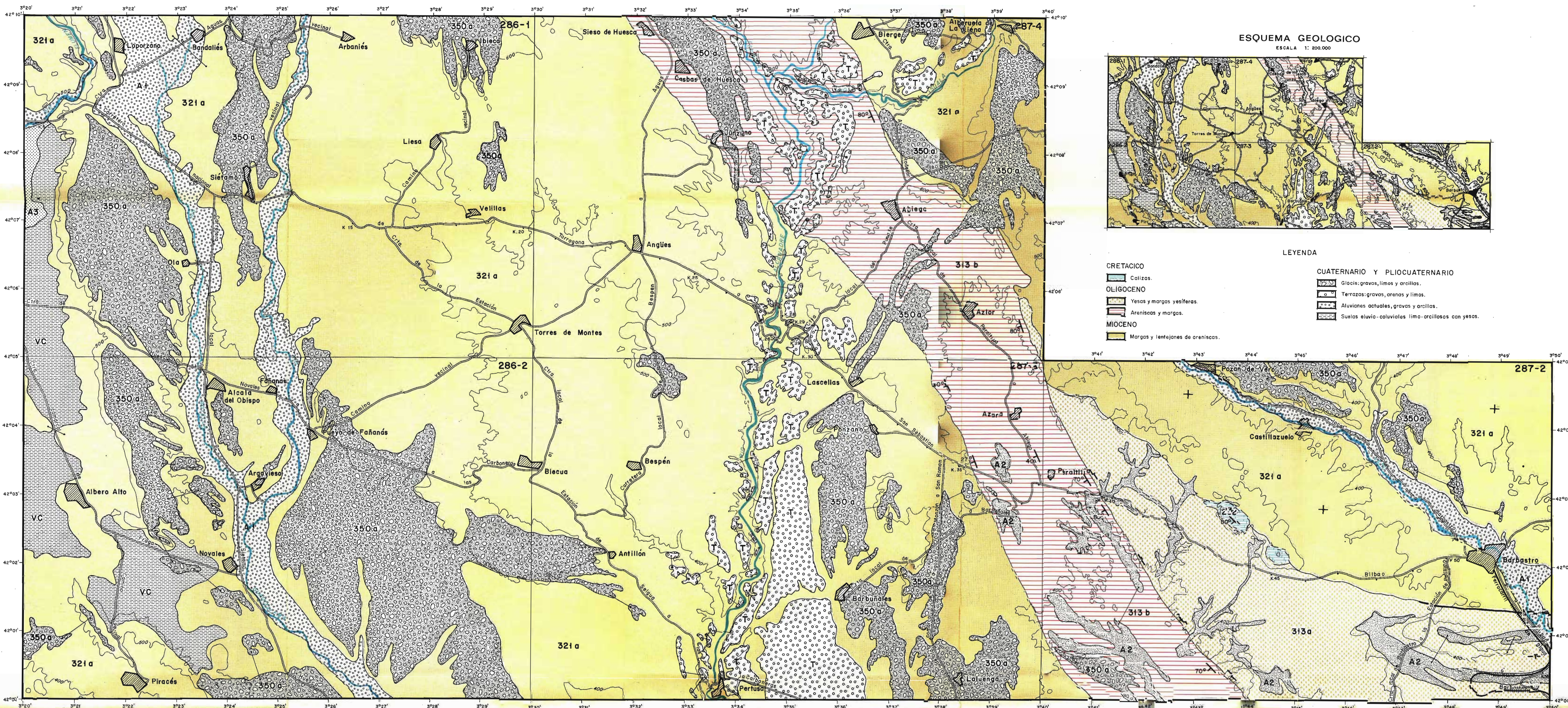
6.- BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- ALASTRUE, E; ALMELA, A. y RIOS, J.M., 1957.— Explicación al mapa geológico de la Provincia de Huesca, escala 1:200.000 I.G.M.E. Madrid.
- BAUER, A. y CALDER, D.N., 1971.— The influence and evaluation of blasting on stability. Stability in open Pit Mining.
- JIMENEZ SALAS, S.A. y ALPAÑES, J., 1971.— Geotecnia y Cimientos.
- LANGEFORD, H., 1970.— "The Modern Tecnique of Rock Blasting" Jhon Wiles and Sans.
- I.G.M.E.— Mapa Geológico de España 1:50.000. Hoja de Zuera núm. 323. Madrid.
- I.G.M.E.— Mapa Geológico de España 1:50.000. Hoja de Zaragoza núm. 383. Madrid.
- I.G.M.E.— Mapa Geológico de España 1:50.000. Hoja de Huesca núm. 286. Madrid.
- I.G.M.E.— Mapa Geológico de España 1:50.000. Hoja de Peralta de Alcofea núm. 325. Madrid.
- I.G.M.E.— Mapa Geológico de España 1:200.000. Hoja de Zaragoza núm. 32. Madrid.
- I.G.M.E.— Mapa Geológico de España 1:200.000. Hoja de Lérida núm. 33. Madrid.
- I.G.M.E.— Mapa Geológico de España 1:200.000. Hoja de Huesca núm. 23. Madrid.
- MENSUA, S., 1962.— Sobre la génesis de los glacis del Valle del Ebro y su posterior evolución morfológica. Ap. Esp. al XX Congr. Geogr. Intern. C.S.I.C. p.p. 191—195. Madrid—Barcelona.

- QUIRANTES, J., 1969.— Estudio Sedimentológico y Estratigráfico del Terciario Continental de los Monegros (Tesis de doctorado). Universidad de Zaragoza.
- RIBA, O. y PEREZ MATEOS, J., 1961.— Sobre una inversión de aportes sedimentarios en el borde norte de la cuenca terciaria del Ebro (Navarra). C.S.I.C. II Reunión de Sedimentología p.p. 201–221. Madrid.
- SOLE SABARIS, L., 1959.— Geografía de España y Portugal. Tomo I.

MAPA LITOLOGICO - ESTRUCTURAL

ESCALA 1:50.000

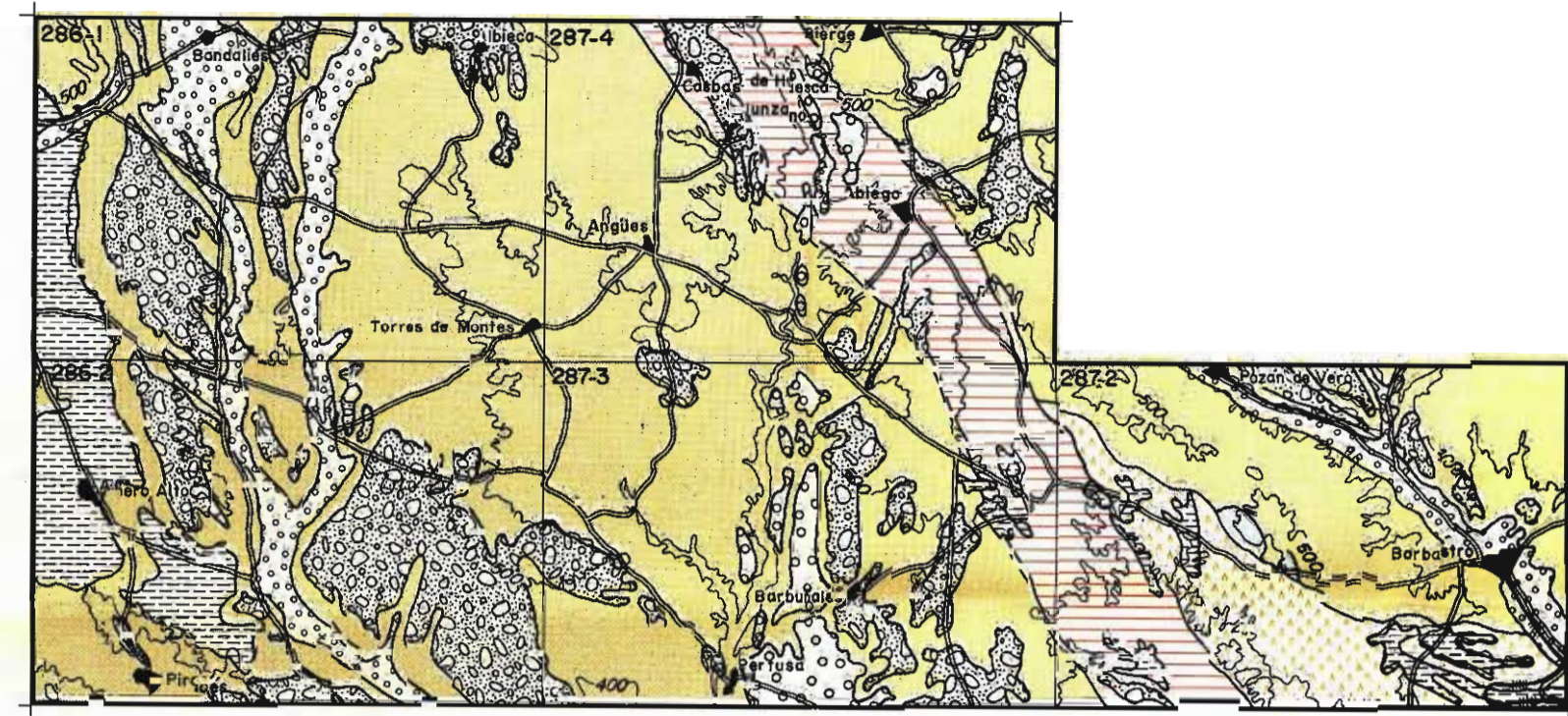


GRUPOS GEOTECNICOS

- CUATERNARIO**
- Eluvio-cuaviales de arcilla limosa ocre con mayor o menor proporción de gravas areniscas. Formación ripable, no se observan taludes naturales por ocupar zonas deprimidas; taludes artificiales 2/1 (H/V), permeabilidad baja por mal drenaje tanto superficial como profundo; poco competente como cimiento de terraplenes con tensiones bajas. (Potencia aprox. 0,50-4 m.)
 - Aluvial en zonas bajas con gravas y bolas calcáreas redondeadas y heterométricas, arenas y limas arcillosas. Formación ripable, drenaje deficiente por alto nivel freático, competente como cimientos de terraplenes y obras de fábrica con tensiones admisibles altas (3-4 Kg/cm²). (Potencia aprox. 0,50-4 m.)
 - Aluviales limo-arcillosos ocre, limas yesíferas y gravas yesíferas. Formación ripable, taludes naturales y artificiales observados del orden 2/1 (H/V), taludes aconsejados 2/1 y 3/2 (H/V), drenaje tanto superficial como profundo deficiente; constituye un cimiento deficiente, para terraplenes y obras de fábrica, con tensiones admisibles bajas (1-1,5 Kg/cm²), empleo de cementos especiales debido al contenido de sulfatos. (Potencia aprox. 1-5 m.)
 - Aluviales constituidos por gravas calcáreas y calcareníticas sueltas, redondeadas y heterométricas, arcillas limosas pardas y ocreas. Formación ripable, taludes naturales y artificiales observados del orden 2/1 (H/V), permeabilidad y drenaje bajos por alto nivel freático, aceptable como cimiento de terraplenes y regular para obras de fábrica con tensiones admisibles bajas (1-1,5 Kg/cm²). (Potencia aprox. 2-5 m.)
 - Terrazas constituidas por gravas calcáreas redondeadas, con índice de aplaniamiento elevado, matriz arenar-cilicosa ocre rojiza, se presentan niveles encostrados, sobre todo en las terrazas superiores. Conjunto masivo, morfología plana. Formación ripable, taludes artificiales y naturales observados del orden 2/3 (H/V), taludes aconsejados 1/1 (H/V) para desmontes grandes y 2/3 (H/V) para desmontes pequeños; drenaje superficial y profundo bueno; buen cimiento para terraplenes y obras de fábrica con tensiones admisibles medias (2-4 Kg/cm²), buen empleo para dirido de hormigón. (Potencia aprox. 0,50-5 m.)
- PLIOCUATERNARIO**
- Grutas constituidas por gravas angulosas calcáreas o veces sub-redondeadas y limas arcillosas azules. Disposición caótica y masiva. Formación ripable; los taludes naturales del orden 2/1 (H/V) en buen estado, permeabilidad y drenaje superficial y profundo aceptable; buen material como cimiento de terraplenes y obras de fábrica con tensiones admisibles del orden 2-3 Kg/cm² para cimentaciones superficiales. (Potencia aprox. 0,50-5 m.)
- GRUPO DETRITICO**
- Margas arcillosas ocreas con intercalaciones de bancos irregulares de areniscas calcáreas de grano fino a medio, de naturaleza cuarcítica, aparecen niveles de conglomerados cuarcíticos de pequeño tamaño intercalados dentro de la formación (H y NO de Barbastro). Formación en disposición horizontal, fuerte plegado y fracturado en contacto con la formación yesifera de Barbastro. Relieve de mesas y gradas, fuerte erosión diferencial. Solo son ripables los niveles limo-arcillosos y los niveles de gravas de areniscas, la estabilidad en los desmontes es deficiente, taludes artificiales observados 1/1 (H/V) y 3/2 (H/V) en desmontes mayores, el drenaje tanto superficial como profundo es deficiente, aceptable como cimiento de terraplenes con tensiones admisibles medias o altas (2-4 Kg/cm²) para las cimentaciones superficiales; fenómenos de asociación en los cauces de los ríos [AQUITANIENSE, (MIOCENO INFERIOR). Potencia aprox. 400-600 m.]
 - Afloramiento regular de margas ocreas y areniscas calcáreas de grano fino de naturaleza cuarcítica y con tonalidades pardo-rojizas. Estratificación en bancos gruesos con buzamientos que oscilan entre los 20° y 40° plegados en contacto con la formación yesifera de Barbastro. Formación ripable, aunque algún banco margoso sea los taludes dependieran de la estratificación, el drenaje tanto superficial como profundo es bueno, favorecido, al primero, por la topografía; material aceptable en el empleo de terraplenes, la cimentación puede presentar problemas debido a la alternancia de niveles duros y blandos [STAMPIENSE? (OLIGOCENO INFERIOR). Potencia aprox. 400-500 m.]
- GRUPO YESIFERO**
- Yesos masivos y estratiformes de color gris azulado y blancos en meteorización; intercalaciones de capas delgadas de margas, colizas y areniscas en el muro de la serie. Conjunto muy plegado con frecuentes desajustes capa a capa, buzamientos desde 0° a 90°, fenómenos holocénicos que emascaran los estructuras primarias. Formación no ripable, taludes artificiales observados del orden 1/2 (H/V), al inicio de la estratificación, los naturales suelen ser muy tendidos; en general se debe adoptar 1/1 (H/V) desde el inicio de la conservación de los taludes observados, drenaje superficial y profundo muy malo; constituye un cimiento aceptable para terraplenes y obras de fábrica con tensiones admisibles de 2-3 Kg/cm² para cimentaciones superficiales. [OLIGOCENO INFERIOR-EOCENO SUPERIOR? Potencia aprox. 200-500 m.]
- GRUPO CALCAREO**
- Colizas puras micricifas de color carne-rojizo. Aspecto masivo aunque en corte presenta fuertes buzamientos comprendidos entre 30° y 70° S; formación diatlasada y fracturada. Esta formación no es ripable, sero necesaria el empleo de explosivos, muy estable en desmontes artificiales y naturales, drenaje bueno, tanto superficial como profundo; material utilizable en terraplenes y como dirido de hormigón; tensiones admisibles muy altas. >5 Kg/cm² [CRETACICO SUPERIOR. Potencia aprox. 100-200 m.]

ESQUEMA GEOLOGICO

ESCALA 1:200.000

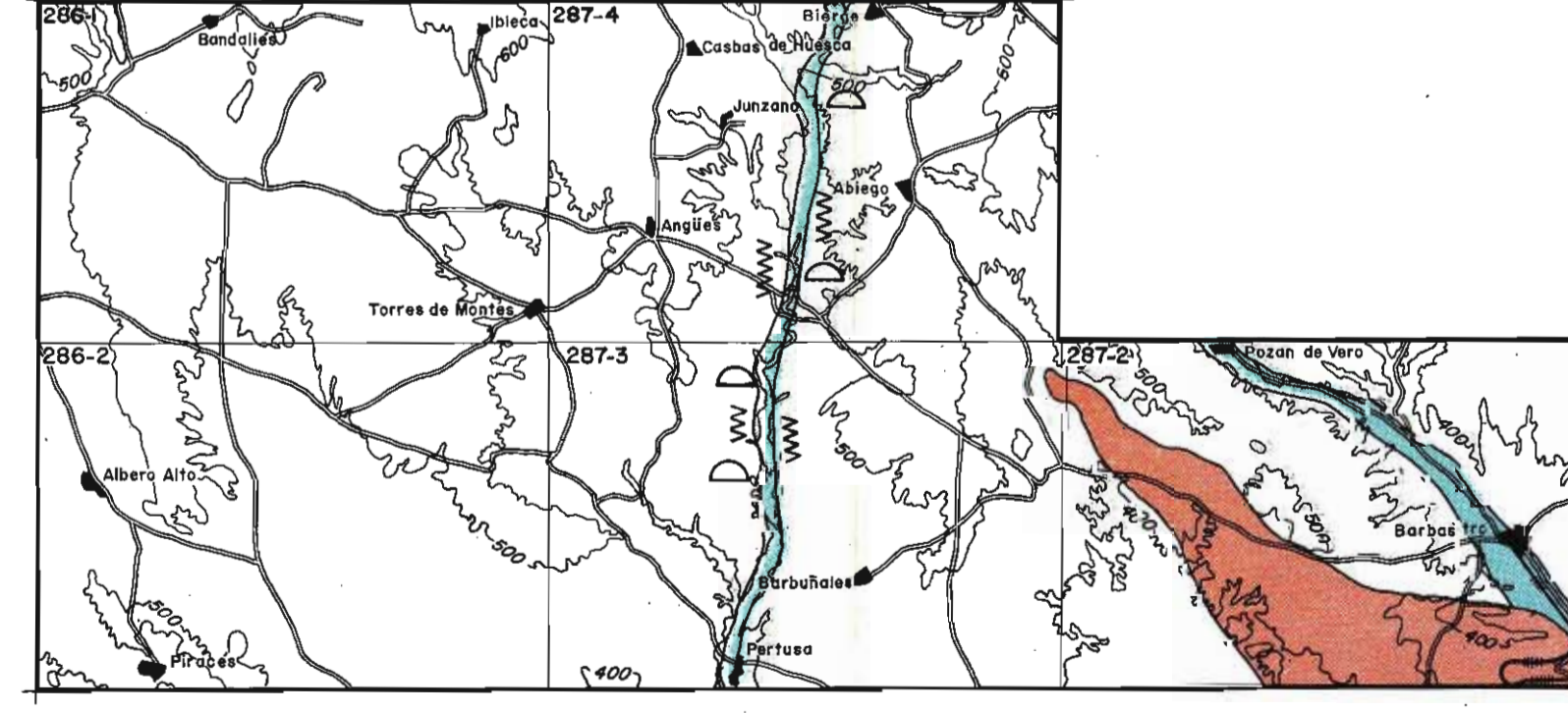


LEYENDA

- CRETACICO**
- Colizas.
- OLIGOCENO**
- Yesos y margas yesíferas.
 - Areniscas y margas.
- MIOCENO**
- Margas y lentejones de areniscas.
- CUATERNARIO Y PLIOCUATERNARIO**
- Grutas: gravas, limas y arcillas.
 - Terrazas: gravas, arenas y limas.
 - Aluviales actuales, gravas y arcillas.
 - Suelos eluvio-cuaviales limo-arcillosos con yesos.

ESQUEMA GEOTECNICO

ESCALA 1:200.000

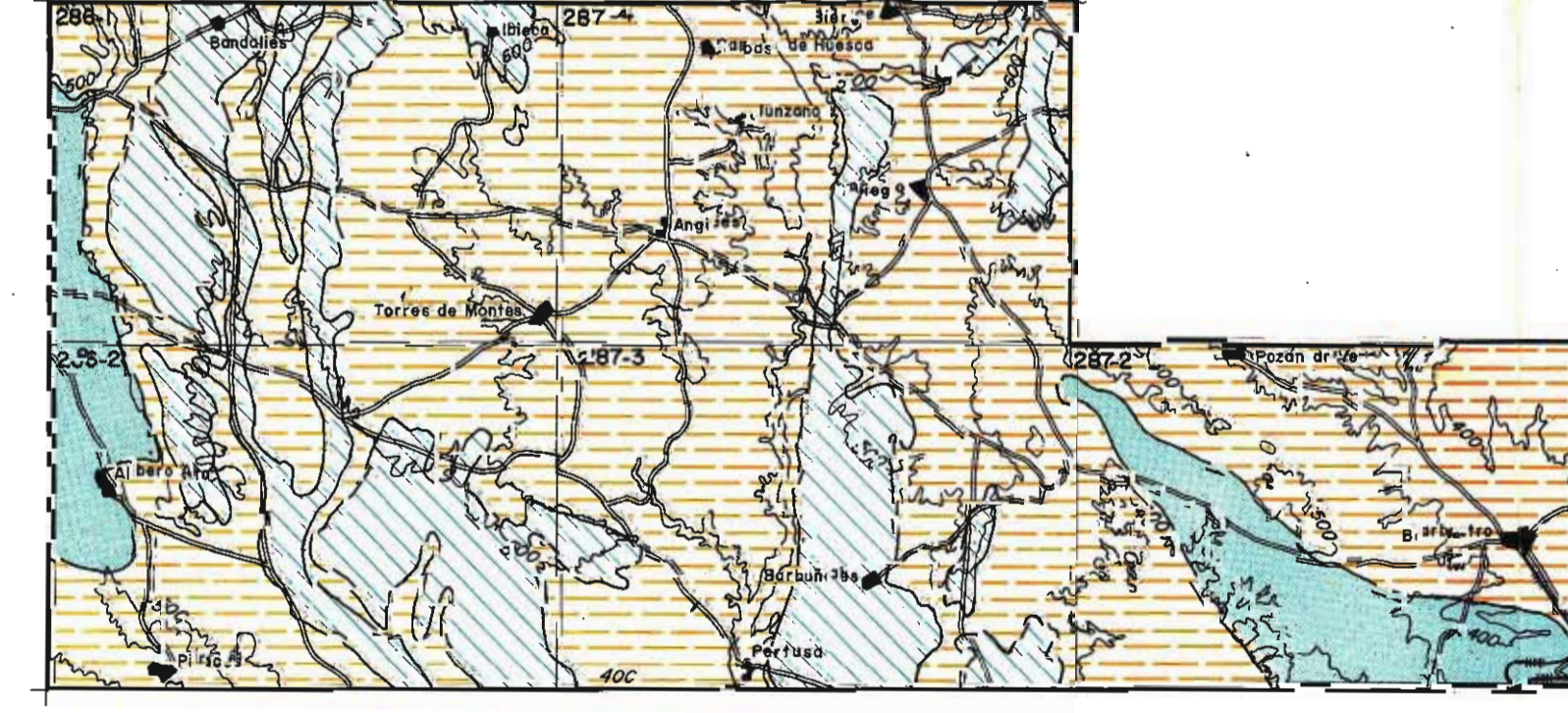


LEYENDA

- Afloramientos de yeso, margas y arcillas, fenómenos holocénicos, peligrosidad alta.
- Zonas de obarrancamiento intenso, fuerte socavación, peligrosidad media.
- Abarrancamientos.
- Zonas desizables y desprendimientos.

ESQUEMA DE SUELOS Y FORMACIONES DE PEQUEÑO ESPESOR

ESCALA 1:200.000

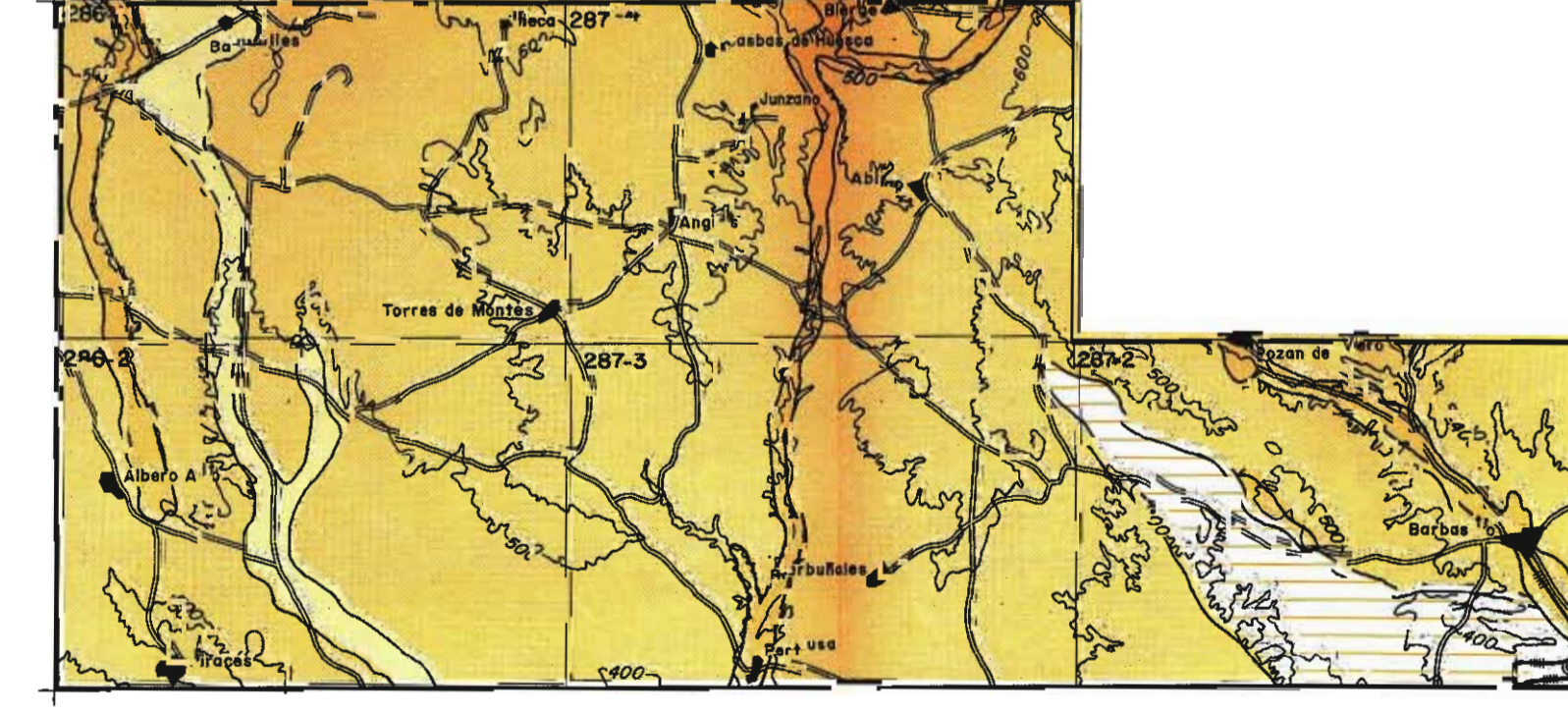


LEYENDA

- Suelos cohesivos de naturaleza limo-arcillosa, frijos, permeabilidad baja.
- Suelos no cohesivos de naturaleza areno limosa y con gravas, consolidados, resistencia blanda.
- Suelos cohesivos de naturaleza arcillosa, plasticidad alta, blandos.

ESQUEMA MORFOLOGICO

ESCALA 1:200.000



LEYENDA

- Zonas de valle de relieve suave.
- Relieves escarpados y valles en artesa.
- Penillanuras, relieves de mesas y gradas.
- Relieve ondulado con valles de fondo plano.

SIMBOLOGIA

- Contacto entre formaciones.
- Fallo.
- Buzamiento y Dirección.
- Estratos horizontales.
- Estratos verticales.

MAPA LITOLOGICO - ESTRUCTURAL

ESCALA 1: 50.000

GRUPOS GEOTECNICOS

CUATERNARIO

- VC** Aluvia-calivales de arcilla limosa ocre con mayor o menor proporción de gravas areniscas. Formación ripable por alto nivel freático, susceptible como cimentación de terraplenes con tensiones bajas (Potencia aprox. 0,50-4m.).
- VC** Coluviales constituidos por gravas poligénicas redondeadas y heterométricas, arenas silíceas, limas, arcillas y limas yesíferos. Conjunto masivo en disposición caótica, depositado en zonas de laderas. Formación ripable por alto nivel freático, susceptible como cimentación de terraplenes y obras de fábrica, con tensiones admisibles bajas (1-2 Kg./cm²) para cimentaciones superficiales, presentando riesgo de inestabilidad. (Potencia aprox. 3-5 m.).
- VC** Aluvia en zonas bajas con gravas y bolas poligénicas redondeadas y heterométricas, a veces lechos arenosos. Conjunto masivo. Formación ripable, drenaje deficiente por alto nivel freático, susceptible como cimentación de terraplenes y obras de fábrica con tensiones admisibles altas (3-4 Kg./cm²) (Potencia aprox. 0,50-4m.).
- AS** Aluviales limo-arcillosos ocre, limas yesíferas y gravas yesíferas. Formación ripable, taludes naturales y artificiales observados del orden 2/1 (H/V), taludes aconsejados 2/1 y 3/2 (H/V), drenaje tanto superficial como profundo deficiente, constituye un cemento deficiente para terraplenes y obras de fábrica, con tensiones admisibles bajas (1-1,5 Kg./cm²), empleo de cementos especiales debido al contenido de sulfatos (Potencia aprox. 1-5m.).
- AS** Aluviales constituidos por gravas coloradas y calcareofónicas sueltas, redondeadas y heterométricas, arcillas limosas pardas y ocre. Formación ripable, taludes naturales y artificiales observados del orden 2/1 (H/V), permeabilidad y drenaje bajo por alto nivel freático, susceptible como cimentación de terraplenes y regular para obras de fábrica con tensiones admisibles bajas (1-1,5 Kg./cm²) (Potencia aprox. 2-5m.).
- AS** Aluviales constituidos por limas arcillosas ocre con gravas coloradas y calcareofónicas en mayor o menor proporción. Formación ripable, taludes naturales y artificiales observados del orden 1/2 (H/V), en buen estado, permeabilidad superficial y profunda baja, capacidad como cemento de terraplenes bajo para obras de fábrica con tensiones admisibles del orden 1-1,5 Kg./cm para cimentaciones superficiales. (Potencia aprox. 1-5m.).
- AS** Aluviales constituidos por limas arcillosas ocre, limas yesíferas y gravas coloradas y gravas de yeso. Formación ripable, taludes naturales y artificiales observados en pequeños alturas, 1/2 (H/V), permeabilidad baja por lo que el drenaje tanto superficial como profundo es deficiente, con anclajes en el empleo de cemento de terraplenes y obras de fábrica, se deben adoptar hormigones especiales resistentes a los ataques químicos procedentes de aguas sulfatadas. (Potencia aprox. 1-8m.).
- AS** Terrazas constituidas por gravas poligénicas redondeadas, con índice de aplastamiento elevado, matriz arena arcillosa ocre roja, se presentan niveles encastrados, sobre todo en las terrazas superiores. Conjunto masivo, morfología plana. Formación ripable, taludes naturales y artificiales observados del orden 2/3 (H/V), taludes aconsejados 1/1 (H/V) para desmontes grandes y 2/3 (H/V) para desmontes pequeños, drenaje superficial y profundo bueno, buen cemento para terraplenes y obras de fábrica con tensiones admisibles medias (2-4 Kg./cm²), buen empleo para obras de terraplenes. (Potencia aprox. 0,50-5m.).

PLIOCUATERNARIO

- 350T** Glacia de gravas y bolas coloradas, encastradas superficialmente por una matriz limo-arcillosa fina de color ocre. Conjunto masivo. Formación ripable, se observan taludes naturales y artificiales próximos al 1/2 (H/V) en desmontes pequeños, para desmontes mayores 1/2 (H/V), el drenaje tanto superficial como profundo es deficiente, el material es adecuado para el empleo de obras de fábrica con tensiones admisibles altas (4 Kg./cm²). (Potencia aprox. 1-8m.).
- 350T** Glacia constituida por gravas angulosas coloradas a veces sub-redondeadas y limas arcillosas ocre. Disposición caótica y masiva. Formación ripable, se observan taludes naturales y artificiales de poca altura del orden 1/2 (H/V) en buen estado, permeabilidad media, drenaje superficial y profundo deficiente, buen material como cemento de terraplenes y obras de fábrica con tensiones admisibles del orden 2-3 Kg./cm² para cimentaciones superficiales. (Potencia aprox. 0,50-5m.).
- 350T** Terrazas-glacia de gravas poligénicas, arenas silíceas y limas arena-arcillosas ocre, costras superficiales. Conjunto masivo. Formación ripable, se observan taludes naturales y artificiales próximos al 1/2 (H/V) en desmontes pequeños, para desmontes mayores 3/2 (H/V), el drenaje tanto superficial como profundo es deficiente, el material es adecuado para el empleo de obras de fábrica con tensiones admisibles altas (4 Kg./cm²). (Potencia aprox. 1-6 m.).

GRUPO DETRITICO

- 321a** Margas arcillosas ocre con intercalaciones de bancos irregulares de areniscas coloradas de grano fino a medio, de naturaleza cuarcítica, aparecen niveles de conglomerados cuarcíticos de pequeño tamaño intercalados dentro de la formación (H/V de Barbastro). Formación en disposición horizontal, pero plegada y fracturada en contacto con la formación yesifera de Barbastro. Relieve de mesas y gradas, fuerte erosión diferencial. Solo se ripables los niveles margos-arcillosos y los niveles colorados de areniscas, lo estudiado en los desmontes es deficiente, taludes artificiales observados 1/1 (H/V) y 3/2 (H/V) en desmontes pequeños, cimentaciones superficiales, como arrastres, es deficiente para el empleo de cementos de terraplenes con tensiones admisibles medias o altas (2-4 Kg./cm²) para cimentaciones superficiales; tendencias de socavación en los cauces de los ríos (AQUITANIENSE, MIOCENO INFERIOR). Potencia aprox. 400-600m.).

GRUPO YESIFERO

- 321b** Alternancia de yesos blancos y margas yesíferas, limas, calizas margosas y areniscas coloradas de grano fino. Conjunto estratificado horizontalmente, relieve de mesas y gradas con una marcada erosión diferencial. Formación ripable, taludes naturales del orden del 2/1 (H/V) y artificiales del orden del 1/2 (H/V), permeabilidad es media o baja por lo que el drenaje superficial y profundo es deficiente, constituye un cemento de terraplenes y obras de fábrica deficiente. (BURDIGALIENSE-VINDOBONIENSE (MIOCENO). Potencia aprox. 50-150m.).
- 321c** Alternancia irregular de yesos blancos alabástricos y yesos grises, lechos delgados de limas yesíferas y margas yesíferas. Disposición preferentemente horizontal con tendido horizontalizado en los yesos. Formación ripable, aunque algún banco no lo sea, taludes naturales del orden 1/2 (H/V), taludes artificiales mal conservados (la permeabilidad es media o baja y el drenaje superficial y profundo es deficiente), constituye un buen cemento de terraplenes y obras de fábrica con tensiones admisibles medias o altas (3-4 Kg./cm²). (VINDOBONIENSE (MIOCENO SUPERIOR). Potencia aprox. 100-150m.).

GRUPO CALCO - MARGOSO

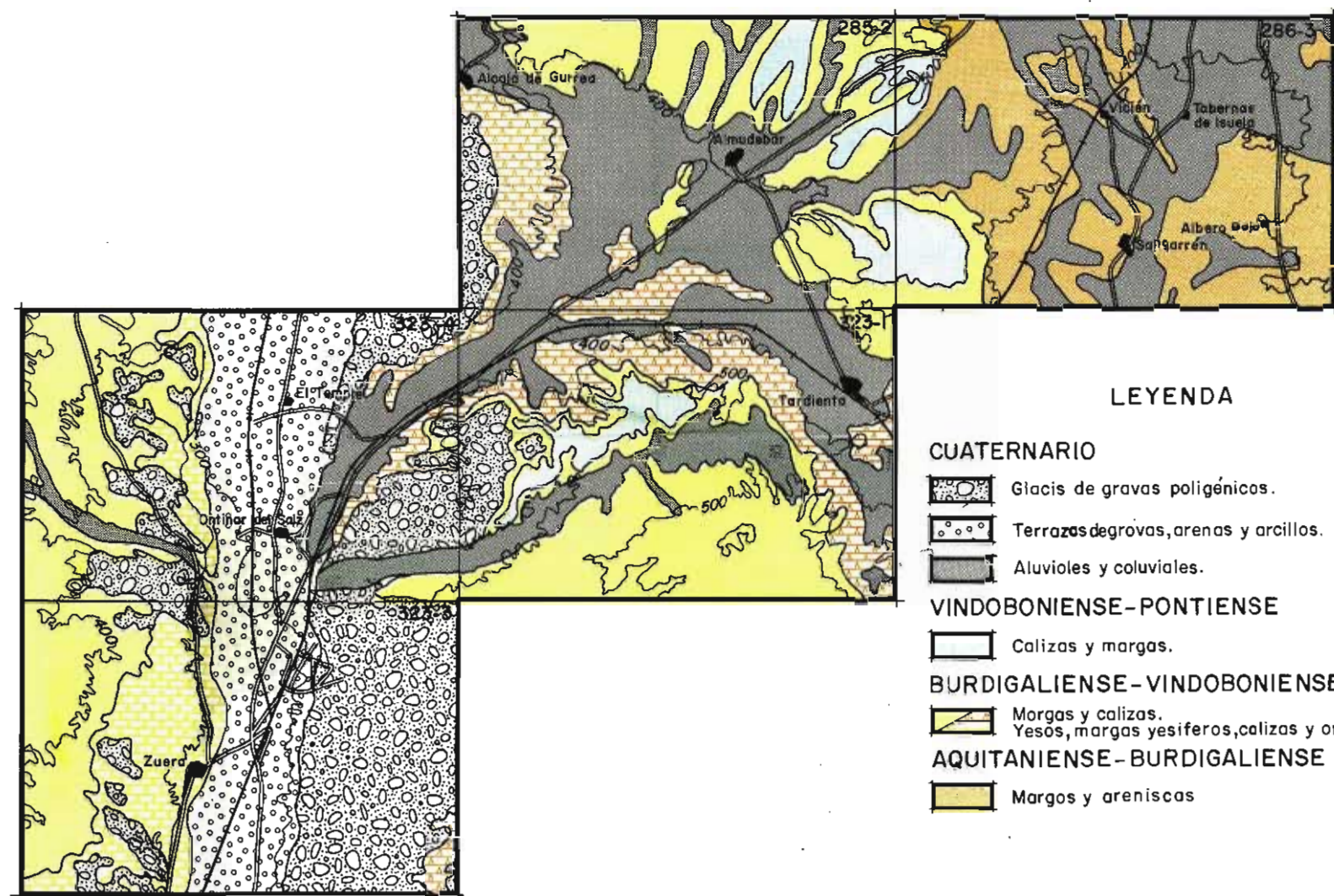
- 321d** Margas arcillosas ocre con intercalaciones de lechos y capas finas de calizas margosas grises. Conjunto estratificado horizontalmente, presenta relieve de mesas y gradas con una marcada erosión diferencial. Formación ripable, taludes naturales del orden del 2/1 (H/V) y artificiales del orden del 1/2 (H/V), permeabilidad es muy baja por lo que el drenaje tanto superficial como profundo es deficiente, constituye un buen cemento de terraplenes y obras de fábrica con tensiones admisibles medias del orden del 1,5-2 Kg./cm² para cimentaciones superficiales. (VINDOBONIENSE-PONTIENSE (MIOCENO SUPERIOR) Potencia aprox. 50-200m.).
- 321e** Calizas margosas grises y calizas puras con intercalaciones de lechos y capas delgadas de margas arcillosas ocre. Conjunto estratificado horizontalmente, relieve de mesas y gradas con una marcada erosión diferencial. Formación no ripable, taludes naturales observados del orden 1/2 (H/V) mal conservados, permeabilidad del orden 1/2 (H/V), también mal conservados, permeabilidad es media, drenaje superficial y profundo bueno por fricción, material no utilizable para obras de fábrica, aunque algún banco calcáreo o yeso. Buen cemento para terraplenes y obras de fábrica con tensiones admisibles de 3-4 Kg./cm² para cimentaciones superficiales (PONTIENSE (MIOCENO SUPERIOR) Potencia aprox. 50-150.).

SIMBOLOGIA

- Contacto no definido.
- - - Contacto entre formaciones litológicas.

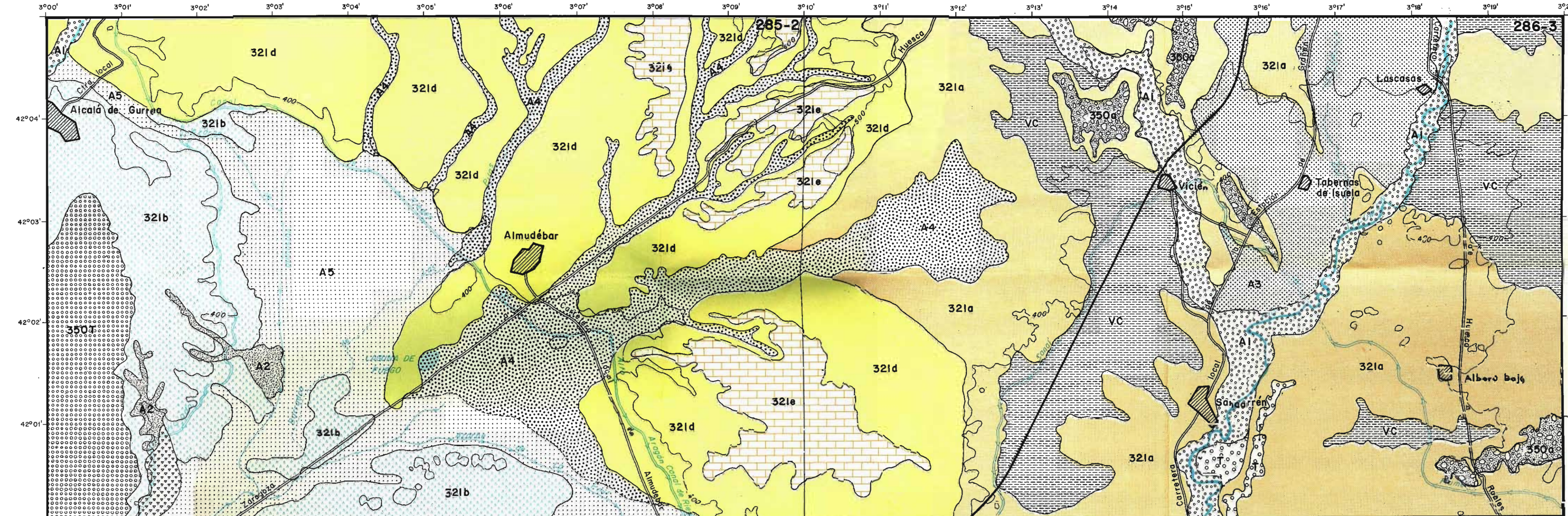
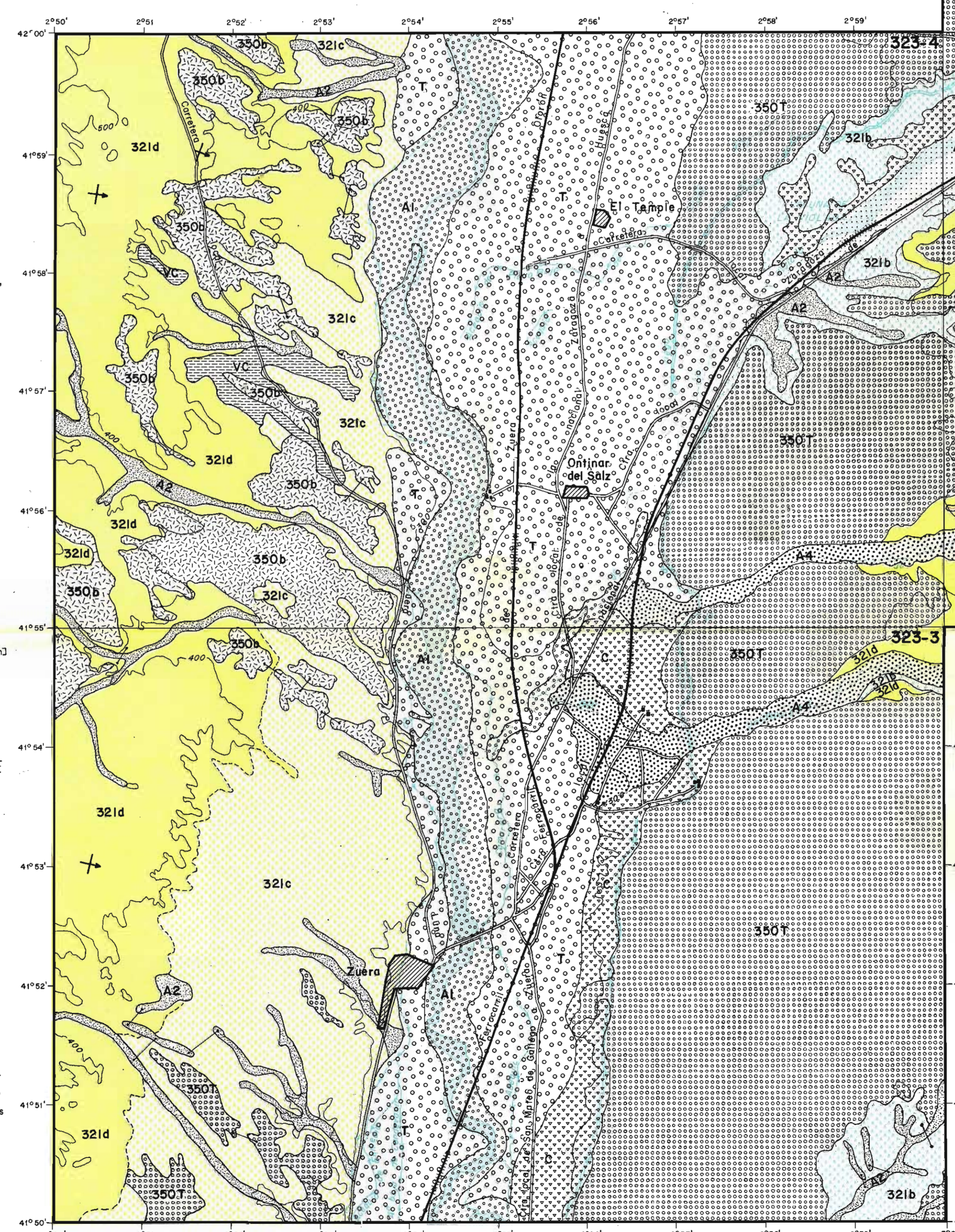
ESQUEMA GEOLOGICO

ESCALA 1: 200.000



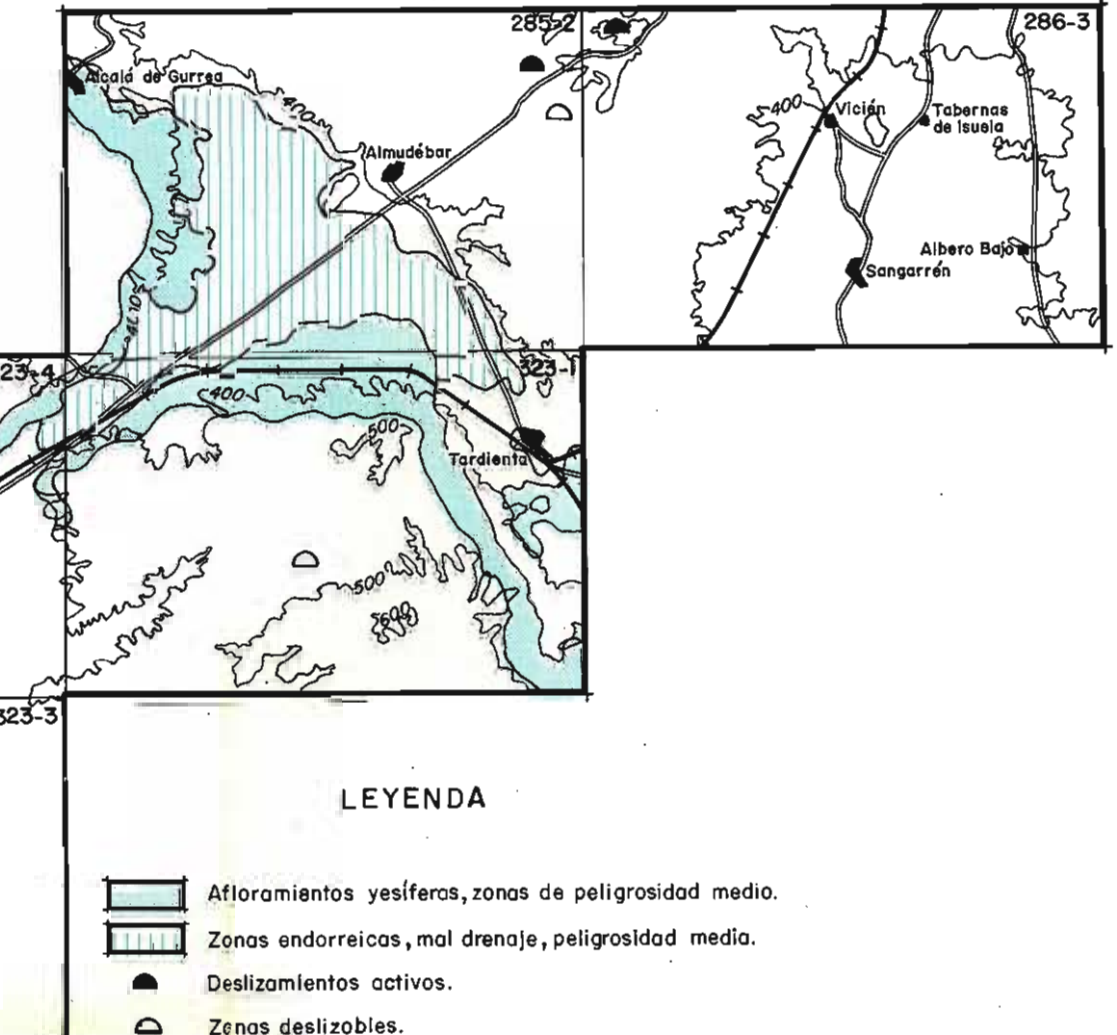
LEYENDA

- CUATERNARIO**
 - Glacia de gravas poligénicas.
 - Terrazas de gravas, arenas y arcillas.
 - Aluviales y coluviales.
- VINDOBONIENSE-PONTIENSE**
 - Calizas y margas.
- BURDIGALIENSE-VINDOBONIENSE**
 - Margas y calizas.
 - Yesos, margas yesíferas, calizas y areniscas.
- AQUITANIENSE-BURDIGALIENSE**
 - Margas y areniscas.



ESQUEMA GEOTECNICO

ESCALA 1: 200.000

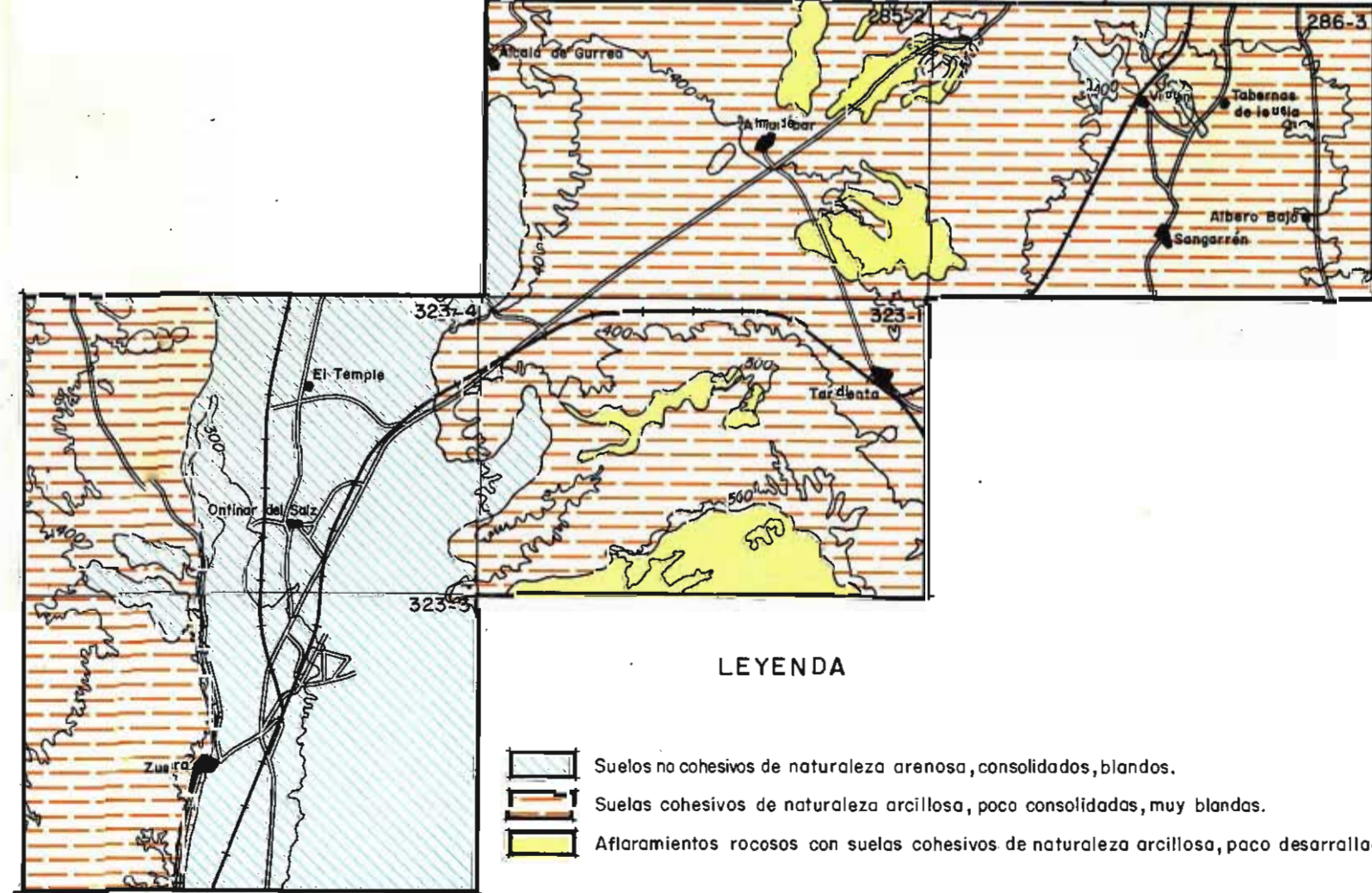


LEYENDA

- Affirmamientos yesíferos, zonas de peligrosidad media.
- Zonas endorreicas, mal drenaje, peligrosidad media.
- Deslizamientos activos.
- Zonas deslizables.

ESQUEMA DE SUELOS Y FORMACIONES DE PEQUEÑO ESPESOR

ESCALA 1: 200.000

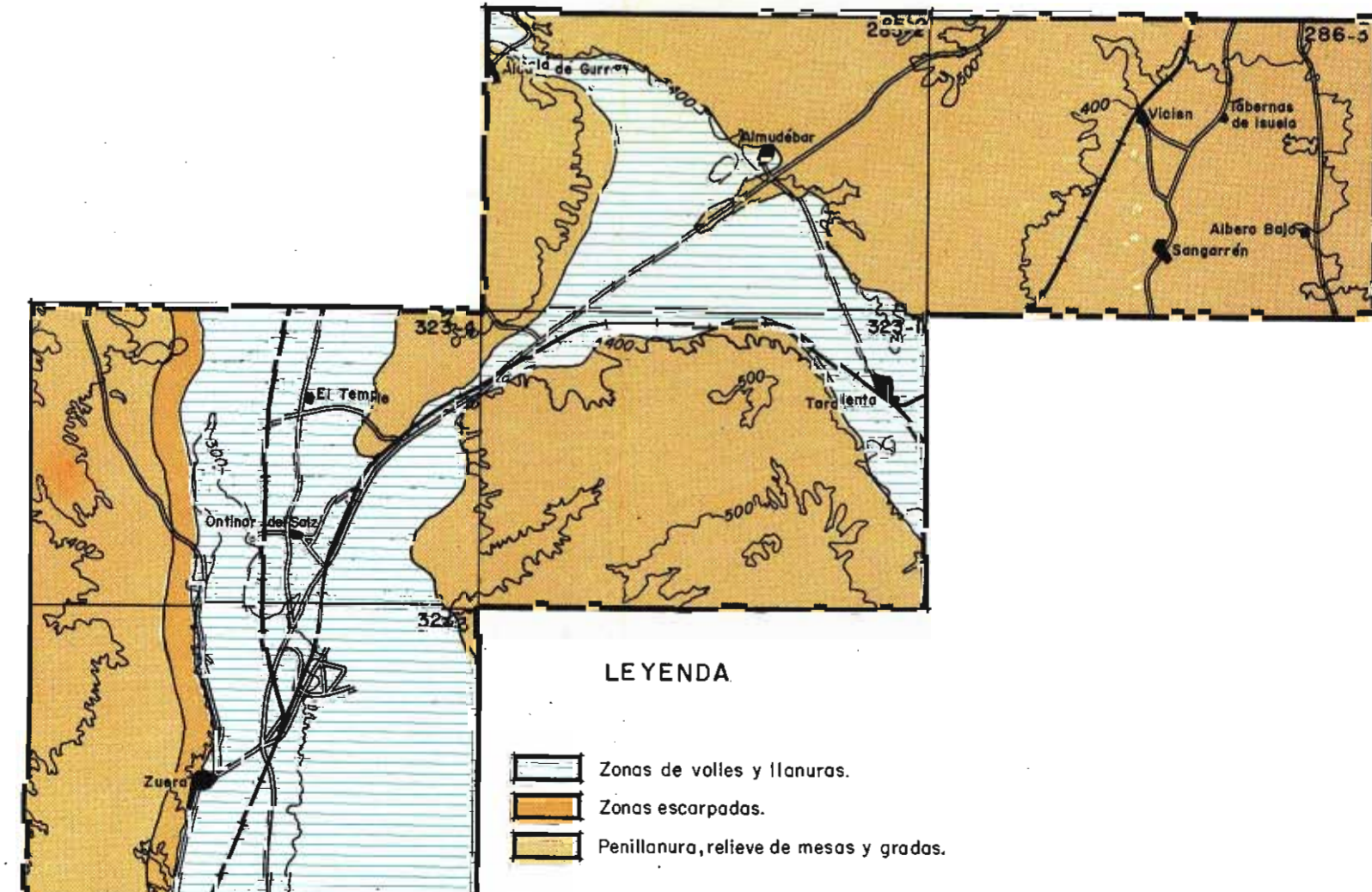


LEYENDA

- Suelos no cohesivos de naturaleza arenosa, consolidados, blandos.
- Suelos cohesivos de naturaleza arcillosa, poco consolidados, muy blandos.
- Afirmamientos rocosos con suelos cohesivos de naturaleza arcillosa, poco desarrollados.

ESQUEMA MORFOLOGICO

ESCALA 1: 200.000



LEYENDA

- Zonas de valles y llanuras.
- Zonas escarpadas.
- Penillanura, relieve de mesas y gradas.

