



estudio  
previo  
de  
terrenos



# **Autopista Madrid - Zaragoza**

**TRAMO : BOROBIA - PEDROLA**

**MOP**

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

**75-05**

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

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

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

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

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

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

M.O.P.

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

**ESTUDIO PREVIO DE TERRENOS**  
AUTOPISTA MADRID-ZARAGOZA  
*TRAMO: BOROBIA - PEDROLA*

CUADRANTES:

353 - 2 y 3	PEDROLA
380 - 1, 2, 3 y 4	BOROBIA
381 - 1, 2, 3 y 4	ILLUECA
382 - 4	EPILA

ESTUDIO 75/5  
FECHA DE EJECUCION: DICIEMBRE 1975

### FE DE ERRATAS

<b>Pág.</b>	<b>Línea</b>	<b>Dice</b>	<b>Debe decir</b>
6	17	Rama Aragonesa	Rama Castellana
29	6	redondeados y	redondeados,
76	3	discontinua	discontínua
142	1	M.O.P. –GEMAT 1971	M.O.P. 1971

## INDICE

	Pág.
<b>1. INTRODUCCION</b> . . . . .	1
<b>2. CARACTERES GENERALES DEL TRAMO</b> . . . . .	3
2.1 GEOMORFOLOGIA Y TECTONICA . . . . .	3
2.2 ESTRATIGRAFIA . . . . .	8
2.3 GRUPOS GEOTECNICOS . . . . .	11
2.4 SISMICIDAD . . . . .	12
<b>3. ESTUDIO DE ZONAS</b> . . . . .	15
3.0 ZONAS DE ESTUDIO . . . . .	15
3.1 ZONA I: AREAS DEPRIMIDAS, LLANAS U ONDULADAS . . . . .	18
3.1.1 GEOMORFOLOGIA Y TECTONICA . . . . .	18
3.1.2 COLUMNA ESTRATIGRAFICA . . . . .	22
3.1.3 GRUPOS GEOTECNICOS . . . . .	23
3.1.4 RESUMEN DE PROBLEMAS GEOTECNICOS QUE PRESENTA LA ZONA . . . . .	68
3.2 ZONA 2: ALINEACIONES MONTAÑOSAS DE LA CORDILLERA IBERICA . . . . .	70
3.2.1 GEOMORFOLOGIA Y TECTONICA . . . . .	70
3.2.2 COLUMNA ESTRATIGRAFICA . . . . .	73
3.2.3 GRUPOS GEOTECNICOS . . . . .	74
3.2.4 RESUMEN DE PROBLEMAS GEOTECNICOS QUE PRESENTA LA ZONA . . . . .	106
3.3 ZONA 3: HORSTS PALEOZOICOS . . . . .	108
3.3.1 GEOMORFOLOGIA Y TECTONICA . . . . .	108
3.3.2 COLUMNA ESTRATIGRAFICA . . . . .	108
3.3.3 GRUPOS GEOTECNICOS . . . . .	111
3.3.4 RESUMEN DE PROBLEMAS GEOTECNICOS QUE PRESENTA LA ZONA . . . . .	121
<b>4. CONCLUSIONES</b> . . . . .	123
4.1 RESUMEN DE PROBLEMAS GEOTECNICOS . . . . .	123
4.2 RESUMEN DE PROBLEMAS TOPOGRAFICOS . . . . .	124
4.3 CORREDORES DE TRAZADOS SUGERIDOS . . . . .	125
<b>5. ESTUDIO DE YACIMIENTOS</b> . . . . .	129
5.1 CANTERAS . . . . .	131
5.2 YACIMIENTOS GRANULARES . . . . .	133
5.3 PRESTAMOS . . . . .	137
5.4 YACIMIENTOS QUE SE DEBERAN ESTUDIAR CON DETALLE . . . . .	139
<b>6. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA</b> . . . . .	141

## 1.— INTRODUCCION

El estudio previo de Terrenos del tramo Borobia--Pédrola ha sido realizado por la Sección de Geotecnia y Prospecciones de la Dirección General de Carreteras, con la colaboración de GEOEXPERTS, S.A.

Tras la fotointerpretación previa y los reconocimientos precisos del terreno, los datos obtenidos se han representado sobre superponibles a escala 1:25.000, los cuales se redujeron a escala 1:50.000, logrando así un mapa litológico-estructural de conjunto. Igualmente se ha representado a escala 1:200.000 un esquema geológico, un esquema geotécnico, otro morfológico y por último un esquema de suelos y formaciones de pequeño espesor.

El estudio se completa con la presente memoria, en la que se realiza una descripción de las características del Tramo, acompañada de cortes geológicos, bloques-diagrama, columnas estratigráficas, fotografías y esquemas.

Los símbolos empleados se han ajustado a las normas proporcionadas por la Dirección General de Carreteras, en Enero de 1975.

Han supervisado y realizado el presente estudio:

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

D. Antonio Alcaide Pérez, Dr. Ingeniero de Caminos.  
D. Rafael del Prado Palomeque, Ingeniero de Caminos.  
Dña. M<sup>a</sup> Concepción Bonet Muñoz, Doctora en Ciencias Geológicas.

GEOEXPERTS, S.A.

D. Julio Corral Gradaille, Dr. Ingeniero de Caminos.  
D. Juan José Gómez Fernández, Licenciado en Ciencias Geológicas.  
D. Francisco de la Fuente Pérez, Licenciado en Ciencias Geológicas.

El Tramo estudiado comprende las hojas del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:50.000 núm. 353 (Pédrola), cuadrantes 2 y 3. Hoja 380 (Borobia), cuadrantes, 1,2,3,4. Hoja 381 (Illueca), cuadrantes 1,2,3, y 4, y Hoja 382 (Epila), cuadrante 4.

## 2.- CARACTERES GENERALES DEL TRAMO

El Tramo que se va a describir presenta un gran interés tanto desde el punto de vista geológico como geotécnico, debido a que a lo largo de él se encuentran representados fragmentos de cuatro de las unidades morfoestructurales más características de la Península Ibérica (ver fig.1).

Descritas de Oeste a Este, las unidades distinguidas son las siguientes: la que se encuentra en posición más occidental, se ha denominado "Cuenca de Almazán-Soria", y se trata de una zona deprimida, rellena por materiales terciarios. La segunda es la Cordillera Ibérica, que ocupando la posición central, queda dividida en dos "ramas" por una depresión alargada que desde el sur de Teruel pasa por Calamocha, Calatayud y cruza el Tramo con dirección aproximada Norte-Sur. Esta unidad divisoria recibe la denominación regional de, "Depresión de Teruel-Calatayud". A la parte de la Cordillera Ibérica que queda situada al oeste de ésta depresión se la denomina "Rama Castellana" (o interna), mientras que la parte situada al este recibe el nombre de "Rama Aragonesa" (o externa).

Por último, esta Rama Aragonesa de la Cordillera Ibérica queda limitada al Este por la conocida "Fosa del Ebro" que se extiende hasta los Pirineos y que al igual que las anteriores, se encuentra rellena por sedimentos terciarios.

Así expuestos los caracteres generales, es fácil adivinar la importante cantidad de materiales diferentes, tanto en edad como en composición, que aparecen en el Tramo. Hay un claro predominio de los de origen sedimentario, ya que el metamorfismo sufrido por algunos de ellos es tan débil, que pueden ser incluidos dentro del grupo de los sedimentarios o al menos metasedimentarios.

### 2.1 GEOMORFOLOGIA Y TECTONICA

Una vez enunciadas las principales unidades, puede realizarse un comentario que ponga de manifiesto algunos de los aspectos geomorfológicos y tectónicos más importantes del Tramo. De este podrán sacarse conclusiones en cuanto a las analogías y diferencias dentro de estas unidades o entre ellas, y servirá a su vez de introducción y justificación de las Zonas en que ha sido dividido el Tramo.



# ESQUEMA DE UNIDADES GEOLOGICAS

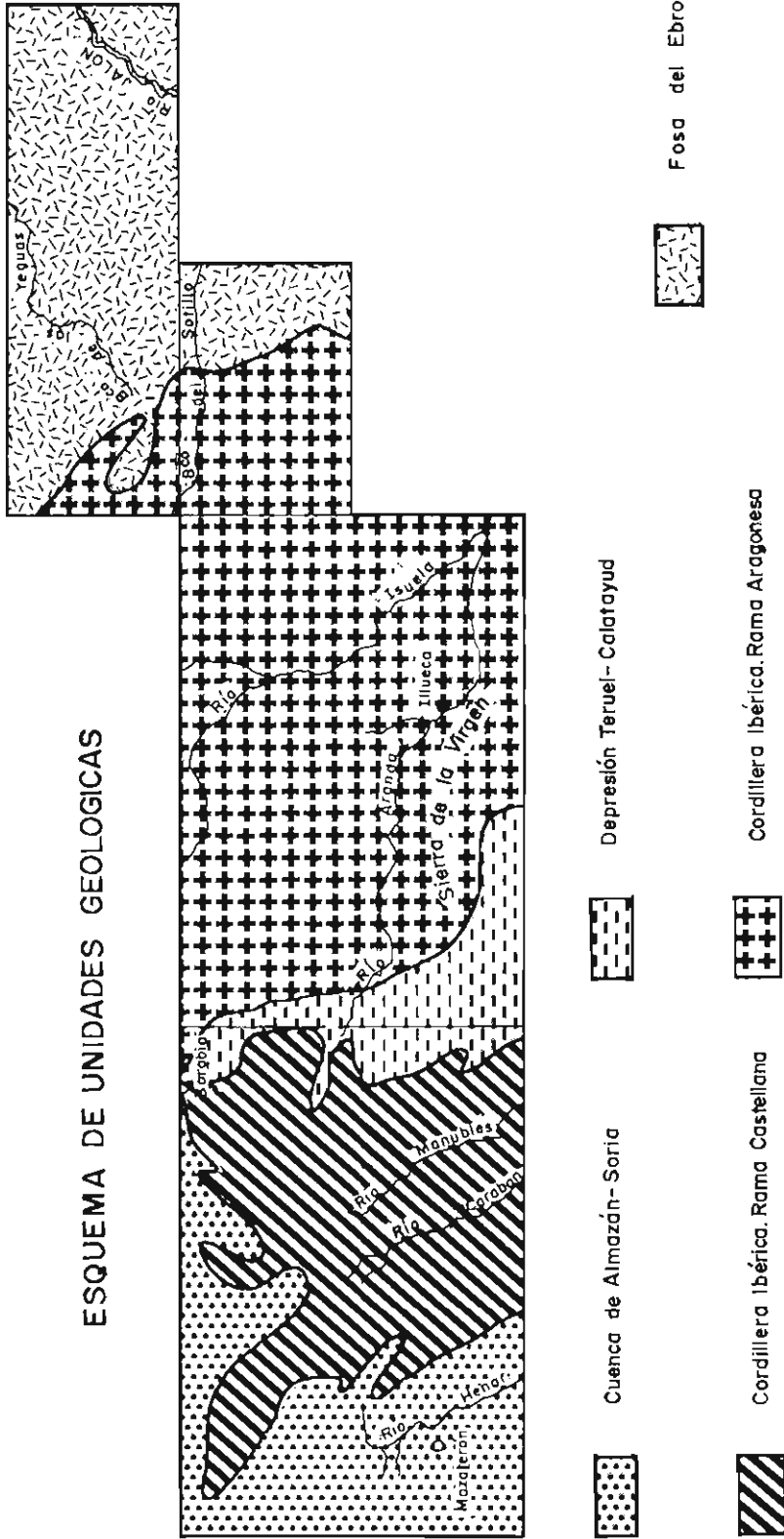


Fig.-1

La depresión de Almazán–Soria enlaza hacia el Oeste con la Submeseta Norte, estando cruzada por el río Duero. En la escasa representación que hay de ella en la parte occidental del Tramo, puede apreciarse una morfología suave de colinas que llega a ser llana en la parte noroccidental. Su relieve aumenta sensiblemente con la proximidad a las estribaciones de la Cordillera Ibérica, constituída por sedimentos plegados que quedan cubiertos por depósitos más recientes, imperturbados (o casi) por la tectónica.

La Rama Castellana de la Cordillera Ibérica presenta una serie de características propias. Resalta en primer lugar la gran influencia estructural y litológica que sufre su relieve. En efecto, la presencia de un Cretácico superior calizo dibujando los pliegues, parcialmente erosionados, dá como resultado una serie de alineaciones en crestería sumamente típicas. El relieve así originado es generalmente normal y ordenado, y sólo a veces se encuentra la presencia de algún relieve invertido como ocurre con el sinclinal de Ciria.

En los núcleos de estos pliegues suelen aparecer los materiales paleozoicos, que al contrario que en la Rama Aragonesa, no producen ningún resalte en la topografía, debido a que en sus afloramientos muestran parte de la “penillanura” pre–triásica, hoy exhumada por la erosión. Este hecho provoca que dentro de esta unidad puedan encontrarse áreas de relieve suave, que contrastan con el relieve quebrado en auténticos “dientes de sierra”, dominante en este área.

En este sector de la Rama Castellana de la Cordillera Ibérica dominan las alineaciones muy continuas y marcadas, de dirección NO–SE, que coinciden con las direcciones principales de las estructuras tectónicas. En sentido transversal a estas alineaciones se reconoce un relieve en “hog–backs” que viene dado como resultado de la diferente competencia que existe entre los materiales mesozoicos, y el consiguiente retroceso diferencial de sus vertientes.

Tectónicamente se encuentra la superposición de las estructuras originadas durante la Orogenia Hercílica, impresas en los materiales paleozoicos, y las correspondientes a la Orogenia Alpina, que afecta además a gran parte de los sedimentos post–paleozoicos. Con frecuencia es difícil diferenciar unas de otras, debido a que a veces las estructuras generadas en una y otra orogenia contienen arrumbamientos casi paralelos de dirección NO–SE.

La Depresión Teruel–Calatayud presenta dentro del Tramo un relieve alomado bastante suave, únicamente interrumpido por la escisión de los arroyos, que con frecuencia dan valles bastante amplios de fondo plano. Localmente, este relieve está más acentuado por un aumento en la densidad de las vaguadas y pendiente de éstas, como ocurre en el borde con la Sierra de la Virgen. En la parte sur del Tramo, la zona se encuentra emplazada en un conjunto de bloques deprimidos durante el Terciario, y ha sido rellenada por sedimentos detríticos en el Mioceno, los cuales no se encuentran afectados por la tectónica, aunque esto no pueda generalizarse para el resto de la depresión.

El relieve de la Rama Aragonesa de la Cordillera Ibérica está dominado en gran parte por los afloramientos de materiales paleozoicos como el de la Sierra de la Virgen, que llega a alcanzar los

1.413 m de altitud, desde los que descienden con importantes pendientes. Resaltan fuertemente en el paisaje, constituyendo barreras naturales a las vías de comunicación, que sólo pueden ser atravesadas siguiendo los cursos de agua que han excavado su cauce en ellos. Los barrancos se encuentran fuertemente encajados, dando como resultado un relieve áspero y profundamente quebrado.

Los materiales mesozoicos que se adosan a estos macizos representan asimismo un relieve vigoroso debido a la dureza de sus materiales y a la intensa labor erosiva de los ríos, pero sus pendientes y diferencia de cotas son en general mucho más modestas, de forma que su índice de relieve es generalmente menor.

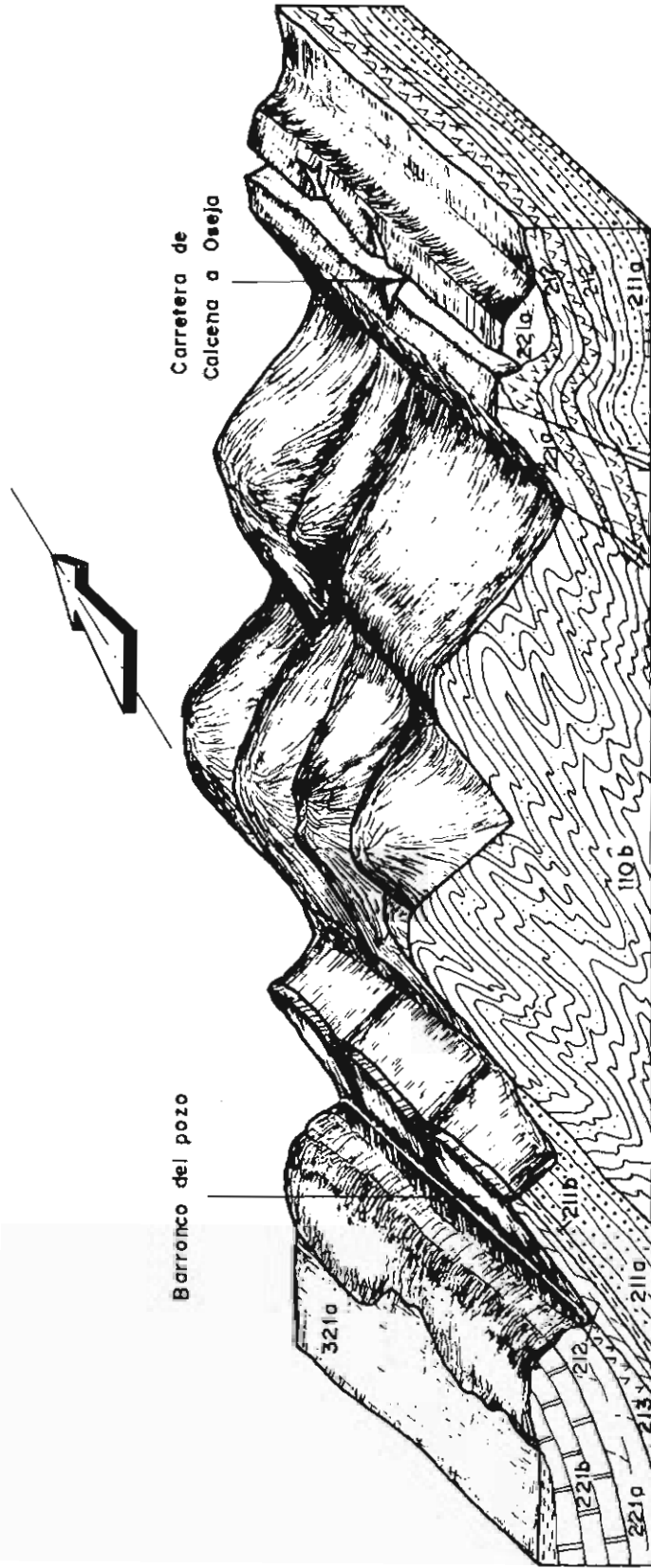
En algunas ocasiones, como ocurre al noreste de Tierga, se encuentran retazos de materiales terciarios, que formando altiplanicies, contribuyen a dulcificar el quebrado relieve del país.

Domina una tectónica de horsts paleozoicos formando los núcleos de los anticlinales, a los cuales se adosan los sedimentos mesozoicos. Debido al predominio de una vergencia hacia el Noreste, es frecuente observar como los materiales mesozoicos se ven cabalgados por el paleozoico mediante fallas de plano inclinado hacia el SO, como ocurre en la región de Calcena (Fig.2) y a lo largo del graben de Brea de Aragón. De cualquier manera, las estructuras son claramente más fragmentarias que en la Rama Aragonesa, no dejando sentirse la influencia estructural en el relieve de detalle.

Llama poderosamente la atención el hecho de que en la parte oriental, las formaciones carbonatadas del Jurásico se apoyen directamente sobre el Triásico inferior (Buntsandstein). Según algunos autores (RICHTER, por ejemplo), este fenómeno tiene su origen en el despegue tectónico existente entre el basamento paleozoico y su "tegmento" (Triás inferior) por una parte y el resto de los materiales mesozoicos por otra. Por el contrario, para otros (RIBA et al., 1971) se trata del resultado de un "slumping" gravitatorio, con desmantelamiento previo de algunos de los niveles del Triás. De todas formas es un problema que por el momento se encuentra sin resolver.

Por último, la Fosa del Ebro (o Depresión del Ebro) está originada por una serie de fallas en gradierío, cuyos bloques descienden hacia el centro. Al igual que las anteriores fue rellenada durante el terciario por los materiales provenientes de sus marcos montuosos. Su relieve es suavemente alomado, en una sucesión de colinas y "vales" más o menos amplios, que solo ocasionalmente pueden llegar a dar escarpes fuertes, como relicto de la actividad erosiva de los ríos importantes.

Estos materiales han sufrido una suave deformación, que si bien no justifica que se pueda hablar de pliegues, tampoco se puede afirmar que a escala de toda la Fosa del Ebro, las series sean tabulares y completamente horizontales, puesto que se ha descrito la presencia de ligeras deformaciones, muy amplias, que a veces presentan cierto paralelismo con las que contienen los materiales más antiguos que forman el substrato de la Fosa, (QUIRANTES, 1969). No obstante, para el fragmento de esta unidad que aparece estudiado dentro del Tramo, puede considerarse como











- |   |   |   |  |
|---|---|---|--|
|   | 321a Arcillas limosas calcáreas con conglomerados y gravas.                   |   | 212 Dolomías cristalinas.                |
|  | 221b Calizas microcristalinas   |  | 211b Argilitas con dolomías y areniscas. |
|  | 221a Brechas dolomíticas, conglomeradas, calizas y dolomías                   |  | 211a Areniscas y argilitas .             |
|  | 213 Arcillas y margas abigarradas con dolomías, yesos, limolitas y areniscas. |  | 110b Pizarras arcillosas y areniscas     |

Figura 2.— Bloque diagrama esquemático representando el estilo tectónico y la morfología de un sector de la Rama Aragonesa de la Cordillera Ibérica, presente en el Tramo. El núcleo anticlinal paleozoico (110b), con una clara vergencia hacia el noreste, llega a cabalgar a los materiales mesozoicos.

prácticamente horizontal, o con buzamientos generalmente suaves.

## 2.2 ESTRATIGRAFIA

Están presentes en el Tramo una amplia gama de materiales que van desde el Precámbrico hasta el Cuaternario, aunque no de forma continua (Fig.3).

Sobre un conjunto pizarroso atribuible al Precámbrico, se encuentra un Cámbrico bien estudiado por LOTZE (1970) y otros autores, así como un afloramiento de cuarcitas y pizarras atribuibles al Silúrico.

El Mesozoico comienza en su base con un Triásico, en el que al igual que en el resto de la Cordillera Ibérica, se reconocen las típicas facies germánicas. Sobre él se superpone un potente conjunto carbonatado perteneciente al Jurásico, cuya detallada bioestratigrafía fue realizada por MENSINK (1966). Por otra parte el Cretácico se desarrolla únicamente en la Rama Castellana y puede observarse cómo su formación basal, la típica "Facies Utrillas", se va apoyando progresivamente hacia el noroeste sobre materiales más antiguos del Triásico, por efecto de la discontinuidad producida en la fase Neocimérica, mientras que el Cretácico superior está representado por una serie constituida por rocas carbonatadas y margas. El estado actual del conocimiento sobre la paleogeografía de esta región muestra que parte del sector oriental se encontraba emergido durante el Cretácico, (AGUILAR, 1975).

Sobre el conjunto de rocas carbonatadas correspondientes al Cretácico, y discordante sobre ellas, se encuentra una serie correspondiente al Paleógeno compuesta por arcillas y conglomerados, que debido a su situación estructural superior, y a encontrarse también plegado, muchas veces toma un aspecto de aparente concordancia. El Mioceno, que rellena las depresiones o fosas, se encuentra discordante con los sedimentos precedentes y a veces resulta difícil establecer dataciones precisas en él por la escasez de restos fósiles.

La secuencia estratigráfica, brevemente comentada de más antiguo a más moderno, es la siguiente:

**Precámbrico.**— Se asigna esta edad a las pizarras que aparecen por debajo de la serie cuarcítica de la Sierra de la Virgen, cuya edad es posiblemente Cámbrico basal.

**Cámbrico.**— Ha sido estudiado por numerosos autores, entre los que destaca F. LOTZE, que a través de numerosas publicaciones da una visión completa y precisa del Cámbrico de la Cordillera Ibérica, así como del resto de España, presentando su cronoestratigrafía avalada por numerosa documentación paleontológica. A este sistema pertenecen la mayor parte de los macizos que aparecen como núcleos anticlinales en el Tramo (Sierra de la Virgen, Sierra de Tablado... etc), y está constituido por cuarcitas, pizarras y areniscas fundamentalmente.

**Silúrico.**— Aunque al parecer no existen argumentos paleontológicos definitivos acerca de la

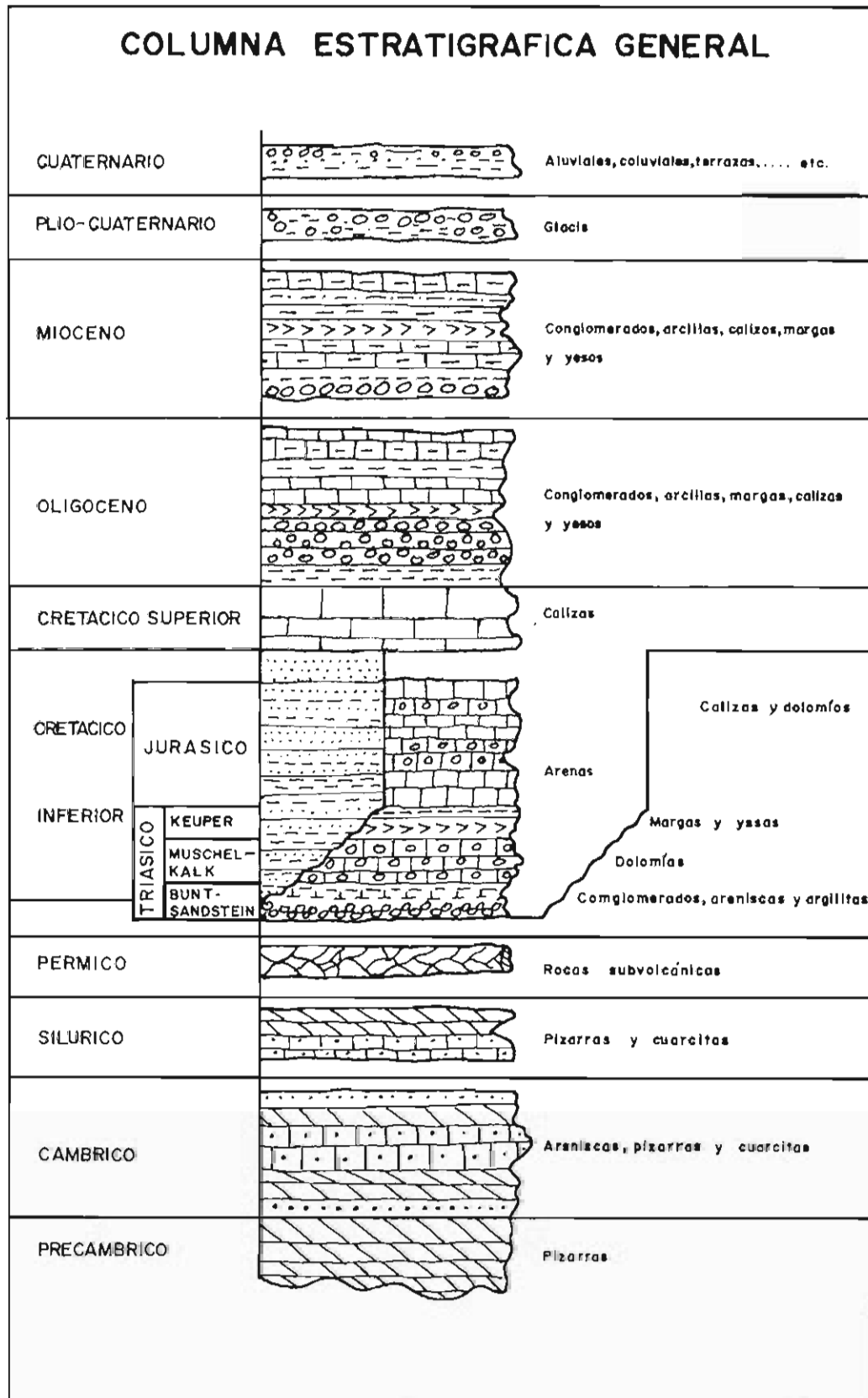


Fig.—3

edad del afloramiento de cuarcitas y pizarras situado al este de Tabuena, se le asigna por su facies una edad silúrica.

**Pérmico.**— Sin datación alguna, se asigna esta edad a una serie de rocas de origen subvolcánico presentes en la parte occidental del Tramo. Las únicas bases para esta suposición se desprenden de los caracteres estructurales, ya que estas rocas intruyen a los materiales paleozoicos, pero no a los triásicos.

**Triásico.**— Como se ha dicho, se encuentra en su totalidad bajo la típica facies germánica. La serie inferior (Buntsandstein) está constituida por un conglomerado basal, y una sucesión de areniscas y argilitas rojas, que en su parte superior pueden predominar.

El Muschelkalk presenta ciertas complicaciones ya que puede constatarse la presencia de margas abigarradas (capas rojas intermedias "tipo Keuper") entre los clásicos niveles dolomíticos, al igual que en algunas áreas de las Catalánides y otras de la Cordillera Ibérica. El Keuper presenta su facies típica de margas abigarradas, frecuentemente con yesos, y localmente presenta intercalaciones de rocas volcánicas que pueden llegar a predominar.

**Jurásico.**— Está representado por un conjunto de rocas carbonatadas. En su base aparece una formación conocida con el nombre de carniolas, que se extiende por la mayor parte de la cordillera Ibérica y cuya edad no ha podido ser precisada por el momento, pero posiblemente se encuentre en ella el tránsito entre el Triásico y el Jurásico.

En buena parte del resto de la serie pueden realizarse precisas subdivisiones basadas en la abundante fauna de Ammonites (MENSINK, 1966), destacándose parte del Toarciense por su riqueza en fauna y su carácter margoso.

**Cretácico.**— Como ya se ha comentado, sólo aparece en la Rama Castellana, y consta de una formación basal detrítica (Facies Utrillas), de edad Albense? (parte), con lignitos, sobre la que se apoya un conjunto de margas y rocas carbonatadas, con pelecípodos, y en lugares cercanos con Ammonites (Picofrontes... etc).

**Paleógeno.**— La serie terciaria comienza con un conjunto de conglomerados y arcillas claramente plegados, aparentemente concordantes con el Cretácico en el área occidental.

**Mioceno.**— El contenido paleontológico de los materiales del Mioceno es muy diferente en cada una de las cuencas. La más fosilífera es la de Teruel—Calatayud, en la que gracias a los trabajos de CRUSAFONT y TRUYOLS (1964), y BRUIJN (1966—1968) se encuentra bien datada cronoestratigráficamente.

No ocurre lo mismo con la mayor parte de los materiales de la Fosa del Ebro, en la que por falta de apoyos paleontológicos suficientes, no siempre pueden lograrse las precisiones deseadas. Por esta razón es necesario realizar correlaciones con las unidades de la Depresión de

Teruel—Calatayud, al encontrarse mejor datadas por su abundante contenido faunístico.

**Plio—Cuaternario.**— Se le asigna esta edad a algunos de los glaciares que se encuentran con gran desarrollo longitudinal dentro del Tramo.

**Cuaternario.**— Está representado por los sedimentos recientes de origen diverso (aluvial, coluvial, terrazas, ... etc).

### 2.3 GRUPOS GEOTECNICOS

A lo largo del Tramo se han separado 64 grupos de materiales diferentes, basados en diferencia de litología, origen, edad... etc., que a su vez llevan consigo, normalmente, diferencias en cuanto a su comportamiento geotécnico. Las características litológicas, estructurales y geotécnicas de cada uno de esos grupos serán descritas detalladamente a lo largo de los apartados 3.1.3, 3.2.3 y 3.3.3. No obstante en la siguiente tabla se indican los grupos geotécnicos existentes, que a su vez son el producto de una síntesis de las características geotécnicas más importantes, y cuya distribución en el terreno viene expresada en los esquemas a escala 1:200.000 que figuran en los planos adjuntos al final de este informe.

Grupos Geotécnicos	Grupos Litológicos
Q1	A5 – TA1 – 350a.
Q2	A1 – A2 – A3 – A7 – AC10.
Q3	AC1.
Q4	AC2 – C1 – C3 – 231 – 211c.
U1	AC3 – AC5 – C4 – 350c.
U2	A6 – AC6.
U3	A4 – AC4 – T2
K1	321h – 321k – 213 – 213b – 211b. 321i – 213a – 313c.
X1	010 – 130 – 221e – 221b – 321d – 321a – T3 110c – 160 – 221d – 232a – 321c – C2. 110a – 221f – 221c – 321g – 321b – TA2.
X2	232 – 221a – 212 – 110b.
X3	C5 – 321l – 321j – 213c. T1 – 313b – 313d – 211a.
X4	321f – 313a.



## 2.4 SISMICIDAD

Como puede verse en el Esquema de situación de Epicentros y Zonas sísmicas (Fig.4), el Tramo queda comprendido entre las áreas cuya intensidad es mayor de VI y menor de VII. No aparece ningún foco sísmico dentro de él, pero sí al norte y al sur, teniendo en cuenta que los datos recogidos en éste cubren hasta el año 1965.

En el mapa de intensidad máxima probable para el período de los cincuenta años venideros, que dá el grado de intensidad que se espera en los futuros sucesos sísmicos, el Tramo se encuentra entre valores de 0,40 y 1,20, siendo 0,40, el valor mínimo representado.

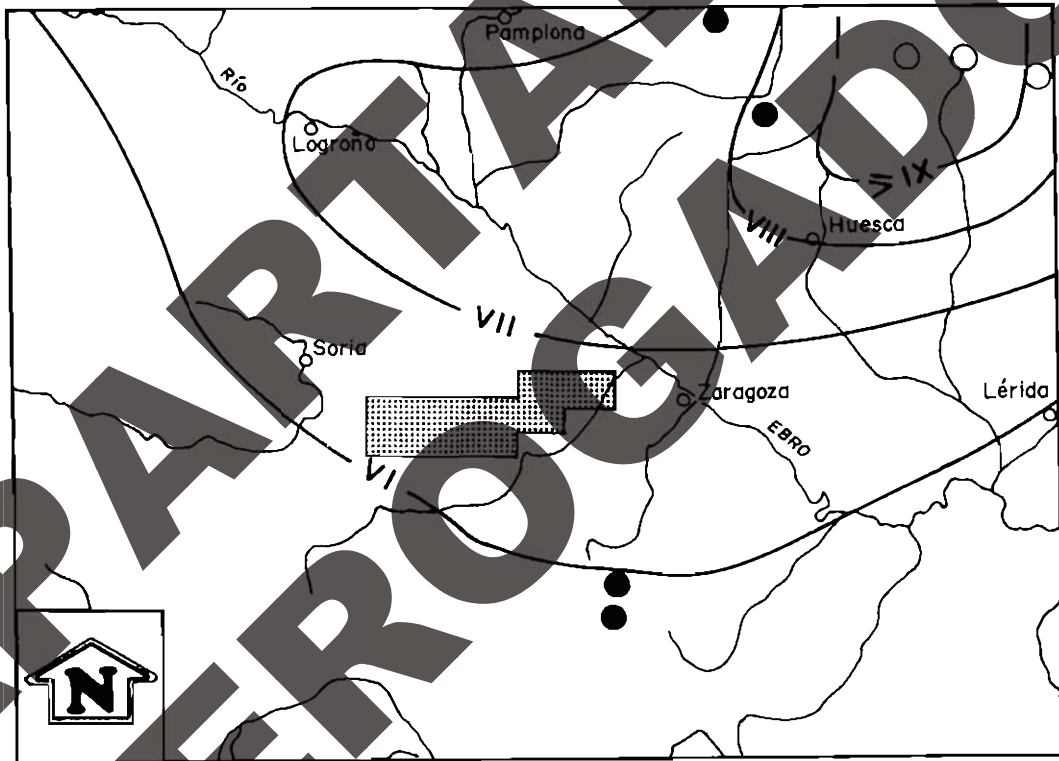
Aunque siempre comprendida entre amplios límites de incertidumbre, el mapa de riesgos sísmicos proporciona cuantitativamente la probabilidad de los sucesos dañosos, estando el Tramo representado entre valores superiores a 0,5 e inferiores a 0,7.

A partir de las diferencias brutas entre las nivelaciones de precisión antiguas y las de alta precisión actuales, se ha podido reconocer la tendencia al hundimiento de la mayor parte del territorio nacional, y así ocurre con la parte del Tramo cercana a Soria, mientras que la región oriental presenta una leve tendencia al levantamiento.

Según la Norma Sismorresistente P.D. S-1 (1974), al estar comprendido en valores superiores al grado VI, se producen daños moderados (clase 2), en construcciones de tipo A (hechas de mampostería en seco o con barro, de adobes o de tapial), se producen daños ligeros (clase 1) en algunas construcciones de tipo B (hechas con muros de fábrica de ladrillo, de bloques de mortero, de mampostería con mortero, de sillarejo, de sillería o entramados de madera).

# ESQUEMA DE SITUACION DE EPICENTROS Y ZONAS SISMICAS

ESCALA 1/2.500.000



## LEYENDA

VIII  
 Area estudiada  
 Isosistas  
 Grado de intensidad (Escala MSK).

		EPICENTROS	
		Instrumentales	Macrosísmicos
m	h	< 50	
< 6,5		●	
> 6,5			○

h = Profundidad del foco sísmico  
 m = Magnitud

}  
 } Localización de los epicentros.

Fig.-4



### **3.– ESTUDIO DE ZONAS**

#### **3.0 ZONAS DE ESTUDIO**

Con el fin de obtener un mayor orden en la exposición, el Tramo estudiado se ha dividido a su vez en tres Zonas, que asimismo han sido divididas en subzonas cuando las características del terreno lo han requerido.

Las Zonas forman una serie de unidades amplias dentro de las que se advierte una variación geomorfológica, litológica y estructural, aunque sin dejar por esto de tener características propias con las que quedan diferenciadas entre sí. Las subzonas son el resultado de hacer a su vez hincapié en las características geomorfológicas particulares dentro de cada Zona (Figs. 5 y 5 bis).

#### **ZONA 1: AREAS DEPRIMIDAS, LLANAS U ONDULADAS**

Dentro de esta Zona se agrupan todas aquellas porciones del Tramo que se encuentran deprimidas respecto a los marcos montuosos que las circundan. Presentan un relieve llano o suavemente ondulado y normalmente se corresponden con la Cuenca de Almazán–Soria, Depresión de Teruel–Calatayud, Fosa del Ebro y parte de la Cordillera Ibérica.

Dentro de esta Zona se pueden distinguir la Subzona 1 (llanuras fluviales y glaciares de Borobia) que se encuentra ocupada por los materiales cuaternarios depositados por los ríos y cuya morfología es llana, rara vez suavemente ondulada, mientras que la Subzona 2, (depresiones con relieve alomado), presenta una morfología suave y ondulada por la sucesión de colinas y valles.

#### **ZONA 2: ALINEACIONES MONTAÑOSAS DE LA CORDILLERA IBERICA**

Las sierras alineadas según la dirección tectónica predominante NO–SE dan origen a un país accidentado, abrupto, con frecuentes desniveles. Se encuentran constituidas fundamentalmente por los materiales sedimentarios del Mesozoico.

#### **ZONA 3: HORSTS PALEOZOICOS**

Aparecen en algunos de los núcleos de los pliegues de la Cordillera Ibérica, y especialmente en la Rama Aragonesa. Se caracterizan por sus fuertes pendientes, importantes altitudes y relieve profundamente quebrado.

# ESQUEMA DE SITUACION DE ZONAS Y SUBZONAS

ESCALA 1/200.000

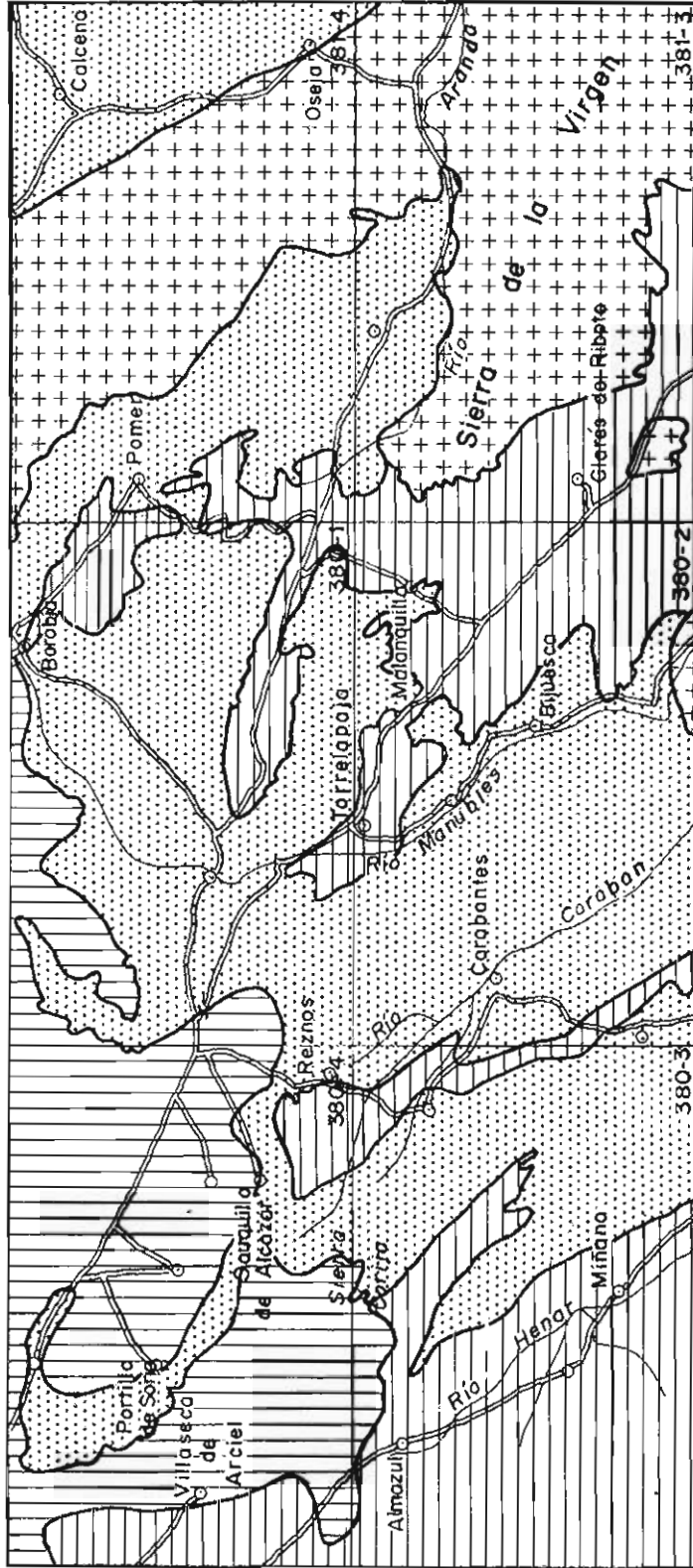


Fig. — 5

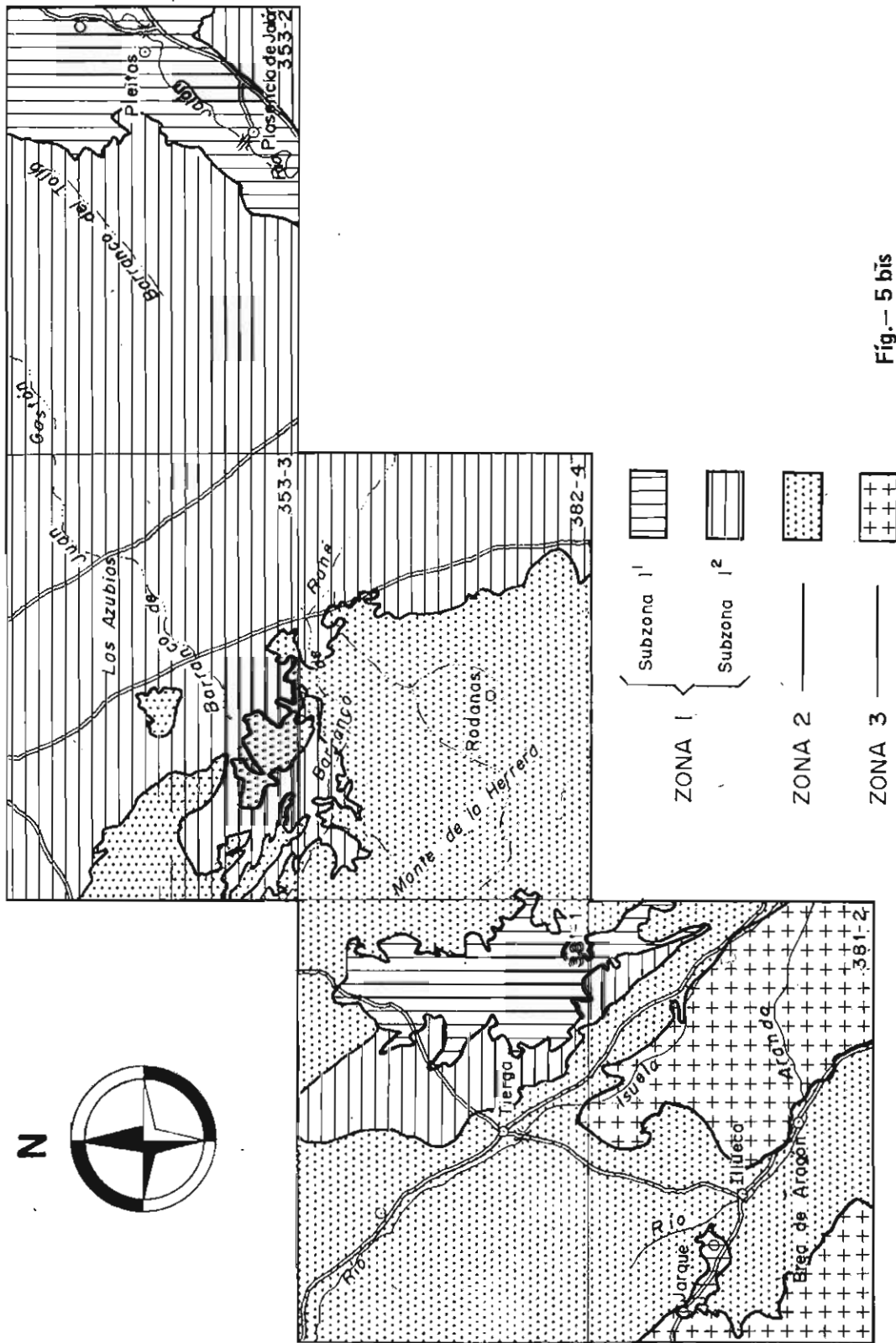


Fig.- 5 bis

### **3.1 ZONA 1: AREAS DEPRIMIDAS, LLANAS U ONDULADAS**

Esta Zona está ocupada por sedimentos de varios orígenes y naturalezas, correspondientes en su mayor parte al Terciario y Cuaternario y cuyos afloramientos se encuentran en gran parte del Tramo.

#### **3.1.1 Geomorfología y Tectónica**

Dentro de esta Zona se pueden distinguir dos subzonas, en orden fundamentalmente a sus rasgos geomorfológicos, así como a sus características litológicas y estructurales. (Figs.6 y 6 bis).

#### **SUBZONA 1<sup>1</sup>: LLANURAS FLUVIALES Y GLACIS DE BOROBIA**

En el extremo oriental del Tramo, se encuentra el curso del río Jalón, que ha depositado un sistema de terrazas. Sobre la más baja discurre en la actualidad el río, describiendo sus meandros divagantes. Se trata de una zona casi completamente llana en la que los únicos desniveles están producidos por los pequeños escarpes de los cauces fósiles que ha ido esculpiendo el río a lo largo de su curso bajo, sobre la llanura aluvial.

El valle es asimétrico, y así solo en su margen izquierda se reconoce otro nivel de terraza superior, bastante extensa y que a veces se encuentra ligeramente degradada por la erosión posterior. En la margen derecha, este nivel de terraza superior no se encuentra de una forma continua, estando en contacto la terraza baja con un fuerte escarpe constituido por las facies evaporíticas del terciario continental de la Fosa del Ebro.

En la parte central del Tramo, un retazo de materiales terciarios ha dejado en su núcleo una depresión que se ha rellenado por materiales de origen mixto aluvial y coluvial. Su relieve también es muy llano y sus pendientes muy suaves. De forma similar, en la parte occidental del Tramo existe un área, situada al oeste de Borobia, en la que un glacis de gran extensión proporciona una morfología de suaves llanuras muy ligeramente alomadas, que se prolongan por el núcleo del anticlinal de Portillo de Soria, al quedar exhumados en éste los restos de la penillanura pretriásica. Esta Subzona 1<sup>1</sup> se continua por la región de Villaseca de Arciel en la que sus zonas llanas presentan ciertos retoques fluviales.

Conviene por último advertir, que la numeración dada a las terrazas no sigue necesariamente el orden de su posición morfológica, y por tanto el de su edad relativa sino que la distinción se ha realizado en función de su litología, de acuerdo con las normas de la Dirección General de Carreteras de 1975.

ESQUEMA DE SITUACION DE CORTES Y BLOQUES DIAGRAMA.ZONA 1.

ESCALA 1/200.000

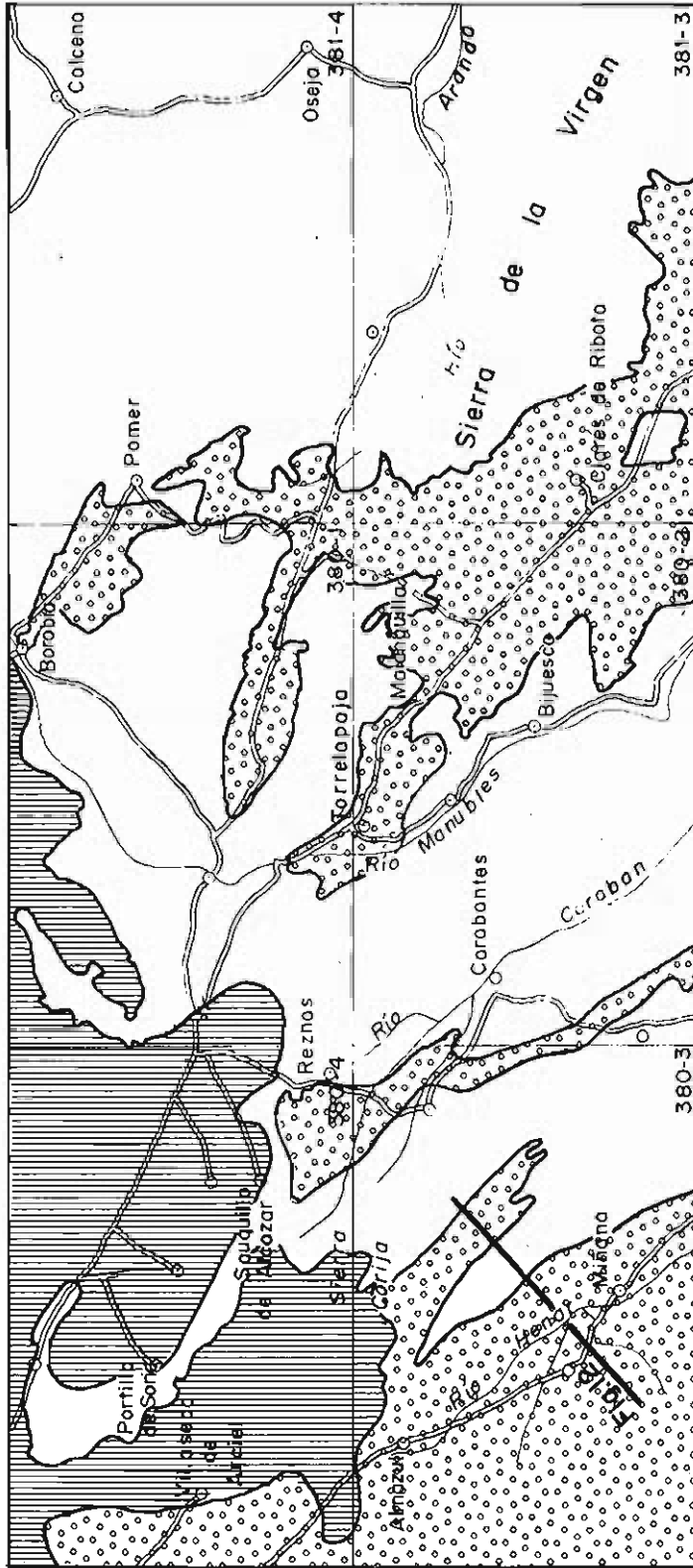


Fig. — 6



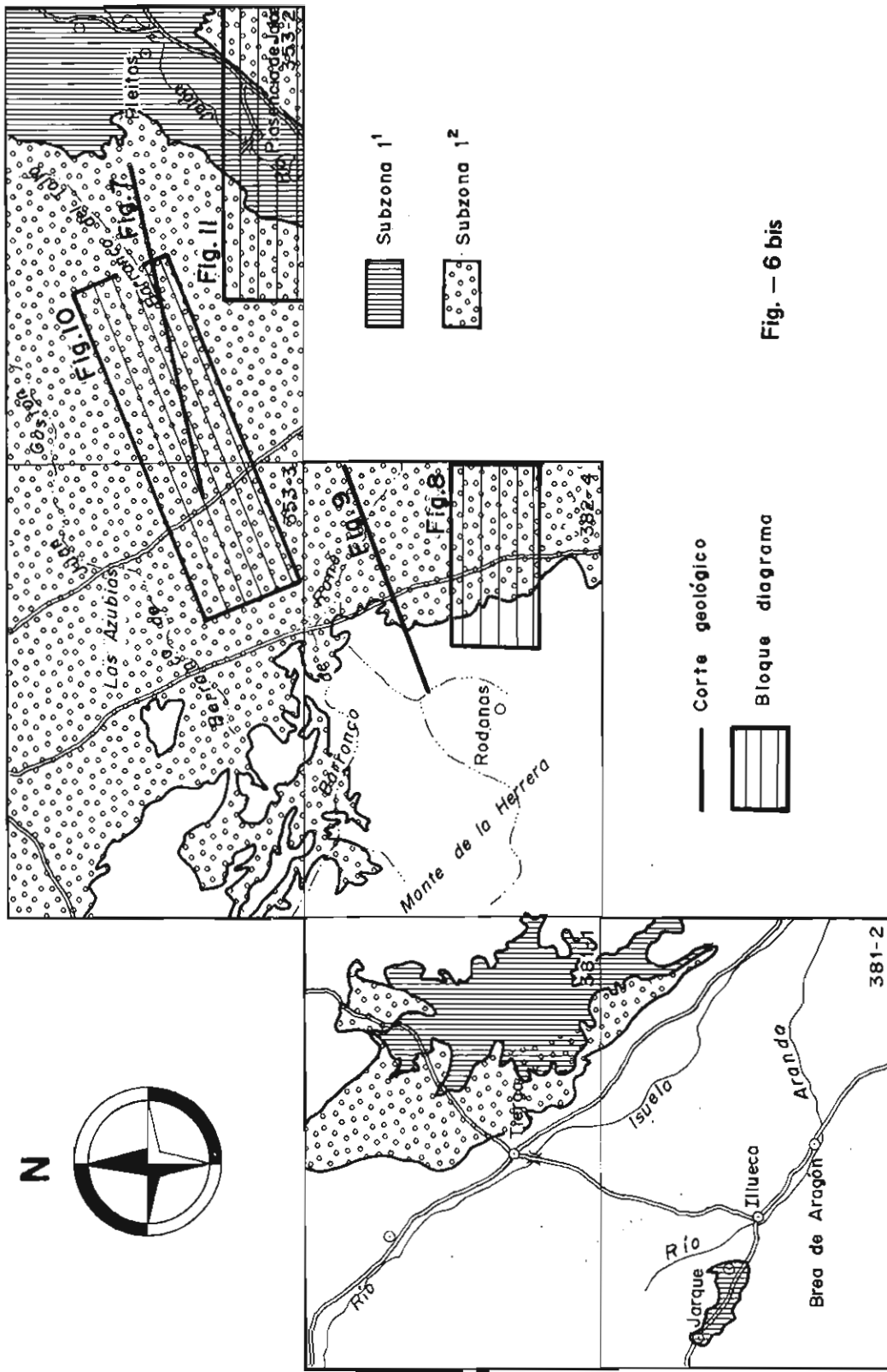


Fig. — 6 bis

## **SUBZONA 1<sup>2</sup>: DEPRESIONES CON RELIEVE ALOMADO**

Así como en la Subzona anterior puede decirse que el relieve es prácticamente llano; en ésta se puede distinguir un paisaje de colinas y valles que se suceden con pequeñas diferencias de cota entre unos y otros. La red fluvial es dendrítica con densidad variable y solo localmente, bien por un mayor encajamiento de los arroyos o por la presencia de una red de drenaje más densa, el relieve puede ser un poco más abrupto.

Dentro de esta subzona se engloban gran parte de las depresiones, generalmente de origen tectónico, mencionadas en apartados anteriores. La naturaleza de los materiales que las rellenan es muy variable, tanto en la vertical como en la horizontal. Son frecuentes los cambios laterales de facies dentro de ellas, dependiendo de la relativa lejanía o proximidad a sus marcos montuosos. Así, por ejemplo, en la Fosa del Ebro puede reconocerse toda una transición lateral desde las facies detríticas de borde a las facies químicas y evaporíticas distales.

### 3.1.2 Columna Estratigráfica

COLUMNA LITOLÓGICA	REFERENCIA		DESCRIPCIÓN	EDAD
	1/25.000 1/50.000	GEOTÉCNICO		
	A1	Q-2	Aluvial. Gravas en matriz limo-arcillosa.	Cuaternario
	A2	Q-2	Aluvial. Arenas con gravas.	"
	A3	Q-2	Aluvial. Gravas, gravillas y bolas.	"
	A4	U-3	Aluvial. Margas yesíferas y gravas.	"
	A5	Q-1	Aluvial. Gravas en escasa matriz arcillo-limosa.	"
	A6	U-2	Aluvial. Arcillas calcáreas con gravas.	"
	A7	Q-2	Aluvial. Arenas con gravas.	"
	AC2	Q-4	Aluvial y coluvial. Arcillas arenosas.	"
	AC4	U-3	Aluvial y coluvial. Margas yesíferas.	"
	AC5	U-1	Aluvial y coluvial. Margas grises.	"
	AC10	Q-2	Aluvial y coluvial. Gravas en matriz arcillosa.	"
	C3	Q-4	Coluvial. Gravas en matriz arcillosa.	"
	C4	U-1	Coluvial. Arcillas calcáreas.	"
	C5	X-3	Coluvial. Arcillas con gravas.	"
	TA2	X-1	Terraza y aluvial. Gravas.	"
	T1	X-3	Terraza. Arcillas con gravas.	"
	T2	U-3	Terraza. Arcillas calcáreas.	"
	T3	X-1	Terraza. Arcillas y lentes de gravas.	"
	350a	Q-1	Grava en matriz arcillo-arenosa.	Plio-Cuatern.
	350c	U-1	Margas con gravas, gravillas y bolos.	"
	321a	X-1	Arcillas limosas, conglomerados y gravas.	Mioceno
	321c	X-1	Calizas y margas.	"
	321d	X-1	Margas, conglomerados y calizas.	"
	321f	X-1	Conglomerados y margas.	"
	321g	X-1	Margas y margocalizas.	"
	321h	X-1	Margas yesíferas y yesos.	"
	321i	K-1	Yesos, margas yesíferas y calizas.	"
	321j	X-3	Calizas, calizas margosas y margas.	"
	321k	K-1	Yesos y margas yesíferas.	"
	321l	X-3	Arcillas con gravas.	"
	313d	X-3	Conglomerados y arcillas.	Oligaceno
	313c	K-1	Yesos, conglomerados y arcillas.	"
313b	X-3	Margas arcillosas y arcillos.	"	
313a	X-4	Margas arcillosas y calcáreas.	"	
	231	Q-4	Arenas con gravas y arcillas.	Cretácico
	211c	Q-4	Gravas con matriz limo-arenosa.	Bunfsand.
	160	X-1	Materiales subvolcánicos.	Permico
	110c	X-1	Pizarras arcilla-micaeos.	Cámbrico

### 3.1.3 Grupos Geotécnicos

Se han diferenciado los siguientes grupos:

#### ALUVIALES (A1)

**Litología.**— Están constituidos por gravas, gravillas y bolos, en matriz limo arcillosa escasa. Los materiales proceden de los afloramientos calcáreos seccionados por los cursos de agua (Foto 1) siendo sus tamaños muy variables. Existen algunos cantos síliceos, arrastrados desde zonas más aguas arriba.

**Estructura.**— Son muy heterogéneos, dependiendo fundamentalmente de las características geométricas del curso fluvial. En zonas de remanso, con velocidad de circulación limitada, predomina la matriz, mientras que en las zonas de rápidos esta matriz es casi inexistente. En general son de muy pequeño espesor y desarrollo lateral. Existen niveles aterrazados, con extensiones no cartografiables, en las zonas donde los valles por los que circulan los cursos de agua se ensanchan.

**Geotecnia.**— Estas gravas limo—arcillosas, son ripables y permeables y forman un país llano, localmente inundable y estable. Pueden ser útiles como graveras y material de préstamo.



Foto 1.— Aluvial (A1) del río Manubles al norte de Ciria, al pie de las calizas que constituyen el sinclinal existente junto a esta población.

#### ALUVIALES (A2)

**Litología.**— Están formados por arenas, a veces con proporciones acusadas de limo o arcilla, pudiendo existir zonas lenticulares más ricas en gravilla y grava, y esporádicamente con algún bolo. En general las gravas, gravillas y bolos son areniscosos o calcáreos, procedentes de materiales cretácicos o triásicos.

**Estructura.**— Son heterogéneos, aunque con predominio de formas lenticulares muy alargadas en el sentido de la corriente. A veces domina la arena muy bien graduada, siendo esto posiblemente causado por la calidad de las arenas de la "facies Utrillas" que bordean el curso de agua (Foto 2). Son formaciones bastante extensas longitudinalmente.



Foto 2.— Llanura producida por el Aluvial (A2) del río Manubles entre Berdejo y Bijuesca.

**Geotecnia.**— Estos suelos ripables y permeables, se desarrollan en plataformas llanas estables, parcialmente inundables, que con frecuencia sirven de apoyo a un cultivo intenso, alimentado por un nivel freático somero. Pueden ser útiles como materiales de préstamo, y ocasionalmente como graveras.

### ALUVIALES (A3)

El río Isuela, al oeste de Calcena, discurre encajado entre los materiales carbonatados (221 a y 221 b), describiendo un curso anastomosado sobre unos depósitos aluviales que, por sus especiales características, han sido separados en la cartografía.

**Litología.**— Estos materiales están compuestos por gravas, gravillas y bolos angulosos a redondeados, de naturaleza polimíctica (calizas, dolomías, areniscas...etc), que en general se encuentran sueltos, sin una matriz que los una. Cuando ésta existe, es escasa y de tamaño arena.

**Estructura.**— La variabilidad en los tamaños y contenido en matriz, hace que éstos depósitos presenten cierta heterogeneidad. Forman una llanura relativamente amplia que contrasta con las fuertes pendientes de las laderas (Foto 3).

**Geotecnia.**— Estos suelos, formados por gravas arenosas sueltas, presentan permeabilidad y ripabilidad altas. Forman un país llano, estable, y localmente inundable. Constituyen un excelente material de préstamo, observándose frecuentes graveras en explotación.



Foto 3.— Aluvial de gravas (A3) del río Isuela, al oeste de Calcena.

#### ALUVIALES (A4)

**Litología.**— El componente fundamental de estos materiales son las margas yesíferas con gravas, gravillas y bolos, que se presentan en proporción muy variable aunque normalmente escasa. Las margas pueden encontrarse más o menos decalcificadas, llegando a constituir arcillas calcáreas. Casi de una forma general presentan un contenido más o menos importante en sulfatos.

Los gruesos son de naturaleza variable, desde margocalizas vacuolares, gravas y gravillas de yeso provenientes de la unidad 321K, hasta algunos, silíceos y de arenisca, provenientes de los glaciés (350a), que se encuentran formando las “monteras” de algunos de los cerros yesíferos.

**Estructura.**— La marcada variabilidad en cuanto a la proporción de contenido en gruesos y en sulfatos, hace que se consideren como unos depósitos heterogéneos.

Están asociados al país yesífero de la Fosa del Ebro, situado en la parte oriental del Tramo, a lo largo de valles y vaguadas relativamente estrechos y escasamente divagantes, que en la región del valle del río Ebro toman el nombre local de “Vales”.

**Geotecnia.**— Estos depósitos son de ripabilidad alta y permeabilidad baja, y resultan agresivos a los hormigones por la presencia de sulfatos. Constituyen un país prácticamente llano, estable, y localmente inundable. Su alta plasticidad dificulta su utilización como material de préstamo.



Foto 4.— Vista general del tramo medio del Barranco de los Corrales, ocupado por materiales aluviales (A6).

#### ALUVIALES (A5)

**Litología.**— Los aluviales A5 están formados por acumulación de gravas y bolos, de cuarcita principalmente, procedentes de los materiales plio — cuaternarios. En general están muy lavados, no existiendo prácticamente fracción fina. Las gravas y bolos tienen gran redondez y esfericidad, en parte heredadas. Existen también algunos materiales calcáreos, con mucha menor redondez y esfericidad, procedentes de los afloramientos jurásicos de la margen izquierda del curso alto del río Manubles.

**Estructura.**— Estos sedimentos están muy mal graduados, contienen cantos de todos los tamaños, pero siempre de tamaño gravilla a bolos y muy escasa matriz limo—arcillosa. Su permeabilidad es muy alta, por lo que el agua discurre por lechos subálveos en épocas de sequía, para reaparecer superficialmente en cuanto los materiales del curso sufren un cambio litológico o estructural. Tienen poca profundidad y extensión lateral, y son bastante homogéneos longitudinalmente.

**Geotecnia.**— Estas gravas, ripables y permeables, se desarrollan en un país llano y estable. Pueden ser útiles como materiales de préstamo y como graveras, pero teniendo en cuenta el alto grado de rodadura del material.

#### ALUVIALES (A6)

**Litología.**— Estos aluviales están constituídos por unas arcillas calcáreas con abundante

grava, gravilla y algún bolo que frecuentemente pueden llegar a predominar. Los gruesos suelen proceder de rocas carbonatadas, que dependiendo del área de procedencia, se presentan más o menos redondeados. De esta forma, cuando los aluviales están próximos a los macizos rocosos mesozoicos, los gruesos suelen ser angulosos y mal clasificados, mientras que cuando están asociados a los conglomerados terciarios, se presentan redondeados a subangulosos, aunque su grado de clasificación sigue siendo bajo.

**Estructura.**— Su variabilidad en cuanto a la proporción gruesos – matriz, así como el diferente índice de redondez de aquéllos, hace que a lo largo del Tramo éstos depósitos presenten una marcada heterogeneidad. Frecuentemente se disponen en amplias vaguadas, en las que en ocasiones se han implantado cultivos (Foto 4).

**Geotecnia.**— Estos depósitos son de ripabilidad alta, mientras que su permeabilidad, más bien elevada, puede disminuir en función de la proporción de finos. Localmente resultan inundables y erosionables. Forman un país prácticamente llano y estable. Pueden resultar útiles como materiales de préstamo, aunque con ciertas limitaciones por la presencia de material arcilloso.

#### ALUVIALES (A7)

**Litología.**— Este aluvial está formado por gravas redondeadas de baja esfericidad (formas lajosas), procedentes de los esquistos que atraviesa el río Carabán en casi todo su recorrido (Foto 5). La proporción de finos es pequeña, pudiendo decirse que constituye una "gravera", aunque con gran variedad de tamaños.



Foto 5.— Aluvial del río Carabán (A7), en las proximidades de la Casa de la Veguilla. En la parte superior, el grupo de pizarras y areniscas de Oseja (110b) en el afloramiento situado al sur de Carabantes.

**Estructura.**— La potencia de este grupo no supera los 10 m, debiendo tener geometría lenticular, con zonas más ricas en unos tamaños que en otros.

**Geotecnia.**— Estas gravas tienen permeabilidad y ripabilidad altas, y constituyen unos depósitos llanos, estables e inundables. Su utilización como materiales de préstamo puede resultar problemática, debido a la frecuencia de formas lajosas.



## ALUVIALES Y COLUVIALES (AC2)

En las áreas deprimidas que se encuentran rodeadas por los materiales areniscosos y argilílicos del Triásico inferior (211a), se han acumulado unos depósitos de aporte tanto lateral como torrencial (Foto 6).



Foto 6.— Depósitos mixtos aluvial—coluvial (AC2), relleno de las depresiones entre los materiales triásicos (211a), al noreste del Santuario de Rodanas (382—4).

**Litología.**— Este grupo está constituido por unas arcillas rojas muy arenosas o arenas arcillosas, con gravas, gravillas y algún bolo, que si bien muestran proporciones muy variables respecto a la matriz, son generalmente muy abundantes. Los gruesos, en su mayor parte con formas aplanadas, son angulosos a subredondeados y de naturaleza fundamentalmente areniscosa, aunque en la parte oriental del Tramo, junto a éstos, pueden encontrarse algunos de cuarcita.

**Estructura.**— La variabilidad en la proporción de arcilla—arena depende de la mayor o menor abundancia de estos componentes en el área madre local. Este hecho, junto con las diferencias en la proporción de gruesos, hace que los depósitos sean poco homogéneos. En los escasos cortes en que puede observarse el desarrollo vertical de este grupo no se ha podido constatar la presencia de una estratificación clara.

**Geotecnia.**— Estos suelos son ripables, su permeabilidad varía de alta a baja según la proporción de finos y resultan algo erosionables. Constituyen un país prácticamente llano y estable. Los desmontes observados, de altura menor de 3 m, son estables con pendientes del orden de 40°. Pueden ser útiles como material de préstamo.



Foto 7.— A la izquierda y al fondo depresiones ocupadas por los materiales de origen aluvial—coluvial (AC4). A la derecha los materiales yesíferos (321K) que enmarcan estas depresiones. Foto tomada al norte de la cabecera del Barranco de La Luisa (cuadrante 353—2).

#### ALUVIAL — COLUVIAL (AC4)

Estos depósitos se disponen en las laderas, vaguadas y depresiones labradas en las facies evaporíticas (321K) de la Fosa del Ebro.

**Litología.**— Este material está constituido por unas margas yesíferas, que engloban gravas, gravillas y algún bolo subanguloso a subredondeado de calizas, calizas margosas y yesos. Localmente pueden encontrarse incorporados a estos materiales, gravas, gravillas y bolos redondeados y de naturaleza silíceas (cuarcitas y areniscas), provenientes de los glaciares (350a) que cubren parcialmente a las facies con yesos.

La proporción de gruesos respecto a la matriz es generalmente escasa, pero pueden llegar a predominar en las proximidades a su contacto con los afloramientos de yesos y margas.

**Estructura.**— El contenido variable en gruesos le comunican un carácter heterogéneo. En algunos puntos puede verse una estratificación lenticular poco marcada.

Se encuentran suavizando las pendientes existentes entre las áreas deprimidas y las laderas de las pequeñas elevaciones en forma de "muela" de los materiales terciarios (321K) (Foto 7). Se encuentran rellenando los "vales", denominación que reciben los barrancos característicos del valle del río Ebro, caracterizados por la existencia de laderas más o menos abruptas y fondo plano,

relleno de sedimentos yesíferos, como el que se está describiendo.

**Geotecnia.**— Estos suelos, plásticos y agresivos por sulfatos, son ripables y poco permeables. Forman un país estable de pendientes suaves, inferiores a  $10^{\circ}$ . En estos materiales sería conveniente investigar su proporción de limo, y su aptitud para el colapso.

#### ALUVIALES – COLUVIALES (AC5)

En el sector oriental se encuentran unos depósitos que recubren a las margas (321g).

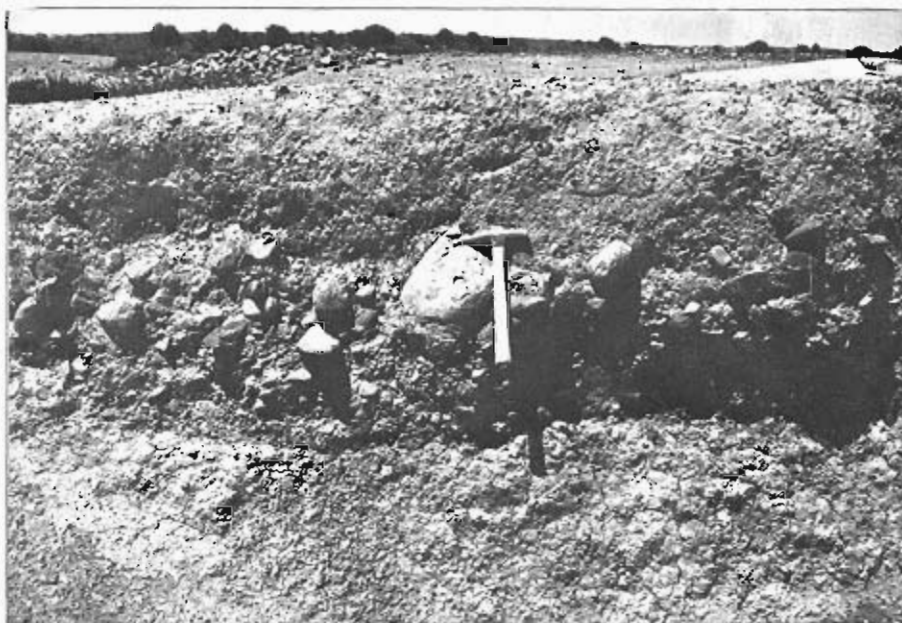


Foto 8.— Margas con gravas (AC5) en el corte dado por el Barranco de los Corrales, próximo a su intersección con la carretera C-220.

**Litología.**— Este grupo litológico está constituido por unas margas de colores grises, con un importante contenido en gravas, gravillas y algún bolo (Foto 8). Los gruesos, de calizas y areniscas fundamentalmente, se presentan redondeados y heteromorfos, pudiendo llegar a predominar en algunas zonas, especialmente en las proximidades a los barrancos.

**Estructura.**— Estos depósitos se encuentran en zonas de muy baja pendiente, y debido a la diferente proporción de gruesos se pueden considerar como unos depósitos heterogéneos.

En los escasos cortes existentes se ha podido observar la presencia de una estratificación grosera, irregular y discontinua, así como la geometría, con frecuencia en lentejones, de los constituyentes gruesos.

**Geotecnia.**— Estos materiales son ripables y permeables, y se desarrollan en un país prácticamente llano y estable. Su utilización como materiales de préstamo puede ser problemática.

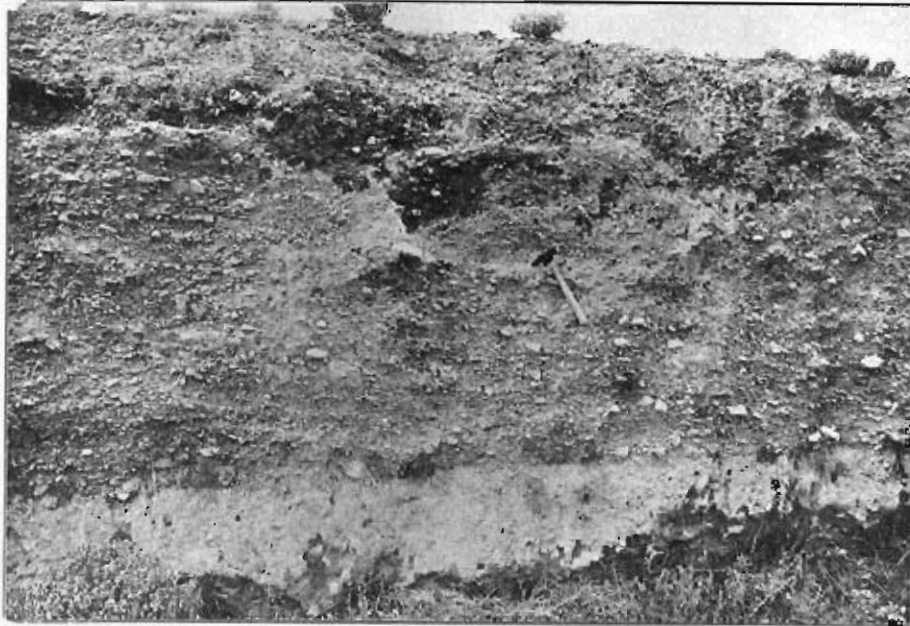


Foto 9.— Detalle de los materiales de origen aluvial—coluvial (AC10) en las proximidades de la carretera local Z—361.

#### ALUVIALES — COLUVIALES (AC10)

El afloramiento más importante de este grupo se localiza en la depresión situada al noreste del curso del río Isuela, existiendo otros de menor extensión en el área occidental del Tramo.

El hecho de estar relacionados en ambos casos con sedimentos conglomeráticos y calcáreos les imprimen un cierto carácter litológico común, aunque con frecuentes variaciones.

**Litología.**— Predominan las gravas y gravillas fundamentalmente calcáreas, en una matriz arcillo—limosa que a veces puede contener cierta proporción de carbonatos, hasta constituir arcillas calcáreas limosas y/o arenosas.

Predominan las formas subangulosas a subredondeadas en los gruesos, pero por una parte, la resedimentación de los elementos constituyentes de los conglomerados terciarios aportan gravas redondeadas, mientras que en la proximidad a los macizos calcáreos puede observarse la presencia, en estos depósitos, de fragmentos angulosos de calizas. En general es poco frecuente la presencia de gravas silíceas, y alcanzan escasa representación los tamaños bolo y bloque.

La matriz es generalmente escasa, pero por desaparición lateral o disminución del contenido, ésta puede llegar a predominar, quedando constituido el depósito por unas margas limo — arenosas con gravas y gravillas dispersas.



Foto 10.— Vista panorámica de la depresión situada al noreste del curso del río Isuela, rellena de materiales aluviales—coluviales (AC10). Al fondo el Castillo de Mesones de Isuela.

**Estructura.**— Como ha podido verse, se trata de un grupo que presenta bastante heterogeneidad en cuanto a su litología, y lo mismo ocurre respecto a su estratificación. Mientras en el área occidental del Tramo no ha podido ser observado ningún signo de estratificación, en el área oriental puede apreciarse una estratificación grosera (Foto 9) pero bien marcada, que puede desaparecer lateralmente.

**Geotecnia.**— Estos suelos son ripables y su permeabilidad depende de la proporción de finos; localmente pueden resultar inundables. Constituyen un país llano y estable (Foto 10). Los desmontes observados, verticales y de 3 m de altura máxima, son estables. Pueden ser útiles como material de préstamo.

### **COLUVIALES (C3)**

**Litología.**— Este grupo se compone de gravas, gravillas, bolos y ocasionalmente bloques (algunos de varios metros cúbicos) con una matriz arcillosa algo calcárea, que a veces presenta un contenido escaso en arena y limo.

Los gruesos son generalmente subangulosos a angulosos, y de calizas y dolomías, aunque localmente se pueden encontrar algunas gravas de otra naturaleza (areniscas... etc) heredadas de otras formaciones.



Foto 11.— Coluviales (C4) en el corte dado por la carretera local de Calca a La Purujosa.

**Estructura.**— Suelen estar relacionados estos coluviales, con los afloramientos de rocas carbonatadas, tendiendo a suavizar las fuertes pendientes proporcionadas por éstas. En general se presentan ausentes de estratificación, pero en algunos lugares, como por ejemplo al sur de La

Tierra, se observa una estratificación bien marcada aunque irregular, con niveles de cementación diferencial. Todo ello hace que estos depósitos se consideren de características heterogéneas.

**Geotecnia.**— Estos materiales, de características algo variables con la presencia de niveles calcificados, resultan en conjunto ripables, poco permeables, y localmente erosionables. Constituyen un país de taludes estables, con desniveles inferiores a 40 m y pendientes de 10° a 20°; los desmontes observados, de 3 m de altura máxima y pendientes inferiores a 60°, resultan estables. Pueden ser útiles como material de préstamo.

#### **COLUVIALES (C4)**

**Litología.**— Este grupo de coluviales está constituido por unas arcillas calcáreas de tonos amarillentos y marrones a rojizos, algo areno-limosas. Contienen gravas, gravillas, bolos y a veces bloques de calizas y dolomías en proporción variable (Foto 11) de forma que, aunque son generalmente abundantes, pueden llegar a presentarse dispersos y en pequeña cantidad frente al conjunto.

Los gruesos presentan diferentes grados de rodaje, predominando los angulosos a subangulosos (Foto 12).



Foto 12.— Detalle de los coluviales (C4) en uno de los desmontes de la carretera local de Calcena a La Purujosa.

**Estructura.**— Se encuentran adosados a las vertientes de algunos de los afloramientos de rocas carbonatadas, no se observa estratificación en ellos, y en conjunto son unos depósitos muy heterogéneos.

**Geotecnia.**— A estas arcillas, el grado variable de calcificación les presta una variabilidad en sus características, de tal forma que aún siendo siempre poco permeables y ripables, su ripabilidad puede variar localmente. Constituyen unos depósitos de taludes estables, con altura máxima de 50 m y pendiente de  $20^{\circ}$ . Los desmontes observados, si bien de 3 m de altura máxima, resultan estables, aún con pendientes del orden de  $60^{\circ}$ . Su utilización como material de préstamo puede resultar harto problemática.

#### **COLUVIALES (C5)**

**Litología.**— Las arcillas, frecuentemente areno—limosas, con tonos marrones a rojizos son los constituyentes principales de este grupo. Contienen gravas, gravillas y algún bolo de areniscas, pizarras y excepcionalmente de cuarcitas, angulosos en su mayor parte y rara vez subredondeados, que se presentan en proporciones muy variables. (Foto 13).



Foto 13.— Desmonte en el coluvial (C5) de la carretera local de Calcena a Oseja, en las proximidades a esta última población.

**Estructura.**— Estos depósitos se encuentran recubriendo en algunos puntos a los macizos paleozoicos de pizarras y areniscas (110b), no pudiéndose observar una estratificación clara en ninguno de sus afloramientos. La marcada variabilidad en cuanto al contenido en gruesos hace que en conjunto se les considere como unos depósitos muy heterogéneos.

**Geotecnia.**— Estos materiales son ripables y poco permeables. Constituyen un país de taludes estables, con desniveles máximos de 50 m y pendientes del orden de  $15^{\circ}$ , con algún síntoma de erosión; los desmontes observados, pocos y de escasa entidad, resultan estables con pendientes de  $45^{\circ}$ .



## TERRAZAS Y ALUVIALES (TA2)

Por la misma razón que en el grupo TA1, que se describirá posteriormente (apartado 3.2.3), ha sido necesario agrupar los depósitos de terraza y los aluviales.

**Litología.**— Este grupo se encuentra desarrollado a lo largo de los cursos fluviales de la parte centro—oriental del Tramo y está constituido por un conjunto de gravas, gravillas, bolos y algún bloque con una matriz arcillosa, algo arenosa (Foto 14), que con frecuencia contiene cierta proporción de carbonatos.



Foto 14.— Corte a los materiales (TA2) dado por el Barranco Cilluelo en las proximidades a su intersección con la carretera local de Riela a Fuendejalón.

Los gruesos se presentan redondeados y su naturaleza es fundamentalmente calcárea. En algunos lentes, estos componentes gruesos se presentan casi sin matriz entre ellos, estando en contacto unos con otros. Por el contrario, estos pueden ver disminuida drásticamente su proporción, pasando a predominar la matriz, que contiene con frecuencia algunas gravas dispersas.

**Estructura.**— En los cortes observados en estos materiales, puede observarse una estratificación grosera e irregular, complicada por la frecuente desaparición lateral de los bancos por acuñamiento. Todo esto, hace que su distribución espacial sea complicada y su composición muy heterogénea, de forma que únicamente puede precisarse ésta en cada punto por observaciones precisas o reconocimientos en profundidad.

**Geotecnia.**— Esta formación es ripable y permeable, y se desarrolla en un país llano y estable, donde en alguno de los barrancos formados por los cursos fluviales, se pueden observar

taludes verticales estables, de unos 4 m de altura. Son depósitos útiles como materiales de préstamo, e incluso localmente como gravera.

### **TERRAZAS (T1)**

**Litología.**— Están formadas estas terrazas, por unas arcillas arenosas, a veces algo limosas, que presentan un contenido variable de gravas, gravillas y bolos redondeados a subredondeados de areniscas, cuarcitas y rocas carbonatadas. Los gruesos están muy mal clasificados y rara vez predominan en el conjunto.

La matriz casi siempre presenta cierto contenido en carbonatos que a veces, como ocurre en el área occidental del Tramo, pueden dar lugar a la presencia de algunos niveles ligeramente cementados.

**Estructura.**— Es frecuente encontrar este grupo parcialmente degradado por erosión y, en los escasos cortes en que puede ser observado su desarrollo vertical, no se han encontrado signos claros de estratificación. Morfológicamente dan llanuras, más o menos amplias (Foto 15), encajadas entre los macizos rocosos y sus diferencias en composición, cementación y distribución les hacen ser un grupo heterogéneo.



Foto 15.— Aspecto de la llanura constituida por los materiales (T1) en la terraza del río Aranda a su paso por Illueca.

**Geotecnia.**— Estos materiales resultan de características algo variables, por su grado de cementación. Son ripables, algo erosionables, y su permeabilidad es más bien alta. Constituyen un país con frecuencia llano, excepcionalmente con desniveles máximos de 20 m, y pendientes infe-

riores a 20°, en general estable, con alguna erosión. Los desmontes observados, con altura máxima 3 m y 45° de pendiente, son estables en conjunto, presentando alguna erosión. Pueden ser útiles como material de préstamo.

## TERRAZAS (T2)

**Litología.**— Estas terrazas presentan diferencias de detalle entre la parte oriental del Tramo y la parte occidental.

En la parte oriental se encuentran asociadas al curso del río Jalón y están constituídas por unas arcillas calcáreas (Foto 17) y escasamente limosas. Sus colores son rojizos y pardos, presentando cierto contenido en micas.

En el área occidental, se encuentran situadas a lo largo del Arroyo de la Cañada de Peñalcazar. Su composición es similar, pero presentan cierto contenido en gravas calcáreas en proporción variable, aunque generalmente son poco abundantes. Asimismo se reconocen algunos niveles blanquecinos que se encuentran más cementados debido a un mayor contenido de carbonatos.

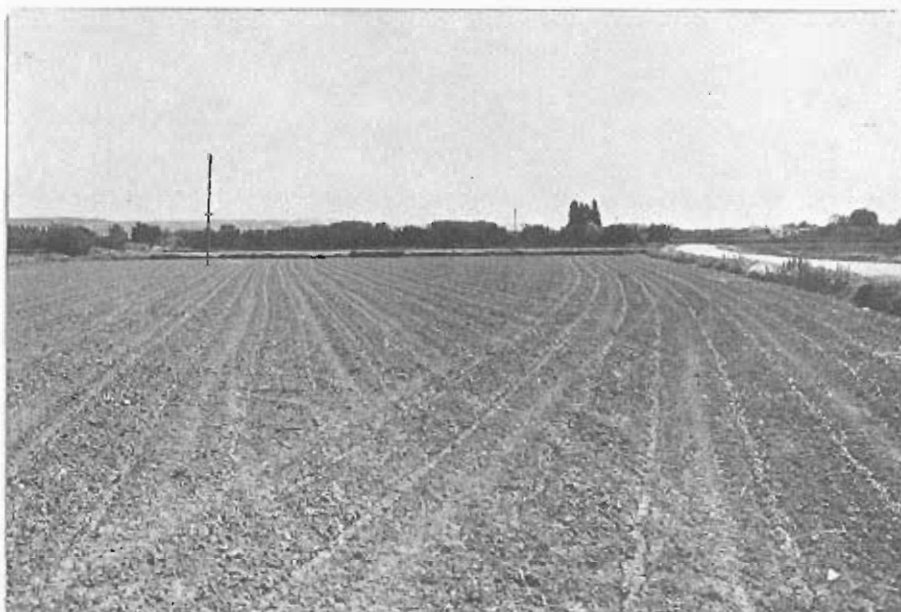


Foto 16.— Vista general de la llanura proporcionada por la terraza baja (T2) del río Jalón, en las proximidades de Pleitas.

**Estructura.**— En conjunto se trata de unos depósitos bastante homogéneos, con predominio de la fracción fina y ausencia prácticamente total de estratificación. Únicamente en la parte occidental se encuentran más degradados por la erosión, y la presencia de gravas y calcificaciones parciales les hace tomar un carácter un poco más heterogéneo .

En el área oriental constituyen la primera terraza del río Jalón (Foto 16) y en la cartografía ha sido necesario agrupar en ocasiones los depósitos aluviales de éste río con los de la terraza aquí descrita, debido a limitaciones de escala. Da lugar a una llanura bastante amplia, de bordes rectilíneos y sensiblemente paralelos, sobre la cual discurre, describiendo meandros divagantes, el río Jalón.

**Geotecnia.**— Estos materiales son ripables, poco permeables y parcialmente inundables; pueden resultar agresivos por sulfatos, y algo erosionables. Se desarrollan en un país llano y estable.



Foto 17.— Detalle de las arcillas calcáreas que constituyen la terraza baja del río Jalón (T2), agrietadas por la desecación. Foto tomada en las inmediaciones de Pleitas.

### TERRAZAS (T3)

Estas terrazas alcanzan su máximo desarrollo en la margen izquierda del río Jalón, mientras que en la margen derecha se reconocen únicamente al sur de Bárboles.

**Litología.**— Están constituidas estas terrazas por unas arcillas calcáreas muy arenosas y areno-limosas, a veces con gravas, gravillas y bolos, con algún nivel de areniscas calcáreas cementadas. Se intercalan frecuentes lentejones de gravas, gravillas y bolos (Foto 18) de areniscas, cuarcitas y calizas, redondeados a subredondeados, en una matriz margosa y margo-arenosa, que puede presentar un alto contenido en carbonatos, los cuales cementan a las gravas hasta constituir verdaderos conglomerados.



Foto 18.— Detalle de uno de los lentejones de gravas, gravillas y bolos intercalados en la segunda terraza (T3) del río Jalón. Foto tomada en una explotación abandonada, en las proximidades de Oitura.



Foto 19.— Desmonte en los materiales del glacis de Borobia — Río Jalón (350a) en la carretera local de Ricla a Fuendejalón, aproximadamente P.K. 12,200.

**Estructura.**— Estos depósitos presentan una ligera pendiente hacia el cauce del río Jalón, habiendo sido originados posiblemente tanto por aporte longitudinal del río como por aporte lateral, hasta constituir un glacis — terraza. Se reconoce una estratificación difusa e irregular y en la actualidad la llanura inicial se encuentra en algunos puntos bastante degradada por los frecuentes barrancos que la atraviesan.

**Geotecnia.**— El diverso grado de cementación, presta a estos suelos diferentes características, de modo que, siendo en general permeables, resultan de ripabilidad variable más bien alta. Constituyen un país casi llano, estable, donde se desarrollan algunas graveras, de frente vertical estable, con altura menor de 5m. Este material es útil como préstamo, y muy localmente como gravera.

#### **GLACIS DE BOROBIA — RIO JALON (350a)**

Este grupo se encuentra representado, aunque a veces solo sea en pequeños retazos, a lo largo de gran parte del Tramo, desde el área occidental (región de Borobia) hasta el extremo oriental (curso del río Jalón), (Fig.7). Estratigráficamente puede comportar algunas diferencias de un punto a otro, pero su similitud litológica, bastante constante, ha hecho aconsejable su designación bajo un grupo único.



Foto 20.— Aspecto del glacis (350a) del pequeño afloramiento situado inmediatamente al oeste de Aranda de Moncayo.

**Litología.**— Su denominador común es el abundante contenido de gravas, gravillas y a veces bolos.

La matriz más frecuente es arcillo—arenosa y areno—arcillosa. A veces presenta cierto contenido en limo y carbonatos, predominando los tonos rojizos y pardos.

Los gruesos se encuentran siempre redondeados aunque con frecuencia se reconozcan algunos subredondeados como los que se observan en el corte que proporciona la carretera de Ricla a Fuendejalón (PK 12,200) (Foto 19), mientras que sólo de forma ocasional pueden encontrarse subangulosos, como los observados en los afloramientos cercanos a la carretera C—220 al sur de Pozuelo de Aragón, donde al igual que en otros puntos se encuentran niveles fuertemente cementados por carbonatos, hasta constituir conglomerados, (Foto 21). Localmente pueden encontrarse algunos bloques, como ocurre en el pequeño afloramiento situado al oeste de Aranda de Moncayo (Foto 20) y en el que, con gran extensión superficial, se localiza en la región de Borobia.

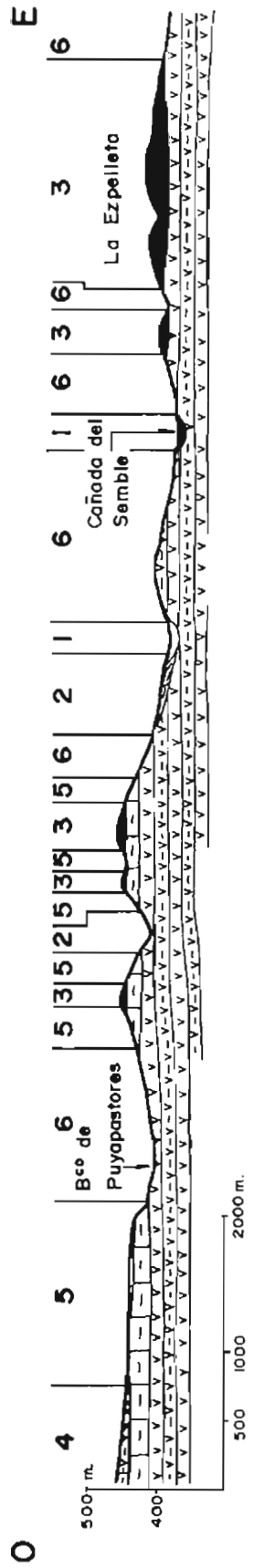
La naturaleza de los gruesos puede variar de unos puntos a otros, así en el área occidental suelen ser silíceos y en la central y oriental son de areniscas, cuarcitas y rocas carbonatadas.



Foto 21.— Detalle del glacis (350a) fuertemente cementado. Foto tomada en las proximidades al P.K. 16 de la carretera C—220.

**Estructura.**— En general estos materiales están ausentes de estratificación, pudiendo observarse únicamente ésta en los niveles cementados. En estos casos se trata de una estratificación grosera y discontinua en lechos de varios centímetros de espesor.

En la parte occidental ocupa las zonas deprimidas del Tramo en un afloramiento continuo y amplio, situado en el área central norte de la hoja topográfica 380, mientras que en la parte oriental ocupa las zonas más altas de los cerros constituidos por materiales terciarios, formando las monteras de éstos, (Fig.7). Estos glacis destacan en el paisaje por sus colores pardos y rojizos,



1. Aluvial de margas yesíferas con gravas (A4).
2. Aluvial y coluvial de margas yesíferas con gravas (AC4).
3. Gravas, gravillas y bolos con matriz arcillo-arenosa (350a).
4. Yesos, margas y calizas (321i).
5. Calizas, calizas margosas y margas (321j).
6. Yesos y margas yesíferas (321k).

Fig. 7.— Corte geológico mostrando la disposición del glacis 350a en la parte oriental del Tramo. Puede apreciarse una ligera pendiente de estos depósitos hacia el Este, de manera que de apoyarse sobre los términos calcáreos (321j) pasa a disponerse sobre los términos yesíferos (321k).



frente a los blanquecinos en el caso de las formaciones yesíferas infrayacentes. En este caso, los afloramientos son más discontinuos, encontrándose aislados entre sí por la erosión, y con una suave pendiente general hacia el Este (Fig.7).

**Geotecnia.**— Estos materiales resultan de características algo variables, según el grado de cementación; así su permeabilidad más bien alta puede hacerse baja, y su ripabilidad puede convertirse en difícil en ocasiones. Constituyen un país estable, con formas llanas, o bien pendientes suaves ( $10^{\circ}$ ) y cotas que raramente superan los 40 m. Todos los desmontes observados en este grupo son estables, de 3 m de altura máxima y pendiente del orden de  $60^{\circ}$ . Pueden ser útiles como material de préstamo, e incluso localmente como gravera.

#### **GLACIS DE LA DEHESA NUEVA (350c)**

**Litología.**— Está constituido este glacis por unas margas de colores gris claro y rojizas que presentan un contenido variable de gravas, gravillas y algún bolo que, si bien pueden ser muy abundantes, rara vez llegan a predominar en el conjunto (Foto 22).



Foto 22.— Detalle de las margas con gravas del Glacis de la Dehesa Nueva (350c).  
Foto tomada en las proximidades al P.K. 26 de la carretera C-220.

Los gruesos, generalmente subredondeados, son de calizas y areniscas, siendo más escasos los de naturaleza silíceas.

**Estructura.**— Este grupo litológico forma plataformas llanas o con pendientes muy suaves hacia el Este. Con frecuencia se encuentra derrubiado y no es posible encontrar cortes limpios para observar su estratificación.

Dada su variabilidad en cuanto al contenido en gruesos pueden ser calificados estos glaciares como depósitos poco homogéneos.

**Geotecnia.**— Estos materiales, que ocupan una pequeña extensión, son ripables y poco permeables, formando una plataforma prácticamente llana y estable. Su utilización como material de préstamo puede resultar problemática, por la abundancia de finos.



Foto 23.— Aspecto de las arcillas y conglomerados (321a) al sur de Clarés de Ribota. Obsérvese la capa de conglomerado en voladizo de la que se ha desprendido un bloque.

#### **ARCILLAS Y CONGLOMERADOS DE CLARES (321a)**

**Litología.**— Este grupo se compone de unas arcillas limosas calcáreas, de tonos rojizos y pardos que en los bordes de las cuencas pueden contener gravas, gravillas y algún bolo, fundamentalmente calizos, angulosos a subredondeados, en proporción muy variable, ya que de predominar pueden llegar a desaparecer.

Se intercalan bancos y lentejones de conglomerados (Foto 24) con abundancia de gruesos calcáreos, redondeados y escasos silíceos, en cemento calcáreo, que pueden llegar a constituir una alternancia irregular, como ocurre al sur de Malanquilla, en la parte occidental del Tramo.

**Estructura.**— En estos materiales puede reconocerse la estratificación, especialmente cuando se presentan intercalaciones de bancos de conglomerados. Se encuentran en posición subhorizontal, y son muy frecuentes los cambios laterales de facies.

Es relativamente frecuente que las arcillas, más erosionables, formen bermas que dejan en voladizo a las capas de conglomerados suprayacentes (Foto 23), produciendo un relieve típico.



Foto 24.— Detalle de los gruesos que constituyen los conglomerados (321a). Foto tomada al sur de Clarés de Ribota.



Foto 25.— Aspecto general de la banda de calizas con margas intercaladas (321c). Foto tomada hacia el Sureste desde el norte de Tierga.

**Geotecnia.**— Esta formación presenta características a veces muy diferentes, debido a la presencia de conglomerados. Los materiales son poco permeables, y su ripabilidad, más bien baja, varía ampliamente; las arcillas son erosionables. Se desarrollan en un país en general estable, de desniveles que pueden alcanzar varias decenas de metros, y pendientes inferiores a  $30^{\circ}$ ; los desmontes observados resultan estables, con 6 m de altura máxima y pendientes del orden de  $60^{\circ}$ . Su utilización como material de préstamo puede resultar problemática.

#### **CALIZAS DE SIERRA BLANCA (321c)**

En la margen izquierda del río Isuela, y con dirección sensiblemente paralela a éste, se encuentra un afloramiento de calizas en forma de franja alargada (Foto 25) que dá origen a la Sierra Blanca y cuya continuación sur-oriental puede verse en Mesones de Isuela y Nigüella.

**Litología.**— El grupo está formado por una serie de calizas (Foto 26) micro y mesocristalinas, calizas tobáceas o tobas calcáreas, calizas margosas y margas limosas, que por aumento en su frecuencia de aparición pueden llegar a constituir una alternancia irregular.

En ocasiones se intercalan bancos de creta como los que se encuentran en explotación en las proximidades de Nigüella, y localmente algunas capas y bancos de conglomerados calcáreos.



Foto 26.— Desmorte en las calizas de Sierra Blanca (321c), buzando hacia el Noreste. Carratera local Z--361, aproximadamente P.K.--29,150.

**Estructura.**— El conjunto se encuentra bien estratificado en capas y bancos de desigual espesor buzando hacia el NE con valores comprendidos entre  $15^{\circ}$  y  $45^{\circ}$ .

**Geotecnia.**— Estas calizas se hallan prácticamente sin recubrimiento, y resultan poco permeables y no ripables, salvo en los puntos de margas y tobas. Forman un país de grandes desniveles, con pendientes estables del orden de  $30^{\circ}$ . Los desmontes observados resultan estables, aún con alturas que pueden llegar a los 5 m, y pendientes del orden de  $80^{\circ}$ . Pueden explotarse en cantera para áridos, con grandes reservas en cuanto a la homogeneidad.

#### **MARGAS Y CONGLOMERADOS DE VALCHIPLE (321d)**

Aparentemente concordante con el grupo anterior (321c) y sobre él se encuentra una serie que es atravesada por la carretera local Z-361 al noreste de La Tierga y que se continúa hacia el Sureste por el paraje denominado Valchiple.



Foto 27.— Desmorte en una de las intercalaciones de conglomerados (321d), buzando hacia el SO. Foto tomada en la carretera local Z-361 entre los P.K. 26 y 27.

**Litología.**— Se compone este grupo litológico de unas margas rojizas, pardas y ocre—amarillentas, a veces con gravas, dentro de las que se encuentran abundantes intercalaciones de lechos y capas de conglomerados calcáreos (Foto 27) que pueden llegar a constituir en ocasiones una alternancia irregular. Aunque escasas, puede contener asimismo algunas intercalaciones de calizas.

Las gravas, gravillas y bolos de los conglomerados son redondeados a subangulosos. Predominan los de caliza y se encuentran pobremente clasificados (Foto 28).

**Estructura.**— Este material se encuentra a grandes rasgos bien estratificado, aunque en detalle, y debido a las frecuentes cicatrices erosivas, ésta sea irregular.



Foto 28.— Detalle de los conglomerados de la foto anterior. Puede observarse su heterometría, así como sus índices de redondez.

En ocasiones aparece estratificación cruzada. Se encuentra suavemente plegado, formando un laxo sinclinal de dirección NW – SE.

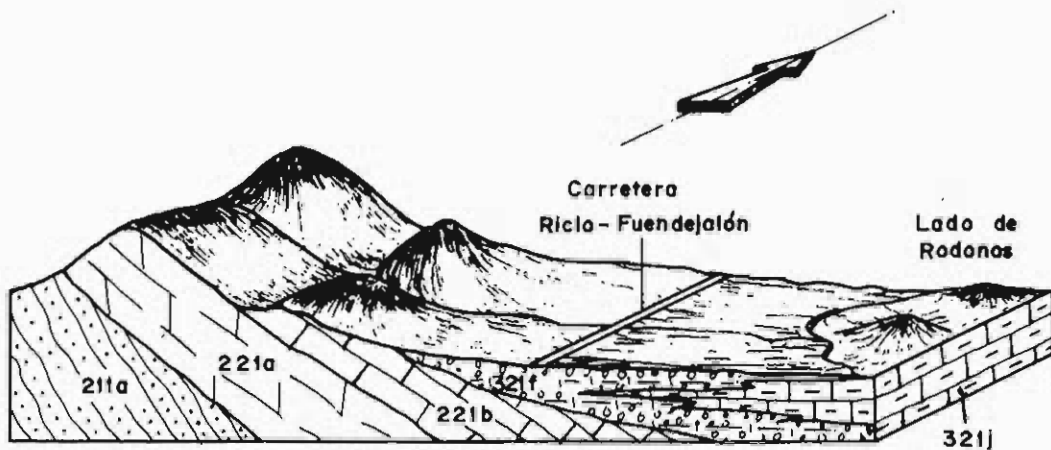
**Geotecnia.**— Esta formación es semejante a las designadas como 321a y 321b, con características variables por la presencia de conglomerados. Son materiales no ripables y su permeabilidad por su parte suele ser baja. Se desarrollan en un país estable, de desniveles que alcanzan pocas decenas de metros y pendientes de 15°. En los pocos desmontes observados, de escasa entidad y unos 40° de pendiente, se acusan síntomas de erosión localizada.

#### **CONGLOMERADOS DE RICLA – FUENDEJALON (321f)**

En el borde de la Fosa del Ebro que entra en contacto con la Cordillera Ibérica (Fig.8) se encuentra una facies marginal sobre la cual discurre en buena parte la carretera que une Ricla y Fuendejalón (ambas poblaciones fuera del Tramo).


**Litología.**— Está constituido el grupo por unos conglomerados de gravas, gravillas, bolos y excepcionalmente bloques de caliza, angulosos a redondeados, con cemento calcáreo.


Se intercalan con frecuencia, hasta poder llegar a predominar, margas rojas y blanquecinas que suelen contener asimismo gravas, gravillas, bolos y algún bloque, tanto más frecuentes cuando se está en las proximidades a la Cordillera.



 321f. Conglomerados y margas

 221a. Brechas dolomíticas, dolomías y calizas

 321j. Calizas, calizas margosas y margas

 211a. Areniscos, argillitas y cuarcitos.


 221b. Calizas.

Figura 8.— Bloque diagrama esquemático, en el que, a la izquierda, aparecen los materiales del Mesozoico de la Cordillera Ibérica, y a la derecha parte de los materiales que rellenan la Fosa del Ebro.



Foto 29.— Desmonte en los conglomerados (321f) de la carretera Ricla-Fuendejalón. La estratificación es a veces irregular y discontinua, pudiendo observarse algunas cicatrices erosivas, sobre todo en el contacto con la capa margosa inferior

En superficie, se encuentran parcialmente recubiertos por unas margas con gravas, a veces de origen eluvial y generalmente de débil espesor.

**Estructura.**— Estos materiales se encuentran estratificados en capas y bancos de espesor muy variable. La estratificación suele ser irregular y discontinua, observándose frecuentes cicatrices erosivas (Foto 29). En conjunto son subhorizontales.



Foto 30.— Aspecto de un desmonte parcialmente derrubiado en las margas de Fuendejalón (321g). Foto tomada en las proximidades de esta localidad.

**Geotecnia.**— Esta formación presenta unas características muy variables, según sea la mayor o menor aparición de conglomerados. La ripabilidad es baja en general, siendo poco permeables. Las margas resultan muy erosionables, razón por la que el país en el que se desarrollan varía entre el llano estable, y los desniveles de 20/40 m y pendientes de 20°/40°, donde se forman cornisas de conglomerados que acaban desprendiéndose, por descalce del pie margoso. En los desmontes observados, siempre con alturas inferiores a 3 m, aparecen taludes en conglomerados, verticales y estables, y taludes en margas (con pendientes de 40°) inestables por erosión. La utilización de esta formación como material de préstamo puede resultar problemática.

#### MARGAS DE FUENDEJALON (321g)

**Litología.**— Al sur de Fuendejalón (población situada fuera del Tramo), se encuentra un grupo constituido por unas margas de colores blanquecinos, rojizos y grises (Foto 30). Entre ellos se intercalan lechos y nódulos de margocalizas de unos pocos centímetros de espesor, de colores blanquecinos, y que en general presentan una escasa continuidad lateral (foto 31).





Foto 31.— Aspecto del grupo margoso (321g) en las proximidades del P.K. — 16 de la carretera C—220. Aparte de las margas, puede verse un nivel de margocaliza blancuecina (C), un gran nódulo de sílex (S) y conglomerados y areniscas (A) en la parte superior de la foto.

Localmente se intercalan pequeños lentejones de gravas y gravillas redondeadas de calizas y areniscas, que pueden llegar a constituir conglomerados por adición de cemento calcáreo, así como lechos de areniscas, de grano medio a grueso, también cementadas por carbonatos. De manera ocasional puede encontrarse entre las margas algún nódulo de sílex que puede llegar a tener varios centímetros cúbicos de volumen (Foto 31).

**Estructura.**— Estas margas se encuentran en general con una estratificación poco marcada, que sólo puede seguirse claramente cuando están presentes los niveles margo—calizos, algo más competentes. Cuando esto ocurre, se observa que el grupo se encuentra en posición subhorizontal y horizontal.

**Geotecnia.**— Estas margas, prácticamente impermeables y poco o nada ripables, forman un país de desniveles moderados y taludes estables que no sobrepasan los  $10^{\circ}$ . Los desmontes observados tienen una altura máxima de 2 m, una pendiente de  $60^{\circ}$ , y resultan estables.

#### **MARGAS CON YESOS, DEL SUR DE POZUELO (321h)**

**Litología.**— Al sur de Pozuelo de Aragón (población situada fuera del Tramo, en su parte oriental), se encuentra un grupo constituido por unas margas yesíferas, de colores rojizos y blancuecinos, con intercalación de lechos y vetas de espesor centimétrico (Foto 32), de yesos fibrosos y sacaroideos de color blanco.



Foto 32.— Detalle del grupo 321h. Resaltan por su blancura las capas y vetas de yeso. Foto tomada en la carretera C-220, aproximadamente P.K.—15,500.

**Estructura.**— Los materiales que constituyen este grupo se encuentran horizontales o subhorizontales, y se sitúan estratigráficamente por debajo de los ya descritos (321g). Dan un relieve de pequeños cerros con pendientes muy suaves.

**Geotecnia.**— Estas margas yesíferas (Foto 33) son ripables y prácticamente impermeables, y resultan algo erosionables y altamente agresivas por sulfatos. Se desarrollan en una formación de pequeña extensión superficial, que presenta desniveles inferiores a 20 m, y pendientes estables de unos  $10^{\circ}$ . En los desmontes observados de  $40^{\circ}$  de pendiente y escaso desarrollo vertical, se acusan fuertes cárcavas.

#### **YESOS, MARGAS Y CALIZAS (321i)**

**Litología.**— Este grupo aflora en los alrededores del vértice Campo Royo (cuadrante 353-4). Está constituido por unos yesos blancos con textura sacaroidea y fibrosa, intercalados en unas margas de tonos grises a blanquecinos, que a veces llegan a predominar. Puede observarse la presencia de capas de calizas también de tonos claros, estratificadas en lechos de espesor centimétrico.

**Estructura.**— Su estratificación es difícil de observar, debido en parte a la escasez de cortes limpios en esta formación. El grupo presenta afinidades litológicas con los dos grupos que se describirán a continuación (321j y 321k), siendo el resultado en parte de cambios laterales entre



Foto 33.— Aspecto de un desmonte en las margas con yesos de Pozuelo (321h) en la carretera C-220, al sur de Pozuelo de Aragón.

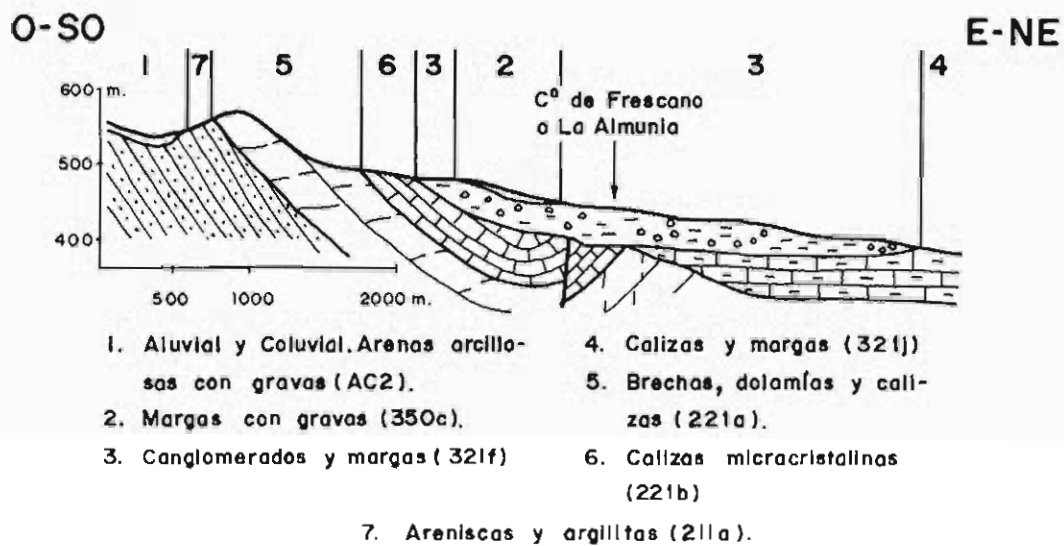


Figura 9.— Corte geológico mostrando la disposición de los materiales que constituyen la Cordillera Ibérica (5, 6 y 7) y los que se adosan al borde de ésta, rellenando la Fosa del Ebro (2, 3 y 4). El corte está dado entre los P.K. 24 y 25 de la carretera local de Fréscano a La Almunia.

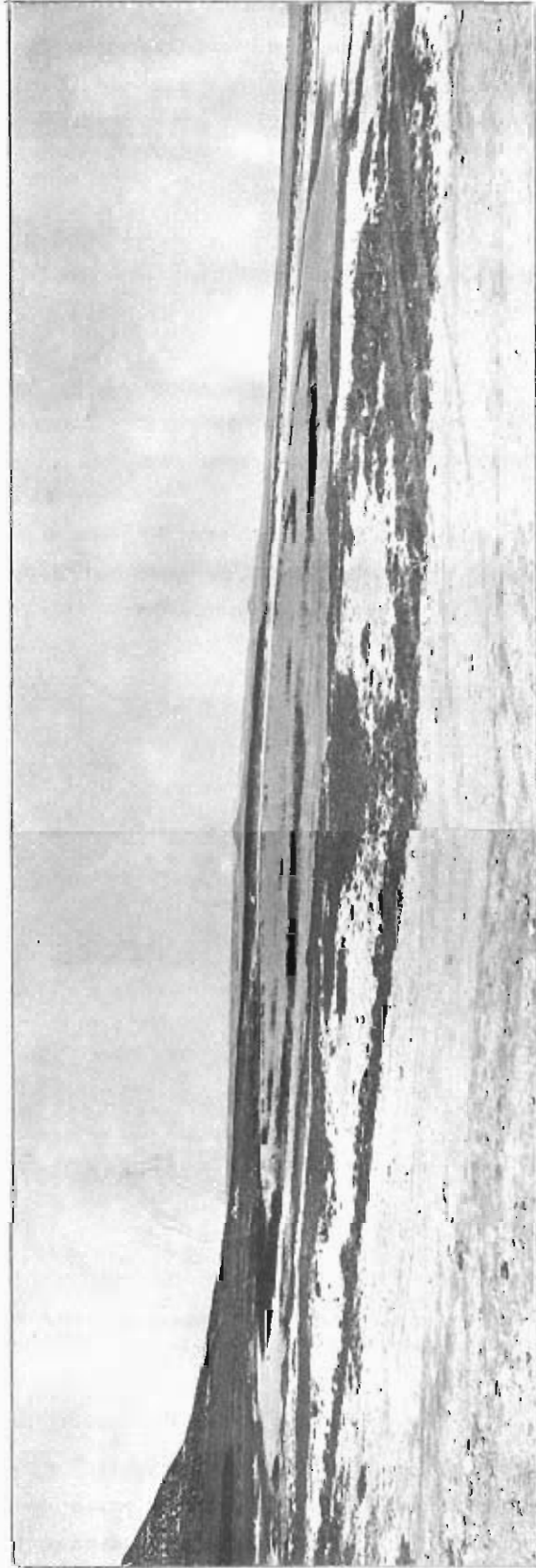


Foto 34.— Balsa de la Serrera. Laguna artificial sobre los yesos, margas y calizas (321) impermeables; al noreste del P. K. 20 de la carretera C-220. A la izquierda de la foto, el cerro del vértice Campo Royo.

éstos y de tránsitos relativamente graduales en la evolución vertical de las series.

**Geotecnia.**— Estos yesos y margas, son ripables y prácticamente impermeables, (Foto 34) resultando algo erosionables, y, por supuesto, agresivos al hormigón. Constituyen una formación estable, casi llana, con desniveles que no superan los 20 m y pendientes inferiores a los 5°.

### **CALIZAS Y MARGAS (321j)**

Esta serie aflora tanto en el área oriental, (proximidades de la carretera C—220), como en el área occidental en el Paso de La Pulida.

**Litología.**— Consta de una alternancia irregular de calizas y calizas margosas, a veces nodulares, de tonos blanquecinos, con intercalaciones de margas grises y blancuzcas. En la parte occidental las margas son a veces arcillosas y pueden tener tonos ocre.

**Estructura.**— Los afloramientos de la parte occidental del Tramo quedan relegados al techo de dos cerros casi erosionados y separados entre sí. Se encuentran cubriendo a los materiales arcillosos de la Cañada Hermosa, con una estratificación aparentemente horizontal.



Foto 35.— Calizas y margas (321j) bien estratificadas en lechos finos. Foto tomada en un desmonta del Camino de la Luisa, a unos 3,5 Km. del P.K. 21 de la carretera C—220.

En el área oriental se presenta bajo dos formas de afloramiento, la primera de ellas como una banda continua que, con dirección NW—SE, va ganando en espesor hacia el SE, y sirve de “frontera” (en sentido amplio) entre las facies marginales del Mioceno continental de la Fosa del

Ebro y las facies blancas yesíferas, que aparecen bien desarrolladas en el este del Tramo.

El resto de los afloramientos del área oriental se encuentran en el techo de la serie evaporítica (321k), desconectados entre sí por las vaguadas y "vales", y cubiertas a su vez por los depósitos de tipo glacis (350a).

Puede observarse la posición generalmente horizontal o subhorizontal de este conjunto carbonatado, debido a que su estratificación se encuentra bien marcada en capas y lechos, a veces tan finos que pueden tomar un aspecto lajoso (Foto 35). Sólo localmente se comprueban en las calizas buzamientos que pueden llegar a los 30°.

**Geotecnia.**— Estos materiales calizo—margosos se presentan casi sin recubrimiento, son prácticamente impermeables y su ripabilidad es baja. Se desarrollan en un país de desniveles que pueden alcanzar varias decenas de metros, con pendientes que en general son de 10° y pueden llegar a 30° en algún escarpe. En el área occidental resultan algo inestables por erosión. Los desmontes observados en el área oriental, todos de altura inferior a 2 m, varían ampliamente desde los 50° hasta los 90° de pendiente, hallándose, en estos últimos, síntomas de erosión diferencial. Estos materiales no parecen poderse aprovechar como cantera de áridos, dada la presencia de margas.

#### YESOS DE LA FOSA DEL EBRO (321k)

La mayor parte de la región central de la Fosa del Ebro se encuentra ocupada por las facies evaporíticas, de las cuales se halla una amplia representación en la parte oriental del Tramo estudiado.



Foto 36.— Detalle de uno de los lechos de yeso blanco, con intercalaciones de margas yesíferas (321k). Foto tomada a unos 500 m al sur del vértice Serreta.

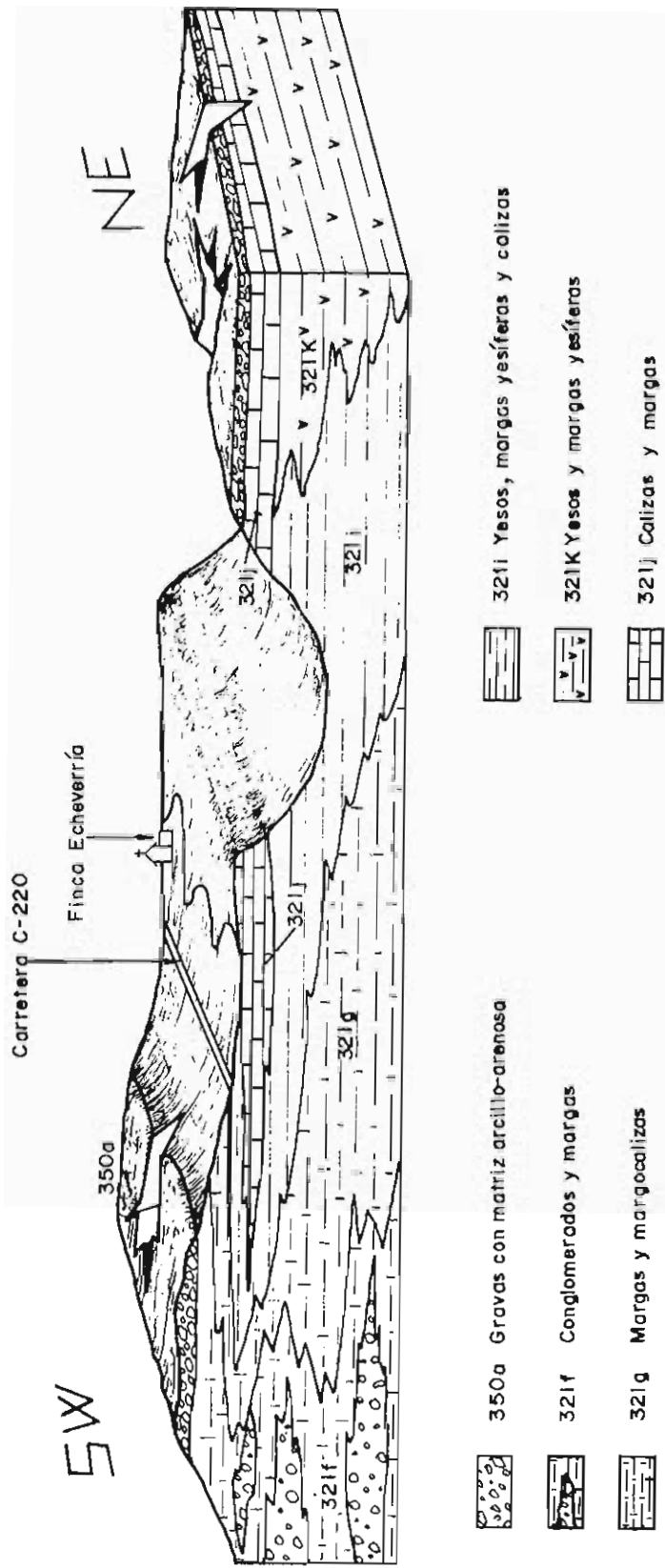


Figura 10.- Bloque diagrama esquemático, mostrando una interpretación sobre las posibles relaciones geométricas, existentes entre las facies de los materiales terciarios que rellenan la Fosa del Ebro.

**Litología.**— Este grupo geotécnico está constituido por un conjunto de yesos blancos, (Foto 36) de texturas variadas, entre las que predominan los sacaroideos y fibrosos, abundando los de tipo alabastrino. Se intercalan con frecuencia variable margas yesíferas gris claro, que de constituir una alternancia, pueden llegar localmente a predominar.

A veces se encuentran algunos lechos intercalados de calizas y calizas margosas casi siempre muy oquerosas o vacuolares.

**Estructura.**— El conjunto se encuentra bien estratificado en capas y lechos de desigual espesor con planos irregulares. Estructuralmente se encuentran subhorizontales a horizontales, formando un monótono relieve de cerros y valles tabulares, (Foto 37) que solo ocasionalmente, como en los alrededores de Bardallur, presentan cantiles de fuertes pendientes.



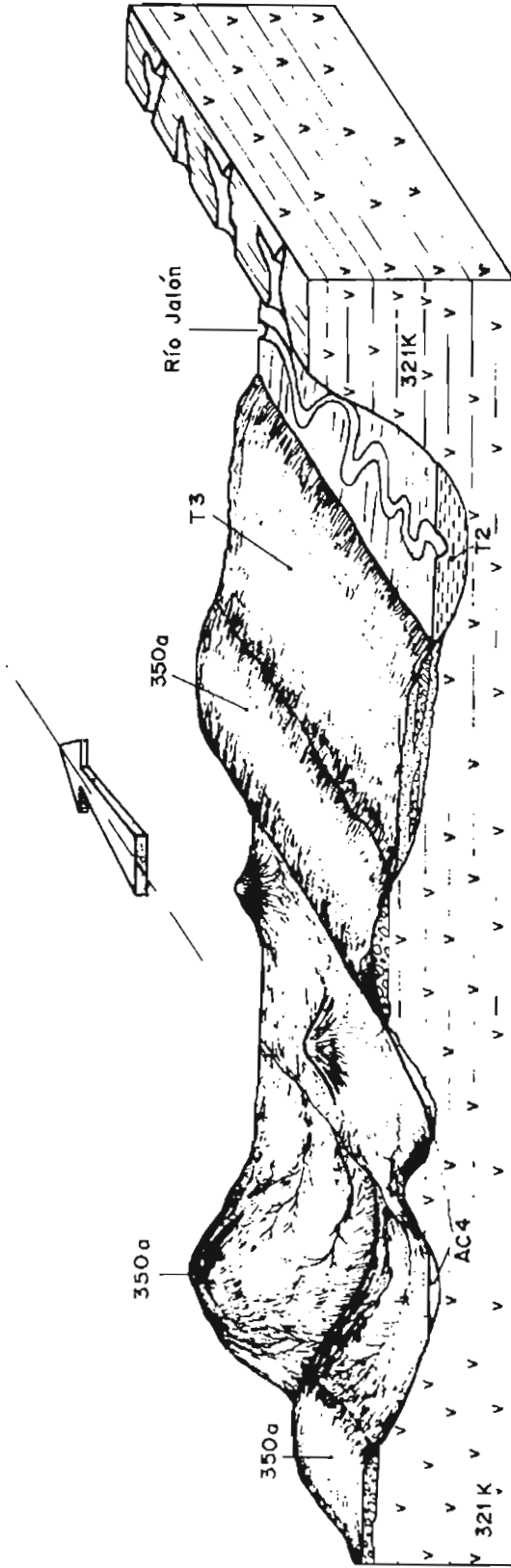
Foto 37.— Un aspecto de las laderas en los materiales yesíferos (321k). Foto tomada en la margen izquierda de la cabecera del barranco de La Luisa.

**Geotecnia.**— Estos materiales son ripables y poco permeables. Se desarrollan en un país estable, cuando es prácticamente llano, pero que acusa fuerte erosión y caída de bloques cuando se presenta en cantiles verticales, de unos 20 m de altura. En general, parece que las zonas más inestables se ven acompañadas de una mayor presencia de margas, más erosionables. Los desmontes observados, de escasa entidad, se mantienen estables aún siendo verticales.

#### **ARCILLAS CON GRAVAS, DE CAÑADA HERMOSA (321I)**

**Litología.**— Los materiales que componen este grupo son arcillas de tonos rojizos y ocre, a veces ligeramente calcificadas, mezcladas con gravilla, grava y algún bolo, generalmente calcáreos,





- T2. Terraza de arcillas.
- T3. Terraza de arcillas con lentejones de gravas.
- AC4. Aluvial y Coluvial. Margas yesíferas con gravas.
- 350a. Gravas con matriz arcillo-arenosa
- 321K. Yesos y margas yesíferos

Figura 11.— Bloque diagrama esquemático en el que puede apreciarse la disposición y morfología de los materiales yesíferos (321 k). El glacis (350a) se encuentra en la parte alta de los cerros, y el río Jalón presenta, en este tramo, un curso divagante y un valle asimétrico.

que pueden en algunos casos llegar a predominar.

**Estructura.**— Es una formación heterogénea, en la que no se aprecia una estratificación clara, distinguiéndose únicamente la mayor o menor riqueza en cantos. Forma una llanura monótona y sometida a cultivo, por lo que es difícil encontrar buenos afloramientos.

**Geotecnia.**— Estos suelos son ripables, poco permeables, y algo erosionables y se desarrollan en un país prácticamente llano, o con pendientes estables de 10°, con unos desniveles que no superan los 20 m. Los pocos desmontes observados, de 3 m de altura máxima y 45° de pendiente, presentan síntomas de erosión. La utilización de estas arcillas como material de préstamo, dependerá de la proporción de gruesos y de la plasticidad de los finos.

### **MARGAS CON INTERCALACIONES CALCÁREAS, DE PEÑA MONCAL (313a)**

**Litología.**— Están formados estos materiales de margas arcillosas, de tonos ocres, con intercalaciones calcáreas de gran continuidad. Las margas arcillosas tienen localmente concentraciones de carbonatos, tomando un color blancuzco. Dentro de las margas hay zonas ricas en gravas.

**Estructura.**— Están plegadas y se disponen directamente sobre las calizas del Cretácico (232), y con las mismas características geométricas. Esto se aprecia bien en las capas calcáreas, pero no en las arcillas margosas o margas arcillosas, erosionadas superficialmente. Forman un escalón relativamente poco inclinado entre los demás materiales oligocenos y las calizas cretácicas (232).

**Geotecnia.**— Estas margas son ripables y prácticamente impermeables, y aunque poseen intercalaciones más duras, resultan en conjunto algo peligrosas por ser erosionables. Se desarrollan en un país de desniveles que no superan los 20 m, y pendientes de 30°, con claras muestras de erosión. También los desmontes observados presentan cárcavas aun con una altura máxima de 2 m y 40° de pendiente.

### **MARGAS Y ARCILLAS DE PEÑA RUBIA (313b)**

**Litología.**— Se trata de una alternancia de margas calcáreas, casi totalmente blancas, con arcillas, a veces muy puras y a veces margosas, de colores vivos, en capas de pequeño espesor. En algunos casos las arcillas son limosas. En general forman, tanto las margas como las arcillas, capas de 2 a 3 m de potencia, alternando de un modo rítmico (Foto 38). En la parte situada más al sureste del afloramiento, las capas de marga calcárea, a veces, pasan lateralmente a areniscas con cemento calcáreo o conglomerados calcáreos.

**Estructura.**— Constituyen un largo afloramiento, muy visible por su color blanco, plegado isoclinalmente con el resto del Oligoceno, en dirección NO—SE, y con buzamientos de 30 a 45° al SO. Forman una barrera dentada, en la que sobresalen las capas de caliza margosa y quedan rebajadas por erosión las arcillas, muy alterables por su fragmentación en escamas de unos 2 a 4 cm, perfectamente separables a mano.



Foto 38.— Aspecto de la alternancia de margas blancas y arcillas coloreadas (313b), en la región de Peña Rubia, al norte de Miñana.

**Geotecnia.**— Estos materiales resultan poco permeables y su ripabilidad varía ampliamente, siendo en general alta. Las margas se presentan deleznable y algo erosionables y las arcillas son de alta plasticidad. Forman un país de desniveles de varias decenas de metros y pendientes del orden de  $10^{\circ}$ , observándose únicamente alguna erosión localizada.

#### **YESOS DE MAZATERON (313c)**

**Litología.**— Este grupo está formado por yesos de tipo sacaroideo, blancos, en lechos y vetas de muy escasa potencia individual, incluidas entre capas de conglomerados calcáreos y arcillas más o menos calcificadas. Los yesos son muy puros, pero están dispersados en una amplia banda que hace disminuir la proporción total de un modo considerable.

**Estructura.**— Es una formación plegada isoclinalmente con el resto del Oligoceno, con buzamientos de  $30$  a  $45^{\circ}$  al S.O. y dirección NO—SE. Existen afloramientos claros en muchos puntos, desde las proximidades de Miñana a Mazaterón, pero el afloramiento parece perderse hacia el noroeste. Este material influye poco en el paisaje, ya que al estar “incluido” entre conglomerados y arcillas y ser vetas muy finas, no tiene posibilidad de ofrecer los típicos paisajes de zonas yesíferas.

**Geotecnia.**— Estos yesos resultan ripables y de baja permeabilidad siendo algo erosionables, y por supuesto, agresivos a los hormigones. Se desarrollan en un país similar al del grupo (313b), con desniveles que no sobrepasan los 20 m, y pendientes del orden de  $10^{\circ}$ .

## CONGLOMERADOS Y ARCILLAS DE LA HEREDAD DE LA MONJA (313d)

**Litología.**— Se trata de alternancias de arcillas y conglomerados calcáreos (Foto 39) con algunos cantos sílfceos, de tonos azulados. La cementación es a veces muy fuerte (Foto 40) aunque el cemento no llega a tener la dureza de los cantos. Las arcillas son calcáreas, a veces limosas, de tonos rojizos y ocre. Localmente existen cantos dentro de las capas de arcilla.



Foto 39.— Alternancia de conglomerado y arcilla (313d) en el sinclinal existente al este de Villaseca de Arciel.

**Estructura.**— Estos materiales forman un gran afloramiento en la parte suroeste de la hoja 380, con las características geométricas del conjunto del Oligoceno. Están plegados en dirección NO—SE, con buzamiento al SO, que se transforma en un anticlinal y un sinclinal en la parte más al norte del afloramiento. En general los buzamientos no suelen sobrepasar los 45°. Dan un paisaje llano, salvo en la zona de anticlinal y sinclinal, con pequeños crestones que corresponden a los afloramientos de conglomerado.

**Geotecnia.**— Estos materiales resultan de características muy variables, según la mayor o menor presencia de conglomerados. Son de baja permeabilidad, pero su ripabilidad varía de baja a alta. En cuanto a su estabilidad, se presentan en distintas condiciones, observándose desniveles desde 5 a 50 m, y pendientes medias del orden de 20°; dentro de este panorama se observan taludes inestables, por erosión de las arcillas y desprendimiento de las cornisas conglomeráticas. También en los desmontes observados se aprecia gran variación en el comportamiento, apareciendo taludes verticales estables, junto a otros inestables por erosión con una pendiente de 40°, siempre con una altura máxima de 3 m. La utilización de esta formación como material de préstamo, varía ampliamente según el grado de cementación de los conglomerados, y la frecuencia de arcillas.



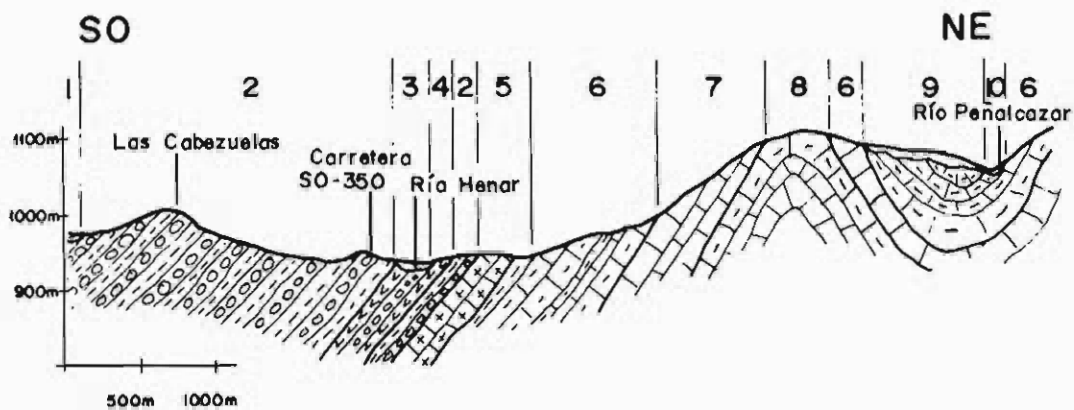
Foto 40.— Detalle del conglomerado (313d) al oeste del río Manubles.

#### **ARENAS Y ARENISCAS DE TORRELAPAJA (231)**

**Litología.**— El grupo recibe esta denominación por tratarse de un conjunto de materiales, entre los que destacan las arenas cuarzosas y las areniscas, existiendo también, en proporción mucho menor, argilitas, zonas ferruginosas (con círculos de hierro), caolín, e incluso lignito, todo ello típico de la denominada "Facies Utrillas". Los términos predominantes son arenas, generalmente blancas (Foto 41) y muy puras, que a veces por ligera cementación, dan una arenisca deleznable, en la que varía (aunque es siempre pequeña) la proporción de gravas, muy redondeadas, de sílice.

**Estructura.**— Este grupo ocupa muchas zonas de pendiente entre los afloramientos calizos del Cretácico (232), que resaltan topográficamente, y los valles o zonas bajas, con pocos escalones ocasionados por las areniscas ligeramente cementadas. Son concordantes con el grupo calcáreo (232) que las recubre. La estratificación es buena, observándose típicos fenómenos de estratificación cruzada, y lechos ricos en gravillas y grava silíceas (Foto 42).

**Geotecnia.**— Estos materiales resultan de características variables. En general resultan ripables, y su permeabilidad es alta, siendo erosionables. Se desarrollan en un país cuya estabilidad también es variable, observándose zonas estables con desniveles de varias decenas de metros y



- |   |  |
|---|--|
| 1 Arcillas y conglomerados horizontales(321a) | 6 Arcillas margosas con bandas calcáreas(313a) |
| 2 Arcillas y conglomerados plegados (313d)    | 7 Calizas blanquecinas (232)                   |
| 3 Aluvial arcillo limoso con gravas(A6)       | 8 Margas calcáreas.(232 a)                     |
| 4 Yesos, arcillas y conglomerados (313c)      | 9 Terraza arcillosa con gravas (T2)            |
| 5 Margas blancas y arcillas abigorradas(313b) | 10 Aluvial limo-arcilloso con gravas (A2).     |

Figura 12.— Corte geológico entre Mazaterón y Miñana, en el que puede apreciarse el carácter isoclinal de los conglomerados y arcillas de la Heredad de la Monja (313d) sobre las calizas (232) del Cretácico.



Foto 41.— Afloramiento de arenas blancas (231) entre Torrubiá y Sahuquillo. Arriba a la izquierda, las calizas cretácicas (232).

pendientes comprendidas entre  $15^{\circ}$  y  $30^{\circ}$ , y zonas de similares características geométricas pero claramente inestables por erosión. Los desmontes observados varían desde estables, con pendientes de  $45^{\circ}$  a  $80^{\circ}$  y alturas menores de 10 m, hasta inestables por erosión con alturas de 3 m y pendientes de  $45^{\circ}$ . La utilización de este grupo como material de préstamo, puede resultar problemática por sus variaciones locales.



Foto 42.— Corte en la región de Bijuesca, donde se pueden apreciar finos lechos ricos en gravas, dentro de las arenas en "facies Utrillas" (231).

#### GRAVAS RUBEFACADAS DE PORTILLO DE SORIA (211c)

**Litología.**— Este grupo está formado por una acumulación de gravas, subredondeadas, silíceas, de tonos rojos oscuros, con matriz limo—arenosa, conteniendo gravillas que pueden predominar o ser prácticamente inexistentes. No presentan cementación y denotan los esfuerzos tectónicos sufridos por la fracturación de los cantos, algunos de los cuales se deshacen con la mano, no siendo fácil que este fenómeno obedezca a la gelivación.

**Estructura.**— Al ser materiales sueltos, (Foto 43) sufren de un modo acusado los efectos erosivos, formando pendientes suaves. Por su homogeneidad no se aprecian planos de estratificación, debiendo ser concordantes con los materiales más modernos, dentro del Buntsandstein (211a), que descansan sobre ellos.

**Geotecnia.**— Estas gravas arenosas son ripables y permeables, aunque localmente pueden variar sus características. Se desarrollan en un país de desniveles que no sobrepasan los 20 m, con pendientes estables del orden de  $15^{\circ}$  a  $20^{\circ}$ . Los pocos desmontes observados, de altura máxima 2 m y pendiente  $45^{\circ}$ , resultan algo inestables por erosión. Pueden ser útiles como material de préstamo.

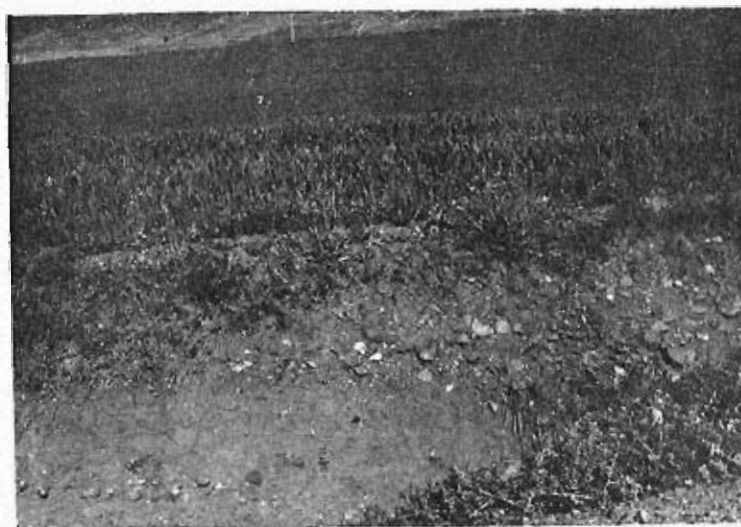


Foto 43.— Pequeño desmonte en las gravas (211c). Camino de Cardejón a Portillo.

#### ROCAS SUBVOLCANICAS DEL SUR DE CARDEJON (160)

Estas rocas aparecen en los núcleos de alguno de los anticlinales existentes en la parte occidental del Tramo estudiado, y únicamente en el cuadrante número 4 de la hoja 380.

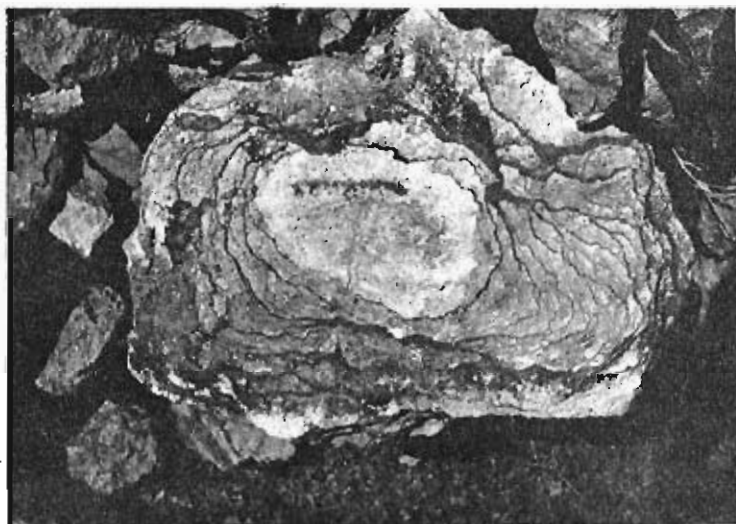


Foto 44.— Pequeño fragmento de las rocas subvolcánicas al sur de Cardejón (160), en el que pueden apreciarse los círculos de Liesegang.

**Litología.**— Se trata de un material granudo, constituido por pequeños cristales, principalmente de cuarzo, englobados en una pasta de color marrón, en la que abundan microcristales de



diversos minerales. En general presenta coloración marrón blancuzca, con una marcada migración de hierro que da lugar a la diferenciación de zonas circulares donde se concentran los óxidos de este metal (círculos de Liesegang) (Foto 44).

**Estructura.**— Son rocas relativamente resistentes a la erosión, por lo que dan pequeños “dientes” que sobresalen en las zonas llanas donde afloran. Están situadas sobre el Cámbrico y Bajo el Buntsandstein, dándolas algunos autores edad Pérmica. Parecen tener estratificación clara, habiendo sido plegadas solidariamente con los demás materiales. Geográficamente son poco importantes, por la reducida extensión de sus afloramientos.

**Geotecnia.**— Estos materiales, de pequeño desarrollo superficial, son poco ripables y permeables, formando un país de desniveles no superiores a los 10 m, con pendientes estables de 30°.

### **ESQUISTOS ENTRE CARDEJON Y PORTILLO DE SORIA (110c)**

**Litología.**— Se trata de esquistos pelíticos, ricos en mica, con pequeñas inclusiones de cuarzo. Su color es marrón claro, con zonas grisáceas.

**Estructura.**— Se diferencian estos esquistos de los señalados en el grupo 110b, (que se estudiará en otro apartado) similares litológicamente, por su estructura en “hojaladre”, debida a una esquistosidad bien marcada, con descomposición en lascas muy finas. Dan un paisaje llano, que al estar cultivado no ofrece una diferenciación clara en fotografía aérea. Parecen tener estratificación casi vertical y direcciones N—S.

**Geotecnia.**— Estos materiales, de pequeña extensión superficial, se hallan recubiertos por un suelo de pequeño espesor, arcilloso con gravas. Resultan ripables y permeables por fisuración, formando un país de desniveles que no superan los 20 m, y pendientes estables del orden de 10°.

#### **3.1.4 Resumen de problemas geotécnicos que presenta la Zona.**

Esta Zona se ve dominada por depósitos recientes y formaciones terciarias, con alguna aparición esporádica del Mesozoico y el Paleozoico. De cualquier modo se observa siempre el desarrollo de un país de bajo relieve y formas suaves.

Entre los suelos no cohesivos, se dan formaciones de origen aluvial, (A1, A2, A3, A5 y A7) aluvial—coluvial (AC10), glacia (350a), predominando las gravas (de alta permeabilidad), que según su proximidad a los cursos fluviales, pueden resultar localmente inundables.

Dentro también de los suelos granulares, existe un grupo constituido por formaciones de origen aluvial—coluvial (AC2), coluvial (C3), o del mesozoico (231 y 211c), que pueden resultar localmente inestables, sobre todo por erosión, y que excepcionalmente pueden mostrar niveles calcificados.

Por su parte entre las formaciones de componente arcilloso, existen suelos de diverso origen (A6, AC5, C4, C5, T1 y 350c), que resultan localmente inundables y erosionables.

Incluidos asimismo en los suelos finos existen tres grupos, de diverso origen, que resultan agresivos por sulfatos y localmente inundables, (A4, AC4 y T2).

El resto de materiales cuaternarios no plantean problemas especiales (TA2 y T3).

Por último, está el grupo de las formaciones terciarias, que presentan muy diversas características. Existen en primer lugar dos formaciones, (321f) y (313a), que resultan algo peligrosas por su generalizada inestabilidad por erosión. Por otra parte se encuentran los depósitos yesíferos tipo Keuper y análogos, peligrosos por su agresividad, erosión e inestabilidad localizada, (321h, 321c, 321k y 313c). Además se encuentra también un conjunto de depósitos arcillosos y calcáreos, que aún presentando buenas características, acusan erosión en ciertos puntos (312j, 321i, 313b y 313d). Finalmente aparece un numeroso conjunto de formaciones, en las que predominan las margas y conglomerados, que no plantearán problemas geotécnicos especiales (321a, 321c, 321d y 321g). Las dos apariciones paleozoicas también participan de este último carácter (160 y 110c).

## **3.2 ZONA 2: ALINEACIONES MONTAÑOSAS DE LA CORDILLERA IBERICA**

Esta Zona está ocupada por materiales mesozoicos fundamentalmente, y en menor proporción por otros terciarios y cuaternarios. Su naturaleza es muy variada y afloran en gran parte del Tramo, coincidiendo sensiblemente algunos de sus límites con los ya establecidos anteriormente para la Cordillera Ibérica. (Figs. 13 y 13 bis).

### **3.2.1 Geomorfología y Tectónica**

El relieve en esta Zona está condicionado en su mayor parte por sus caracteres litológicos y estructurales. La presencia, de numerosos afloramientos de rocas competentes (calizas, dolomías, etc), producen un relieve vigoroso, con frecuentes escarpes, más o menos pronunciados, dando como resultado un relieve bastante quebrado, en el que, si bien las diferencias de cota no son demasiado importantes, son frecuentes los desniveles, debido además a la importante labor erosiva desarrollada por la red fluvial que se encuentra muy encajada.

Los materiales se encuentran fuertemente plegados y fracturados según claras direcciones tectónicas NO–SE, las cuales están especialmente bien marcadas en la parte occidental (Rama Castellana), imprimiendo una notable influencia estructural a su relieve.

En la parte central y oriental (Rama Aragonesa) domina una tectónica de horsts y fosas tectónicas que dan como resultado un relieve más fragmentario, dado que las direcciones de plegamiento no se encuentran tan claramente marcadas como en el extremo occidental.

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

ESCALA 1/200.000

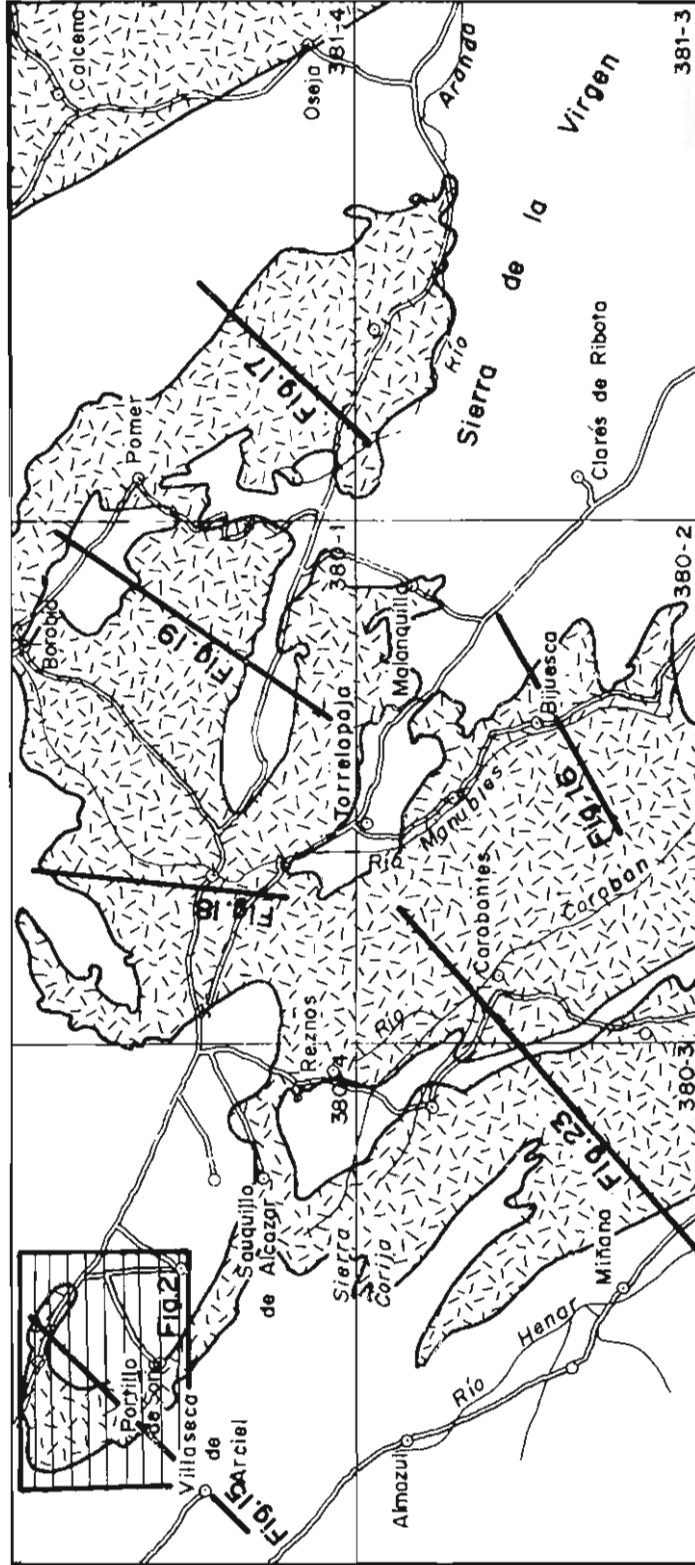


Fig.-13

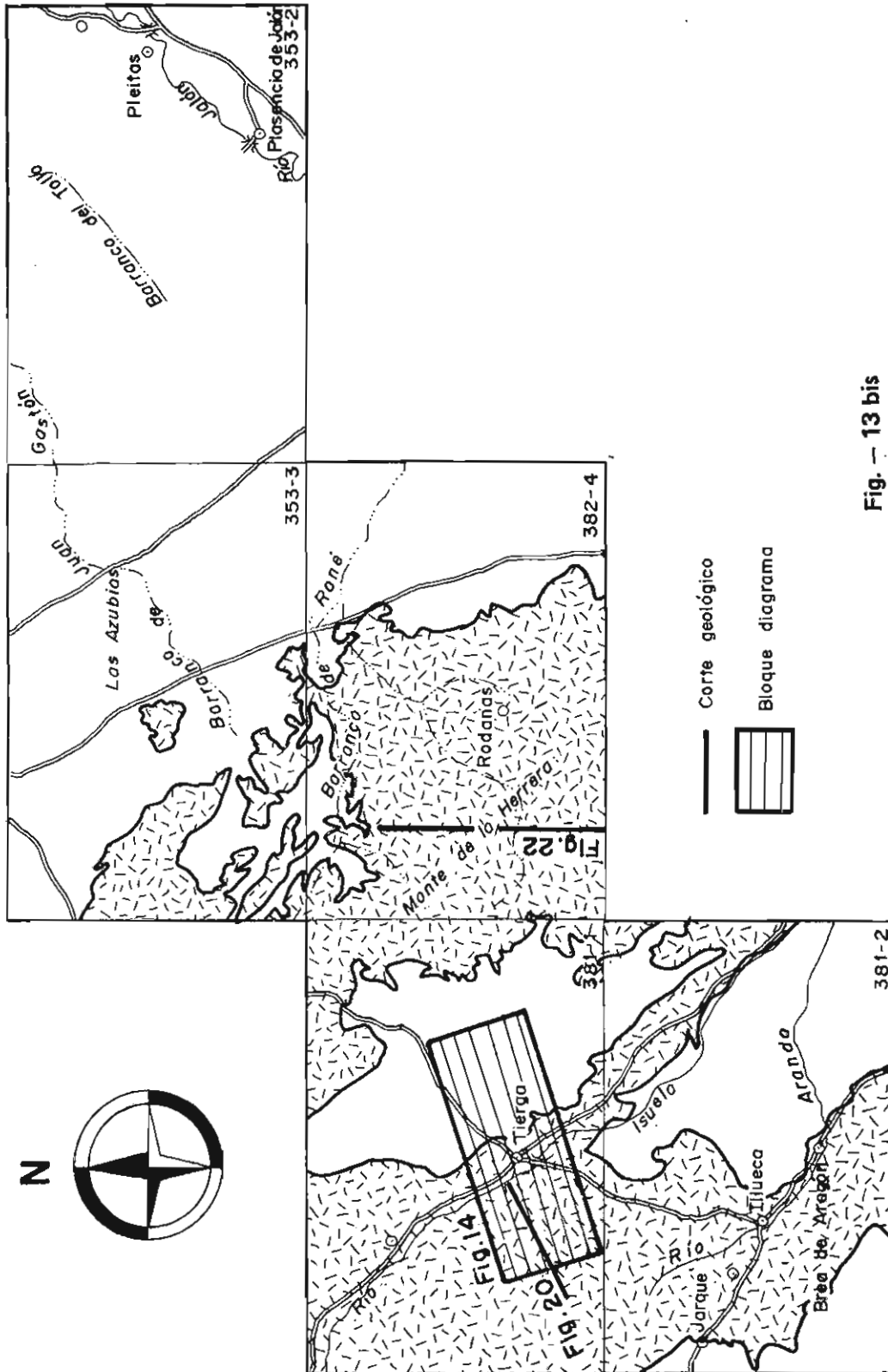


Fig. 13 bis

### 3.2.2 Columna Estratigráfica

COLUMNA LITOLÓGICA	REFERENCIA		DESCRIPCIÓN	EDAD
	1/25.000	1/50.000 GEOTECNICO		
	A1	Q2	Aluvial. Gravas en matriz limo-arcillosa.	Cuaternario
	A2	Q2	Aluvial. Arenas con gravas.	"
	A3	Q2	Aluvial. Gravas, gravillas y bolas.	"
	A6	U2	Aluvial. Arcillas calcáreas con gravas.	"
	A7	Q2	Aluvial. Arenas con gravas.	"
	AC2	Q4	Aluvial y Coluvial. Arcillas arenosas.	"
	AC3	U1	Aluvial y Coluvial. Arcillas limosas.	"
	AC4	U3	Aluvial y Coluvial. Margas yesíferas.	"
	AC5	U1	Aluvial y Coluvial. Margas grises.	"
	AC10	Q2	Aluvial y Coluvial. Gravas en matriz arcillosa.	"
	C1	Q4	Coluvial. Gravas en matriz arenosa.	"
	C2	X1	Coluvial. Gravas en matriz areno-arcillosa.	"
	C3	Q4	Coluvial. Gravas con matriz arcillosa.	"
	C4	U1	Coluvial. Arcillas calcáreas.	"
	C5	X3	Coluvial. Arcillas con gravas.	"
	TA1	Q1	Terroza y Aluvial. Gravas en matriz arcillosa.	"
	TA2	X1	Terroza y Aluvial. Gravas.	"
	T1	X3	Terroza. Arcillas con gravas.	"
	321a	X1	Arcillas, conglomerados y gravas.	Mioceno
	321b	X1	Margas, conglomerados y calizas.	"
	313d	X3	Conglomerados y arcillas.	"
	232	X2	Calizas blanquecinas.	Cretácico
	232a	X1	Margas calcáreas.	"
	231	Q4	Arenas con gravas y arcillas.	"
	221f	X1	Alternancia margosa.	Jurásico
	221e	X1	Calizas margosas.	"
	221d	X1	Margas calcáreas.	"
	221c	X1	Calizas y a veces dolomías.	"
	221b	X1	Calizas microcristalinas.	"
	221a	X2	Brechas, calizas y dolomías.	"
	213	K1	Margas con yesos, limonitas y areniscas.	Keuper
	213a	K1	Yesos acintados varisculares.	"
	213b	K1	Yesos con arcillas.	"
	213c	X3	Rocas volcánicas.	"
	212	X2	Dolomías cristalinas.	Muschelkalk
	211b	K1	Argilitas con dolomías y areniscas.	Bundsond.
	211a	X3	Areniscas, argilitas y cuarcitas.	"
	130	X1	Cuarcitas con olzarras.	Silúrico

### **3.2.3 Grupos Geotécnicos**

#### **ALUVIALES (A 1)**

Han sido descritos con todo detalle en la Zona 1, apartado 3.1.3.

#### **ALUVIALES (A 2)**

Han sido descritos con todo detalle en la Zona 1, apartado 3.1.3.

#### **ALUVIALES (A 3)**

Han sido descritos con todo detalle en la Zona 1, apartado 3.1.3.

#### **ALUVIALES (A 6)**

Han sido descritos con todo detalle en la Zona 1, apartado 3.1.3.

#### **ALUVIALES (A 7)**

Han sido descritos con todo detalle en la Zona 1, apartado 3.1.3.

#### **ALUVIALES—COLUVIALES (AC 2)**

Han sido descritos con todo detalle en la Zona 1, apartado 3.1.3.

#### **ALUVIALES—COLUVIALES (AC 3)**

**Litología.**— Se trata de materiales formados principalmente por la alteración de las margas jurásicas, con incorporación de algunos elementos más calcáreos. Esto supone que su composición fundamental sea arcillosa, con bastante limo y bolos y bloques aislados de caliza.

**Estructura.**— Este grupo ocupa zonas de vaguada con pendientes suaves, estando en general sometidas a cultivo. Por lo común sus materiales están poco consolidados y son bastante homogéneos.

**Geotecnia.**— Estos materiales, ripables y poco permeables, se desarrollan en una formación prácticamente llana de mal drenaje superficial, con taludes estables, donde abundan las balsas (balsa del Frontón). Pueden ser útiles como material de préstamo, aunque con ciertas reservas por la abundancia de finos.

#### **ALUVIALES—COLUVIALES (AC 4)**

Han sido descritos con todo detalle en la Zona 1, apartado 3.1.3.

### **ALUVIALES—COLUVIALES (AC 5)**

Han sido descritos con todo detalle en la Zona 1, apartado 3.1.3.

### **ALUVIALES—COLUVIALES (AC 10)**

Han sido descritos con todo detalle en la Zona 1, apartado 3.1.3.



Foto 45.— Detalle del coluvial (C1), en el que puede observarse el carácter anguloso de los gruesos así como su mala clasificación granulométrica.

### **COLUVIALES (C 1)**

**Litología.**— Estos coluviales están constituidos por un conjunto de gravas, bolos, bloques y gravillas, que en general predominan sobre una matriz arenosa gruesa, la cual a veces puede presentar un escaso contenido en arcilla.

Los gruesos son de naturaleza silíceo (cuarcita y conglomerados cuarcíticos) y escasos de pizarras, presentándose generalmente angulosos, a veces subangulosos y muy mal clasificados. (Foto 45).

De manera muy eventual puede disminuir la proporción de ciertos gruesos, llegando a predominar las arenas gruesas con gravillas.

**Estructura.**— Este grupo se encuentra recubriendo las laderas y pies de las sierras cuarcíticas, presentando a veces una gran extensión superficial, como ocurre al suroeste de Brea de



Aragón—Illueca.

Con frecuencia está estratificado, pero esta estratificación es grosera y lateralmente discontinua, lo que junto a sus variaciones litológicas les hace ser unos depósitos poco homogéneos.

**Geotecnia.**— Estos suelos, constituídos fundamentalmente por gravas arenosas, son ripables y su permeabilidad es más bien alta; son algo erosionables. Los taludes naturales con pendientes del orden de  $30^{\circ}$ , y desniveles inferiores a 20 m, son estables (Foto 46). Los desmontes observados, de altura máxima 3 m y taludes del orden de  $50^{\circ}$ , resultan localmente inestables por erosión. Son suelos útiles como material de préstamo.



Foto 46.— Aspecto de un desmonte en los depósitos coluviales (C1). Foto tomada en la carretera Z-342, entre Illueca y Brea de Aragón.

## COLUVIALES (C 2)

**Litología.**— Estos depósitos están constituídos por gravas, gravillas y bolos en una matriz areno—arcillosa y arcillo—arenosa rojiza. Los gruesos son casi exclusivamente de arenisca, con formas aplanadas y en general angulosos.

Si bien la matriz en la mayor parte de los casos es relativamente escasa, por disminución de los gruesos, ésta puede llegar a predominar sobre el conjunto.

**Estructura.**— Se encuentran recubriendo a los sedimentos detríticos del Trías inferior (211a), tendiendo a suavizar los fuertes escarpes dados por estos materiales. (Foto 47).

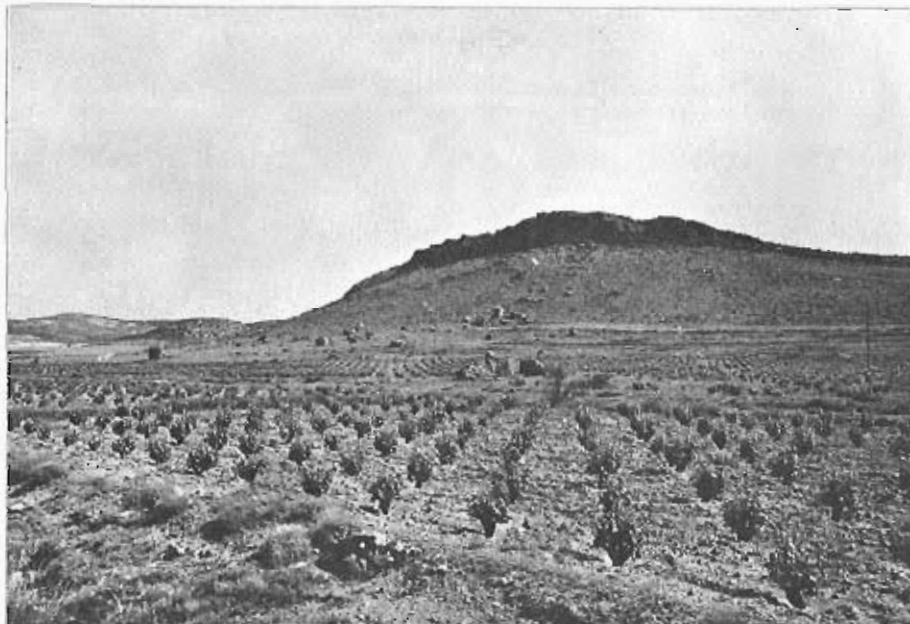


Foto 47.— En primer plano el suave relieve dado por los materiales coluviales C2. En la parte superior las dolomías del Muschelkalk (212) algunos de cuyos bloques desprendidos han rodado por la ladera. Foto tomada en las proximidades de la carretera Z-362, entre Tierga y Mesones de Isuela.

No ha podido ser observada su estratificación en los escasos cortes existentes, y su variabilidad hace que sean considerados como depósitos poco homogéneos.

**Geotecnia.**— Estas gravas arenosas son análogas a las descritas en el grupo (C 1), distinguiéndose sobre todo por la naturaleza de los gruesos. Son ripables y poco permeables. Los taludes naturales con desniveles inferiores a los 20 m, y pendientes del orden de  $10^{\circ}$ , son estables. Los desmontes observados con altura máxima de 3 m y pendientes de  $60^{\circ}$  resultan estables. Pueden ser útiles como material de préstamo.

#### **COLUVIALES (C 3)**

Han sido descritos con todo detalle en la Zona 1, apartado 3.1.3.

#### **COLUVIALES (C 4)**

Han sido descritos con todo detalle en la Zona 1, apartado 3.1.3.

#### **COLUVIALES (C 5)**

Han sido descritos con todo detalle en la Zona 1, apartado 3.1.3.



Foto 48.— Gravas y gravillas en matriz arcillo—arenosa de los depósitos de terraza (TA 1) del río Aranda, a unos 500 m al norte de Aranda de Moncayo.

### TERRAZAS Y ALUVIALES (TA 1)

Ocurre con frecuencia que, en el Tramo estudiado, los depósitos aluviales de algunos de los ríos, son lo suficientemente estrechos como para que no puedan ser separados en la cartografía a las escalas a que se realiza este trabajo. Por esta razón ha sido necesario agruparlos junto con los depósitos de las terrazas bajas, que normalmente sí que presentan la suficiente extensión de afloramiento como para poder ser delimitadas del resto de los materiales.

**Litología.**— Estos depósitos mixtos de terraza y aluvial, están compuestos de gravas y gravillas con matriz arcillo-arenosa, a veces algo limosa (Foto 48), que localmente puede llegar a predominar por desaparición o disminución de la proporción de elementos gruesos.

Estos gruesos se presentan subangulosos a subredondeados y su naturaleza es muy variable, desde dolomíticos, calizos y areniscosos hasta algunos silíceos y escasos de pizarras.

**Estructura.**— No se han podido observar cortes que pongan de manifiesto la presencia de estratificación, pero a la vista de las observaciones de superficie, parece que se trata de materiales con estructura en lentejones, lo que le comunican una disposición marcadamente heterogénea.

**Geotecnia.**— Estos suelos, ricos en tamaños gruesos, son ripables, permeables, y localmente inundables. Forman un país llano (Foto 49) y estable; los pocos desmontes observados no



Foto 49.— En primer término llanura dada por los depósitos TA 1. Arriba, a la izquierda, sinclinal tumbado en dolomías del Muschelkalk (212), sobre cuyo flanco se encuentra el pueblo de Aranda de Moncayo. Al fondo, a la derecha, dolomías y calizas masivas (carniolas 212a).

sobrepasan los 3 m de altura, y resultan estables con pendientes del orden de  $60^{\circ}$ . Estos depósitos son útiles como material de préstamo, y localmente incluso como gravera.

#### **TERRAZAS Y ALUVIALES (TA 2)**

Han sido descritos con todo detalle en la Zona 1, apartado 3.1.3.

#### **TERRAZAS (T 1)**

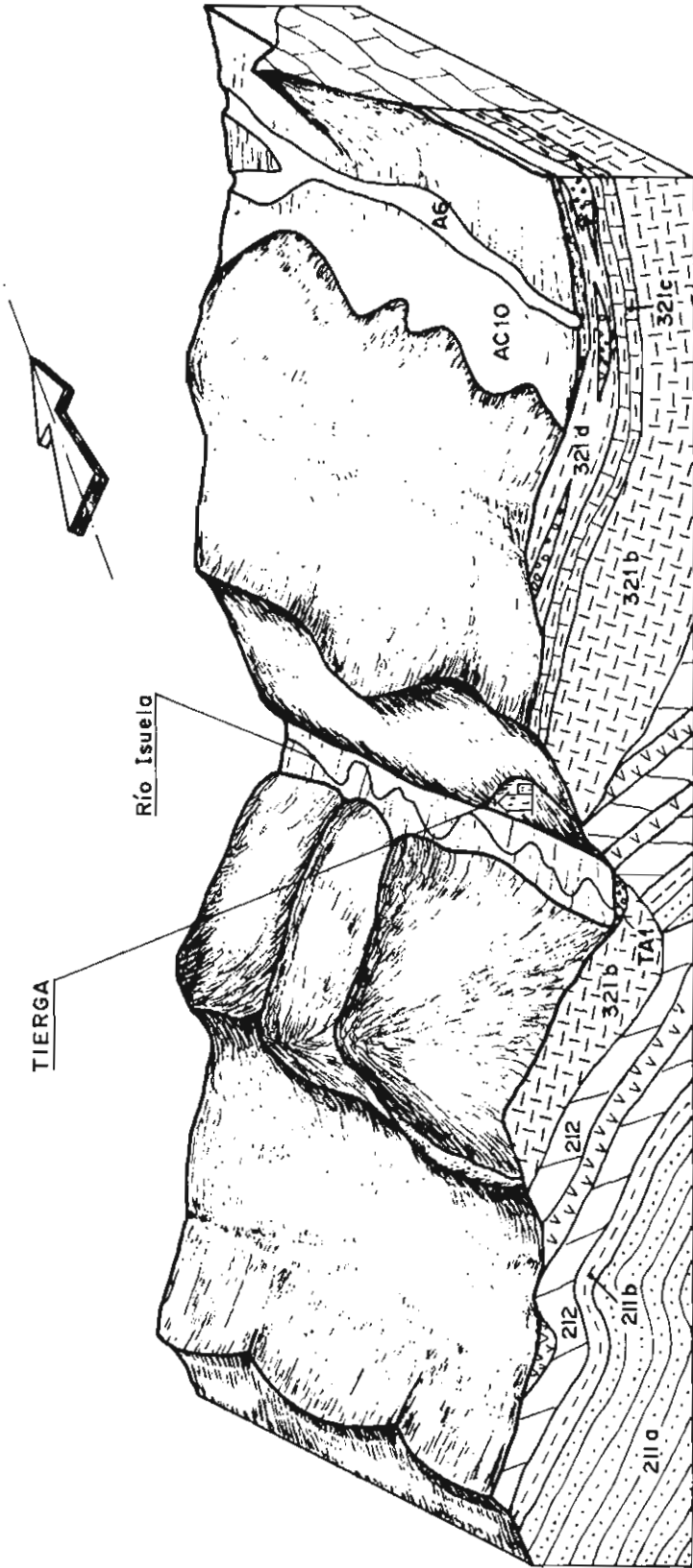
Han sido descritas con todo detalle en la Zona 1, apartado 3.1.3.

#### **ARCILLAS Y CONGLOMERADOS DE CLARES (321 a)**

Han sido descritos con todo detalle en la Zona 1, apartado 3.1.3.

#### **MARGAS DE VIÑAS VIEJAS (321 b)**

**Litología.**— Entre las regiones de Tierga y Trasobares (parte centro-oriental del Tramo), se desarrolla una formación compuesta de margas de tonos ocre—amarillentos.













-  A6. Aluvial. Arcillas margosas con gravas.
-  AC10. Aluvial - Coluvial. Gravas en matriz arcillo-limosa.
-  TA1. Terraza y Aluvial. Gravas en matriz arcillo-arenosa.
-  321d. Margas, conglomerados y calizas.
-  321c. Calizas, calizas margosas y margas.
-  321b. Margas, conglomerados y calizas.
-  212. Dolomías cristalinas.
-  213. Arcillas y margas con dolomías, yesos y limolitas.
-  211b. Argilitas, areniscas y dolomías.
-  211a. Areniscas y argilitas.

Figura 14.— Bloque diagrama esquemático, mostrando la estructura y morfología de los materiales mesozoicos y terciarios a ambos márgenes del río Isuela, en las proximidades de Tierga.

En este conjunto se intercalan bancos, lentejones y paleocanales de conglomerados, compuestos de gravas y gravillas calizas con cemento calcáreo, y en menor proporción de tobas calizas típicas.

**Estructura.**— La estratificación es irregular y con frecuencia difícil de ser señalada, debido al carácter masivo que toma en ocasiones la serie. Donde puede observarse, es posible medir un suave buzamiento hacia el NE.

**Geotecnia.**— Esta formación, al igual que la 321a, depende en sus características de la frecuencia de aparición de los conglomerados, si bien su influencia resulta menor. Los materiales son en conjunto poco ripables y poco permeables, formando un país de desniveles que pueden sumar varias decenas de metros, y pendientes estables de unos 15°. Los desmontes observados resultan estables, de 3 m de altura máxima y 40° de pendiente.

#### **CONGLOMERADOS Y ARCILLAS DE LA HEREDAD DE LA MONJA (313 d)**

Han sido descritos con todo detalle en la Zona 1, apartado 3.1.3.

#### **CALIZAS DE PORTILLO DE SORIA (232)**

**Litología.**— Este grupo, muy abundante en toda la hoja 380, está constituido por calizas blanquecinas o ligeramente grisáceas, de grano fino y con frecuentes recristalizaciones. Aunque no se han encontrado macrofósiles de un modo continuo, existen afloramientos en los que éstos aparecen en gran cantidad, como es el caso de la cantera de la estación de Torrelapaja y la zona del pico Ituero, al sur de Torrelapaja, con abundantes *Exogyras*.

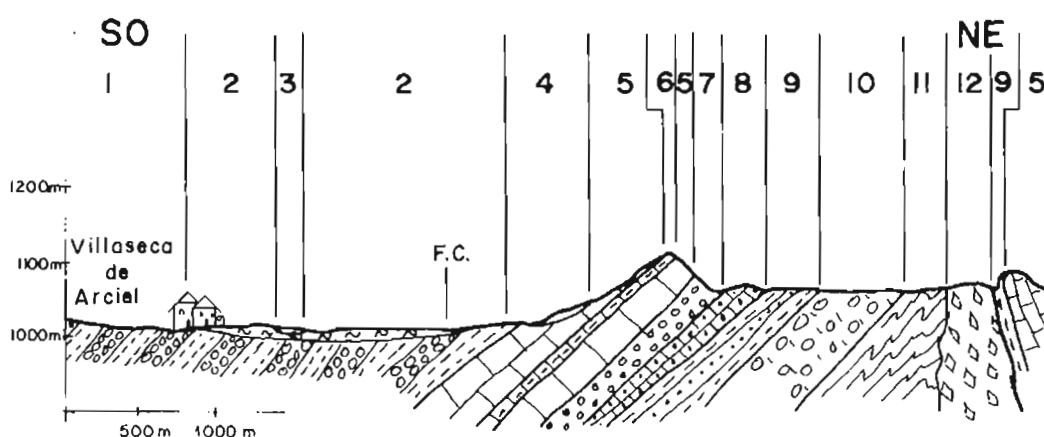


Foto 50.— Vista de la ladera derecha del río Manubles con el crestón producido por el afloramiento de calizas (232).

**Estructura.**— Estas calizas forman grandes bandas de dirección NO—SE, (Foto 50) con buzamientos variables, desde casi horizontales al sur de Portillo, hasta verticales en el Ituero, al sur

de Torrelapaja. En general descansan sobre las arenas de la Facies Utrillas, dando un relieve muy acusado, con crestones de gran recorrido en los que existen desprendimientos de bloques, aunque no tan claros como en las dolomías del Muschelkalk (212).

**Geotecnia.**— Estas calizas resultan no ripables y prácticamente impermeables, y se presentan con escasos recubrimientos. Forman un país abrupto, con desniveles de varias decenas de metros y pendientes que oscilan desde 30° hasta 90° en los cantiles; en estos últimos se observan abundantes caídas de bloques de grandes proporciones. Los desmontes observados resultan estables, con alturas máximas de 10 m y pendientes verticales. En este grupo es donde se hallan la mayor parte de las canteras existentes en el Tramo, presentando en casi todos los casos un material de buena calidad.



- |   |   |
|---|---|
| 1 Arcillas calcáreas y conglomerados plegados (313 d) | 7 Arenas blancas (231)                    |
| 2 Arcillas calcáreas y conglomerados (3211)           | 8 Dolomías (212)                          |
| 3 Aluvial arcilloso (A2)                              | 9 Arcillas y areniscas abigarradas (211a) |
| 4 Coluvial con cantos calcáreos (C3)                  | 10 Gravos rubefactadas síliceas (211c)    |
| 5 Calizas blanquecinas (232)                          | 11 Esquistos micáceos hojaldrados (110c)  |
| 6 Margas calcáreas (232a)                             | 12 Rocas subvolcánicas (160)              |

Figura 15.— Corte geológico por Villaseca de Arciel en dirección a Cardajón, donde puede apreciarse la disposición anticlinal de los materiales.

#### MARGAS JUNTO AL FERROCARRIL SORIA—CALATAYUD (232 a)

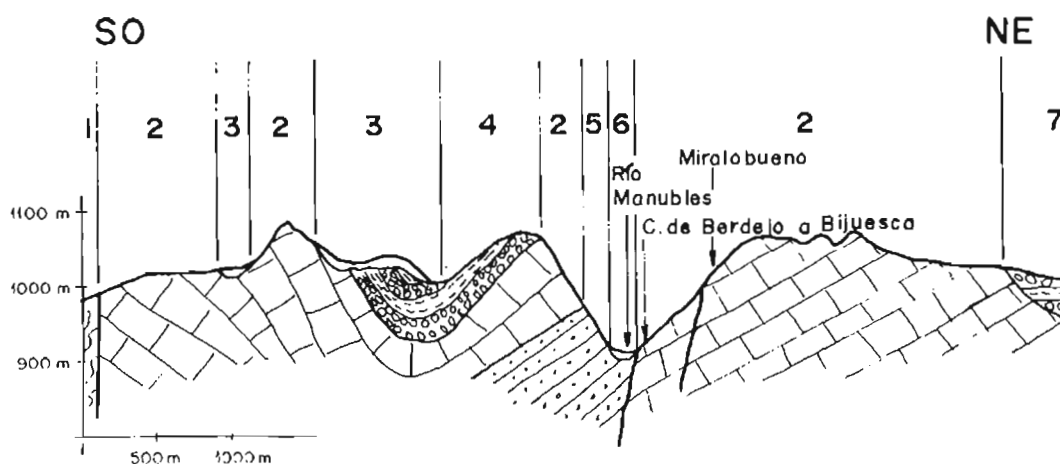
**Litología.**— Este afloramiento de margas amarillentas, que aparece en una cantera situada en el km 51,5, del ferrocarril arriba indicado, es fosilífero, con abundantes Lamelibranquios, que se aprecian con claridad dentro de las bandas margosas interestratificadas en gran parte del grupo, denominado calizas de Portillo de Soria (232). En general son margas, arcillosas o calcáreas, formadas por la yuxtaposición de lechos muy finos, con espesores de pocos centímetros y del mismo material, asociadas de manera que forman capas o bancos de 2 a 4 m, diferenciados entre sí por ser más o menos arcilloso uno con relación a otro.

**Estructura.**— Estas margas forman un pequeño escalón en la mayoría de los afloramientos de las calizas de Portillo de Soria (232), a causa de su menor competencia, suavizando la pendiente. Al estar interestratificadas con las calizas, mantienen las condiciones de éstas en cuanto a dirección y buzamiento, con la particularidad de que por su plasticidad, en las zonas de mayor tectonización, se adelgazan o engrosan de acuerdo con los esfuerzos sufridos.

**Geotecnia.**— Esta formación, de poca entidad superficial, resulta ripable y prácticamente impermeable. Se desarrolla en una geometría de desniveles inferiores a los 20 m y pendientes estables del orden de los 25°. Los escasos desmontes observados resultan estables con 40° de talud, y 2 m de altura máxima.

### ARENAS Y ARENISCAS DE TORRELAPAJA (231)

Han sido descritas con todo detalle en la Zona 1, apartado 3.1.3.



- |   |   |
|---|---|
| 1 Esquistos pizarrosos con cuarcitas (110b)           | 4 Arcillas y conglomerados plegados (313 d)     |
| 2 Calizas blanquecinas(232)                           |   |
| 3 Aluvial y Coluvial arcillo-limoso con gravas (A10). | 5 Arenas blancas (231)                          |
|   | 6 Aluvial areno-limoso con gravas (A2)          |
|   | 7 Arcillas y conglomerados horizontales (321 a) |

Figura 16.— Corte geológico en la región de Berdejo y Bijuesca, donde se puede apreciar la estructura y marcado relieve producido por las calizas (232).

### CARNIOLAS (221 a)

Este grupo comprende el tramo basal de la serie de rocas carbonatadas pertenecientes al Jurásico, que ha sido denominado "Carniolas" regionalmente y de una forma ya tradicional en la



literatura geológica de la Cordillera Ibérica.

**Litología.**— En el tramo estudiado presenta ciertas diferencias de unos puntos a otros. Con frecuencia el grupo está constituido por unas brechas dolomíticas, y por dolomías y calizas cristalinas en las que el tamaño de cristal es variable, pudiendo encontrarse desde los términos microcristalinos a macrocristalinos. También es frecuente poder observar a veces en éstas un carácter marcadamente brechoide (Foto 51).



Foto 51.— Desmorte en carniolas (221a), mostrando su carácter brechoide y masivo. Foto tomada en la carretera Z—361, en el Puerto de la Chabola.

Los componentes gruesos de las brechas son de caliza y dolomía, pudiendo observarse su diferente procedencia por las diferencias en color, textura...etc. No obstante, puede observarse en otras ocasiones su carácter oligomítico, con una identidad casi total entre todos los fragmentos, al menos a escala mesoscópica.

Las gravas de las brechas son generalmente angulosas, pero a veces aparecen algunas redondeadas.

Localmente, la base de este grupo llega a formar auténticos conglomerados en los que están presentes fragmentos que incluso llegan al tamaño bloque.

**Estructura.**— La característica estructural más importante de estos materiales es su ausencia prácticamente total de estratificación (Foto 52) y cuando ésta existe, es grosera, irregular y con frecuencia discontinua lateralmente. Por el momento esta formación no está datada temporalmente en el ámbito de la Cordillera Ibérica, por lo cual es aún dudosa su atribución al Trías

superior o Jurásico inferior.

Con frecuencia presenta una densa fracturación, visible a todas las escalas, debido en parte a que su contacto inferior se encuentra con frecuencia mecanizado.

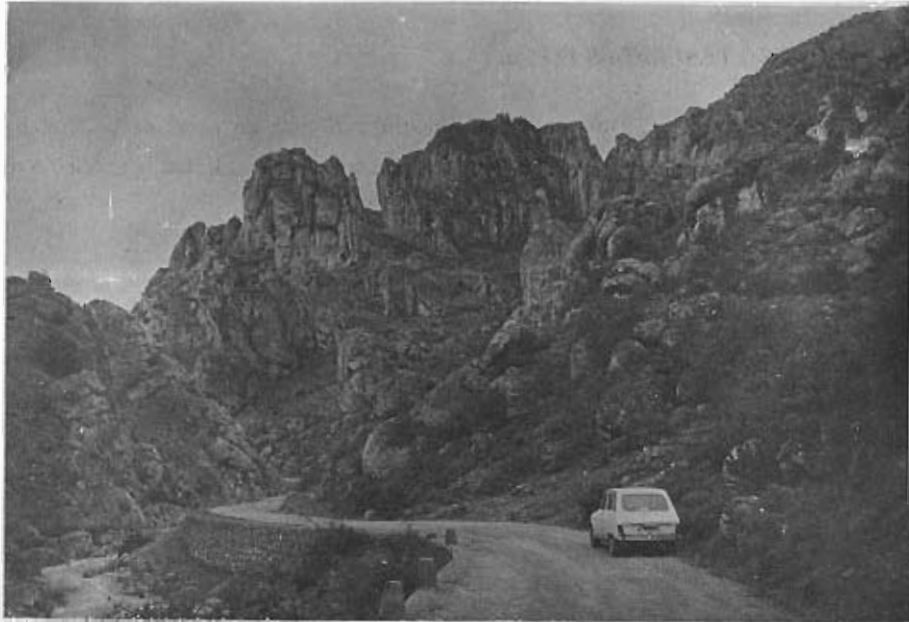


Foto 52.— Vista al fondo de los grandes crestones dados por las carnioles (221a). Foto tomada en la carretera vecinal entre Oseja y Calcena, en las proximidades de este último pueblo.

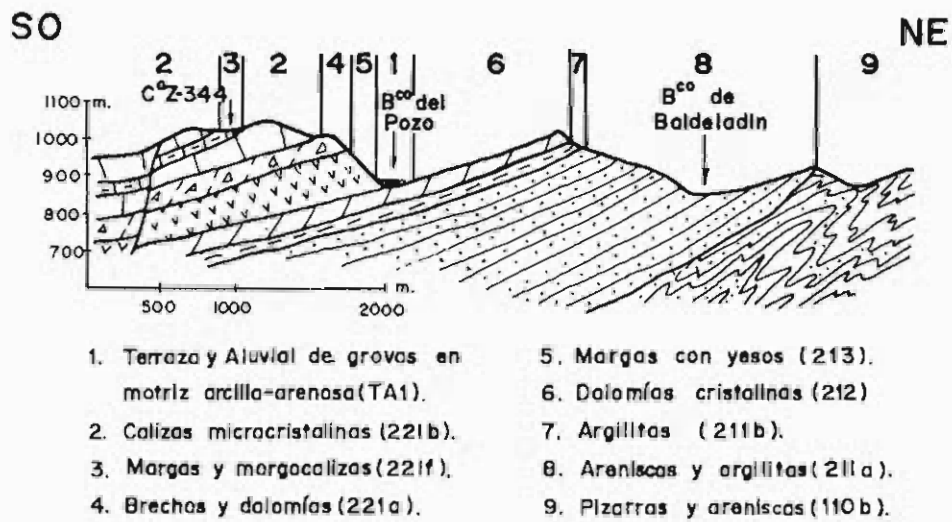


Figura 17.— Corte geológico al norte de Aranda de Moncayo. Puede observarse la posición isoclinal de la serie mesozoica buzando hacia el SO, así como su discordancia con los materiales paleozoicos (110b) subyacentes.

**Geotecnia.**— Estas dolomías se presentan prácticamente sin recubrimientos, y resultan no ripables e impermeables. Se desarrollan en un país generalmente abrupto (Foto 52), con desniveles que alcanzan varias decenas de metros, y unos taludes estables, de 70° de pendiente media, observándose caídas de bloques en los cantiles verticales. Los desmontes observados, de altura menor de 5 m, resultan estables aún siendo verticales. Pueden resultar de utilidad como cantera de áridos, si bien su aprovechamiento y características pueden variar ampliamente.

#### **CALIZAS Y DOLOMIAS TABLEADAS (221 b)**

Sobre el grupo anterior (221a), se superpone un conjunto de rocas carbonatadas que presentan una estratificación bien marcada. El límite entre ambas coincide con la aparición de los primeros planos de estratificación claros y continuos (Foto 53).



Foto 53.— Aspecto de las calizas y dolomías tableadas (221b) en un pequeño desmonte de la carretera Z—361, aproximadamente P.K. 20,5. Puede observarse claramente su estratificación, buzando hacia el SO.

**Litología.**— Al menos mediante los datos de campo, en la serie parecen predominar las calizas sobre las dolomías, aunque éstas también son muy frecuentes, y en algunos puntos se ha podido observar su predominio.

Las calizas son fundamentalmente micríticas (microcristalinas) de colores grises. Pueden contener escasos restos fósiles, y, hacia la parte superior, algunas intercalaciones oolíticas. Es muy frecuente y típica la presencia en esta serie de niveles con calizas y dolomías acintadas, cuya laminación puede ser paralela, ondulada o corrugada. Algunas de ellas podrían tener un origen algal.

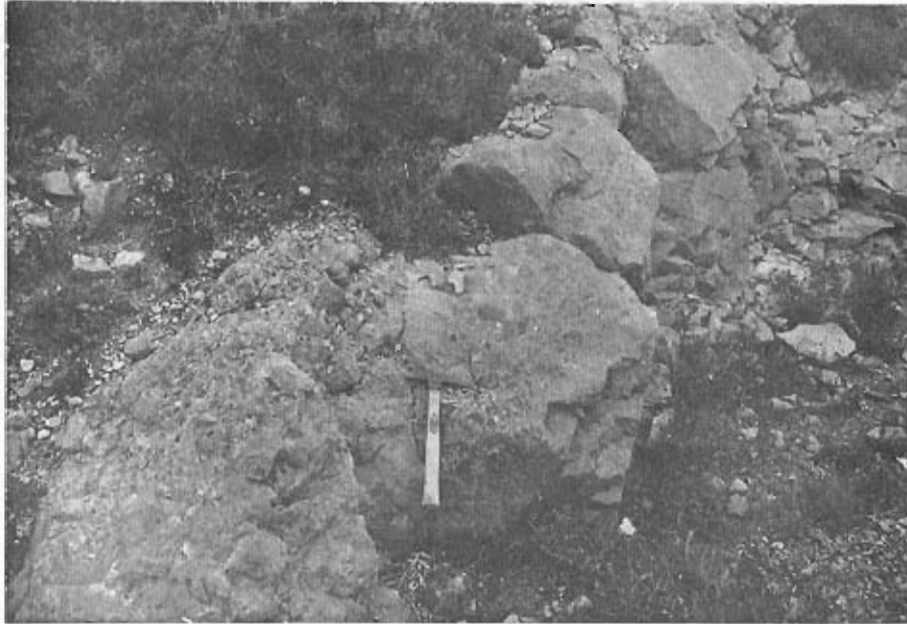
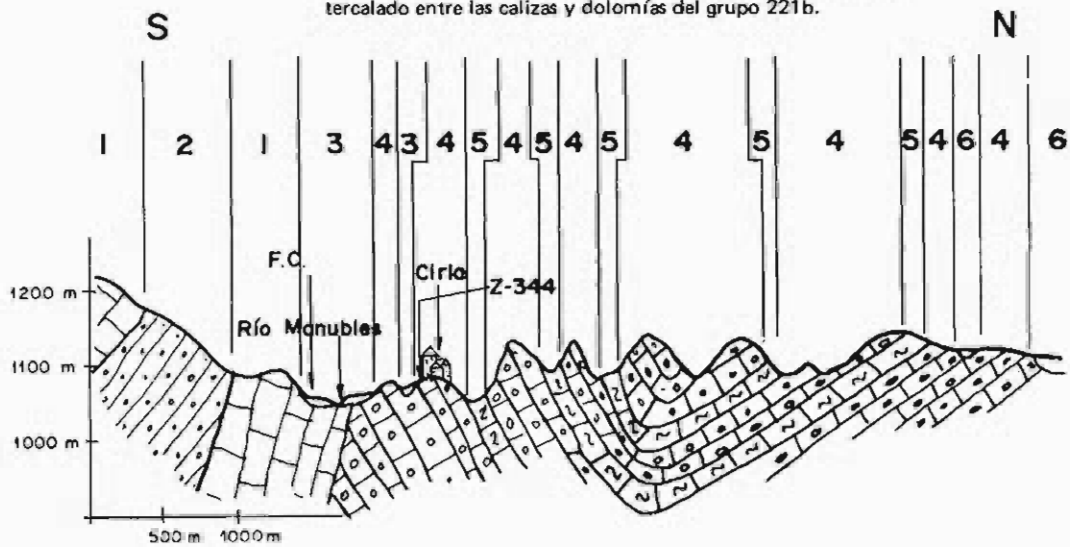


Foto 54.— Pequeño desmonte en la carretera Z-344, al oeste de Aranda de Moncayo. Puede observarse un lentejón de brechas calcáreas, intercalado entre las calizas y dolomías del grupo 221 b.



- |                                    |   |
|------------------------------------|---|
| 1 Calizas blanquecinas (232)       | 4 Calizas microcristalinas (221c)                     |
| 2 Arenas blancas (231)             | 5 Margas calcáreas (221d)                             |
| 3 Aluvial de gravas calcáreas (A1) | 6 Arcillas, limas y arenas con gravas y bolos (350 a) |

Figura 18.— Corte geológico transversal al sinclinal de Ciria constituido por calizas (221c) y margas (221d).

En algunos afloramientos, como en el que se corta por la carretera Z-344 al Oeste de Aranda de Moncayo, se observa la presencia, en la serie, de intercalaciones de microbrechas y bancos de conglomerados de gravas y gravillas de calizas, subredondeados a subangulosos, con algunos redondeados (Foto 54). Los gruesos pueden presentarse agrupados sobre una cicatriz erosiva, o dispersos en la caliza, observándose de cualquier manera su discontinuidad lateral.

**Estructura.**— La serie se encuentra bien estratificada en lechos y capas (Foto 53) que, aunque sean de diferente espesor, lo más general es que sean potentes. La bien marcada estratificación comunica al conjunto un aspecto "tableado", visible con frecuencia, incluso en fotografía aérea.

**Geotecnia.**— Estas calizas y dolomías son no ripables, prácticamente impermeables, y se presentan con escasos recubrimientos. Forman un país abrupto de desniveles que fácilmente alcanzan varias decenas de metros, con una pendiente media del orden de 60°. Los pocos desmontes observados resultan estables, con altura máxima de 3 m y pendiente de 80°. La utilización de estos materiales como cantera de áridos, puede resultar problemática por las variaciones locales del material.

#### **CALIZAS MICROCRISTALINAS DE CIRIA (221 c)**

**Litología.**— Se trata de unas calizas masivas (Foto 55) o estratificadas en bancos potentes, y no muy ricas en macrofauna. A veces tienen colores amarillentos, siendo en general de color gris

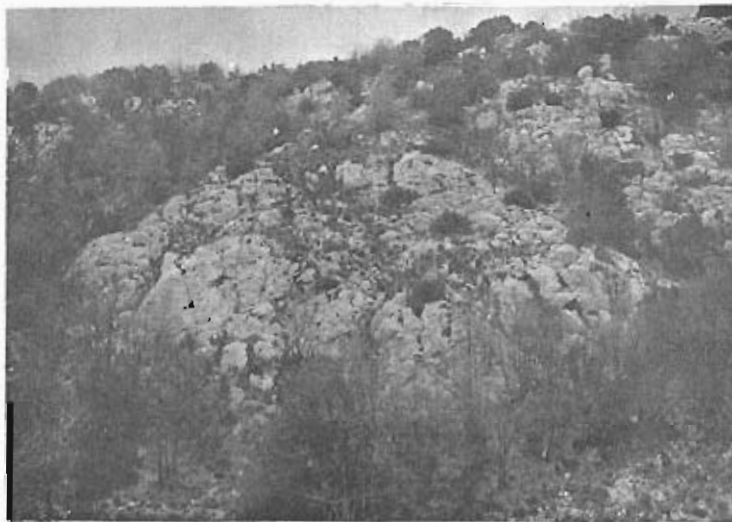


Foto 55.— Vista de las calizas 221c en las proximidades del camino vecinal de Ciria a Borobia, P.K. 1.

claro. Son bastante solubles y existen términos dolomíticos. Localmente están cubiertas por un eluvial poco potente, formado por grandes bloques calizos en matriz arcillosa, originado por disolución superficial.

**Estructura.**— Forman, en su parte oeste, un claro sinclinal seccionado por el río Manubles. Ofrecen un paisaje abrupto, con pendientes a veces verticales, ocasionadas por su fuerte buzamiento o por fallas, como la existente al Oeste de Ciria, que origina un gran acantilado. Debido a su solubilidad dan un paisaje cárstico en algunos puntos, siendo muy pintoresco en la zona más al este de la hoja 380. Estas calizas están muy fracturadas por los esfuerzos tectónicos sufridos, facilitando esto el proceso de carstificación.

**Geotecnia.**— Estas calizas, que se hallan prácticamente sin recubrimiento, resultan no ripables y poco permeables. Se desarrollan en un país abrupto, de desniveles que fácilmente alcanzan varias decenas de metros, con pendientes estables del orden de 60°. Los desmontes observados, de escasa altura y casi verticales, son estables. Pueden ser útiles como cantera de áridos.

#### **MARGAS CALCAREAS DE MUELA CERRADA (221d)**

**Litología.**— Se trata de intercalaciones de marga calcárea o caliza margosa, entre las calizas anteriormente descritas. Son materiales relativamente duros, aunque no tanto como las calizas jurásicas, por lo que han sufrido mayor erosión.

El afloramiento que produce el río Manubles al seccionar al sinclinal de Ciria, muestra que las margas están muy fracturadas, produciendo fragmentos de tamaño grava, que facilitan su erosión.

**Estructura.**— El más claro de los afloramientos forma un círculo alrededor del núcleo del sinclinal, que destaca topográficamente como una zona deprimida. El contraste es mayor en los puntos donde el sinclinal está seccionado por el río Manubles, remarcándose aquí la mayor alterabilidad de las margas frente a las calizas.

**Geotecnia.**— Estos materiales son poco permeables y su ripabilidad varía conforme al carácter más o menos calcáreo. Se desarrollan en un país de desniveles que no superan los 20 m, y pendientes estables de 20°.

#### **CALIZAS OSCURAS DE CERRO RIBAGORDA (221 e)**

**Litología.**— Estos materiales, de afloramientos no muy extensos en la Zona, están formados por calizas margosas, de tonos negruzcos, a veces fétidas, lo que demuestra un alto contenido en materia orgánica. Localmente tienen enclaves y vetas de calcita blanca.

**Estructura.**— Su estratificación no es muy clara, formando una masa relativamente homogénea, que dá relieves no muy acusados por ser su resistencia menor que la de una caliza pura. Son bastante solubles, lo cual se aprecia en la rugosidad de la superficie de los cantos.

**Geotecnia.**— Estas calizas son difícilmente ripables y prácticamente impermeables. Ocupan escasa extensión, y se desarrollan en un país estable, con desniveles que pueden alcanzar varias

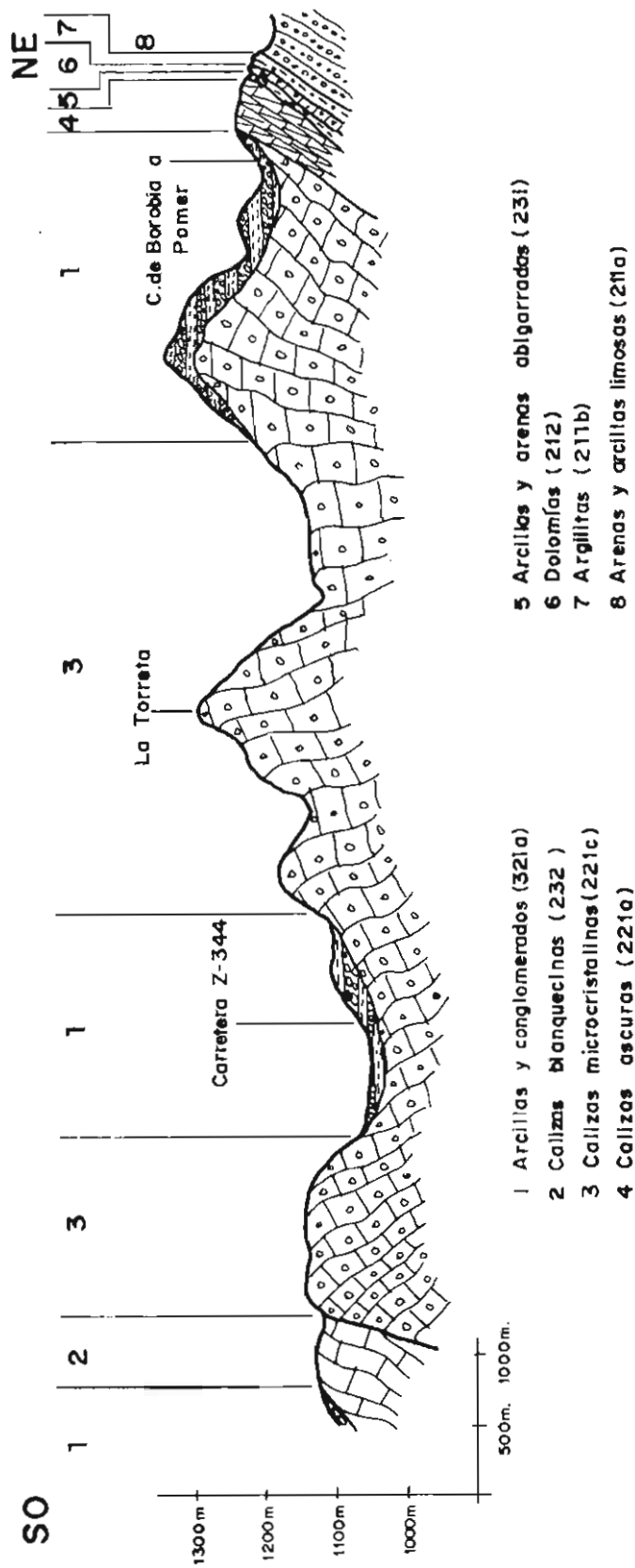


Figura 19.— Corte geológico al sureste de Borobio, mostrando la estructura y abrupta topografía dada por los afloramientos de calizas microcristalinas (221 c).

decenas de metros y pendientes de 30°.

#### **ALTERNANCIA MARGOSA (221 f)**

Se trata de un grupo destacable debido, por una parte, a ser una de las escasas intercalaciones margosas que sufren los materiales jurásicos, y además por contener una rica fauna de Ammonites, abundando también los Braquiópodos, Lamelibranquios y Belemnites.



Foto 56.— Corte dado a la alternancia margosa fosilífera (221f), en la carretera Z-344, aproximadamente P.K. 31. La serie se encuentra buzando hacia el Oeste, y puede observarse el aspecto noduloso de los lechos calizos.

**Litología.**— Se encuentra constituido este grupo por una alternancia, la mayoría de las veces irregular, de margas más o menos arcillosas y calcáreas, frecuentemente lajosas, con margocalizas, calizas margosas y margas calcáreas en lechos de aspecto noduloso (Foto 56).

Lo más frecuente es que dominen las margas en el conjunto, pero en muchas ocasiones llegan a estar en proporciones de alrededor del 50 por ciento, siendo sus tonos más frecuentes los amarillentos y grises, y a veces algo rosados.

**Estructura.**— La alternancia se encuentra intercalada entre las series carbonatadas anteriormente descritas, y su edad es Lias superior (más concretamente parte del Toarciense). Está bien estratificada en lechos cuyo espesor más frecuente oscila entre 10 y 15 cm, aunque no es raro que algunos tramos margosos lleguen o sobrepasen los 20 cm de espesor.

Los estratos se encuentran plegados y fracturados, aunque los buzamientos observados en



ellos no son casi nunca demasiado fuertes (inferiores a  $45^{\circ}$ ), y sus características estructurales varían notablemente de un punto a otro.

**Geotecnia.**— Estas margas, de poca extensión superficial, resultan poco ripables y prácticamente impermeables, desarrollándose en una formación de pendientes estables con  $10^{\circ}$ , y desniveles que no suelen superar los 40 m. Los pocos desmontes observados, de escasa altura, resultan estables con  $75^{\circ}$  de pendiente (Foto 56), y si el buzamiento es desfavorable acaban adoptando la pendiente de estratificación.

### **MARGAS ABIGARRADAS CON YESOS (213)**

Es un grupo que presenta bastante importancia tanto geológica como geotécnica, debido a los problemas de diversa índole que lleva consigo, aún a pesar de que en el Tramo estudiado, su superficie de afloramiento es relativamente reducida si se compara al resto de los grupos.



Foto 57.— Vista parcial de las margas abigarradas con intercalaciones de finos lechos de yesos, areniscas, limolitas, dolomías y calizas, plegados disarmonicamente. Corte en la carretera Z-363, aproximadamente P.K. 34, cerca de La Tierga.

**Litología.**— Está constituido por un conjunto de margas y en menor proporción arcillas, de colores abigarrados (rojizos, vinosos, amarillentos, blanquecinos, grisáceos...etc.), con intercalaciones en proporción variable de dolomías y calizas, en plaquetas o lechos finos, algunas de margo-calizas, y frecuentes yesos, también versicolores (blancos, rojos, amarillos, negros...etc.), que se presentan bajo texturas fibrosas y sacaroideas (Foto 57).

En algunos de los afloramientos pueden observarse asimismo intercalaciones de finos lechos

de areniscas y limolitas rojas, y algunas veces costras de material ferruginoso, como en las proximidades de Illueca. No obstante, en algunos afloramientos pequeños y mecanizados tectónicamente, puede aflorar sólo una masa margosa abigarrada, como ocurre en las proximidades de Ciria.

En algunos cortes de la Región de Calcena—Oseja, se ha podido observar la presencia, en estos materiales, de rocas volcánicas intercaladas, que, por su pequeño espesor, no han podido ser separadas en la cartografía, pero sí en otras regiones como aparece descrito más adelante (ver grupo 213 c).

**Estructura.**— Como ha podido verse en la descripción litológica de este grupo, se trata de las bien conocidas facies Keuper. En el tramo estudiado puede comprobarse que estas facies se encuentran intercaladas entre paquetes constituídos por dolomías del Muschelkalk (212), o sobre éstas, sin que sus caracteres (al menos macro y mesoscópicos) varíen notablemente. Iguales hechos se han observado en buena parte de las Catalánides (Virgili, 1958) y de la Cordillera Ibérica.

Cuando el corte es fresco y el afloramiento no se encuentra muy afectado por la tectónica, la estratificación es fina aunque irregular, y con frecuencia puede apreciarse la existencia de marcadas disarmonías entre sus lechos (Foto 58).

Al ser unos materiales incompetentes pueden sufrir algunas variaciones de espesor e, incluso, llegar a desaparecer lateralmente y, en algunas ocasiones, la rotura es tan grande que puede llegar a tomar un aspecto casi desordenado por completo.



Foto 58.— Detalle del bandeado producido por las distintas tonalidades de las margas abigarradas (213), en las cercanías de Aranda de Moncayo.

**Geotecnia.**— Estos materiales resultan en conjunto ripables y prácticamente impermeables; por otra parte son erosionables y agresivos por sulfatos, y su plasticidad puede resultar alta. Se desarrollan en un país de desniveles que pueden alcanzar los 30 m con pendientes inferiores a 40°, que localmente son inestables por la marcada erosión. También los desmontes observados son inestables por erosión, con 2 m de altura máxima y 40° de pendiente.

#### YESOS AL SUROESTE DE POMER (213 a)

Con estas siglas se han designado los materiales de un pequeño afloramiento situado al

suroeste de Pomer, y que por sus especiales características han sido separados en la cartografía.

**Litología.**— Este grupo geotécnico está formado por yesos versicolores (rojos, negros, blancos, amarillentos) y frecuentemente acintados, con una ligera cubierta calcárea en la parte superior, discontinua y de mínimo espesor.

**Estructura.**— Se trata de un afloramiento tipo domo, enclavado entre materiales terciarios (321 a).

Presenta claras huellas de disolución con huecos superficiales y una estructura complicada con frecuentes repliegues.

**Geotecnia.**— Estos yesos son ripables y poco permeables, erosionables y agresivos por la presencia de sulfatos. Se presentan en estructura cómica, con desniveles de unos 40 m y 40° de pendiente, observándose fuertes cárcavas en los taludes. Resulta en conjunto una formación de poca importancia por su pequeña extensión superficial.



Foto 59.— Afloramientos de yesos y margas (213b), en las proximidades de P.K. B de la carretera local de Bijuesca a Ateca. Obsérvese el reticulado producido por los lechos y vetas de yeso.

#### **YESOS AL SUR DE BIJUESCA (213 b)**

**Litología.**— Se trata de capas de yesos abigarrados (rojizos y blancos principalmente) alternando con arcillas y margas yesíferas. El yeso, de tipo espejuelo o sacaroideo, es muy puro, y puede presentarse en capas bien individualizadas, o como enclaves dentro de las margas y arcillas (Foto 59).

**Estructura.**— El afloramiento, bien visible desde la carretera de Bijuesca a Ateca, es de muy

reducidas dimensiones, habiendo sido cartografiado por su importancia geotécnica, en caso de afectar a una obra civil. Las capas presentan repliegues y entrecruzamientos que dan un aspecto reticulado. Su potencia individual es muy pequeña (de 2 ó 3 decímetros como máximo), con discontinuidad lateral.

**Geotecnia.**— Estos yesos, de pequeña extensión superficial, son ripables y poco permeables, y resultan altamente erosionables y por supuesto agresivos. Se presentan en una formación de unos 20 m de desnivel y 30° de pendiente, con fuertes cárcavas en los taludes.

### ROCAS VOLCANICAS (213 c)

Ya se ha mencionado al describir el grupo 213, la presencia de rocas volcánicas, pero éstas sólo han podido ser individualizadas, por la extensión de sus afloramientos, en dos lugares del



Foto 60.— Las rocas volcánicas 213c, en "Carrasca Roja", finamente estratificadas y subverticales hacia el Sur.

cuadrante 382—4. Uno de ellos en las minas de cobre abandonadas que se encuentran al oeste del PK—27 de la carretera local Ricla—Fuendejalón, y otro hacia al sureste del cuadrante en el paraje denominado "Carrasca Roja" (Foto 60).

**Litología.**— Este grupo está compuesto por unas rocas volcánicas de grano fino a medio, que presentan con frecuencia tonos azules y morados. En ellas se intercalan a veces tramos compuestos por materiales piroclásticos, cuyos elementos pueden alcanzar el tamaño grava.

**Estructura.**— Se encuentran bien estratificadas (Fotos 60 y 61). Los piroclastos aparecen en lechos y capas, y el resto de las rocas se presentan con frecuencia en lechos finos que le dan a veces un aspecto lajoso. Otras veces están sometidos a una intensa alteración en la que

ya es difícil precisar sus planos de estratificación, pero puede verse una disyunción en bolas de diferentes tamaños. Por último se observa en otras ocasiones que son prácticamente masivos, o mal

estratificados en bancos gruesos.

**Geotecnia.**— Estos materiales, también de poca extensión superficial, son ripables y permeables, y se presentan en una formación de desniveles que no sobrepasan los 20 m, con pendientes de unos 30°, donde se aprecian algunos síntomas de erosión.



Foto 61.— Capas de piroclastos bien estratificados del grupo 213c, en el pequeño afloramiento de "Carrasca Roya", buzando hacia el Norte.

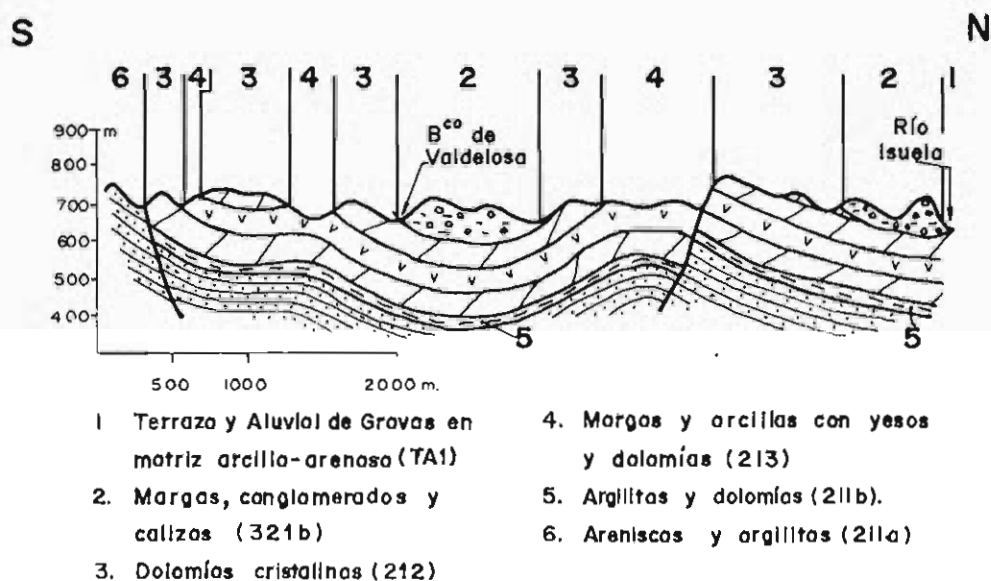


Figura 20.— Corte geológico mostrando la estructura de los materiales triásicos (211a y b, 212 y 213) al oeste de Tierga.

## DOLOMIAS DEL MUSCHELKALK (212)

Aflorando a lo largo de gran parte del Tramo, y con gran profusión en el sector centro—oriental, se encuentra una serie de paquetes de dolomías que, por su facies y posición estratigráfica, son atribuibles al Muschelkalk.

**Litología.**— Predominan las dolomías cristalinas, con tamaños muy variables de los cristales, constituyendo desde dolomías microcristalinas a macrocristalinas, aunque parece que las más abundantes son las mesocristalinas, que en corte fresco le hacen tomar un aspecto sacaroideo a la roca.

A veces se encuentra algún tramo de calizas, y desde luego los pasos intermedios (caliza dolomítica y dolomía calcárea), aunque en general no son frecuentes. Los colores son algo variables entre grises, marrones, a veces rosados y blanquecinos, pero en corte reciente dominan los tonos ocreos.



Foto 62.— Aspecto típico de las dolomías del Muschelkalk (212), bien estratificadas en capas de desigual espesor. Foto tomada en las proximidades de Bijuesca.

**Estructura.**— Dentro de este grupo se observa una gran variabilidad en cuanto a su estratificación. Puede presentarse mal estratificado, en bancos gruesos con estratificación irregular y discontinua, que junto al carácter oqueroso del material le hacen tomar un aspecto casi masivo, dando grandes resaltes topográficos. (Foto 62).

En otras ocasiones las dolomías presentan una estratificación muy fina, en lechos de muy poco espesor (Foto 63), que al ser golpeadas o por causa de la alteración, se disgregan en plaquetas, haciéndola tomar un aspecto lajoso. No obstante, una de las formas más frecuentes de presentarse el grupo es bien estratificado, en capas y lechos de muy desigual espesor.



Foto 63.— Diferentes modalidades de estratificación en la dolomías del Muschelkalk (212). En la parte inferior lechos finos, y en la parte superior capas, con tendencia a la masividad en el techo. Foto tomada junto al cementerio de Illueca.

Estas dolomías se encuentran con frecuencia muy plegadas (Foto 64) pudiendo llegar a encontrarse en posición invertida y frecuentemente afectadas por fallas y contactos mecanizados.



Foto 64.— Arco natural en las dolomías del Muschelkalk. Las capas están verticales, y la caída de uno de los bloques centrales ha dejado un vacío en el centro. Foto tomada a 1,5 Km al norte de Jarque.

**Geotecnia.**— Estas dolomías, con escaso recubrimiento y gran extensión superficial, resultan no rípidas y prácticamente impermeables. Forman un país abrupto, con desniveles que fácilmente alcanzan varias decenas de metros, y pendientes del orden de  $35^{\circ}$ ; en algunos cantiles verticales se producen caídas de bloques de grandes proporciones (Foto 65). Los desmontes observados, todos de altura menor de 5 m, son estables aún con pendientes subverticales. Esta formación puede presentar localmente buenas condiciones para una explotación como cantera de áridos.



Foto 65.— Desprendimientos de bloques en uno de los cantiles de las dolomías del Muschelkalk (212), en las proximidades de La Alameda.

#### **ARENISCAS Y ARGILITAS DEL BUNTSANDSTEIN (211 a)**

Aunque con diferencias de detalle de unos puntos a otros, se extiende por gran parte del Tramo, y especialmente en el área central y centro—oriental, una facies roja que por sus características se asimila al Triásico inferior en facies germánica (Buntsandstein).

**Litología.**— La extrema base de este grupo está constituida por unos conglomerados de gravas, gravillas y bolos redondeados, silíceos, con una pasta areno—arcillosa y a veces cemento ferruginoso. Con frecuencia los gruesos se encuentran "impresioneés".

Únicamente al sur de Cardejón, debido a su mayor superficie de afloramiento, este conjunto basal ha podido ser separado en la cartografía (ver 211 c).

El resto de la serie está constituida por unas areniscas rojas de grano medio a fino, ocasionalmente grueso, silíceas y a veces bastante micáceas, que pueden tomar tonos blanquecinos o gris claro y contener localmente algunos términos tigreados.

Son frecuentes las intercalaciones de tramos compuestos por argilitas (Foto 68), y limolitas rojas, micáceas, que en la mayoría de las ocasiones presentan un aspecto hojoso (Foto 66).





Foto 66.— Detalle de las areniscas del Buntsandstein (211a) con estratificación cruzada de tipo planar. Desmonte de la carretera Z-363, entre Illueca y Tierga.

En la parte occidental de la Zona predominan las arcillas abigarradas con cierto contenido en limo y arena, que a veces llegan a ser argilitas. Contienen intercalaciones de arenas y areniscas de grano medio, silíceas y con abundante mica (Foto 67).



Foto 67.— Pequeña explotación de argilitas (211 a) en las proximidades del camino que va de Cardajón a Portillo de Soria.

Por último, en el área oriental, se intercalan con cierta frecuencia gruesos bancos de cuarcitas, muy característicos por sus tonos vinosos y sus fuertes resaltes en la topografía. El espesor del grupo aumenta notablemente hacia el este, donde puede ocurrir que se encuentren términos inferiores.

**Estructura.**— El conjunto presenta una estratificación bien marcada, aunque con frecuencia ésta sea discontinua e irregular. Lo normal es que el espesor de los estratos sea muy variable, apareciendo desde capas de desigual espesor a lechos finos. Cuando son muy micáceos toman un carácter marcadamente apizarrado que, o bien puede observarse a simple vista, o se pone de manifiesto al romper la roca, produciendo fragmentos de formas aplanadas.

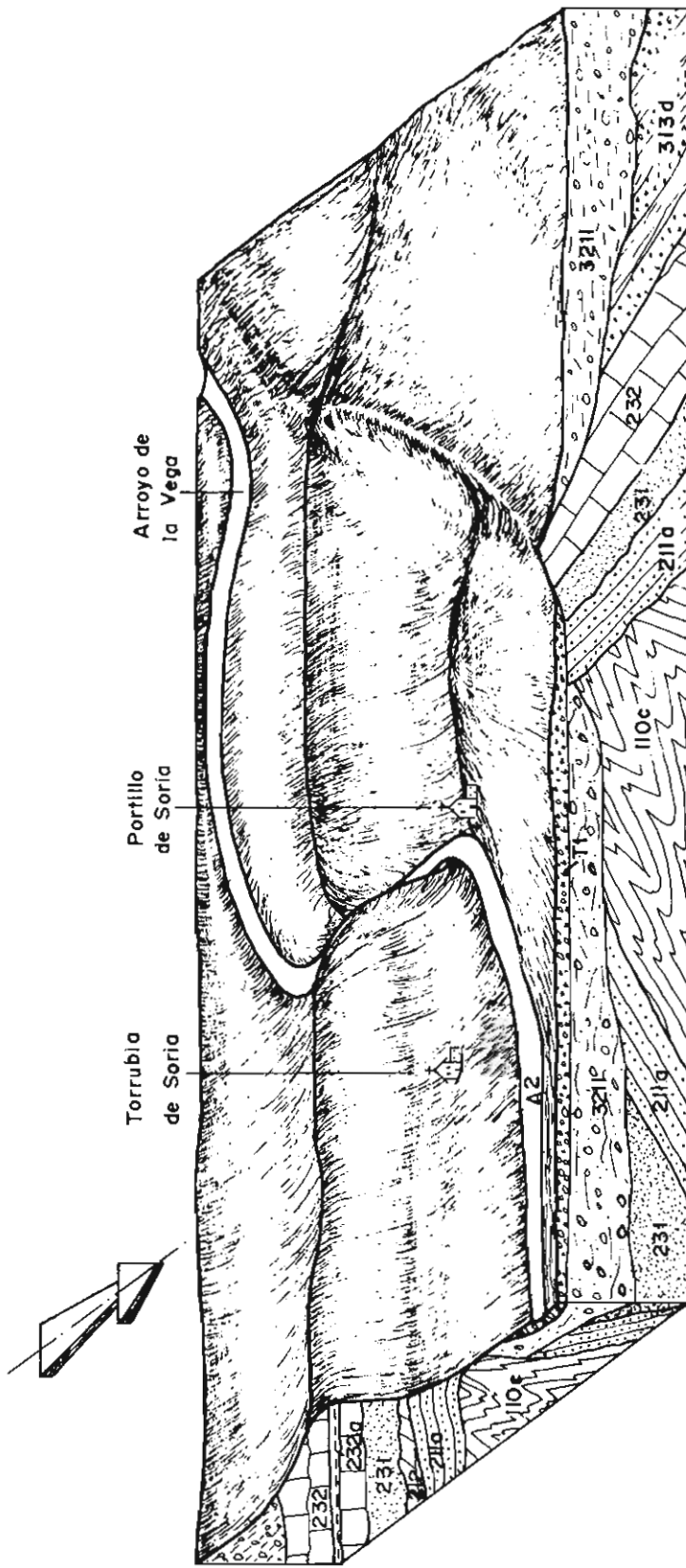
Se encuentran con mucha frecuencia estratificación y laminación cruzadas de diferentes tipos (Foto 68), y en ocasiones huellas de actividad orgánica en la superficie de los estratos, como al norte de Aranda de Moncayo.

Este grupo está afectado por pliegues concéntricos de gran radio, y su fracturación es muy variable.



Foto 68.— A la izquierda, aspecto de las argilitas del Buntsandstein (211a) alteradas. Hacia arriba, se observa una disminución progresiva del espesor de las intercalaciones argilíticas, pasando a predominar las areniscas. Foto tomada en la carretera Z-363, al norte de Illueca.

**Geotecnia.**— Estos materiales presentan características muy variables, según el grado de cementación y la frecuencia y naturaleza de las alternancias. En general resultan poco permeables y ripables, si bien ocasionalmente pueden llegar a hacerse difícilmente ripables. Localmente resultan erosionables y hasta agresivas por sulfatos.













-  A2 Aluvial de arenas con gravas
-  T1 Terraza de arcillas arenosas calcáreas con gravas
-  321i Arcillas con gravas.
-  313d Conglomerados y arcillas.
-  232 Calizas blanquecinas.
-  232a Margas calcáreas.
-  231 Arenas con gravas y arcillas.
-  212 Dolomitas cristalinas.
-  211a Areniscas y argilitas.
-  110c Pizarras arcillo-micáceas.

Figura 21.— Bloque diagrama esquemático del cierre periclinal de Portillo de Soria. Puede observarse la disposición anticlinal de los materiales mesozoicos y terciarios, en torno al núcleo paleozoico.

Su desarrollo geométrico es muy variable, dando formas que en general no sobrepasan los 20 m de desnivel, y que sin embargo conviven con otras de unos 50 m de altura. Las pendientes también varían entre  $10^{\circ}$  y  $40^{\circ}$ , coincidiendo estos últimos con los resaltes areniscos. Cuando el grado de cementación varía, los taludes pueden hacerse inestables por erosión. Los desmontes observados, en general de escasa altura, son estables con pendientes de unos  $40^{\circ}$ , si bien existe alguno casi vertical desarrollado en areniscas.

La utilización de estos materiales resulta también muy variable, coexistiendo las arenas y las cuarcitas.

### ARGILITAS ROJAS DE POMER (211 b)

En el sector central del Tramo, situado hacia el techo de las areniscas y argilitas del Buntsandstein (211a), se puede individualizar un conjunto de argilitas, cuyas características se encuentran muy bien expuestas en el pueblo de Pomer.

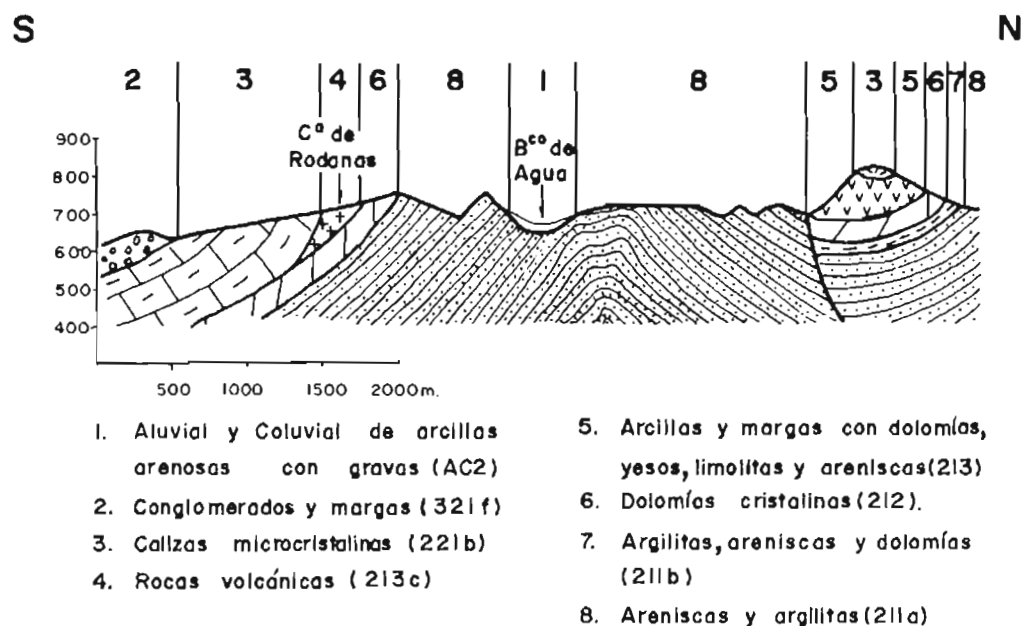


Figura 22.— Corte geológico transversal al Barranco del Agua (382-4), mostrando la estructura en pliegues fallados de los materiales mesozoicos.

**Litología.**— Este grupo se compone de unas argilitas lajosas de tonos rojizos y vinosos. Presentan frecuentes intercalaciones en lechos finos de dolomías y calizas, a veces vacuolares o lajosas, así como areniscas y limolitas rojas, con un cemento ferruginoso a veces dominante.

En varios afloramientos aparecen algunas capas de yesos, pero son escasos.

**Estructura.**— El conjunto se encuentra con una estratificación muy marcada, tanto por el carácter lajoso de las argilitas como por la fina estratificación del resto de los componentes. No

obstante, se observa de manera local la presencia de disarmonías, debido al replegamiento, a veces intenso, a que se ve sometida esta formación, por encontrarse entre dos grupos competentes.

**Geotecnia.**— Estas argilitas, de escaso recubrimiento, presentan características variables. Así, aún siendo ripables en general, puede hacerse de ripabilidad difícil por la presencia de dolomías y calizas. Por otra parte resultan prácticamente impermeables, erosionables y agresivas por presencia de sulfatos. Se desarrollan en una formación de desniveles inferiores a 20 m, con pendientes de 30° algo inestables por erosión. Los desmontes observados, de escasa entidad, resultan también inestables por erosión, aún con pendientes del orden de 40°.

### **CUARCITAS DE TABUENCA (130)**

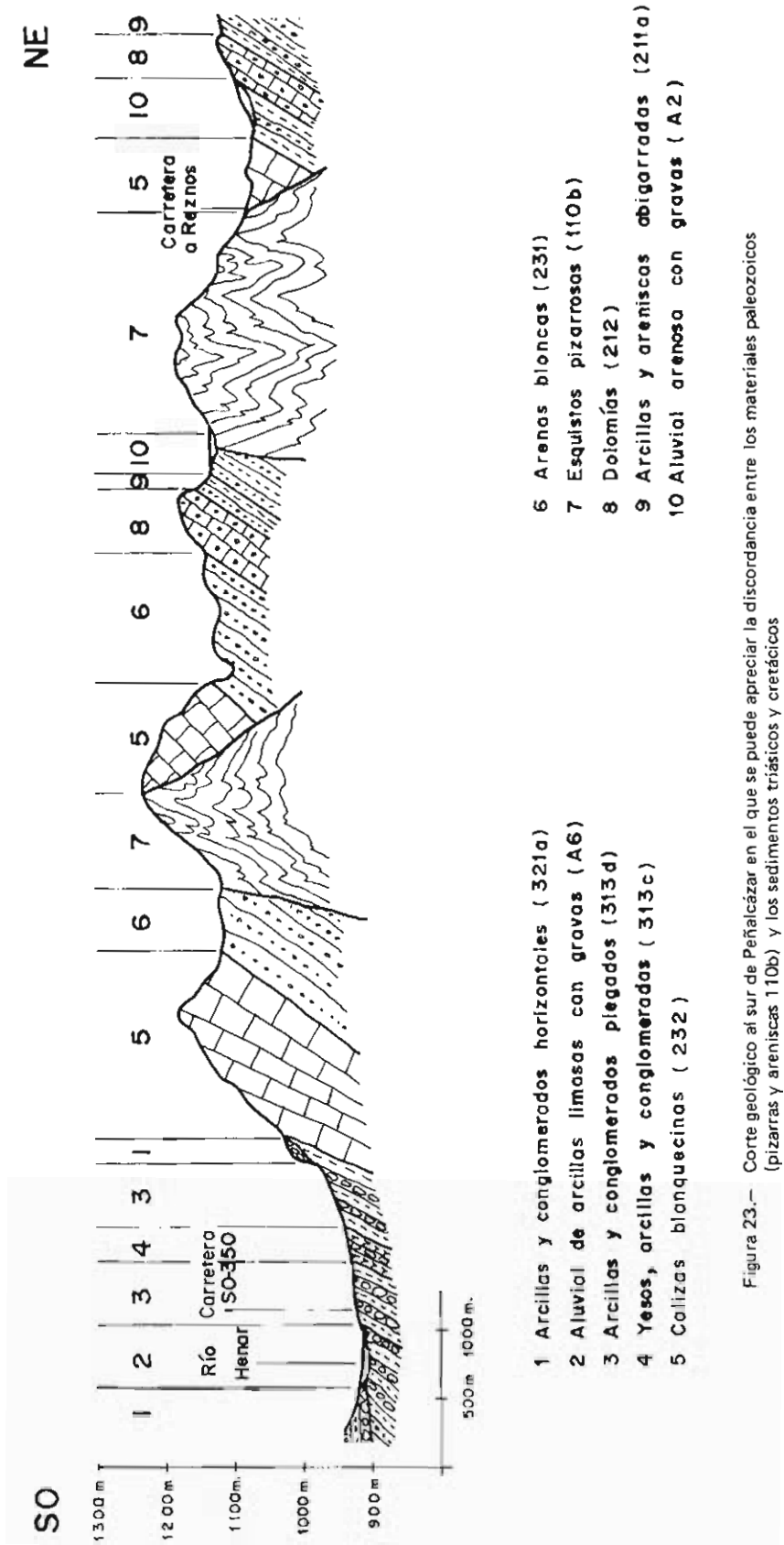
Al este de Tabuenca (población situada fuera del Tramo) se encuentran unos afloramientos que forman el yacente del Triásico (211a) y a los que algunos autores han atribuido una edad Silúrico inferior.

**Litología.**— Este grupo geotécnico consta de unas cuarcitas de tonos rosados y rojizos, compactas y duras, que normalmente predominan sobre las pizarras grises y azuladas que se intercalan entre ellas (Foto 69).



Foto 69.— Afloramiento de cuarcitas y pizarras (130) en la carretera de Fuen-dejalón a Tabuenca.

Las pizarras se disponen en capas y lechos, generalmente de pequeño espesor, y por aumento en su frecuencia de aparición, pueden llegar a constituir una alternancia irregular de cuarcitas y pizarras en la que, no obstante, siempre predominan claramente los términos cuarcíticos.



- 1 Arcillas y conglomerados horizontales ( 321a )
- 2 Aluvial de arcillas limasas con gravas ( A6 )
- 3 Arcillas y conglomerados plegados ( 313d )
- 4 Yesos, arcillas y conglomeradas ( 313c )
- 5 Colizas blanquecinas ( 232 )

- 6 Arenas blancas ( 231 )
- 7 Esquistos pizarrasos ( 110b )
- 8 Dolomías ( 212 )
- 9 Arcillas y areniscas abigarradas ( 211a )
- 10 Aluvial arenosa con gravas ( A2 )

Figura 23.— Corte geológico al sur de Peñalcazar en el que se puede apreciar la discordancia entre los materiales paleozoicos (pizarras y areniscas 110b) y los sedimentos triásicos y cretácicos

**Estructura.**— Las cuarcitas se presentan estratificadas en bancos de espesor muy variable, siendo generalmente muy gruesos o masivos. Su dureza hace marcar en el paisaje una serie de crestones que destacan a veces en las cimas de los cerros (Foto 70).

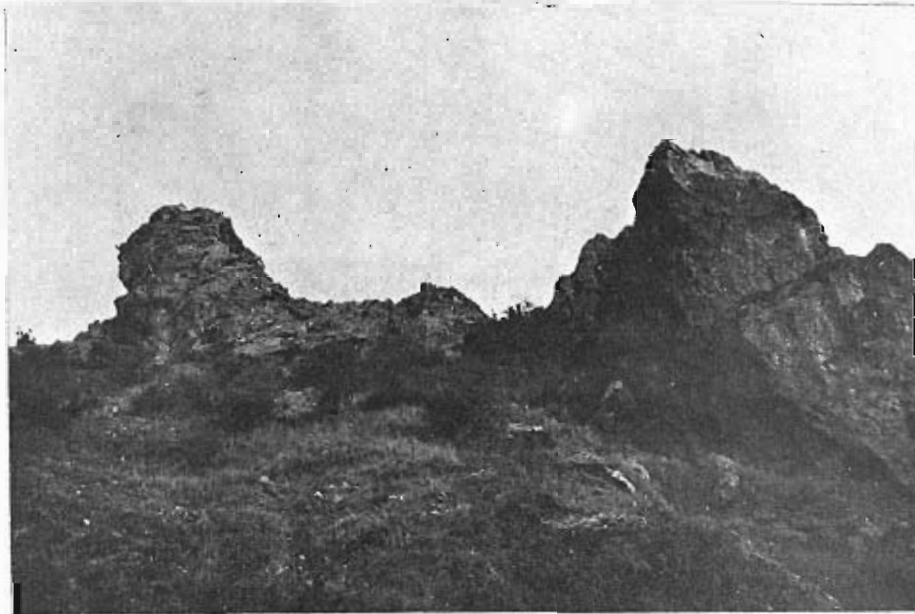


Foto 70.— Crestones dados por las cuarcitas de Tabuena (130), resaltando fuertemente en el paisaje, al este de dicha población.

Se encuentran fuertemente plegadas y algunas de sus fallas presentan saltos relativamente importantes.

**Geotecnia.**— Estas cuarcitas, de pequeña extensión superficial, se presentan con abundantes recubrimientos tipo C 1, más potentes en vaguadas. Las rocas no son ripables y prácticamente impermeables. Desarrollan un país abrupto, con desniveles que alcanzan varias decenas de metros, siendo estables, con una pendiente media de  $45^{\circ}$ ; los desmontes observados son casi verticales, estables, con 5 m de altura máxima. Pueden resultar útiles como cantera de áridos.

### 3.2.4 Resumen de problemas geotécnicos que presenta la Zona

En esta Zona 2, junto a la mayoría de las formaciones más modernas descritas en la Zona 1, (A1, A2, A3, A6, A7, AC2, AC4, AC5, AC10, C3, C4, C5, TA2, T1) aparecen otros materiales sueltos, (AC3, C1, C2 y TA1) y dentro de las formaciones pétreas, un dominio calizo—margoso, y otro yesífero, dentro siempre de los materiales mesozoicos, con ligeras apariciones del Terciario y del Paleozoico. En general estos materiales, más competentes, endurecen notablemente el paisaje.

Entre los materiales sueltos, diferentes a los descritos ya en la Zona 1, solamente es digna de resaltar la aparición de un grupo localmente erosionable (C1). El resto y los pequeños retazos

terciarios, no plantean problemas geotécnicos notables. (AC3, C2, TA1, 321a, 321b y 313d).

Entre las formaciones rocosas, tanto las dolomías y calizas, (232, 221a, 221b, 221c y 212) como las calizas margosas (232a, 221d, 221e y 221f) y las cuarcitas paleozoicas (130), no plantearán problemas geotécnicos especiales, presentándose con recubrimientos ligeros. Solamente alguno de los grupos puede presentar desprendimiento de bloques en puntos localizados.

Dentro de los depósitos mesozoicos, es de resaltar la existencia de tres grupos, que por perder ocasionalmente la cementación, resultan localmente erosionables. (231, 213c y 211a).

Finalmente se destaca un conjunto de formaciones yesíferas, que pueden calificarse de algo peligrosas por su agresividad, erosión e inestabilidad localizada (213, 213a, 213b y 211b).



### 3.3 ZONA 3: HORSTS PALEOZOICOS

Esta Zona se encuentra representada por los grandes macizos constituídos por materiales paleozoicos (cuarcitas, pizarras y areniscas fundamentalmente), que afloran en los núcleos de los grandes pliegues, y que aparecen en todos los cuadrantes de la hoja núm. 381.

#### 3.3.1 Geomorfología y Tectónica

Las grandes elevaciones del Tramo las constituyen los materiales paleozoicos, que se disponen en grandes sierras de trazado general NO-SE. Forman con frecuencia grandes barreras naturales, difícilmente accesibles, que resaltan fuertemente en el paisaje.

La dureza de algunos de sus materiales, el encajado y a veces tortuoso trazado de sus barrancos y los grandes desniveles, salvados con importantes pendientes, hacen que esta Zona presente un relieve áspero y profundamente quebrado.

Estructuralmente, estos macizos son fragmentos de un basamento emergido en grandes bloques, como consecuencia de los grandes esfuerzos tectónicos sufridos. Presentan un plegamiento realizado durante la Orogenia Hercínica, y han sido reactivados durante los movimientos alpinos a favor de fallas que los han levantado en una tectónica de bloques estilo horst-graben. Con frecuencia, las fallas orientales que limitan a estos horsts son vergentes hacia el E, provocando el cabalgamiento de estos macizos paleozoicos sobre los materiales mesozoicos.

#### 3.3.2 Columna Estratigráfica

COLUMNA LITOLÓGICA	REFERENCIA		DESCRIPCIÓN	EDAD
	1/25.000 1/50.000	GEOTÉCNICO		
	A2	Q-2	Aluvial. Arenas con gravas.	Cuaternario
	AC1	Q-3	Aluvial y coluvial. Gravas y bolos.	"
	AC6	U-2	Aluvial y coluvial. Arcillas con gravas.	"
	CI	Q-4	Coluvial. Gravas en matriz arenosa.	"
	C5	X-3	Coluvial. Arcillas con gravas.	"
	TA1	Q-1	Terraza y aluvial. Gravas en matriz arcillosa.	"
	T1	X-3	Terraza. Arcillas con gravas.	"
	T3	X-1	Terraza. Arcillas y lentejones de gravas.	"
	110b	X-2	Areniscas, pizarras y cuarcitas.	Cámbrico
	110a	X-1	Cuarcitas, conglomerados y pizarras.	"
	010	X-1	Pizarras arcillosas y arenosas.	Precámbrico

ESQUEMA DE SITUACION DE CORTES Y BLOQUES DIAGRAMA.ZONA 3.

ESCALA 1/200.000

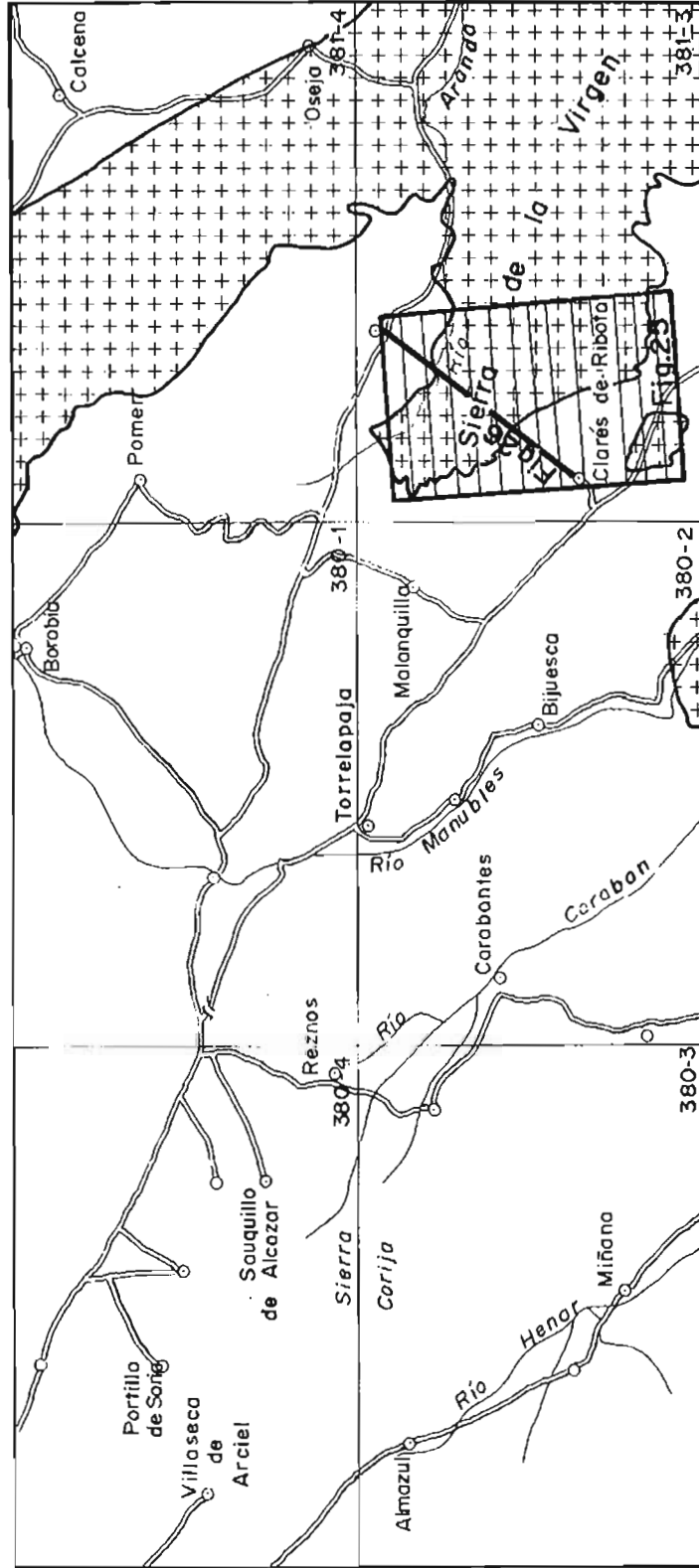


Fig. - 24

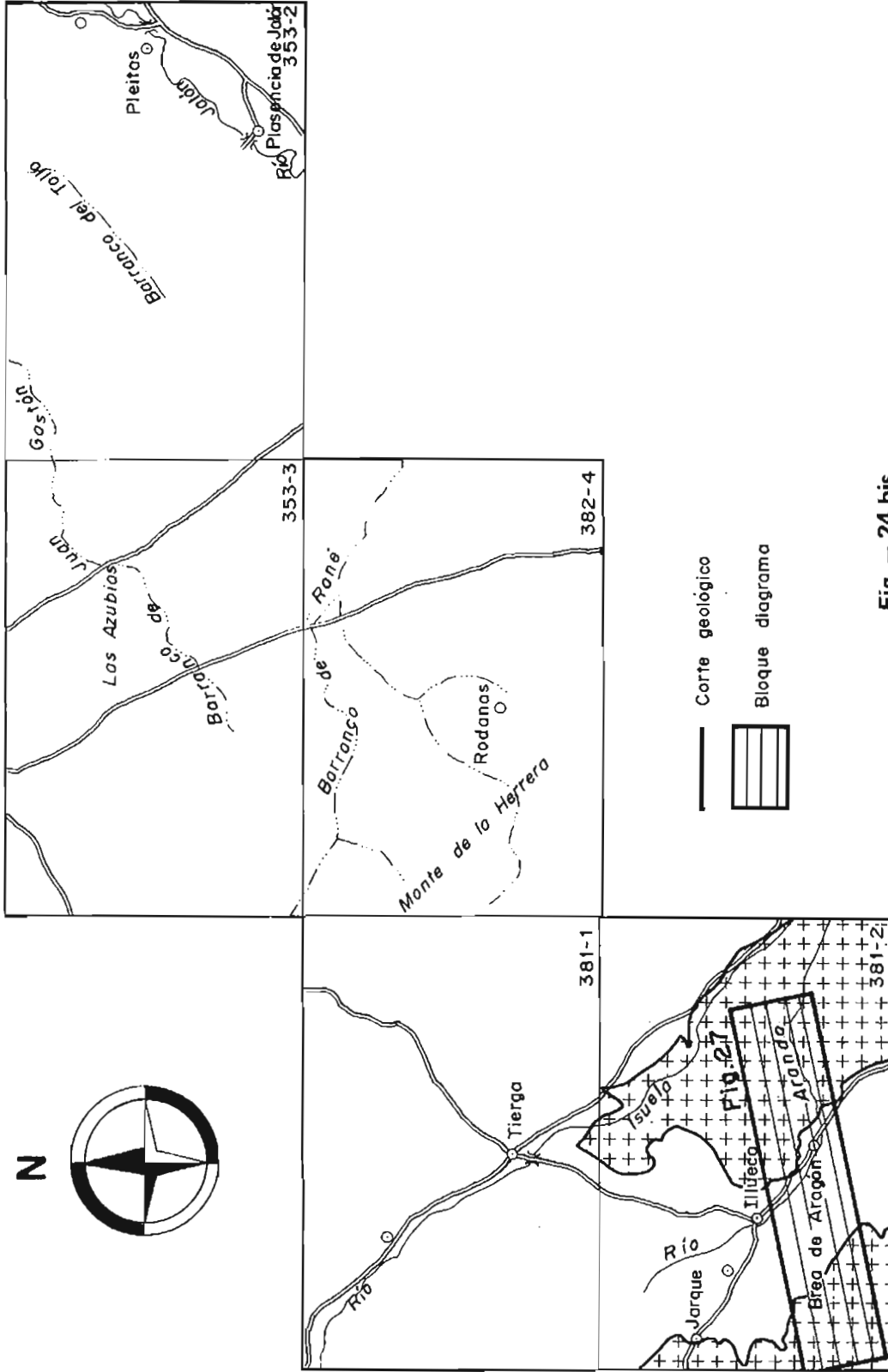


Fig. — 24 bis

### 3.3.3 Grupos Geotécnicos

#### ALUVIALES (A 2)

Han sido descritos con todo detalle en la Zona 1, apartado 3.1.3.

#### ALUVIALES—COLUVIALES (AC 1)

En las vaguadas y laderas de las grandes sierras constituídas por materiales cuarcíticos paleozoicos (110a), se desarrollan unos depósitos de origen mixto, aluvial y coluvial, que destacan en el paisaje. (Foto 71).



Foto 71.— Vista de una de las vaguadas de la vertiente nor—oriental de la Sierra de la Virgen, rellena por la acumulación de gruesos silíceos (AC 1), provenientes de la disgregación de las cuarcitas (110a).

**Litología.**— Se trata de una acumulación de gruesos constituídos por gravas, bolos, bloques y gravillas de cuarcitas blanquecinas y cuarzo en menor proporción, en general muy angulosos y mal clasificados (Foto 72). Normalmente no existe matriz alguna entre los gruesos, que se encuentran constituyendo grandes "pedreras" de material suelto.

En las raras ocasiones en que ha podido observarse la presencia de una matriz entre los gruesos, ésta es de tamaño arena y de naturaleza silícea.

**Estructura.**— Se disponen adosados a las fuertes pendientes de las sierras cuarcíticas (Sierra de la Virgen) (Foto 73), y son depósitos heterogéneos en cuanto al tamaño de sus componentes.



Foto 72.— Detalle de los gruesos angulosos y mal clasificados que constituyen los depósitos AC1. Foto tomada en una de las vaguadas de la vertiente nor-oriental de la Sierra de la Virgen, al suroeste de Illueca.



Foto 73.— Aspecto del país cuarcítico (110a) de la Sierra de la Virgen, donde se desarrollan en vaguadas y laderas los recubrimientos de materiales gruesos (AC1).

**Geotecnia.**— Estos materiales, formados por verdaderas acumulaciones pedregosas de ladera, son muy permeables y ripables. Resultan inestables por las fuertes pendientes del terreno de apoyo (a veces superiores a  $45^{\circ}$ ). Pueden ser útiles como material de préstamo, y ocasionalmente como cantera para áridos.

#### **ALUVIALES—COLUVIALES (AC 6)**

**Litología.**— Estos recubrimientos, que se disponen sobre las formaciones pizarrosas del paleozoico (110b), están constituidos por unas arcillas, frecuentemente areno—límosas y arenosas, de tonos marrones y rojizos, que contienen gravas, gravillas y excepcionalmente algún bolo y bloque, angulosos en su mayor parte y rara vez subredondeados. Los gruesos pueden llegar a predominar en algún punto, siendo casi en su totalidad de areniscas y pizarras, con algunos de cuarcitas en menor proporción (Foto 74).



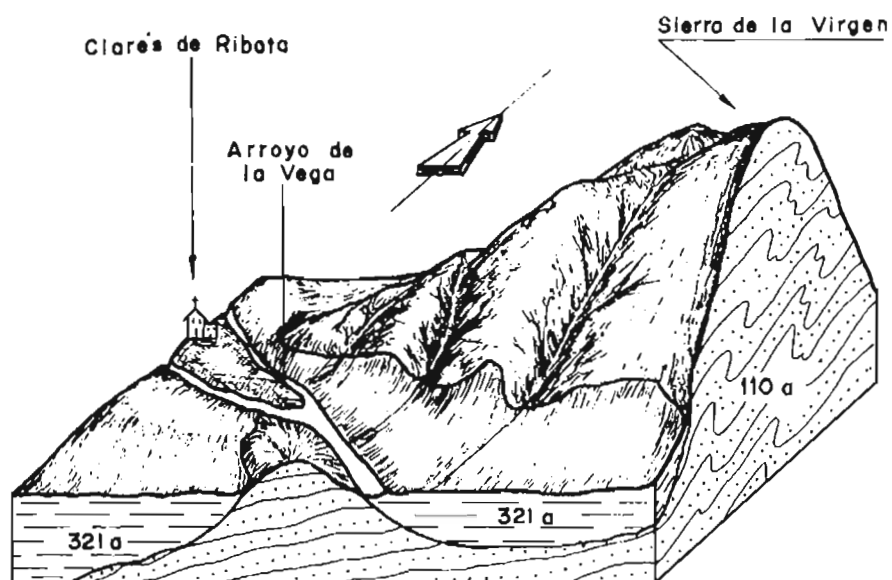
Foto 74.— Desmonte en los depósitos AC6. Foto tomada en la carretera local de Calceña a Oseja.

**Estructura.**— Se encuentran estos materiales adosados a las laderas y en el fondo de las vaguadas de las sierras constituídas por los materiales pizarrosos (110b), tendiendo a suavizar las fuertes pendientes que existen en este país. No ha podido observarse estratificación y, dada la variabilidad en el porcentaje de gruesos, pueden considerarse como unos depósitos heterogéneos.

**Geotecnia.**— Estos depósitos son ripables, de permeabilidad baja, algo erosionables y localmente inundables. Forman un país estable, de desniveles superiores a los 50 m y pendientes máximas de  $10^{\circ}$ ; con algunos síntomas de erosión.

## COLUVIALES (C 1)

Han sido descritos con todo detalle en la Zona 2, apartado 3.2.3.





- |   |       |                                      |
|---|-------|--------------------------------------|
|  | 321 a | Arcillas, conglomerados y gravas.    |
|  | 110 a | Cuarcitas, conglomerados y pizarras. |

Figura 25.— Bloque diagrama esquemático, mostrando las estratificaciones occidentales de la Sierra de la Virgen, constituida por cuarcitas (110a), sumergiéndose bajo los materiales terciarios (321a) que rellenan la depresión de Calatayud—Teruel.

## COLUVIALES (C 5)

Han sido descritos con todo detalle en la Zona 1, apartado 3.1.3.

## TERRAZAS Y ALUVIALES (TA 1)

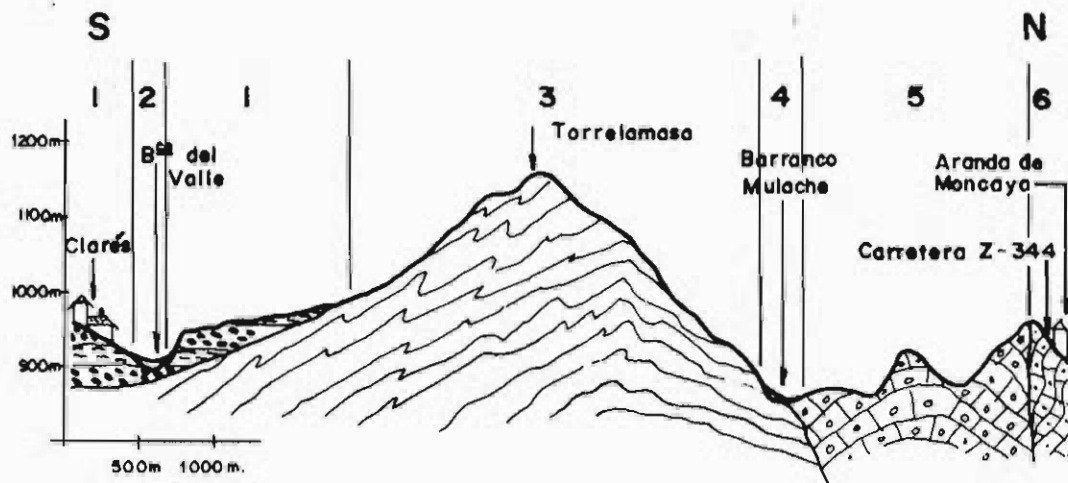
Han sido descritos con todo detalle en la Zona 2, apartado 3.2.3.

## TERRAZAS (T 1)

Han sido descritos con todo detalle en la Zona 1, apartado 3.1.3.

## TERRAZAS (T 3)

Han sido descritos con todo detalle en la Zona 1, apartado 3.1.3.



- |  |  |
|--|--|
| 1 Arcillas calcáreas y conglomerados (321a)      | 4 Aluvial y coluvial con predominio de cantos silíceos (AC5) |
| 2 Aluvial de arcillas y lentejones de grava (A6) | 5 Calizas microcristalinas (221b)                            |
| 3 Cuarcitas de la Sierra de la Virgen (110a)     | 6 Dolomías (212)   |

Figura 26.— Corte geológico entre Clarés y Aranda de Moncayo, en el que puede apreciarse la posición de los materiales mesozoicos y terciarios situados en los alrededores de la Sierra de la Virgen, constituida por cuarcitas (110a).



Foto 75.— Cuarcitas blancas y rosadas (110a) con estratificación bien marcada, en la carretera Z-342 entre Braa de Aragón e Illueca.



## CUARCITAS DE LA SIERRA DE LA VIRGEN (110 a)

Constituyendo la gran alineación de la sierra de la Virgen y otros macizos próximos a ésta, se encuentra una potente serie de materiales cuya edad, según LOTZE (1961), es fundamentalmente Cámbrico inferior.

**Litología.**— El grupo se encuentra formado por unas cuarcitas (Foto 75) de colores blancos, a veces rosados, y grano medio a muy grueso, rara vez fino. En la parte inferior se comprueba la presencia de intercalaciones de lentejones de conglomerados silíceos (Foto 76) y microconglomerados, a veces con intercalaciones pizarrosas, que normalmente no sobrepasan unos pocos centímetros de espesor, siendo frecuente la presencia de areniscas silíceas, a veces algo micáceas.



Foto 76.— Detalle del conglomerado silíceo del grupo 110a, en la ladera de la Sierra de la Virgen, al suroeste de Illueca.

Contiene numerosas estructuras sedimentarias tales como estratificación y laminación cruzada, granuloclasificación, laminación paralela...etc.

**Estructura.**— A grandes rasgos el conjunto se encuentra bien estratificado (Foto 75), pero localmente puede presentar cierto carácter masivo. Aunque lo normal es que aparezca en bancos y capas de muy desigual espesor, oscilando desde varias decenas de centímetros a varios metros, pueden hallarse a veces en lechos finos, de hasta 10 cm. La fracturación de las cuarcitas suele ser media a alta y se encuentran deformadas por pliegues de radio variable, generalmente amplio.

**Geotecnia.**— Estos materiales se presentan con un recubrimiento casi total, tipo (C1) y (AC1), si bien sólo se han cartografiado éstos cuando poseen cierta entidad. Las rocas del substrato

son no ripables e impermeables, desarrollándose en un país abrupto de desniveles que pueden superar los 100 m, con pendientes estables de unos 50°. Pueden ser útiles como cantera de áridos, aunque con todos los inconvenientes de las cuarcitas.

#### PIZARRAS Y ARENISCAS DE OSEJA (110 b)

**Litología.**— Al oeste de la falla inversa, que con dirección NO—SE pasa por Oseja (sector central del Tramo) (Foto 77), se desarrolla una formación constituída por una alternancia irregular de areniscas micáceas de grano fino, a veces medio, y pizarras arcillosas y micáceas (Foto 78). El conjunto presenta colores marrones con pátinas negras, y en ocasiones tonalidades grises o verdosas.



Foto 77.— En primer plano, a la izquierda, las dolomías del Muschelkalk (212), que se encuentran cabalgadas por las pizarras y areniscas de Oseja (110b), que forman la alineación montañosa por cuya ladera discurre la carretera de Calcena a Oseja. La zona de falla entre ambas, discurre a lo largo del valle. Al fondo destaca la gran alineación de la Sierra de la Virgen.

La proporción de pizarras y areniscas es muy variable, pudiendo predominar unas u otras indistintamente, dependiendo del lugar. Excepcionalmente pueden encontrarse intercalados bancos de cuarcitas, que hacia el norte del afloramiento de Oseja, pueden llegar a predominar claramente, siendo en el resto de este afloramiento muy escasas.

**Estructura.**— Estos materiales se encuentran bien estratificados (Foto 79) en estratos con espesores variables entre lechos de unos 10 a 15 cm, a capas de 50 cm a 1 m. Las intercalaciones de cuarcitas, por el contrario, no presentan casi nunca espesores, en sus capas, menores de 0,5 a 1 m, y es frecuente que el grosor total del tramo cuarcítico no sobrepase los 12 m.

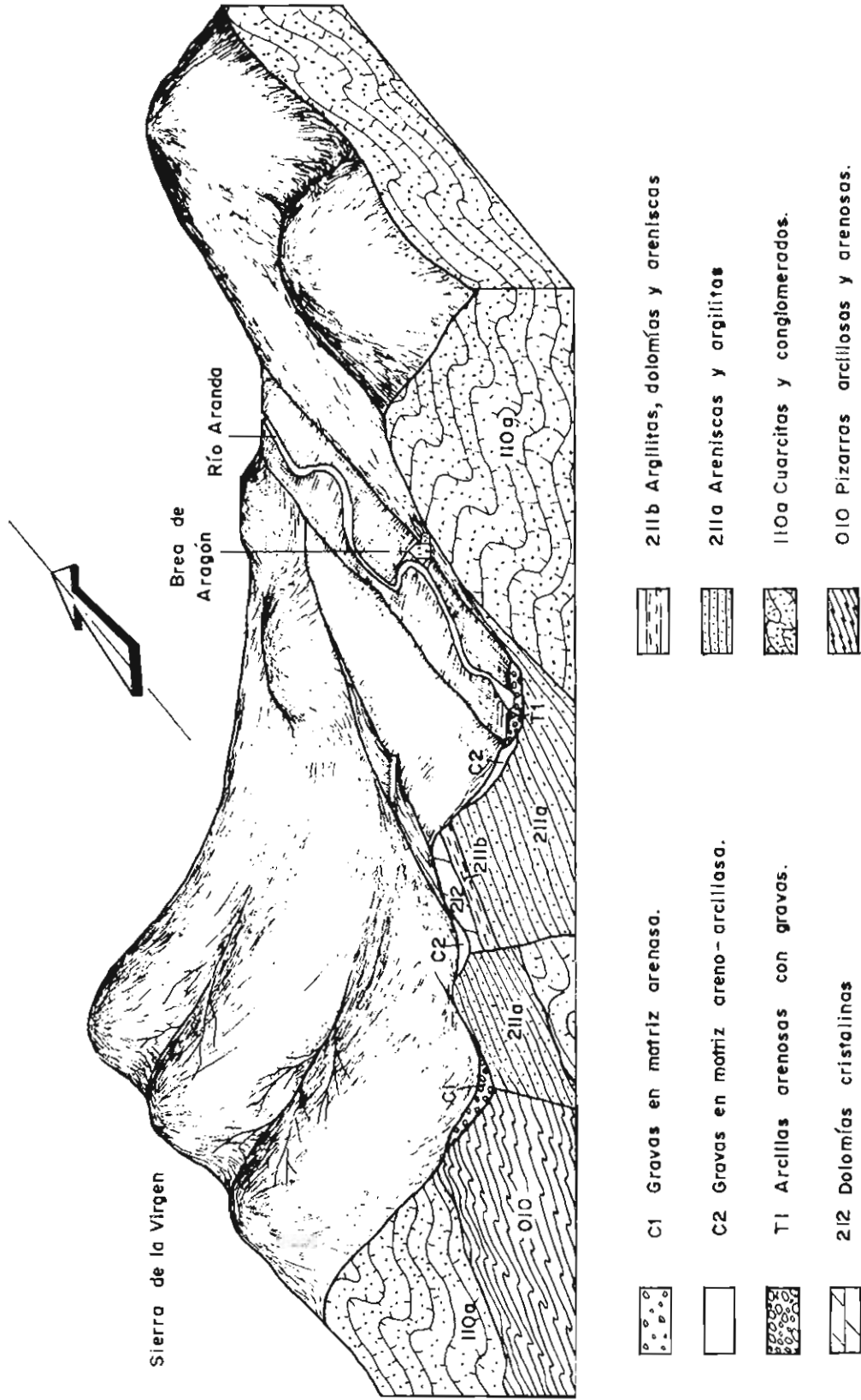


Figura 27.— Bloque diagrama esquemático mostrando la estructura y morfología de las sierras constituidas por los materiales cuarcíticos (110a), entre las que queda un graben o fosa de sedimentos mesozoicos a lo largo de la cual discurre el río Aranda. Es destacable la presencia de las pizarras precámbricas (010) en la Sierra de la Virgen.



Foto 78.—Detalle de un pequeño desmonte en las pizarras y areniscas de Oseje, bien estratificadas y buzando hacia el Oeste. Carretera Z-343, al oeste de Jarque.



Foto 79.—Afloramiento de pizarras (110b) en el P.K. 12 de la carretera local entre La Alameda y Carabantes.

En el extenso afloramiento de Oseja la formación se encuentra formando una sierra de alineación NW–SE, con fuerte y quebrado relieve, mientras que en la región de Torrubia de Soria y La Alameda, en la parte occidental de la Zona, los afloramientos de este grupo dan relieves llanos o ligeramente ondulados, y únicamente en aquellos lugares en los que los ríos han excavado sus cauces, pueden observarse pendientes muy acusadas.

La pizarrosidad se encuentra bien marcada, aunque con superficies irregulares, y su fracturación es media a alta.

**Geotecnia.**— Estos materiales, de gran extensión superficial, se presentan con un recubrimiento arcilloso, casi general pero de escaso espesor, con abundantes gravas lajosas. Sus características varían algo según el predominio de las pizarras y las cuarcitas; son materiales en general no ripables y algo permeables por fisuración. Se desarrollan en un país abrupto y estable de desniveles frecuentemente superiores a 50 m, y pendientes de unos 40°. Los desmontes observados, resultan en general estables aún siendo casi verticales, con altura máxima de 5 m, destacando a veces algún desprendimiento cuneiforme. En las zonas de predominio cuarcítico pueden explotarse canteras para áridos, con las reservas propias de este tipo de roca.

#### **PIZARRAS DE LA SIERRA DE LA VIRGEN (010)**

Debajo de las cuarcitas de la Sierra de la Virgen (110a), se encuentran al sur y suroeste de Illueca, unos materiales pizarrosos que, por su posición estratigráfica, LOTZE (1960) los identifica como precámbricos, denominándolos "Pizarras de Paracuellos".

**Litología.**— En este grupo geotécnico dominan las pizarras arcillosas, a veces ligeramente arenosas, que en algunas ocasiones llegan a formar algún nivel de areniscas micáceas. Sus colores son variables, predominando los pardo–rojizos, grises, y a veces azulados.

**Estructura.**— Se encuentran bien estratificadas, estando la pizarrosidad muy bien marcada. Son escasos los cortes en que pueden observarse con claridad, debido a que se encuentran con frecuencia derrubias.

A escala de afloramiento es difícil decidir si existe discordancia angular con las cuarcitas suprayacentes (110a), pero sí parece claro que entre ambas existe una discordancia visible a escala cartográfica.

**Geotecnia.**— Estas pizarras resultan poco o nada ripables, y son permeables por fisuración. Se desarrollan en un país abrupto, con desniveles superiores a los 50 m, y pendientes del orden de 40°, estables. Los desmontes observados, de escasa entidad y altura, son estables con una pendiente del orden de 40°.

### **3.3.4 Resumen de problemas geotécnicos que presenta la Zona**

En esta Zona 3, junto a algunas de las formaciones más modernas y descritas en las Zonas 1 y 2, (A2, C1, C5, TA1, T1 y T3) se destacan dos nuevos depósitos mixtos aluvial–coluvial, (AC1 y AC 6) estando el resto cubierto por formaciones pétreas de diversa litología (cuarcitas, areniscas y pizarras) y acusado relieve diferencial . (110a, 110b y 010).

El grupo AC1 constituye unas acumulaciones pedregosas de ladera, inestable. Por su parte el grupo AC6 es arcilloso, y puede ser inundable y erosionable.

Finalmente las formaciones paleozoicas, (110a, 110b y 010) que alcanzan las sierras más abruptas del Tramo, no plantearán problemas desde el punto de vista geotécnico, y tanto las pizarras como las areniscas y las cuarcitas, se presentan con recubrimientos escasos. Solamente uno de los grupos (110b) puede presentar ocasionalmente alguna inestabilidad puntual, por desprendimiento de cuñas.



## 4.— CONCLUSIONES

### 4.1 RESUMEN DE PROBLEMAS GEOTECNICOS

El Tramo en estudio se ha dividido en tres Zonas siguiendo un criterio sustancialmente morfológico, que paralelamente sirve de frontera a la litología y a la estratigrafía. Así, la Zona 1 de formas llanas o suaves, viene dominada por los depósitos recientes y las formaciones terciarias, con abundancia de suelos y margas. La Zona 2, por su parte, de desniveles más altos y pendientes más fuertes, se caracteriza por la presencia de un país calizo—margoso y otro yesífero, siempre dentro de un predominio de los depósitos mesozoicos. Finalmente en la Zona 3, disminuyen los depósitos modernos, las formas se hacen abruptas y destacan las rocas paleozoicas.

Entre los suelos no cohesivos, se dan formaciones de origen aluvial, aluvial—coluvial, terraza y raña, predominando las gravas permeables, que según su proximidad a los cursos fluviales, pueden resultar localmente inundables.

Dentro también de los suelos granulares, existe un grupo constituido por formaciones de origen aluvial—coluvial, coluvial, o del mesozoico, que pueden resultar localmente inestables, sobre todo por erosión, y que excepcionalmente pueden mostrar niveles calcificados.

Por su parte el grupo AC1 se dispone en verdaderas acumulaciones pedregosas de ladera, que resultan inestables.

Entre las formaciones de componente arcilloso, existen suelos de origen aluvial, coluvial, aluvial—coluvial, terraza y raña, que resultan localmente inundables y erosionables.

Dentro también de los suelos finos existen tres grupos, de diverso origen, que resultan agresivos por sulfatos y localmente inundables.

Por otro lado está el grupo de las formaciones terciarias y mesozoicas, que presentan muy diversas características. Existen en primer lugar dos formaciones, la 321f y la 313a, que resultan algo peligrosas por su generalizada inestabilidad por erosión. Por otra parte se encuentran los depósitos yesíferos tipo Keuper y análogos, peligrosos por su agresividad, erosión e inestabilidad localizada. Además se encuentra también un conjunto de depósitos arcillosos, calcáreos, volcánicos



y arenosos, que aún presentando buenas características, acusan erosión en ciertos puntos.

Entre los depósitos rocosos aparece un numeroso conjunto de formaciones terciarias, en las que predominan las margas y conglomerados, que no plantearán problemas geotécnicos especiales, a la hora de la implantación de una carretera.

Por su parte en el Mesozoico, tanto las dolomías y calizas, como las calizas margosas, no plantearán problemas geotécnicos especiales, presentándose con recubrimientos suaves y ligeros. Solamente alguno de los grupos puede presentar desprendimiento de bloques en puntos localizados.

Finalmente las formaciones paleozoicas, que alzan las sierras más abruptas del Tramo, no plantearán tampoco grandes dificultades desde el punto de vista geotécnico, y tanto las pizarras como las areniscas y las cuarcitas, se presentan con recubrimientos escasos. Solamente uno de los grupos puede presentar ocasionalmente alguna inestabilidad puntual, por desprendimiento de cuñas.

#### 4.2 RESUMEN DE PROBLEMAS TOPOGRAFICOS

Caminando por el Tramo de Oeste a Este, se hallan dos depresiones de suave topografía: la de Villaseca de Arciel--Almazul y la del oeste de Borobia. Cualquier progreso hacia el Este se ve extraordinariamente dificultado por la presencia de un conjunto de sierras que discurren de SE a NO, dejando paso a través de tres portillos de la misma dirección, por donde surcan sendos cursos de agua: río Carabán, río Manubles y arroyo Vallunquera, discurrendo por este último la carretera de Soria a Calatayud, hasta una zona suave al SE., donde se asienta Clarés.

Tras de una zona de pendientes más suaves, prolongación hacia el Norte del área de Clarés, donde se halla Malanquilla, el terreno vuelve a agriarse notablemente, apareciendo la Sierra de la Virgen y sus estribaciones Pomer--Oseja y Calcena--Tierga. Estos riscos de la misma dirección NO--SE., dejan paso únicamente al río Aranda, que aunque al principio se desarrolla tímidamente hacia el Este, acaba cediendo ante el empuje de las sierras y se vuelve claramente hacia el SE.

El río Isuela, que vuelve a trazar una dirección SE--NO, supone con su valle un leve descanso, porque inmediatamente aparece la tabla de Tierga, y posteriormente el Monte de la Herrera de grandes desniveles. Para alcanzar las depresiones del E y NE, sólo existen localizados portillos que atraviesan al Monte Herrera, como el Barranco de Rané.

Finalmente y hasta llegar al valle del río Jalón, se halla una serie de superficies alomadas suaves, salpicadas a veces por elevaciones más notables, donde los cursos de agua se cruzan en direcciones más o menos perpendiculares.

En resumen se puede decir que el panorama destaca tres depresiones, en los dos extremos del Tramo y en el centro (Clarés), separados violentamente por sierras de grandes desniveles, que se

implantan en dirección SE–NO, y marcan con su impronta el curso de los ríos y los caminos.

### 4.3 CORREDORES DE TRAZADOS SUGERIDOS

Al tratar de calificar el Tramo a efectos de un posible trazado de carreteras, se ha tenido en cuenta sobre todo la topografía, dado que los materiales no presentan grandes problemas geotécnicos que impidan una implantación normal.

En relación con la Autopista Madrid–Zaragoza, y como alternativa septentrional de un corredor más o menos coincidente con la actual Carretera Nacional, (que ha de cruzar una serie de puertos), se dibuja una posible línea de cruce del Tramo, desde Soria hasta Plasencia de Jalón.

Al salir de Soria y acercarse a la zona objeto de estudio, se aprecia una variante septentrional por el llano de Borobia, que baja luego por Pomer hasta el río Aranda. Otra variante cruza las sierras calizas del Sur por Portillo de Soria, y apoyándose en la carretera de Ciria, se une a la variante anterior en Aranda de Moncayo. Ambas soluciones discurren después por el único portillo posible, ocupado por el río Aranda, hasta Tierga. Aquí y mediante un túnel, se cruza un macizo rocoso, subiendo al Monte de la Herrera, donde existen dos variantes, a través de dos de los portillos posibles de bajada a los llanos, para acabar por alcanzar el río Jalón.

Las carreteras comarcales por su parte, han de discurrir de SE a NO, dada la configuración de las sierras. Los ríos Henar e Isuela, y la actual carretera Soria–Calatayud sirven de apoyo a estos ejes de 2º orden.

Finalmente, las carreteras locales han de aprovechar a su vez los cursos de agua para vencer lo abrupto del paisaje, como por ejemplo los ríos Manubles, Carabán y Aranda.

En los mapas de las Figuras 28 y 28 bis se esquematizan los diversos corredores citados anteriormente.

# ESQUEMA DE CORREDORES DE TRAZADO SUGERIDOS

ESCALA 1/200.000

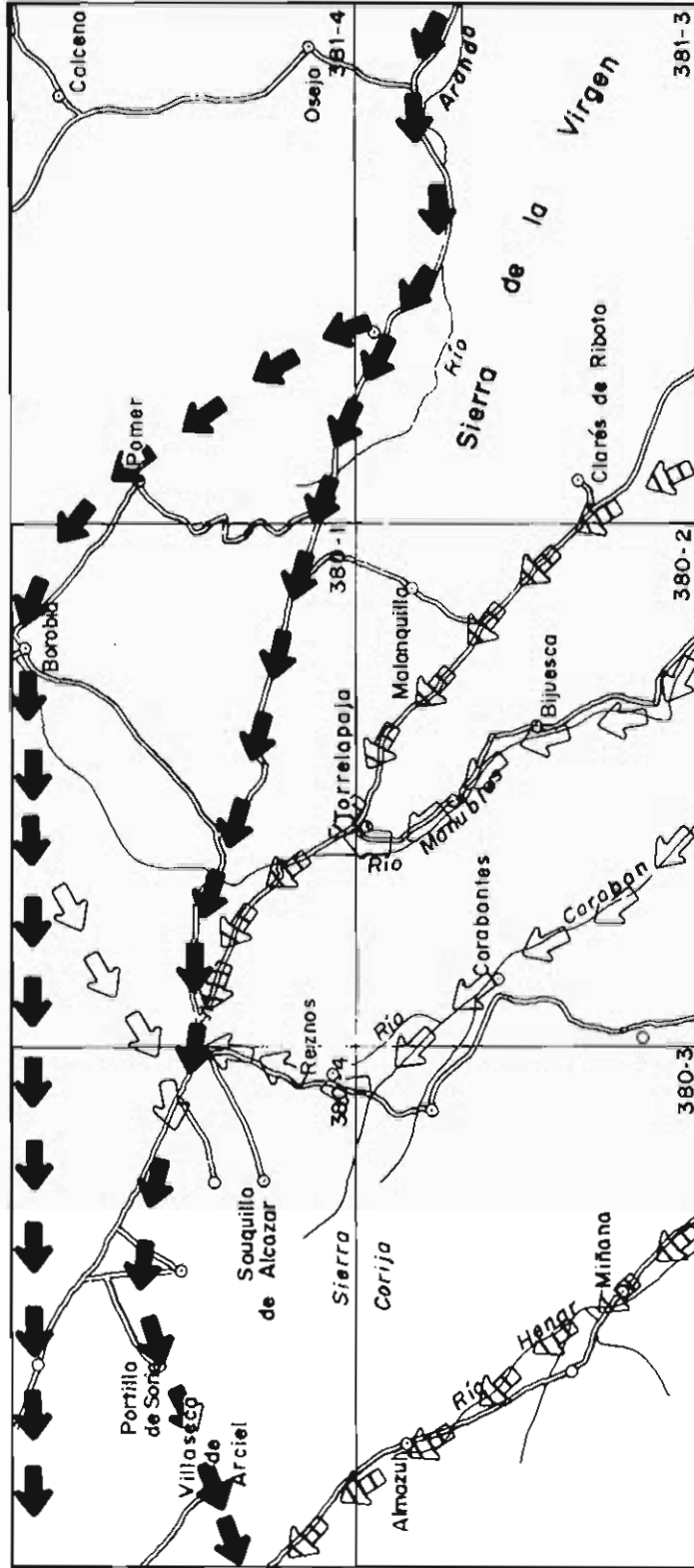
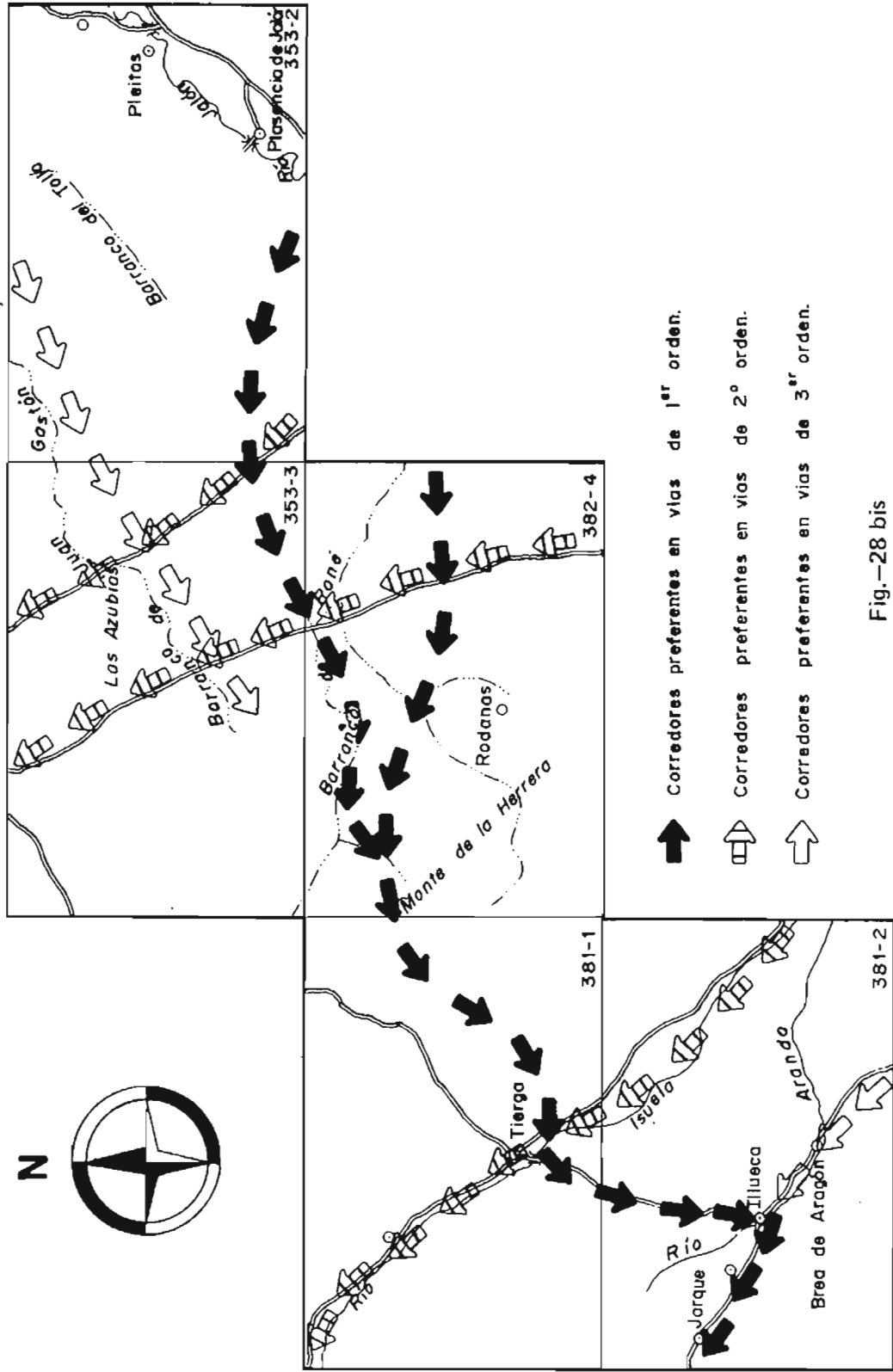


Fig.-28



↑ Corredores preferentes en vías de 1<sup>er</sup> orden.

↑ Corredores preferentes en vías de 2<sup>o</sup> orden.

↑ Corredores preferentes en vías de 3<sup>er</sup> orden.

Fig.-28 bis



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

## 5.— ESTUDIO DE YACIMIENTOS

El reconocimiento geológico—geotécnico del Tramo ha permitido agrupar los materiales de características similares en una serie de familias individualizables en función de su aprovechamiento.

En general el Tramo ofrece buenas posibilidades en cuanto a canteras y yacimientos granulares, pero su escaso desarrollo hace que sólo se exploten éstos para necesidades locales.

**A.— Sedimentos fluviales cuaternarios y materiales pliocuaternarios.—** Son sedimentos detríticos con predominio de las fracciones gruesa y media. Dentro del conjunto son diferenciables los materiales pliocuaternarios por tener en general una proporción mayor de finos, que a veces llegan a dominar en el conjunto, y por presentar sus gruesos formas muy redondeadas. Estos son silíceos casi en su totalidad y tienen notables variaciones granulométricas, llegando unas veces a predominar los finos y otras los tamaños mayores, incluso con bloques. Los sedimentos fluviales cuaternarios, presentan generalmente escasa extensión superficial, aunque en general presentan buenas características para su aprovechamiento, a veces incluso como graveras. En este sentido destaca el aluvial A3 que se encuentra en el río Isuela (Foto 3), al oeste de Calcena, en el que, tanto su amplio desarrollo superficial como la calidad de sus materiales, hacen que pueda considerarse como excepcional dentro del Tramo.



Foto 80.— Yacimiento rocoso núm. 1. Cantera abandonada de calizas (grupo 232). Carretera N 234 P.K. 29,200

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



Foto 81.— Cantera de caliza (grupo 232) en explotación intermitente junto a Peñalcázar. Yacimiento rocoso núm. 35, situado a unos 600 m al oeste de Peñalcázar.

La mayoría de estos materiales permitirán su utilización como préstamos, sobre todo los pliocuaternarios, siendo posible entre los fluviales cuaternarios, como se ha dicho, encontrar puntos locales que permitan la utilización como graveras.

Se incluyen en este apartado los grupos A1, A2, A3, A5, A6, A7, AC1, AC2, AC3, AC5, AC6, AC10, 350a y 350c.

- B.— Sedimentos detríticos de la "facies Utrillas" (231).—** Esta denominación abarca un conjunto de materiales entre los que se encuentran fundamentalmente arcillas, limos y arenas, con predominio de estas últimas, constituidas por granos de sílice, generalmente de gran pureza, mezclado en ocasiones con caolín, con bandas locales de pudingas y cementaciones muy suaves. Su color blanco o amarillento, les da un aspecto típico que destaca muy bien los afloramientos. Se han utilizado para realizar las capas de base de algunas de las carreteras locales del Tramo.
- C.— Sedimentos detríticos del Triásico inferior (211c).—** Se trata de materiales constituidos por gravas en una matriz areno—arcillosa a veces muy escasa. Las gravas son redondeadas pero, en general, están fracturadas, rompiéndose en fragmentos con aristas agudas. Son yacimientos poco extensos pero pueden dar origen a graveras aceptables en algunos casos.
- D.— Calizas y dolomías.—** En ambos casos son materiales muy abundantes y de excelente calidad. Las calizas provienen de los extensos afloramientos cretácicos (232) y jurásicos (221b y c), siendo materiales isótropos, homogéneos salvo excepciones, y no parecen presentar dificultades para el machaqueo. Las dolomías, a veces de grano grueso, son el

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

término constituyente de gran parte de los afloramientos del Muschelkalk, existiendo también dentro del Jurásico. Constituyen pues una gran masa de material canterable, escasamente explotado hasta el momento.

E.— **Yesos del Keuper (213a).**— El único afloramiento notable de este material es el existente en la carretera local de Aranda de Moncayo a Pomer que va por el límite de los cuadrantes 380—1 y 381—4. Se trata de un domo de yeso prácticamente puro, con coloración variada, que sólo ha sido explotado muy localmente y de un modo superficial. Los afloramientos de yesos del Keuper no serán comentados por su falta de interés para obras de carreteras .



Foto 82.— Canteras junto a la estación de F.C. de Torrelapaja en calizas del Cretácico superior (232). Yacimiento rocoso núm. 56.

### **5.1 CANTERAS**

Dada su abundancia y excelente calidad, los únicos materiales rocosos a considerar, con vistas a la instalación de canteras, son las calizas cretácicas (232) y del Jurásico (221b y 221c), así como las dolomías del Muschelkalk (212). En lo referente a las calizas del Cretácico, pueden considerarse canterables todos los afloramientos existentes en la Rama Castellana de la Cordillera Ibérica, dentro de la Hoja Geológica 380 correspondiente a Borobia, que forman amplias bandas de dirección Noroeste—Sureste y con claro relieve topográfico. Son rocas estratificadas en grandes bancos, poco fracturadas, salvo en algunas partes y con características mecánicas adecuadas.

Las dolomías del Muschelkalk, a veces de aspecto granudo, ofrecen características mecánicas inferiores a las calizas cretácicas. Se puede considerar que no será necesario recurrir a ellas, dada la gran cantidad de calizas existentes.

Las calizas jurásicas (221b), presentan inicialmente buenas características para su explotación en la mayor parte de sus afloramientos. En Fuendejalón (localidad fuera del Tramo), existe una explotación actualmente activa de estos materiales, obteniendo gravilla por machaqueo, que



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

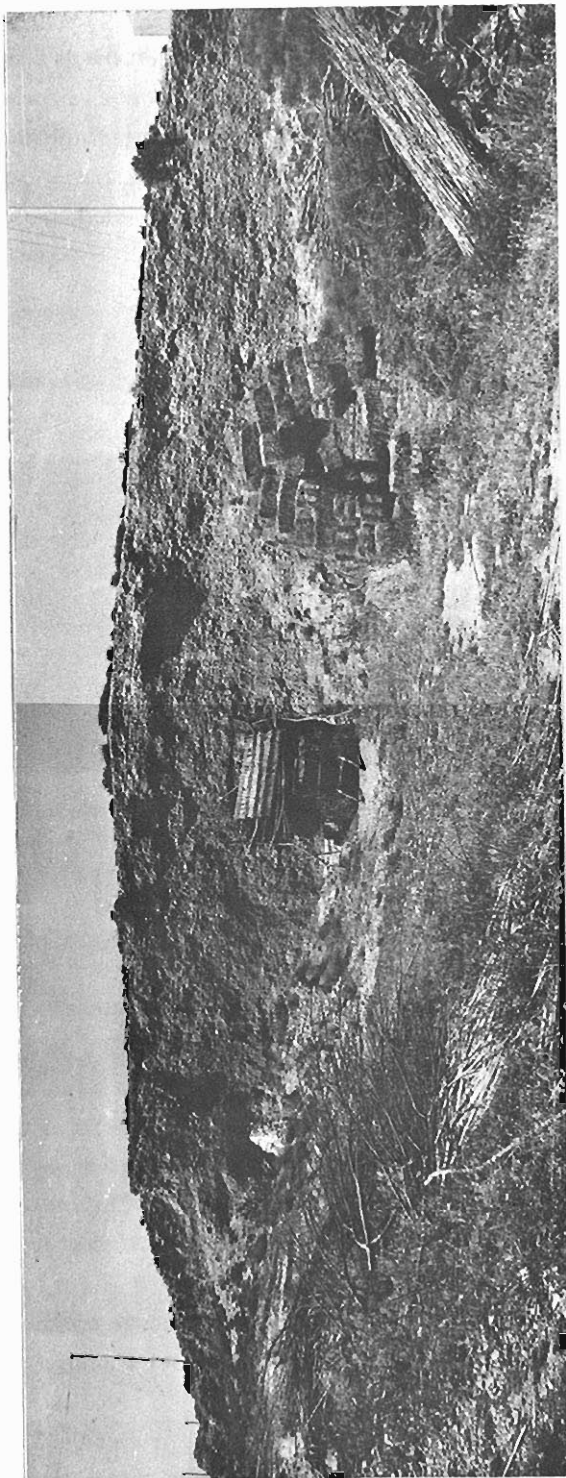


Foto 83.— Yacimiento núm. 62. Corte en uno de los grandes lentejones de gravas que contienen las arcillas limo-arenosas en la terraza del río Jalón (T3). La foto está tomada en las inmediaciones de Oitura.

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

mezclada con otros materiales (granitos, cuarcitas...etc), algunos de ellos alóctonos, es empleada en las capas de rodadura de algunas de las carreteras locales.

Se han localizado algunos yacimientos en las calizas terciarias, pero su carácter margoso las hace prácticamente inútiles para su uso en carreteras.

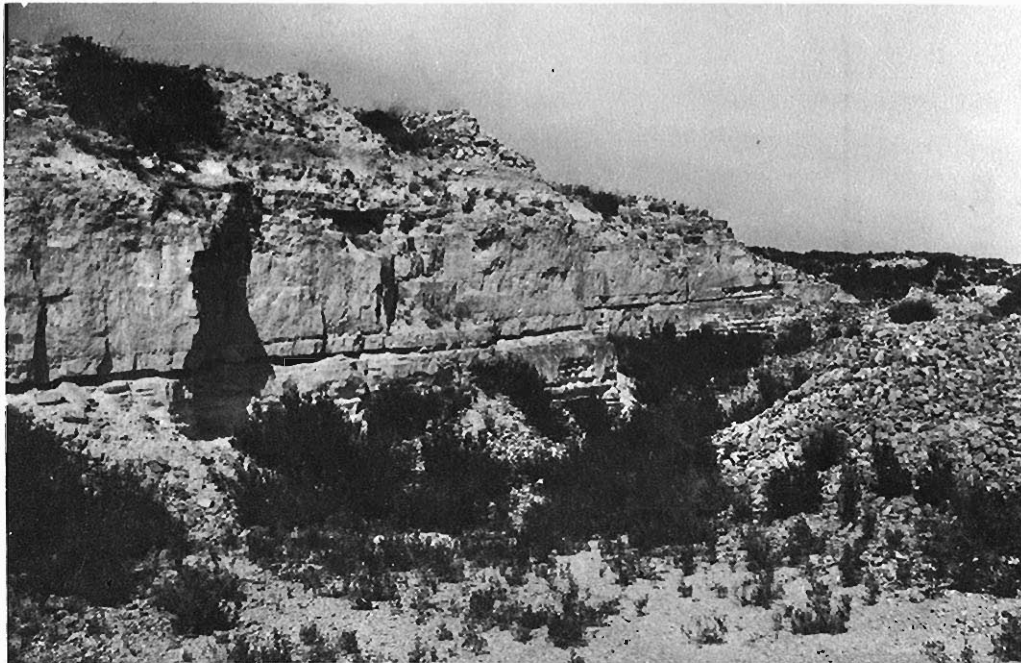


Foto 38bis.— Yacimiento 59. Cantera abandonada en calizas margosas terciarias (321j), bien estratificadas. Foto tomada en la Dehesa Nueva.

A continuación se incluye un esquema a escala 1:200.000 (fig. 29 y 29 bis), que indica la situación de los yacimientos reconocidos, cuya descripción más detallada se incluye al final de este capítulo, en forma de cuadros.

Aunque no se ha registrado explotación alguna en los grupos cuarcíticos (110a) constituyentes de la Sierra de la Virgen, merecen ser mencionados como una gran reserva de material, aunque por el momento no se cuenta con datos de sus propiedades. Algunos de los pequeños cortes observados presentan buen aspecto.

### **5.2 YACIMIENTOS GRANULARES**

Dentro de estos yacimientos se diferencian claramente los de tipo aluvial y los formados por las arenas de la "facies utrillas".

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

**ESQUEMA DE SITUACION DE YACIMIENTOS**

ESCALA 1/200.000

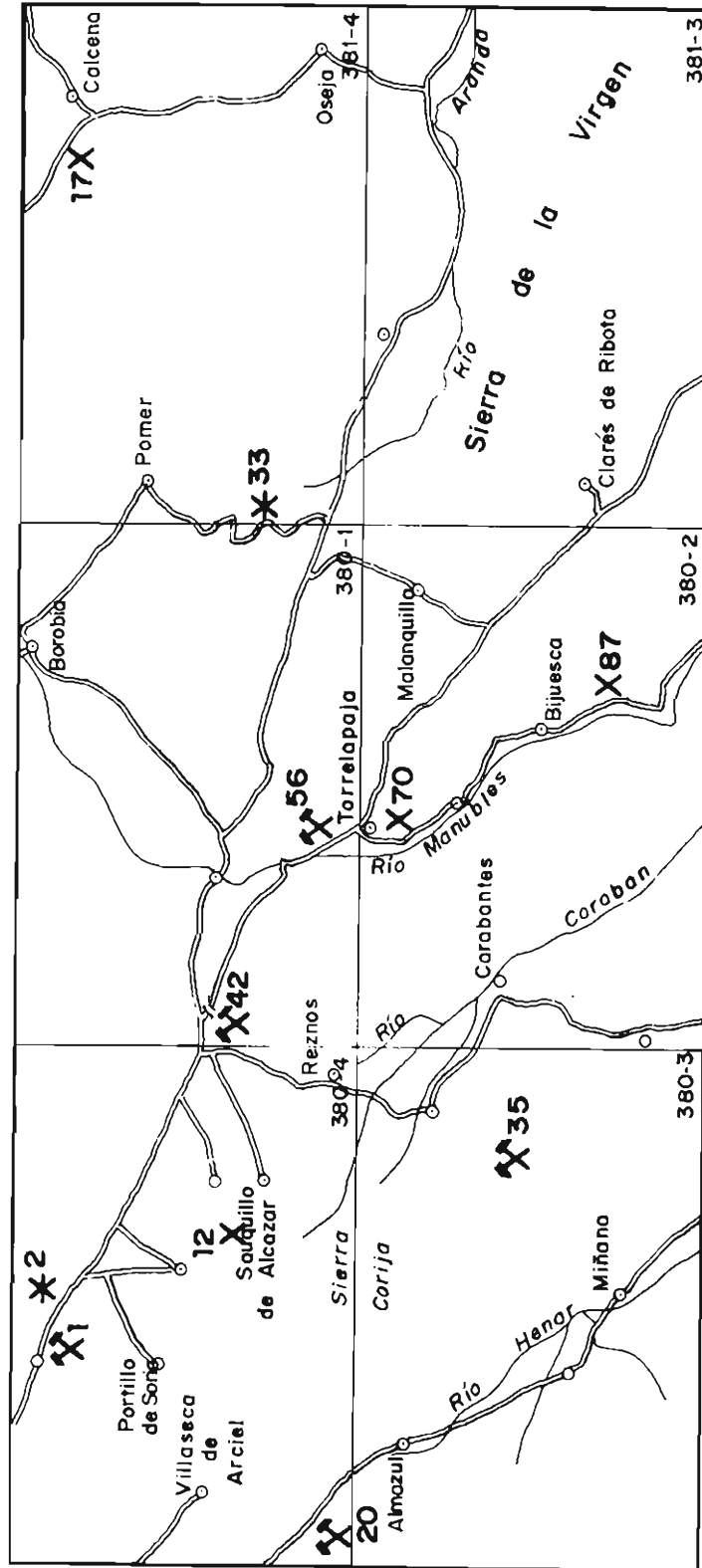


Fig.-29

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

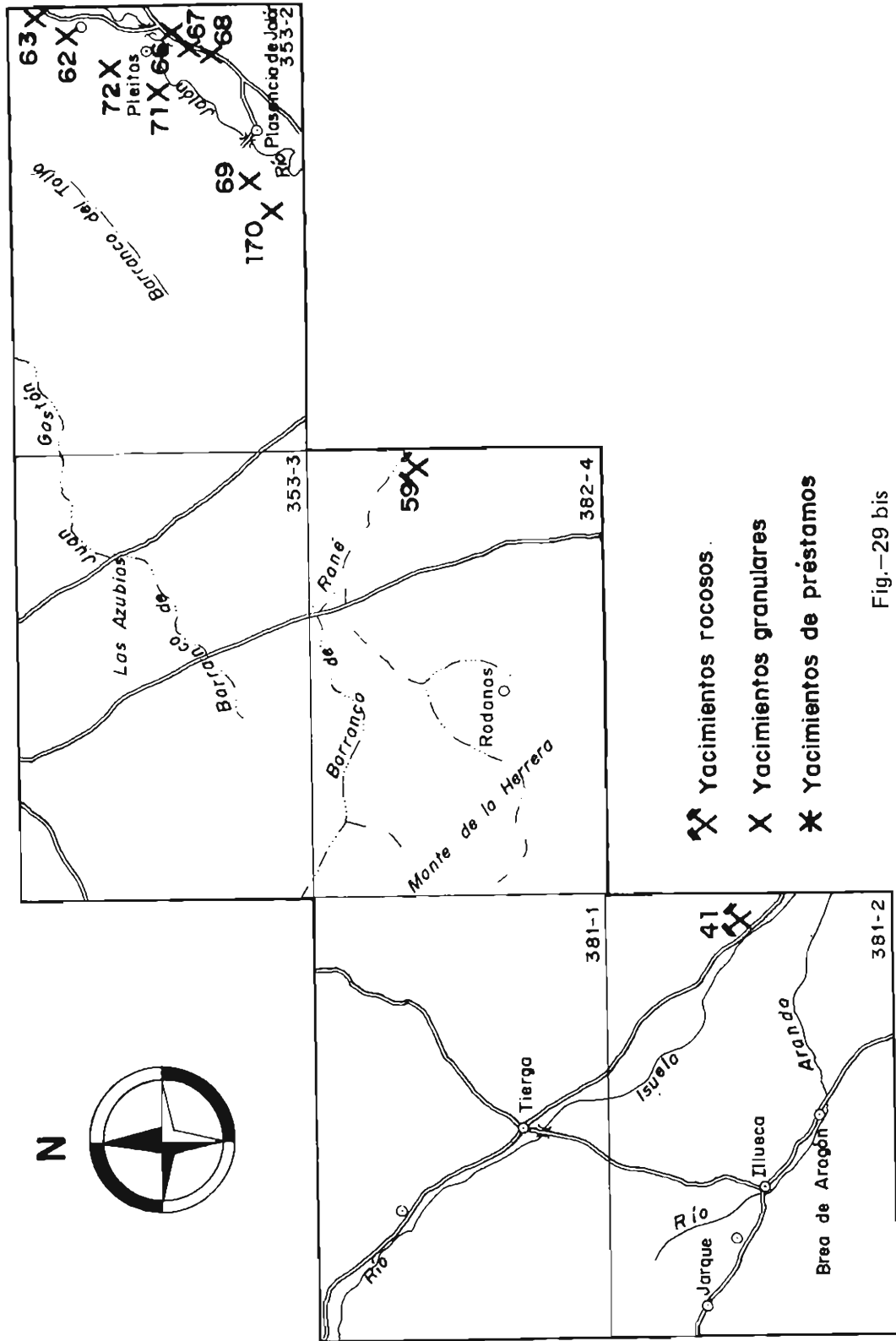


Fig.-29 bis

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

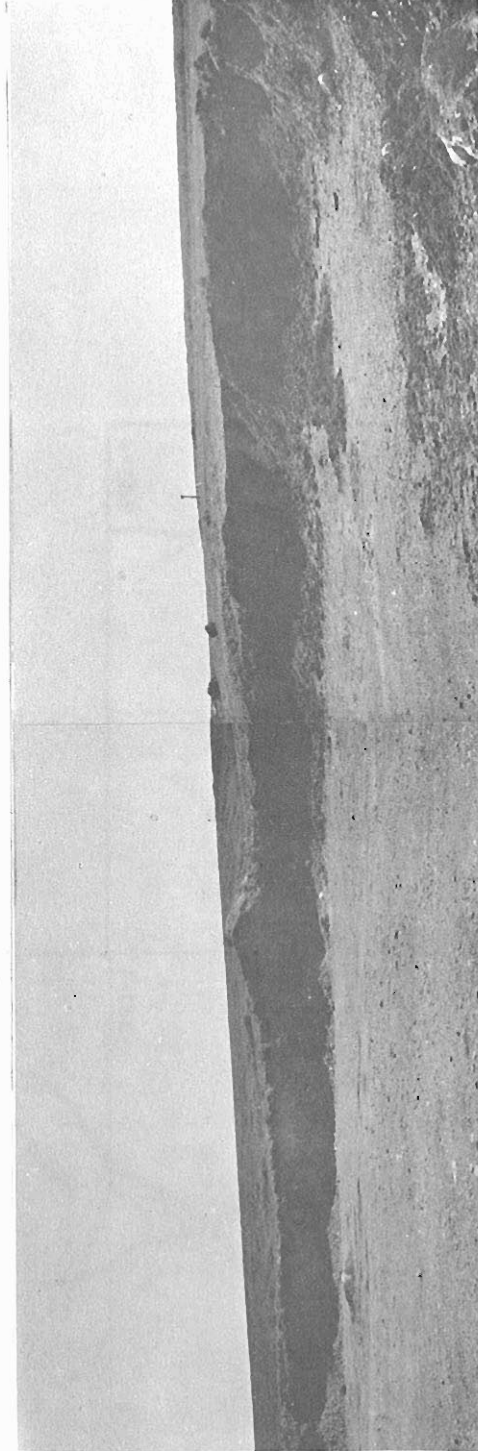


Foto 84.— Explotación abandonada en el glacis de Borobia (350a). Yacimiento granular núm. 2, situado en el P.K. 29 de la carretera N-234.

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

Entre los aluviales destaca el ya indicado A6 (yacimiento núm. 17) y, a lo largo del curso del río Jalón, en la terraza T3, se observan abundantes explotaciones en los lentejones de gravas que se intercalan entre las arcillas limo—arenosas calcáreas (Fotos 83 y 85), todas ellas abandonadas en



Foto 85.— Yacimiento granular núm. 67. Corte en uno de los lentejones de gravas de la terraza T3, en la margen derecha del río Jalón. Carretera Z-301, P.K. 9.

la actualidad. Constituyen los únicos yacimientos de la parte oriental del Tramo, y algunos de los frentes presentan buenas características, pero la marcada discontinuidad lateral de las gravas y su cementación local harían necesaria una investigación previa a su puesta en explotación.

Las arenas de la "facies utrillas" forman largos afloramientos, destacables por su color blanco y su suavizado relieve, bajo las calizas del Cretácico superior. En general son arenas limpias, aunque localmente pueden contener caolín, casi de sílice pura, con una cementación local muy ligera que no impide su ripado. Su utilización parece estar más relacionada con la industria cerámica y del vidrio.

Dentro de los yacimientos granulares pueden considerarse también algunas áreas locales de la formación pliocuaternaria (350a), aunque por sus características granulométricas es más adecuada su utilización como préstamo. Se incluye una relación de instalaciones que utilizan o han utilizado estos materiales.

### **5.3 PRESTAMOS**

En el tramo estudiado, aparecen una serie de materiales útiles como préstamo, de los que

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

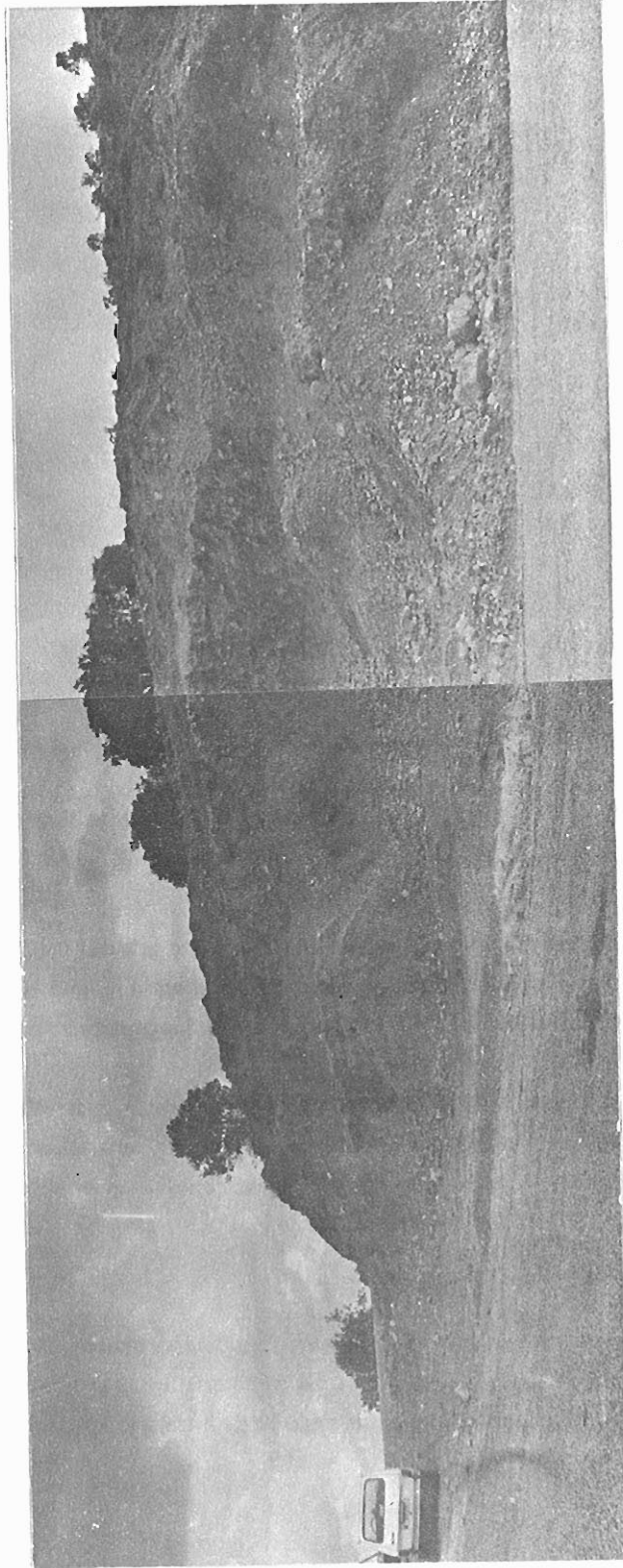


Foto 86.— Yacimiento núm. 33. Se trata de las arcillas limo-arenosas con gravas, gravillas y algún bolo del grupo 321, explotadas localmente como préstamo. Carretera local de Aranda de Moncayo a Pomer.

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

destacan los denominados 350a, formados por bolos, gravas y gravillas, en matriz areno-limosa, con extensos afloramientos en muchas zonas del Tramo.

Otros préstamos interesantes, lo constituyen algunos aluviales-coluviales (AC2, AC3 y AC10), algunos coluviales como los C1, C2, C3 y en varias ocasiones los C4. La explotación de los depósitos próximos a los ríos (Terrazas y Terrazas-aluviales), aún pudiendo presentar buenas características, su explotación es muy problemática debido a encontrarse intensamente cultivados.

Se encuentran pequeñas explotaciones de arcillas limosas calcáreas con gravas, gravillas y bolos del Mioceno (321a) (Foto 86), en la carretera de Aranda de Moncayo a Pomer. Este material ha sido utilizado como préstamo en algunas de las carreteras locales.

### **5.4 YACIMIENTOS QUE SE DEBERAN ESTUDIAR CON DETALLE**

En principio parece aconsejable realizar un reconocimiento de los yacimientos de calizas y dolomías indicadas en la tabla de yacimientos rocosos.

Hay que tener en cuenta que algunos de estos materiales pueden dar resultados mecánicos diferentes a los estimados en su reconocimiento visual, debido a cementación insuficiente, micro-fracturación o presencia de zonas alteradas.

En la relación adjunta se incluye una lista de los yacimientos rocosos y granulares que presentan interés. En las páginas siguientes, se incluyen cuadros de todos los yacimientos estudiados con una descripción detallada de su situación y características fundamentales.

#### **a) Yacimientos rocosos**

Números 1 (foto 80), 20, 35 (foto 81), 42, 56 (foto 82). Grupo litológico 232 (Calizas cretácicas).

#### **b) Yacimientos granulares**

##### **I.— Graveras**

Núm. 17. Grupo litológico A3.

Núms. 52 (foto 83), 66, 67 (foto 86). Grupo litológico T3.

##### **II.— Yacimientos de materiales finos (arenas)**

Núms. 12 y 17. Grupo litológico 231.

##### **III.— Préstamos**

Núm. 2 (foto 84). Grupo litológico 350a.

Núm. 33 (foto 86). Grupo litológico 321a.





## 6.— BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- AGUILAR TOMAS, M.J. 1975.— *Sedimentología y paleogeografía del Albense de la Cuenca Cantábrica*. Estudios Geológicos, vol. XXXI, 213 págs.
- ALASTRUE, E. 1953.— *Bibliografía geológica de la provincia de Zaragoza*. Rev. de Acad. de Ciencias de Zaragoza. núm 8 (1º), pp 58–85. 1 mapa E.: 1:600.000.
- BRUIJN, H. de, and MEIN, P. 1968.— *On the mammalian fauna of the Hipparion—beds in the Calatayud—Teruel basin (prov. Zaragoza, Spain)*. Proc.Kon. nederl. Ak.Wetensch. V—71, núm. 1, pp 73–90.
- CRUSAFONT, M. et TRUYOLS, J. 1961.— *Aperçu chronostratigraphique des bassins de Calatayud—Teruel*. 2ª Reunión Comité del Neógeno Mediterráneo Sabadell—Madrid. Coursill. y Conf. Inst. “L. Mallada”, núm. 9, pp 82–92.
- I.G.M.E. 1971.— *Mapa geológico de España a escala 1:200.000. Hoja y memoria núm. 31. Soria*. 23 págs.
- I.G.M.E. 1974.— *Mapa de rocas industriales a escala 1:200.000. Hoja y memoria núm. 32. Zaragoza*. 33 págs.
- I.G.M.E. 1974.— *Mapa geotécnico general a escala 1:200.000. Hoja y memoria núm 32. Zaragoza*. 35 págs.
- LOTZE, F. 1970.— *El Cámbrico de España*. Memorias del I.G.M.E. t—75.245 págs.
- LLAMAS MADURGA, M.R. 1962.— *Estudio geotécnico de los terrenos yesíferos de la cuenca del Ebro y de los problemas que plantean en los canales*. Bol. Inf. y Est. Serv. Geol. O.P. núm. 12, 192 págs.
- MENSINK, H. 1966.— *Stratigraphie und Paläogeographie des marines Jura in den nordwestlichen Iberischen Ketten (Spanien)*. Beih. Geol. Jb. t—44. pp 55–102. Hannover.

- M.O.P. – GEMAT 1971.— *Estudio previo de terrenos. Autopista Zaragoza–Vascongadas. Tramo: Zaragoza–Tauste.* 33 págs.
- MUNUERA, J.M. 1969.— *El mapa de zonas sísmicas generalizadas de la Península Ibérica.* Inst. Geogr. y Cat. 85 págs.
- NORMA SISMORRESISTENTE P.D.S-1 (1974).— *Boletín oficial del Estado, núm. 279, pp 23585–23601.*
- QUIRANTES PUERTAS, J. 1969.— *Estudio sedimentológico y estratigráfico del Terciario continental de los Monegros.* Tesis doctoral, Universidad de Granada, 101 págs. Inédito.
- RIBA, O. y Colaboradores. 1971.— *Mapa geológico de España a escala 1:200.000. núm 32. Zaragoza.* 33 págs.
- RICHTER, G. und TEICHMÜLLER, R. 1933.— *Die Entwicklung der Keltiberischen Ketten.* Abh. Ges. Wiss. Göttingen. Math–Phys. kl. h.2, núm. t. Berlin.
- VIRGILI, C. 1958.— *El Triásico de las Catalánides.* Bol I.G.M.E. núm. 69, 856 págs.

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

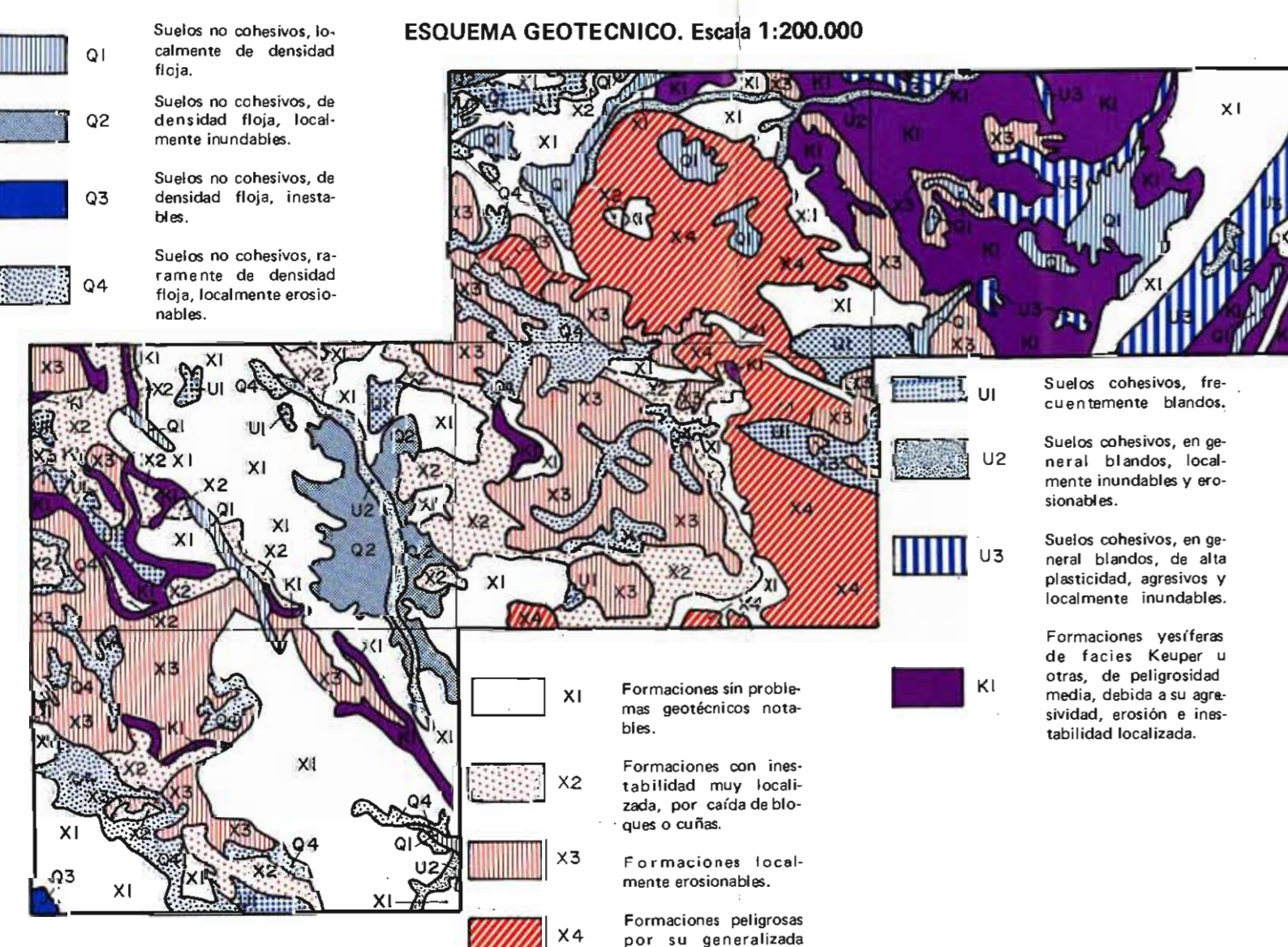
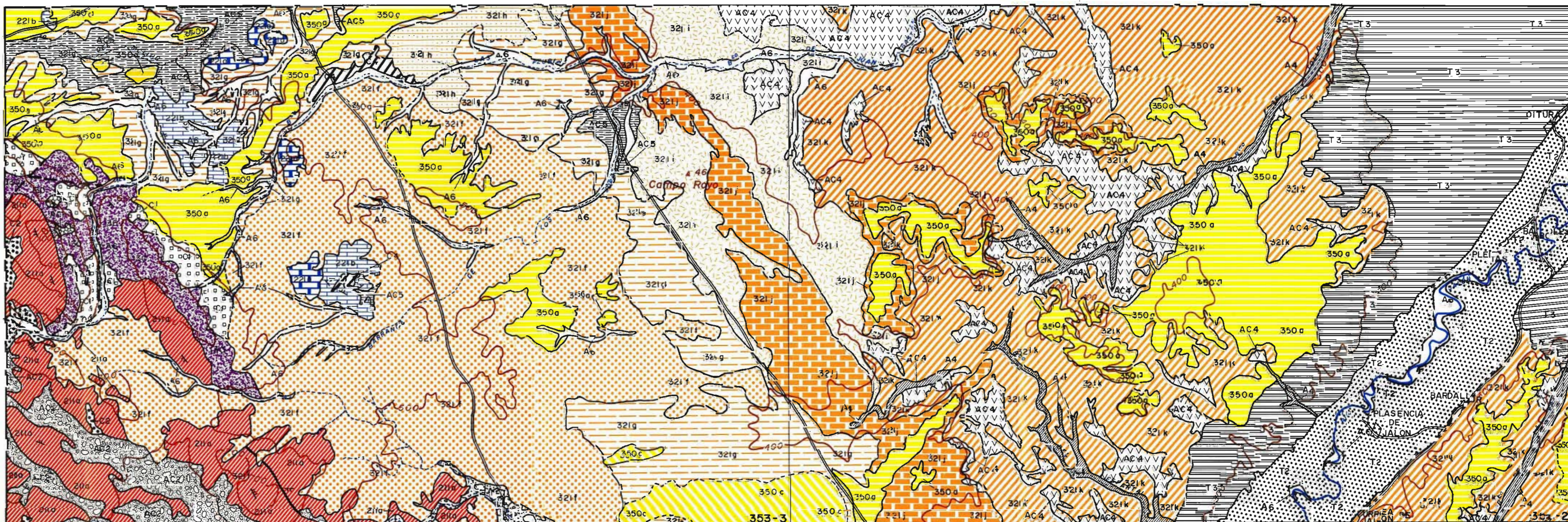
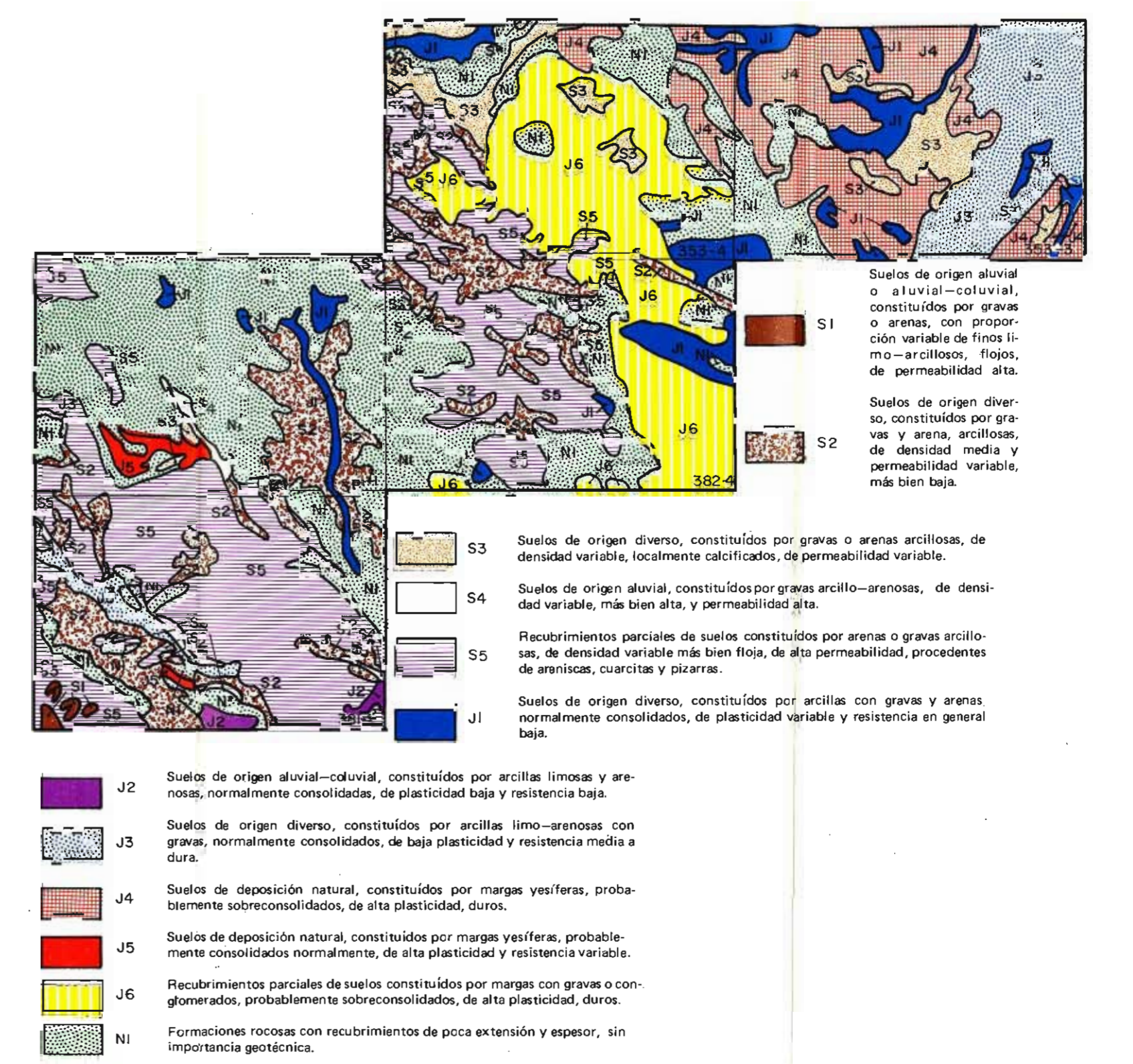
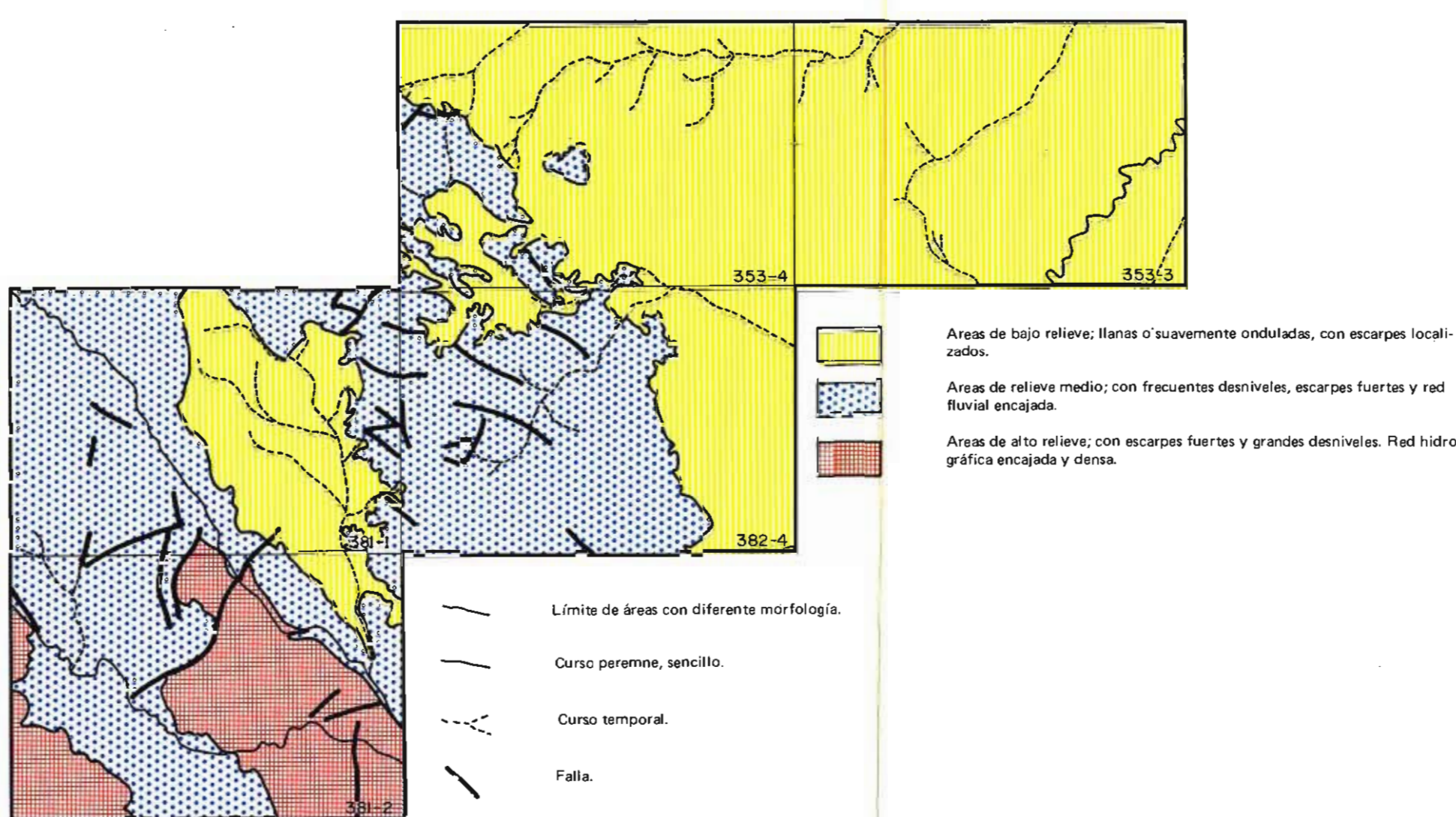
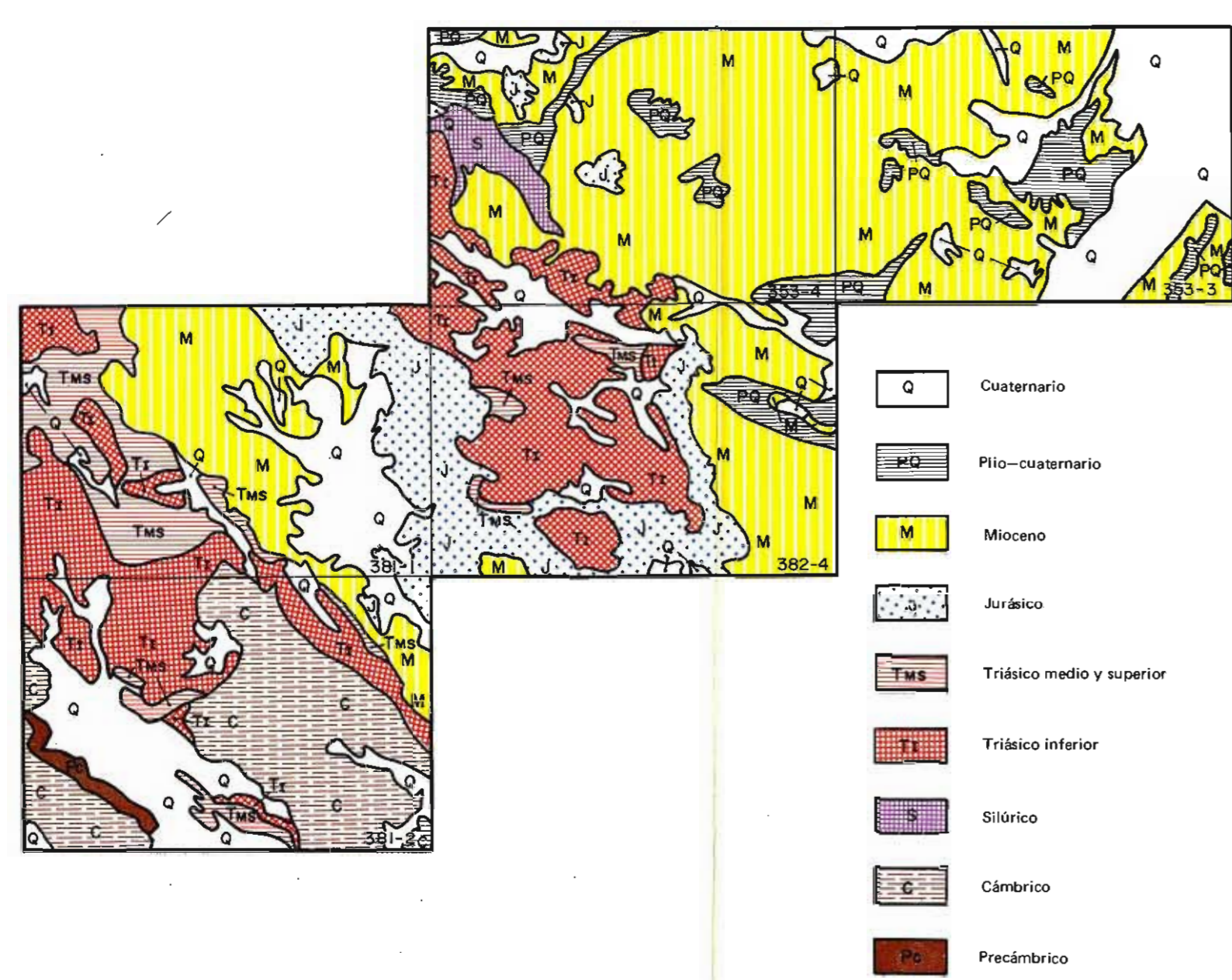
YACIMIENTOS ROCOSOS											
IDENTIFICACION		MATERIAL			LOCALIZACION			EXPLOTACION			OBSERVACIONES (1) (Accesos, estructura, utilización, etc.)
DENOMINACION	ENCUADRE Lit. Geol.	TIPO DE ROCA	COMPOSICION Y TEXTURA	EDAD	HOJA (1:50.000)	COORDENAD.	RECUB. (m)	VOLUM. (m <sup>3</sup> )	C.A.P.P.V.		
1	232	X2	Calizas puras, blancuzcas, microcristalinas	Cretácico	380-4	41° 39' 7" 1° 35' 31"	0	∞	0,8	Junto carretera N 234. Explotación abandonada aunque incipiente.	
20	232	X2	Calizas puras blancuzcas, microcristalinas	Cretácico	380-4	41° 35' 37" 1° 30' 28"	0	∞	0,8	Cerca de Almazul. Acceso desde el Km 6 de la carretera SO-350. Abandonada. Notable volumen extraído.	
35	232	X2	Calizas puras, blancuzcas, microcristalinas	Cretácico	380-3	41° 35' 28" 1° 44' 02"	0	∞	0,8	Recientemente abandonada. Ampio frente. Acceso por la carretera vecinal que llega desde Almazul hasta Peñaflaizar.	
41	321c	X1	Creta muy pura de grano fino	Mioceno	382-4	41° 37' 45" 2° 20' 00"	0,5	10 <sup>5</sup>	0,6	Junto al pueblo de Nigüella, acceso desde la carretera Z-362. Inútil como material para obras públicas.	
42	232 (232a)	X2 (X1)	Caliza pura, blancuzca y marga amarillenta rica en fósiles	Cretácico	380-1	41° 37' 12" 1° 40' 35"	0	∞	0,6	Utilizada para terraplén del ferrocarril. La marga ripable. Abandonada. Fauna de lamelibranchios y algún braquiópodo.	
56	232	X2	Calizas puras, blancuzcas, microcristalinas, con recristalizaciones	Cretácico	380-1	41° 32' 53" 1° 38' 18"	0	∞	0,8	Junto a estación de Torrelapaja. Frente de excavación amplio. Utilizada por el ferrocarril.	
59	321j	X3	Calizas margosas y margas calizas bien estratificadas	Mioceno	382-4	41° 37' 45" 2° 20' 00"	0	∞	0,6	En la Dehesa Nueva. Buenos accesos, pero inútil por su carácter margoso y escasa dureza.	

(1) Utilización. C.U. = Cualquier uso. H.H. = Hormigones hidráulicos. M.B. = Mezcla bituminosa. C.P. = Capa rodadura. C.I. = Capa intermedia. C.B. = Capa base, etc.

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

YACIMIENTOS GRANULARES												
DENOMINACION	IDENTIFICACION		MATERIAL				LOCALIZACION			EXPLOTACION		OBSERVACIONES (1) (Accesos, estructura, utilización, etc.)
	Lit	ENCUADRE Geotc	TIPO DE ROCA	COMPOSICION Y TEXTURA	EDAD	HOJA (1:50.000)	COORDENAD.	RECUB. (m)	VOLUM. (m <sup>3</sup> )	CARRV		
2	350a	Q1	Grava	Gravas silíceas, redondeadas, con matriz arenolimosas	Plio-cuaternario	380-4	41° 39' 11" 1° 35' 48"	0,5	∞	0,3	Junto carretera N-234. Frente muy bajo. Nivel freático alto. Pueden ser zonas lenticulares. Necesitan gran clasificación. Util como préstamo.	
12	231	Q4	Arenas silíceas	Arenas silíceas blancas con hiladas de pudingas pobres en cantos	Cretácico inferior	380-4	41° 37' 05" 1° 36' 19"	0	∞	0,7	Cerca del camino que va de Torrubia a Sahuquillo. Explotación rudimentaria. A veces existe cementación aunque el material es ripable.	
17	A3	Q2	Gravas	Gravas, gravillas y bolos en matriz arenosa escasa o inexistente	Cuaternario	381-4	41° 39' 20" 1° 57' 18"	0	∞	0,7	Carretera Z-353, al oeste de Calcaena. Util como gravera.	
33	321a	X1	Arcillas limosas con gravas	Arcillas limosas calcáreas con gravas, gravillas y bolos	Mioceno	381-4	41° 36' 40" 1° 50' 05"	0	∞	0,8	Carretera local de Aranda de Moncayo a Pomer. Util como préstamo.	
62	T3	X1	Gravas	Lentejones de gravas en arcillas limo-arenosas	Cuaternario	353-2	41° 43' 48" 2° 29' 35"	0	15 · 10 <sup>3</sup>	0,8	Al lado de Oitura. Acceso desde Z-301.	
63	T3	X1	Gravas	Lentejones de grava en arcillas limo-arenosas	Cuaternario	353-2	41° 44' 05" 2° 29' 52"	0	15 · 10 <sup>3</sup>	0,5	Carretera Z-301, poco antes de llegar a Oitura.	
65	T3	X1	Gravas	Lentejones de gravas en arcillas limo-arenosas	Cuaternario	353-2	41° 42' 55" 2° 28' 45"	0	5 · 10 <sup>4</sup>	0,5	Acceso desde Pletitas, camino al noroeste.	
66	T3	X1	Gravas	Lentejones de gravas en arcillas limo-arenosas	Cuaternario	353-2	41° 42' 10" 2° 29' 20"	0	9 · 10 <sup>4</sup>	0,9	Carretera Z-301, P.K. 8,5	
67	T3	X1	Gravas	Lentejones de gravas en arcillas limo-arenosas	Cuaternario	353-2	41° 41' 00" 2° 29' 20"	0	9 · 10 <sup>4</sup>	0,9	Carretera Z-301, P.K. 8,8	
68	T3	X1	Gravas	Lentejones de gravas en arcillas limo-arenosas	Cuaternario	353-2	41° 41' 50" 2° 29' 20"	0	5 · 10 <sup>4</sup>	0,4	Carretera Z-301, P.K. 9,1	
69	T3	X1	Gravas	Lentejones de gravas en arcillas limo-arenosas	Cuaternario	353-2	41° 41' 00" 2° 28' 31"	0,5	21 · 10 <sup>3</sup>	0,6	Margen izquierda del río Jalón. Acceso por camino a las huertas. Parcialmente cementadas.	
70	231	Q4	Arenas silíceas	Arenas silíceas blancas con hiladas de pudingas, pobres en cantos	Cretácico inferior	380-2	41° 31' 30" 1° 46' 30"	0	∞	0,6	Cerca de la carretera Z-301. Explotación en servicio intermitente. Actualmente parada. Ripable, con zonas conglomeráticas.	
71	T3	X1	Gravas	Lentejones de gravas en arcillas limo-arenosas	Cuaternario	353-2	41° 42' 30" 2° 28' 08"	0,5	10 <sup>4</sup>	0,6	Gravas parcialmente cementadas. Accesos buenos por el camino a las huertas.	
72	T3	X1	Gravas	Lentejones de gravas en arcillas limo-arenosas	Cuaternario	353-2	41° 42' 40" 2° 28' 35"	0,5	10 <sup>4</sup>	0,3	Acceso por camino a las huertas del río Jalón.	
87	231	Q4	Arenas silíceas	Arenas silíceas blancas con lechos de pudingas pobres en gruesos	Cretácico inferior	380-2	41° 30' 50" 1° 46' 40"	0	∞	0,7	Cerca de la carretera de Bujueca a Ateca. Parada actualmente. Arena muy blanca con cementación suave.	
170	T3	X1	Gravas	Lentejones de gravas en arcillas limo-arenosas	Cuaternario	353-2	41° 42' 55" 2° 28' 45"	0	5 · 10 <sup>4</sup>	0,4	Accesos desde Pletitas, camino al noroeste.	

(1) Utilización C.U. = Cualquier uso, H.H. = Hormigones hidráulicos, M.B. = Mezcla bituminosa, C.R. = Capa rodadura, C.I. = Capa intermedia, C.B. = Capa base, etc.



FORMACIONES CARBONATADAS

- List of carbonate formations (321b, 321c, 321d, 321e, 321f, 321g, 321h, 321i, 321j, 321k, 321l, 321m, 321n, 321o, 321p, 321q, 321r, 321s, 321t, 321u, 321v, 321w, 321x, 321y, 321z) with descriptions of their lithology and characteristics.

GRUPOS YESIFEROS

- List of gypsum-bearing groups (A4, AC4, 321h, 321i, 321j, 321k, 321l, 321m, 321n, 321o, 321p, 321q, 321r, 321s, 321t, 321u, 321v, 321w, 321x, 321y, 321z) with descriptions of their lithology and characteristics.

MATERIALES VOLCANICOS Y SUB-VOLCANICOS

- List of volcanic and sub-volcanic materials (213c) with descriptions of their lithology and characteristics.

SIEMBOLOS

- Legend for symbols used in the map, including contact types, faults, and structural features.

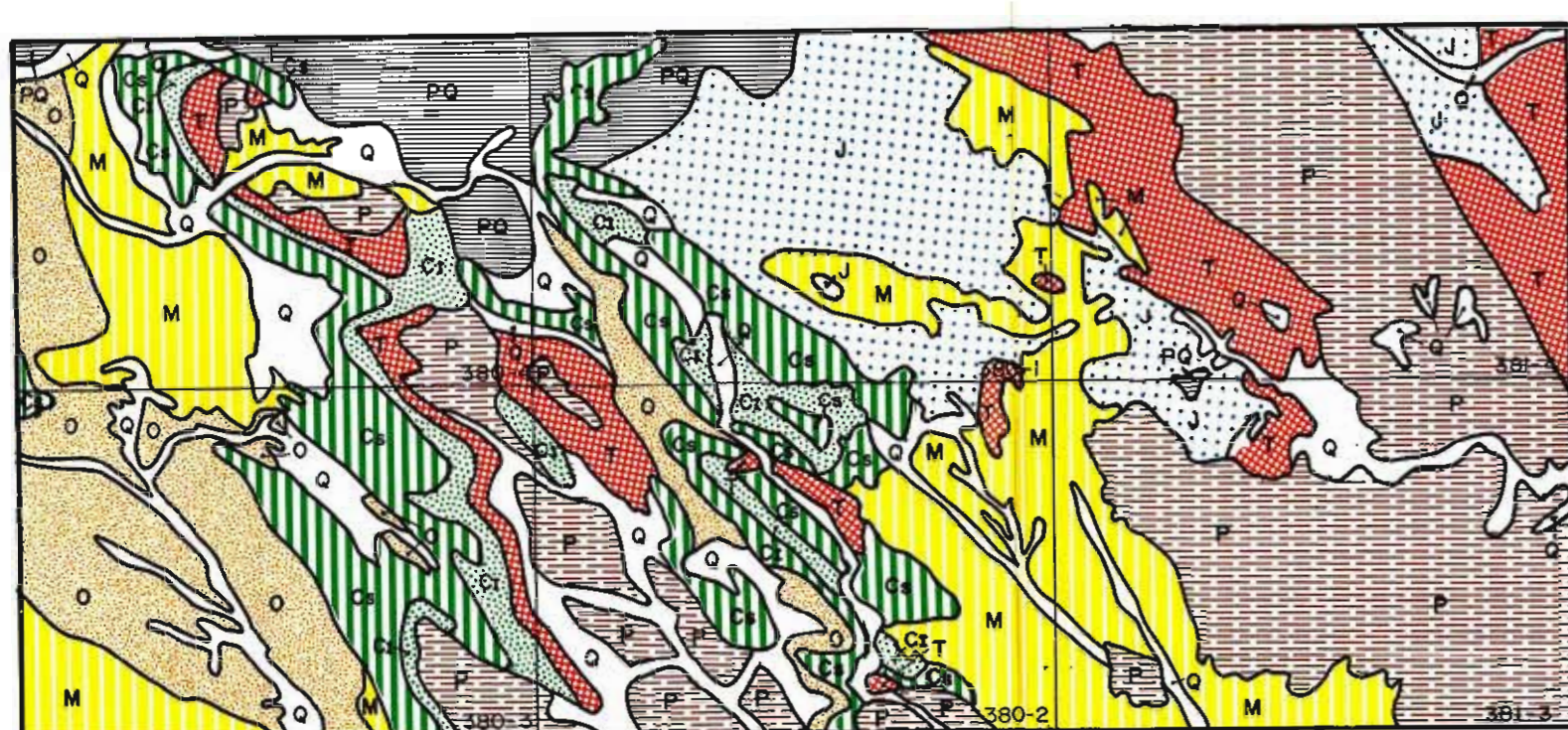
SUELOS DETRITICOS CUATERNARIOS Y PLIO-CUATERNARIOS

- Detailed legend for Quaternary and Pliocene-Quaternary detrital soils (A2, A6, AC1, AC2, AC3, AC5, AC6, AC10, C1, C2, C3, C4, TA1, TA2, T1, T2, T3, 350d, 350e) with descriptions of their lithology and characteristics.

FORMACIONES DETRITICAS

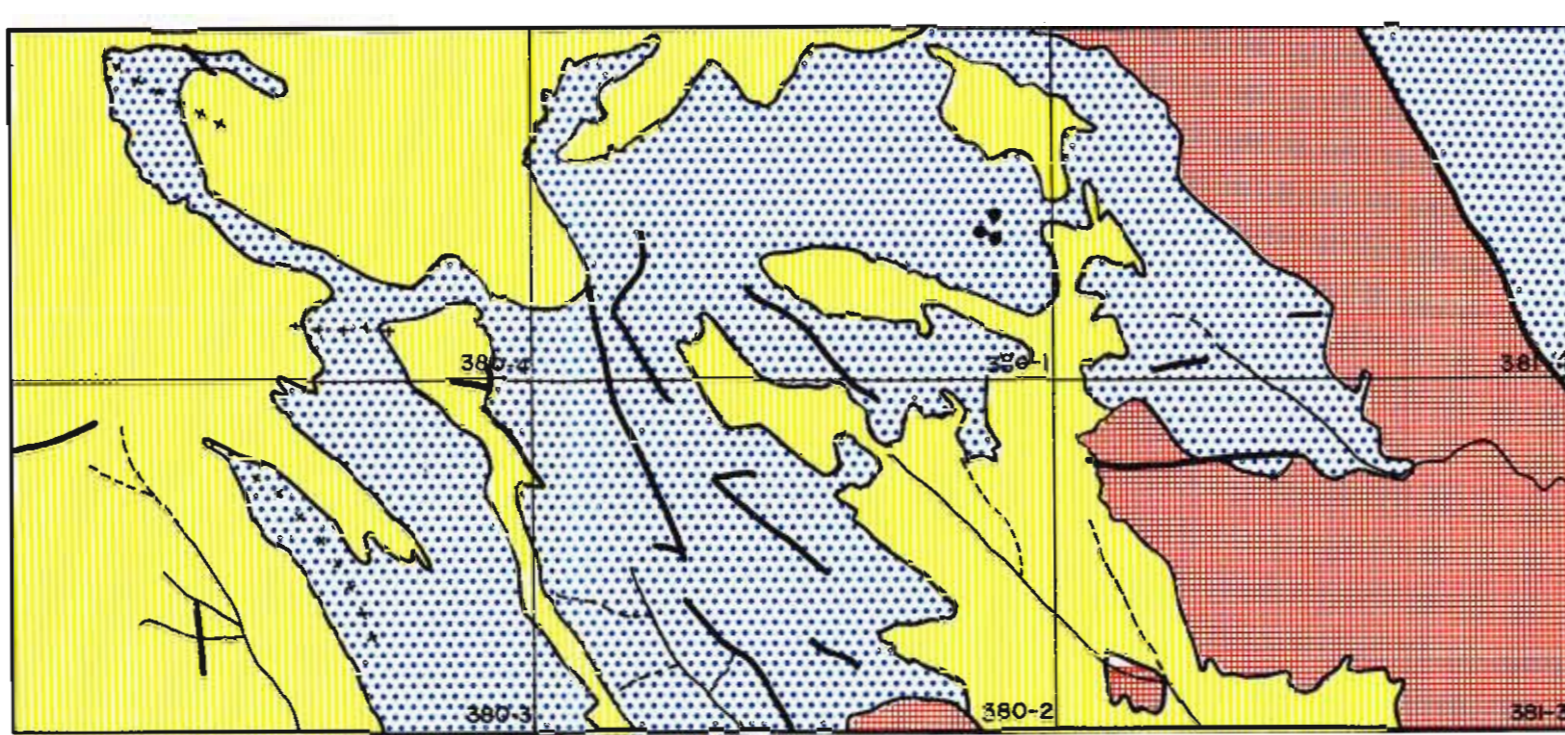
- Detailed legend for detrital formations (321, 213) with descriptions of their lithology and characteristics.

ESQUEMA GEOLÓGICO. Escala 1:200.000



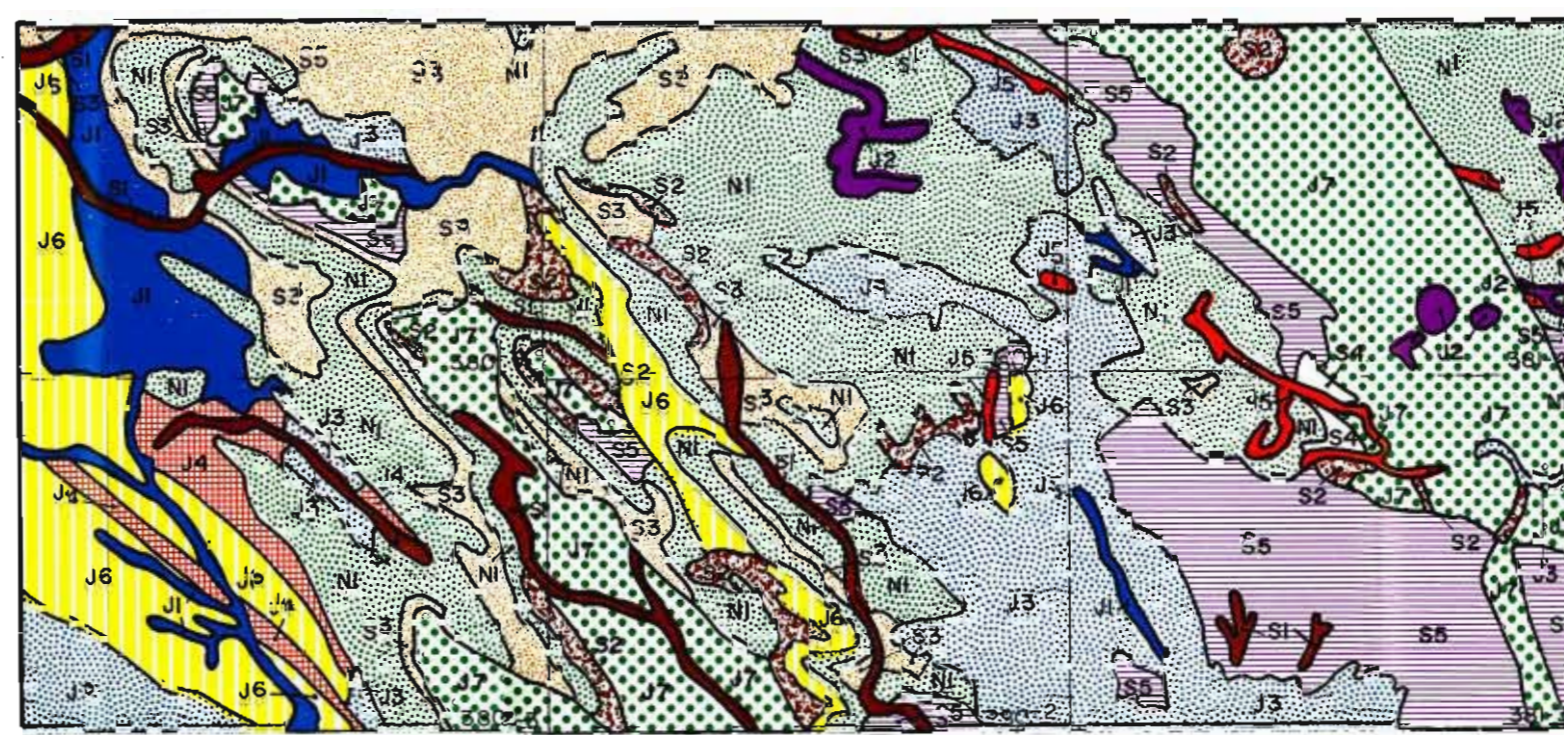
- C Cuaternario
PR Plio-cuaternario
M Mioceno
O Oligoceno
Cretácico superior
Cretácico inferior
Jurásico
Triásico
Paleoceno

ESQUEMA MORFOLÓGICO. Escala 1:200.000



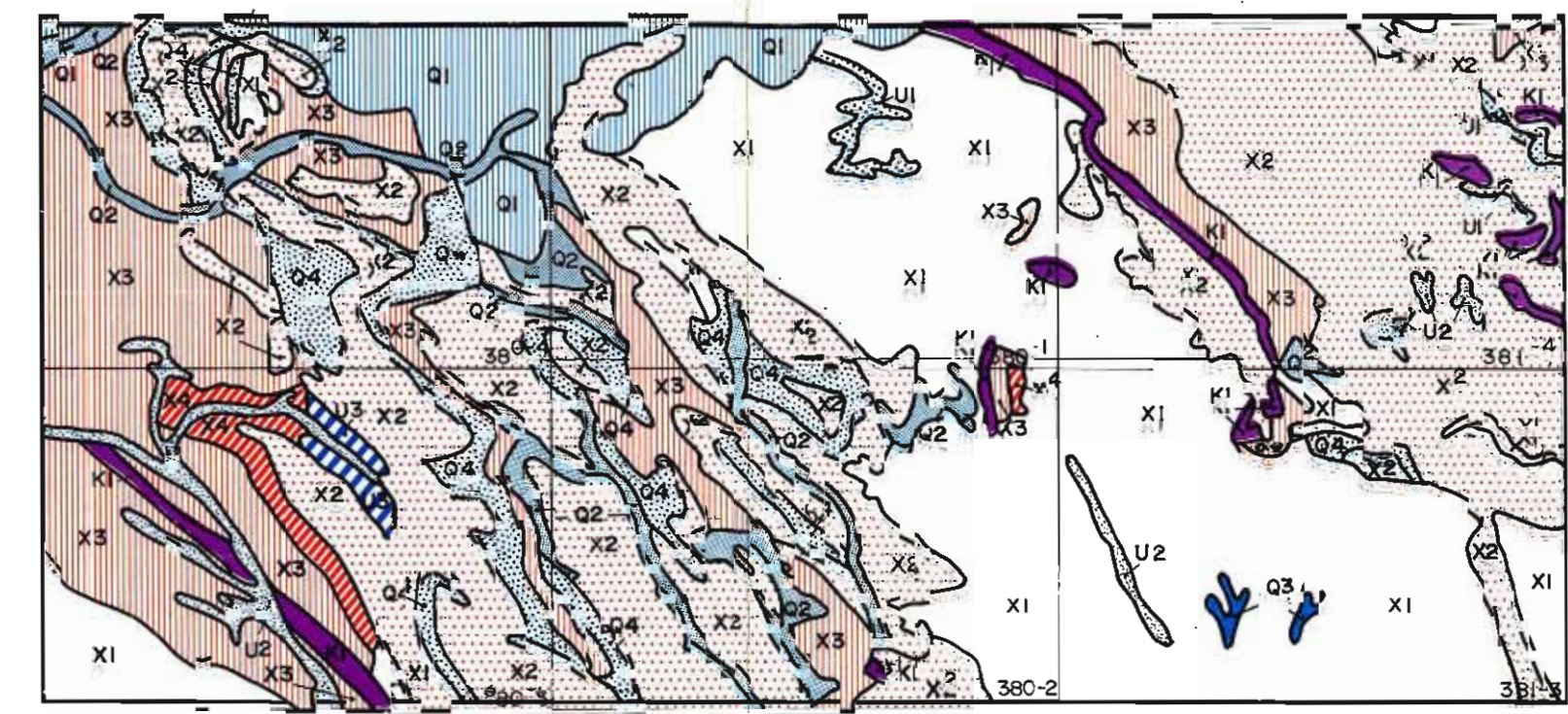
- Áreas de bajo relieve, llanos o suavemente onduladas, con escarpes localizados.
Áreas de relieve medio, con frecuentes depósitos, escarpes fuertes y red fluvial encajada.
Áreas de alto relieve, con escarpes fuertes y grandes depósitos. Red hidrográfica encajada y densa.

ESQUEMA DE SUELOS Y FORMACIONES DE PEQUEÑO ESPESOR. Escala 1:200.000



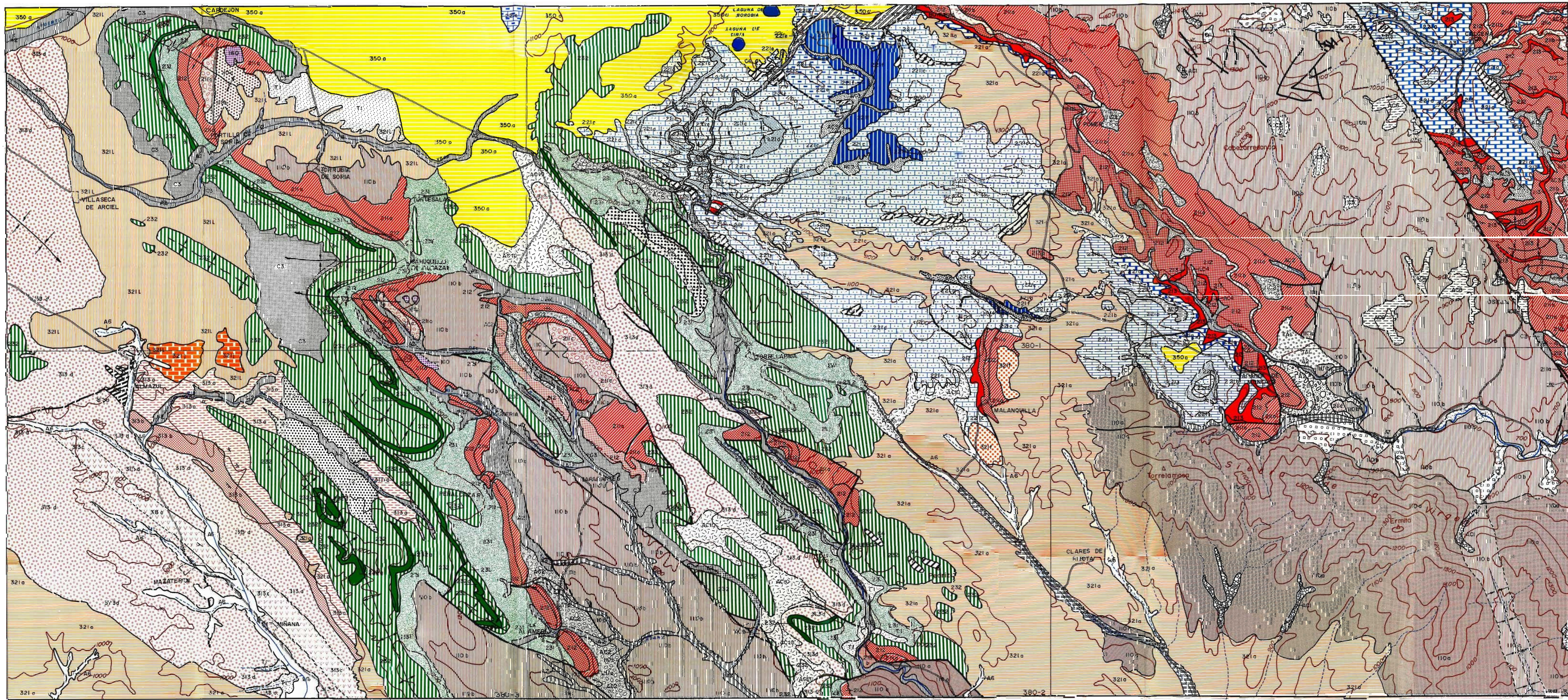
- S1 Suelos de origen aluvial o aluvial-coluvial, constituidos por grava o arena, con proporción variable de limo fino-arcillosos, flojos, de permeabilidad alta.
S2 Suelos de origen diverso, constituidos por grava y arena arcillosa, de densidad media y permeabilidad variable, más bien baja.
S3 Suelos de origen diverso, constituidos por grava o arena arcillosa, de densidad variable, localmente calcificados, de permeabilidad variable.

ESQUEMA GEOTÉCNICO. Escala 1:200.000



- Q1 Suelos no cohesivos, localmente de densidad floja.
Q2 Suelos no cohesivos, de densidad floja, localmente inundables.
Q3 Suelos no cohesivos, de densidad floja, inestables.
Q4 Suelos no cohesivos, raramente de densidad floja, localmente erosionables.

MAPA LITOLÓGICO-ESTRUCTURAL Escala 1:50.000



SUELOS DETRÍTICOS CUATERNARIOS Y PLIO-CUATERNARIOS

- A1 Aluvial de gravas, gravillas y bolos calcáreos en matriz limo-arcillosa. Depósitos heterogéneos. Ripabilidad alta, permeabilidad alta; país lano de pendientes suaves estables. (Cuaternario, P.a.: 1 a 9 m).
A2 Aluvial de arenas, a veces limo-arcillosas, con gravas y gravillas calcáreas y areniscas. Depósitos heterogéneos. Ripabilidad alta, permeabilidad alta, parchemente inundables, nivel freático próximo; taludes naturales estables: lano. (Cuaternario, P.a.: 2 a 8 m).

FORMACIONES DETRÍTICAS

- T1 Terras de arcillas arenosas calcáreas con gravas, gravillas y algún bolo en proporción variable. Depósitos heterogéneos. Ripabilidad alta, permeabilidad media, algunos erosionables; a menudo por sulfatos; taludes naturales estables: lano. (Cuaternario, P.a.: 2 a 15 m).
T2 Terras de arcillas limosas, escasamente limosas. Depósitos homogéneos. Ripabilidad alta, permeabilidad baja, parchemente inundables, algo erosionables; a menudo por sulfatos; taludes naturales estables: lano. (Cuaternario, P.a.: 5 a 20 m).
T3 Terras de arcillas limo-arenosas calcáreas con laminas de gravas, gravillas y bolos, localmente cementados. Depósitos muy heterogéneos. Ripabilidad alta, permeabilidad media; taludes naturales estables: lano. (Cuaternario, P.a.: 5 a 12 m).

FORMACIONES CARBONATADAS

- AC4 Alternancia irregular de calizas y calizas margosas, a veces nodulares, con intercalaciones de margas grises y blancas; Depósitos horizontales, a veces con estratificación difusa. Ripabilidad baja, permeabilidad baja; taludes naturales algo erosionables: 1-10°, taludes artificiales: B-60° (Jurásico, P.a.: 10 a 150 m).

- 232 Calizas blancas y rosas, con intercalaciones y bancos potentes bien estratificados. Plegamiento acusado según la dirección NO-SE. Ripabilidad alta, permeabilidad baja; taludes naturales estables: A-10° (Ordóvigo, P.a.: >150 m).
232a Marga calcárea. Plegamiento acusado según la dirección NO-SE. Ripabilidad alta, permeabilidad baja; taludes naturales estables: M-25° taludes artificiales estables: B-40° (Ordóvigo, P.a.: 50 a 150 m).
221a Brechas dolomíticas, localmente conglomeradas, calizas y dolomías microporosas y brecciosas. Mal estratificada o media. Ripabilidad alta, permeabilidad alta; taludes naturales estables: B-70° (Jurásico, P.a.: 40 a 200 m).

- 215a Yesos acinados vesiculeros. Estructura en domo con estratificación poco visible. Ripabilidad alta, permeabilidad baja, erosionables, agresividad por sulfatos; taludes naturales: A-40° inestables por erosión. (Triásico, P.a.: > 100 m).
215b Yesos rojos y blancos alternando con arcillas coloradas. Estratificación marcada con frecuentes repliegues. Ripabilidad alta, permeabilidad baja, erosionables, agresividad por sulfatos; taludes naturales: M-30° inestables por erosión. (Triásico, P.a.: 20 a 40 m).
211b Argilites con intercalaciones de dolomías y arenitas, y localmente yesos. Conjunto finamente estratificado, a veces muy repliegado. Ripabilidad alta, permeabilidad baja, erosionables y agresivos por sulfatos; taludes naturales algo inestables por erosión: M-30°, taludes artificiales: B-40°, inestables por erosión. (Triásico, P.a.: 10 a 25 m).

MATERIALES VOLCÁNICOS Y SUB-VOLCÁNICOS

- 160 Materiales subvolcánicos. Estratificación poco visible. Ripabilidad baja, permeabilidad baja; taludes naturales estables: B-30° (Pérmico, P.a.: > 80 m).

SÍMBOLOS

- Contorno entre materiales diferenciados: contorno copiado.
Contorno entre materiales diferenciados: contacto tapado.
Buzamiento de 0° a 30°
Buzamiento de 30° a 60°
Buzamiento de 60° a 90°
Falla supersta.
Falla obsoleta.

ABREVIATURAS DE LA LEGENDA

Table with columns: SIMBOLOS and DESIGNACION. Rows: A (Aluvial), M (Medio), B (Bajo), P.a (Potencia aproximada).

