



estudio  
previo  
de  
terrenos



# Corredor del Ebro

TRAMO : FITERO - AINZON

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

**76-06**

**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.

## FE DE ERRATAS

<u>Pág.</u>	<u>Párrafo</u>	<u>Línea</u>	<u>dice</u>	<u>debe decir</u>
15	5	1	principales Duero,	principales: Duero,
21	3	1	mimo	mismo
25	4	3	sub-volvánico	subvolcánico
31	5	2	fisuración; a excepción	fisuración, a excepción
31	7	3	lito-estratigráfica	litoestratigráfica
31	8	1	formado	formada
39	6	1	22ab	221b
41	4	2	de río Alhama	del río Alhama
43	6	2	aprecian ciertos rasgos	aprecian rasgos
72	12	2	321b	321f
74	11	2	321d, 321d	321d
77	5	1	231f	321f
77	último	2	de área a	del área a

**M.O.P.  
DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS  
SERVICIO DE TECNOLOGIA DE CARRETERAS  
SECCION DE GEOTECNIA Y PROSPECCIONES**

**ESTUDIO PREVIO DE TERRENOS**

**CORREDOR DEL EBRO  
TRAMO: FITERO-AINZON**

**Estudio 76/6**

**Fecha de ejecución: Enero 1977**



## I N D I C E

	Pág.
1. <b>INTRODUCCION</b> . . . . .	1
2. <b>CARACTERES GENERALES DEL TRAMO</b> . . . . .	3
2.1. <b>CLIMATOLOGIA</b> . . . . .	3
2.2. <b>TOPOGRAFIA</b> . . . . .	3
2.3. <b>GEOMORFOLOGIA Y TECTONICA</b> . . . . .	4
2.4. <b>ESTRATIGRAFIA</b> . . . . .	7
2.5. <b>SISMICIDAD</b> . . . . .	10
3. <b>ESTUDIO DE ZONAS</b> . . . . .	13
3.0. <b>ZONAS DE ESTUDIO</b> . . . . .	13
3.1. <b>ZONA 1: SIERRA DEL MONCAYO</b> . . . . .	15
3.1.1. <b>Geomorfología y Tectónica</b> . . . . .	15
3.1.2. <b>Columna estratigráfica</b> . . . . .	18
3.1.3. <b>Grupos litológicos</b> . . . . .	19
3.1.4. <b>Resumen de problemas de comportamiento que presenta la Zona</b> . . . . .	39
3.2. <b>ZONA 2: VALLE DEL RIO ALHAMA</b> . . . . .	41
3.2.1. <b>Geomorfología y Tectónica</b> . . . . .	41
3.2.2. <b>Columna estratigráfica</b> . . . . .	42
3.2.3. <b>Grupos litológicos</b> . . . . .	43
3.2.4. <b>Resumen de problemas de comportamiento que presenta la Zona</b> . . . . .	59
3.3. <b>ZONA 3: TARAZONA–BORJA</b> . . . . .	60
3.3.1. <b>Geomorfología y Tectónica</b> . . . . .	60
3.3.2. <b>Columna estratigráfica</b> . . . . .	62
3.3.3. <b>Grupos litológicos</b> . . . . .	63
3.3.4. <b>Resumen de problemas de comportamiento que presenta la Zona</b> . . . . .	72
4. <b>CONCLUSIONES GENERALES DEL ESTUDIO</b> . . . . .	73
4.1. <b>RESUMEN DE PROBLEMAS TOPOGRAFICOS</b> . . . . .	73
4.2. <b>RESUMEN DE PROBLEMAS GEOMORFOLOGICOS</b> . . . . .	73
4.3. <b>RESUMEN DE PROBLEMAS DE COMPORTAMIENTO</b> . . . . .	74
4.4. <b>CORREDORES DE TRAZADO SUGERIDOS</b> . . . . .	74
5. <b>INFORMACION SOBRE YACIMIENTOS</b> . . . . .	77
5.1. <b>ALCANCE DEL ESTUDIO</b> . . . . .	77
5.2. <b>YACIMIENTOS ROCOSOS</b> . . . . .	77
5.3. <b>YACIMIENTOS GRANULARES</b> . . . . .	84
5.4. <b>MATERIALES PARA TERRAPLENES</b> . . . . .	84
5.5. <b>YACIMIENTOS QUE SE RECOMIENDA ESTUDIAR CON MAS DETALLE</b> . . . . .	86
6. <b>BIBLIOGRAFIA CONSULTADA</b> . . . . .	87

## 1. INTRODUCCION

El estudio previo de terrenos del tramo Fitero—Ainzón, correspondiente al Corredor del Ebro, ha sido realizado por Geotecnia y Cimientos, S.A., bajo la supervisión de la Sección de Geotecnia y Prospecciones de la Dirección General de Carreteras, del Ministerio de Obras Públicas.

El tramo comprende los siguientes cuadrantes de las hojas del Mapa Topográfico Nacional, a escala 1:50.000.

Hoja	Cuadrante
281 — Cervera del río Alhama	2
319 — Agreda	1 y 2
320 — Tarazona	2, 3 y 4
352 — Tabuena	1, 2 y 4
353 — Pedrola	4

El presente estudio incluye dos hojas de planos y esquemas y una memoria explicativa.

En las hojas de planos se incluye un mapa litológico estructural, a escala 1:50.000 que resume los estudios fotogeológicos y la geología de campo.

Dicho mapa ha sido obtenido por reducción de los superponibles geológicos de los correspondientes fotoplanos a escala 1:25.000, los cuales no acompañan a esta memoria, estando en los archivos de la Sección de Geotecnia y Prospecciones del Ministerio de Obras Públicas.

Se incluyen además en dichas hojas de planos, cuatro esquemas: geotécnico, geológico, morfológico y de suelos y formaciones de pequeño espesor, todos ellos a escala 1:200.000.

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

DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS  
SERVICIO DE TECNOLOGIA DE CARRETERAS  
SECCION DE GEOTECNIA Y PROSPECCIONES

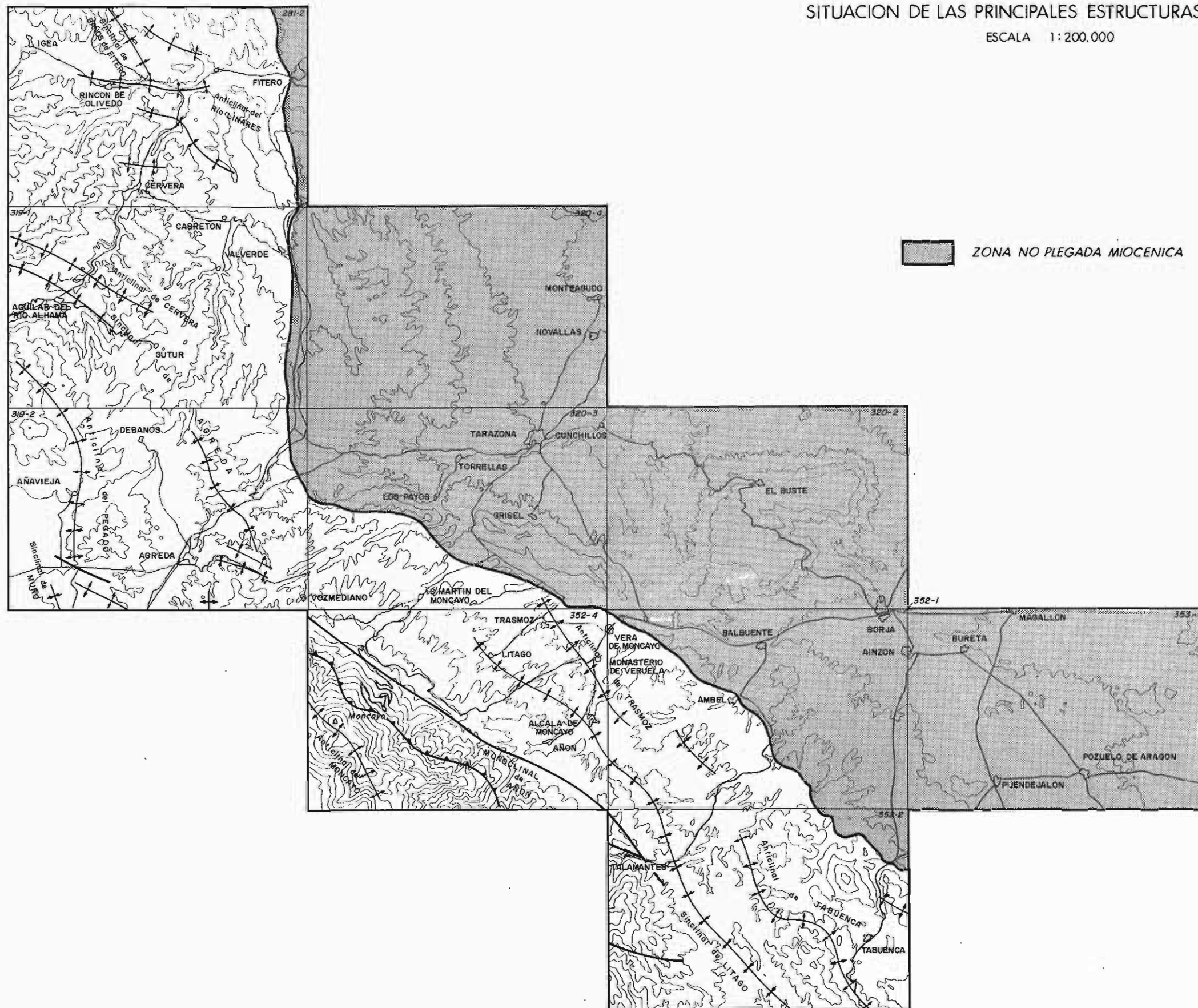
D. Antonio Alcaide Perez, Dr. Ing. de Caminos.  
D. Rafael del Prado Palomeque, Ingeniero de Caminos.  
D<sup>a</sup>. Concepción Bonet Muñoz, Dr. en Ciencias Geológicas.

GEOTECNIA Y CIMIENTOS, S.A.

D. Carlos Cristobal Pinto, Ingeniero de Caminos.  
D. Francisco J. Ledesma García, Ingeniero de Minas.  
D<sup>a</sup>. Concepción Forcat Ycardo, Lda. en Ciencias Geológicas.

# SITUACION DE LAS PRINCIPALES ESTRUCTURAS DEL TRAMO

ESCALA 1:200.000



## 2. CARACTERES GENERALES DEL TRAMO

### 2.1. CLIMATOLOGIA

De una forma general, podemos decir que el tramo de estudio se encuentra situado en una zona de clima continental, con inviernos fríos y veranos calurosos y secos.

La temperatura media durante el año es de 12,3° C, siendo la media de las máximas de 16,9° durante el mes de Agosto y la de las mínimas de 7,2° durante el mes de Enero.

La pluviosidad media durante el año es de 395 l/m<sup>2</sup> siendo las precipitaciones, normalmente, durante el invierno en forma de nieve, en alturas superiores a los 1.500 m, permaneciendo el Moncayo cubierto por ella, desde las primeras nevadas, que suelen tener lugar generalmente en el mes de Noviembre, hasta el mes de Junio.

Estos datos meteorológicos han sido tomados en el Observatorio instalado en Veruela que estuvo funcionando hasta 1965.

La presencia de la enorme mole que constituye el Moncayo, cubierto de nieve la mayor parte del año, es un factor primordial en la climatología de la zona.

En efecto, los vientos dominantes, que suelen ser de dirección O—E procedentes de la Meseta Central, encuentran un pasillo entre las sierras del Moncayo y las derivaciones de la Sierra de la Demanda, por el que se introducen, generalmente a gran velocidad, enfriándose considerablemente por contacto con la masa helada del Moncayo, siendo la causa de las duras condiciones atmosféricas existentes en la zona central de Aragón.

Este viento se conoce en el argot local con el sobrenombre de "Cierzo" y en la fraseología común suele decirse que "sopla el Moncayo" que viene a reconocer popularmente la importancia que dicho monte tiene en la fuerza y temperatura de tales vientos.

La dureza del clima engendrado por estos vientos es particularmente importante en el área del presente estudio, siendo tanto mayor, cuanto más próximo a la Sierra y más suave cuanto más hacia el norte, ya próximos a la zona de la Rioja.

### 2.2. TOPOGRAFIA

El Tramo objeto de este estudio se sitúa entre dos importantes accidentes orográficos: La Cordillera Ibérica y el Valle del Ebro, si bien más incluído en la primera que en el segundo.

Dado que ambos accidentes tienen en el área regional direcciones sensiblemente NO—SE, la topografía del tramo tiene como característica principal una marcada inclinación de pendientes en dirección, lógicamente, perpendicular a la anterior, o sea SO—NE, dirección que queda patente por los recorridos de los arrastres de los diferentes materiales coluviales y aluviales de la zona.

La Cordillera Ibérica ocupa la parte sureste del tramo, donde se sitúan la importante Sierra del Moncayo y la menos importante de Tabuena que viene a ser una derivación de la anterior.

En la Sierra del Moncayo se encuentran las mayores alturas de la zona, con diversos picos por encima de los 2.000 m (Moncayo—2.313 m, Lobera—2.222 m, Negra—2.172 m, etc); esta sierra tiene un carácter intrincado, con fuertes pendientes, características propias de alta montaña, por lo que constituye una barrera orográfica importante que se

opone a la construcción de pasos de carretera por ella.

La Sierra de Tabuenca constituye el eslabón de enlace entre las grandes alturas del Moncayo y el Valle del Ebro. Sus máximas cotas sólo superan escasamente los 1.000 m (Peña de Las Almas—1.154 m, Bollón—1.043 m, etc) continuando el obstáculo que supone la Sierra del Moncayo.

La zona occidental y noroccidental del tramo, forma el entronque entre las Sierras del Moncayo y La Demanda. Dicha zona, aunque no tiene las características propias de una cordillera o sierra, constituye una zona topográficamente intrincada con alturas superiores a 1.000 m (Pégado—1.303 m, S. Blas—1.219 m) que se alternan con cursos de agua encajados, todo lo cual, ofrece serias dificultades orográficas para el trazado de vías de comunicación.

El área central y septentrional del Tramo en estudio, origina por su parte, una zona topográfica de transición hacia el Valle del río Ebro, donde las alturas van disminuyendo desde los 900 m, a los pies de las importantes sierras citadas, hasta los 450 m que tiene el límite norte del tramo, ya próximos al cauce del río Ebro que discurre a una cota de 250 m aproximadamente.

### 2.3. GEOMORFOLOGIA Y TECTONICA

La gran masa que origina la Sierra del Moncayo, con sus características propias de alta montaña (foto 1), destaca de una forma clara del resto de los terrenos circundantes, rodeada de formaciones de origen coluvial, tipo rañas, con pendientes de hasta el 10 por ciento. Dicha sierra sirve de cabecera a la casi totalidad de los cursos de agua del Tramo, que en su nacimiento son de tipo torrente, con transporte de grandes bloques.



Foto 1.— Aspecto morfológico de la Sierra del Moncayo.

La zona oeste y noroeste del Tramo presenta un relieve intrincado, con pendientes irregulares y desniveles importantes generalmente superiores a los 20 m.

En esta zona los cursos de agua (Alhama, Linares y Añamaza) discurren relativamente encajados, originando valles no excesivamente desarrollados en sus depósitos aluviales, pero con anchuras generalmente superiores a los 100 m que rompen la monotonía quebrada de la zona.

La mayor parte del tramo, al estar formado por materiales detríticos de origen

continental, originan una geomorfología ondulada, con formas típicas de abarrancamiento en las laderas naturales, y frecuentes zonas de llanura más o menos completa.

En esta zona es de destacar la Meseta de El Buste, de importante desarrollo superficial, generando una zona de páramo aislada, a 750 m de altitud.

Los cursos de agua de este área, dan lugar a valles de anchura notable y a numerosas terrazas, muchas de ellas de gran superficie.

La dirección normal de estos ríos es la SO—NE, siguiendo las líneas de máximas pendientes del Tramo, ya comentadas en el apartado anterior, si bien existe la excepción del río Huecha, que dentro del Tramo, discurre en su mayor parte con dirección E—O, forzado por la presencia de la Meseta de El Buste, que se vé precisado a rodear.

La tectónica de la zona está ligada principalmente a la Orogenia Alpina que ha jugado sus movimientos, no sólo con los materiales depositados en el geosinclinal del mismo nombre y en consecuencia vírgenes de plegamiento, sino afectando también a los materiales paleozoicos, anteriormente plegados en la Orogenia Hercínica.

De esta forma se suceden adosadas diferentes estructuras y accidentes tectónicos que tienen como principal característica su dirección NO—SE.

El primero de ellos de SO a NE es la Sierra del Moncayo, formada por un suave anticlinal de tipo cupuliforme en materiales triásicos, en cuyo núcleo erosionado aflora el Paleozoico, claramente discordante bajo los terrenos suprayacentes.

La discordancia así originada, visible a media ladera de la sierra y que pasa concretamente por el Santuario de Nuestra Sra. del Moncayo (foto 2), es de tipo cabalgante ya que las series paleozoicas, pese a presentarse muy replegadas, tienen una clara vergencia al nordeste, igual que los materiales triásicos que originan el flanco nororiental del citado anticlinal del Moncayo.

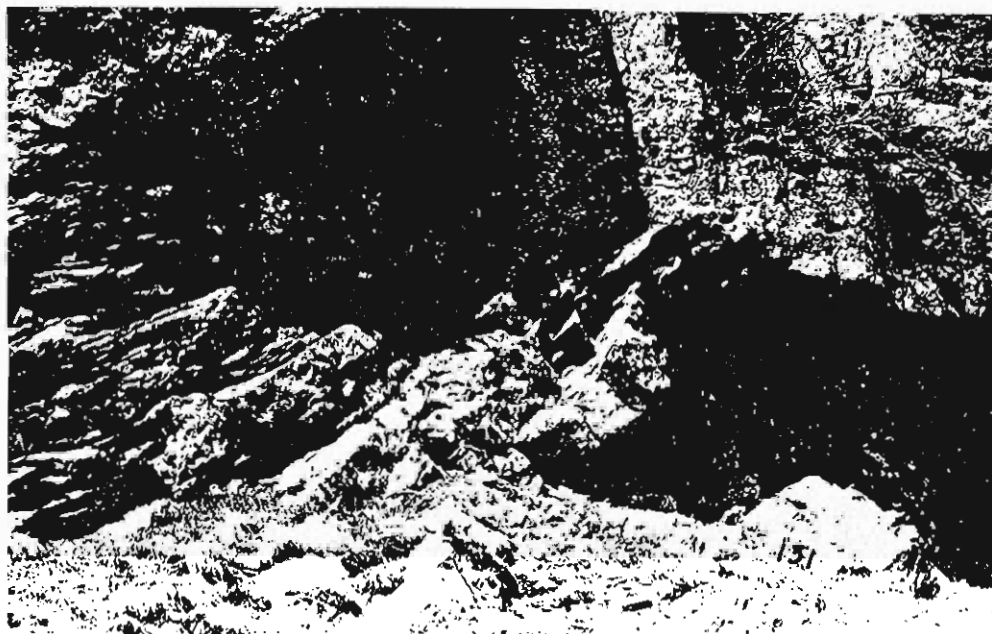
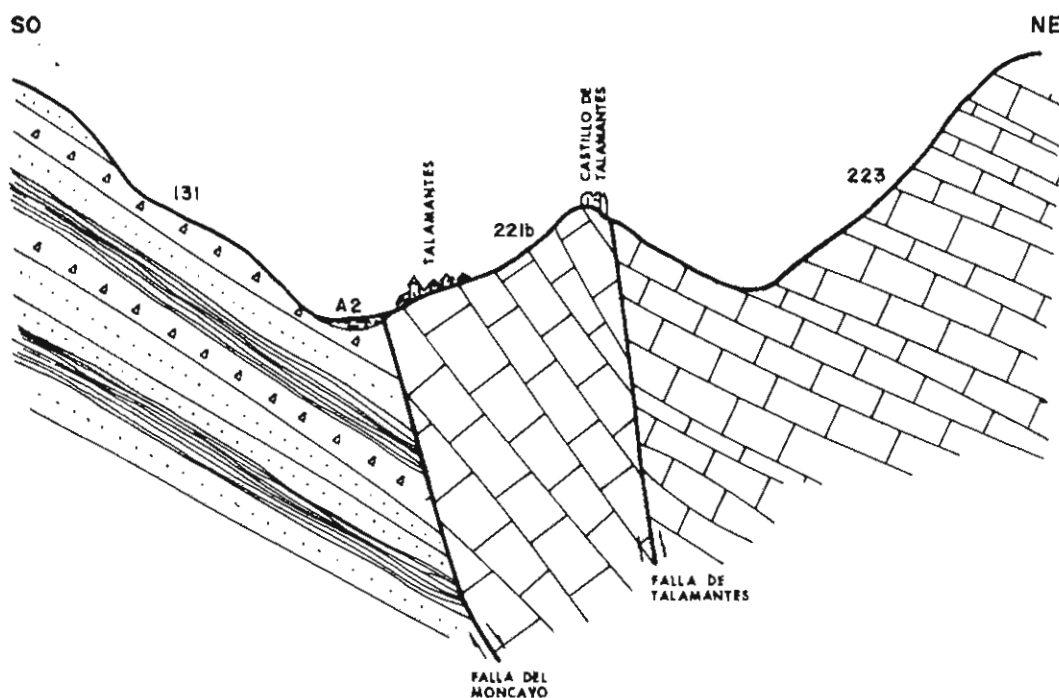


Foto 2.— Discordancia entre las areniscas paleozoicas (131) y los conglomerados de base del Bunt (211) junto al Santuario de Ntra. Sra. del Moncayo.

Al nordeste de esta estructura se origina en calizas del Lías un monoclinal con fuerte vergencia nordeste, flanqueado por sendas fallas que definiremos como del Moncayo y de Talamantes respectivamente (fig. 1).



SITUACION DE GRUPOS LITOLÓGICOS EN LA ZONA DE TALAMANTES  
Y ESTRUCTURAS TECTÓNICAS DE LA REGION

- 131 Cuarcitas, areniscas y pizarras. Silúrico
- 221b Calizas azules, calizas marmóreas y brechas calcáreas. Lías
- 223 Calizas negras. Jurásico
- A2 Aluvial arcilloso. Cuaternario

ESQUEMA SIN ESCALA

FIGURA 1

Al nordeste de la última de las fallas citadas se presenta el sinclinal de Litago cuyo eje, que se encuentra en materiales wealdenses en los alrededores de dicho pueblo, va profundizando hacia el sureste, hasta desaparecer del tramo, por su parte meridional, en calizas jurásicas.

A este sinclinal sucede en la zona de Vera del Moncayo un pequeño anticlinal que desaparece bajo los recubrimientos miocénicos.

La uniformidad de las direcciones tectónicas se interrumpen ligeramente en la zona de Tabuena, donde el anticlinal de dicho nombre, que constituye la continuación del plegamiento del sinclinal de Litago, sufre una inflexión hasta colocarse en dirección sensiblemente E-O, debido a la presencia de una banda paleozoica, flanqueada de sendas fallas, que ha jugado un papel de tipo cratoniano en el plegamiento de la estructura alpina.

Sin embargo, al nordeste de la más septentrional de estas fallas, reaparece la estructura mesozoica, como continuación del flanco oriental del citado anticlinal de Tabuena.

Todas las estructuras citadas desaparecen por el norte y el este bajo la cobertera terciaria, que recubre, a su vez, parcialmente grandes zonas en forma de multitud de isleos



de erosión.

Por su parte, en el área occidental del Tramo, existe una cuenca de relleno continental, en facies wealdense que se presenta muy replegada, originando diferentes estructuras consecutivas de dirección NO—SE perfectamente visibles.

Así se suceden de suroeste a nordeste del Tramo las siguientes estructuras principales. (Ver esquema estructural del Tramo).

- Sinclinal de Muro
- Anticlinal del Pégado
- Sinclinal de Agreda
- Anticlinal de Cervera
- Sinclinal de Cabretón
- Anticlinal del río Linares
- Sinclinal de Baños de Fitero.

Finalmente hemos de citar la estructura diapírica aflorante al oeste de Fitero, que abarca una superficie importante, continuando por el norte, fuera del área de estudio, mientras por el sur desaparece bajo la cobertera terciaria, al norte de Valverde.

Los materiales de recubrimiento miocénico afloran horizontales o subhorizontales, si bien existen zonas, como en Ambel, donde se han observado bancos de conglomerados con buzamientos de hasta 12°.

Son igualmente de destacar los repliegues que los niveles de conglomerados miocénicos sufren en los bordes del diapiro de Fitero, debido a la acción tectónica extrusiva del mismo (foto 3).



Foto 3.— Aspecto de la deformación sufrida por los bancos de conglomerado del Mioceno (321a) por acción del diapiro de Fitero.

#### 2.4. ESTRATIGRAFIA

El presente tramo aparece bastante completo en cuanto a los niveles estratigráficos representados, ya que están presentes terrenos pertenecientes al: Paleozoico, Mesozoico (Trías, Lías, Jurásico, Wealdense), Terciario (Mioceno, Plio—Cuaternario) y Cuaternario (ver columna estratigráfica general del tramo).



Los terrenos más antiguos presentes en la zona, son los paleozoicos que afloran en las sierras del Moncayo y Tabuenca.

Ambos son de naturaleza silíceas: cuarcitas, areniscas y pizarras silíceas, presentándose con un notable grado de metamorfismo y muy replegados en sí mismos.

No hemos encontrado, en nuestro estudio, fósiles característicos que hubieran permitido su datación, por lo que se ha debido recurrir en este punto a la bibliografía existente y cuya relación de consultas incluimos en el capítulo 6. Tampoco las citadas bibliografías están muy de acuerdo con la edad de estos terrenos, ni si ambos afloramientos paleozoicos son de la misma época, cosa que sin embargo creemos muy posible, guiándonos única y exclusivamente por un criterio de similitud de facies. Siguiendo la mayoría de criterios existentes, adoptamos, con las debidas reservas, una edad silúrica para estos terrenos.

Al final del Paleozoico, tuvieron lugar las fases de la Orogenia Hercínica, que afectaron a los materiales existentes. Por esta razón las series triásicas depositadas a continuación aparecen claramente discordantes sobre el Paleozoico.

Los materiales post-hercínicos más antiguos corresponden al conglomerado del Moncayo, del que ha existido fuerte polémica sobre su edad, en los estudios anteriormente realizados.

El entorno de edades atribuidas a estos conglomerados en las diferentes bibliografías, va desde el Carbonífero al Buntsandstein.

En este estudio adoptamos la creencia de que se trata del conglomerado basal del Triás, atribuible por tanto al Buntsandstein ya que entre el Santuario del Moncayo y la cima de dicho monte, aflora la serie de dicho piso perfectamente concordante y a su vez claramente discordante sobre el Paleozoico inferior, sin observarse discontinuidades locales dentro de la misma, por lo que no parece fuese afectada por ninguna de las fases orogénicas.

Sobre los conglomerados se deposita, como se ha dicho, el resto de la serie roja del Bunt, donde predominan las areniscas sobre las argilitas.

El Muschelkalk está representado únicamente en la parte meridional del Tramo, como perteneciente al importante crestón de Trasobares, con una potencia de unos 60 m y en forma de calizas dolomíticas masivas.

La serie continúa en la zona de Tabuenca, con las arcillas del Keuper coronadas por carniolas infralíasicas en forma de cerros testigos de erosión (foto 4).



Foto 4.— Isleo de erosión en la zona de Tabuenca: Arriba carniolas (221a) debajo arcillas del Keuper (213).

# COLUMNA GENERAL DEL TRAMO E=1:20.000

COLUMNA LITOLOGICA	REFERENCIA LITOLOGICA	REFERENCIA GEOTECNICA	DESCRIPCION	EDAD
	C1, C2, D	G	GRUPOS COLUVIALES	CUATERNARIO
	A1, A4, T1	G	GRUPOS ALUVIALES GRANULARES	"
	A2, A3, A6, T2	H	GRUPOS ALUVIALES ARCILLOSOS	"
	350	G	RAÑAS DE PIE DE MONTE	PLIO CUATERNARIO
	321f	D	CALIZA DE PARAMOS	MIOGENO
(1)	(1) 321e	F	MARGAS BLANCAS, CALIZAS, ARCILLAS Y PEDERNAL	"
(2)	(2) 321d	C	MARGAS YESIFERAS Y YESOS	"
(3)	(3) 321c	F	ARCILLAS Y CONGLOMERADOS	"
(4)	(4) 321b	F	CONGLOMERADOS, ARCILLAS, ARENISCAS	"
	321a	B	CONGLOMERADOS	"
	231d	D	CALIZAS Y CALIZAS MARGOSAS	WEALDENSE
(1)	(1) 231c	E	ALTERNANCIA BANDEADA DE MARGAS, CALIZAS Y ARENISCAS CON PRESENCIA DE YESOS	"
(2)	(2) 231b	E	MARGAS VERDES CON NIVELES OCASIONALES DE ARENISCAS Y CALIZAS MARGOSAS	"
	231a	B	ARENISCAS Y CONGLOMERADOS	"
	223	D	CALIZAS NEGRAS Y CALIZAS MARGOSAS	JURASICO SUPERIOR
	221f	D	CALIZAS, CALIZAS MARMOREAS Y BRECHAS CALCAREAS	LIAS
	221e	D	DOLOMIAS Y CALIZAS DOLOMITICAS (CARNIOLAS)	LIAS INFER.
	213	C	ARCILLAS Y YESOS	KEUPER
	002	D	DIABASAS	"
	212	D	CALIZAS Y CALIZAS OOLITICAS	MUSCHELKALK
	211	G	CONGLOMERADOS, ARENISCAS Y ARGILITAS	BUNTSANDSTEIN
	131	A	CUARCITAS, ARENISCAS Y PIZARRAS	SILURICO

Por su parte estos dos terrenos están representados también en el diapiro de Fitero, si bien allí su disposición es irregular, debido a su particularidad tectónica.

En dicho diapiro la presencia de yeso es muy abundante, superior incluso a la de las arcillas, mientras los afloramientos de carnioles son más potentes.

Tanto en la zona de Tabuena como en el diapiro de Fitero, existen diversos afloramientos de roca subvolcánica de tipo diabasa.

Tras la serie triásica se produjo un fuerte depósito masivo, de materiales de naturaleza carbonatada, que dió origen a las series calcáreas del Lías y del Jurásico.

En los últimos episodios de la sedimentación masiva jurásica, las calizas se van haciendo arenosas y posteriormente engloban cantos rodados silíceos, al irse cerrando la cuenca de depósito y pasar, de una forma progresiva, a comenzar un ciclo de depósito continental.

La citada sedimentación lacustre, que origina la característica facies wealdense, comienza con un conglomerado de base, de unos 20 m de potencia, donde los cantos, inconfundibles, de tamaño homogéneo de aproximadamente 2 ó 3 cm de diámetro, son silíceos, de color blanco y perfectamente rodados, siendo los mismos que ya habían empezado a depositarse al final de la sedimentación marina que ya hemos citado.

Posteriormente disminuye el tamaño de la deposición, originándose unas areniscas de colores claros, con tamaños de grano progresivamente disminuído.

Más tarde se inicia un proceso de carbonatación según unos ciclos alternantes, análogos a los que darían origen a una sedimentación flysch, que genera las margas verdes y el bandeado potente y monótono que componen los demás grupos de esta facies wealdense.

No existe sedimentación marina durante el Cretácico dentro del área de estudio.

Los materiales depositados pues hasta el final del Wealdense, sufren los esfuerzos tectónicos correspondientes a la Orogenia Alpina, plegándose aunque sin excesiva violencia.

La fuerte sedimentación post—orogénica, derivada de la intensa acción erosiva habida en dicha época, no alcanza nuestra zona hasta el Mioceno, por estar relativamente alejada de los principales núcleos de denudación, representados principalmente por las Cadenas Pirenaicas.

De esta forma la potente sucesión de conglomerados, existente en zonas próximas, tiene aquí un espesor máximo de unos 200 m en una serie perfectamente visible en el cortado natural de Los Fayos.

La deposición miocénica continental, va disminuyendo progresivamente el tamaño de sus elementos granulares, pasando a areniscas y arcillas que constituyen la serie roja de esta edad, para, posteriormente, y de una forma gradual, pasar a una deposición de tipo químico que daría origen a las series blancas formadas por margas, yesos y finalmente, durante el Pontiense, a la caliza de páramos.

Ya en el Plioceno los materiales erosionados del núcleo del Moncayo, se depositaron de forma intensa al pie del mismo, según un típico proceso coluvial, que se continúa en el momento presente, y que dió origen a rañas de pie de monte.

Con posterioridad se han producido otros depósitos coluviales más modernos, entre los que destacan las pedrizas de montaña, colgadas en las laderas del Moncayo, en cuyo origen ha tenido primordial importancia la acción de hielos y nieves.

Finalmente entre los depósitos aluviales cabe destacar las terrazas y aluviales actuales de los ríos Alhama y Huecha y las llanuras aluviales de poca potencia, pero que ocupan gran extensión superficial.

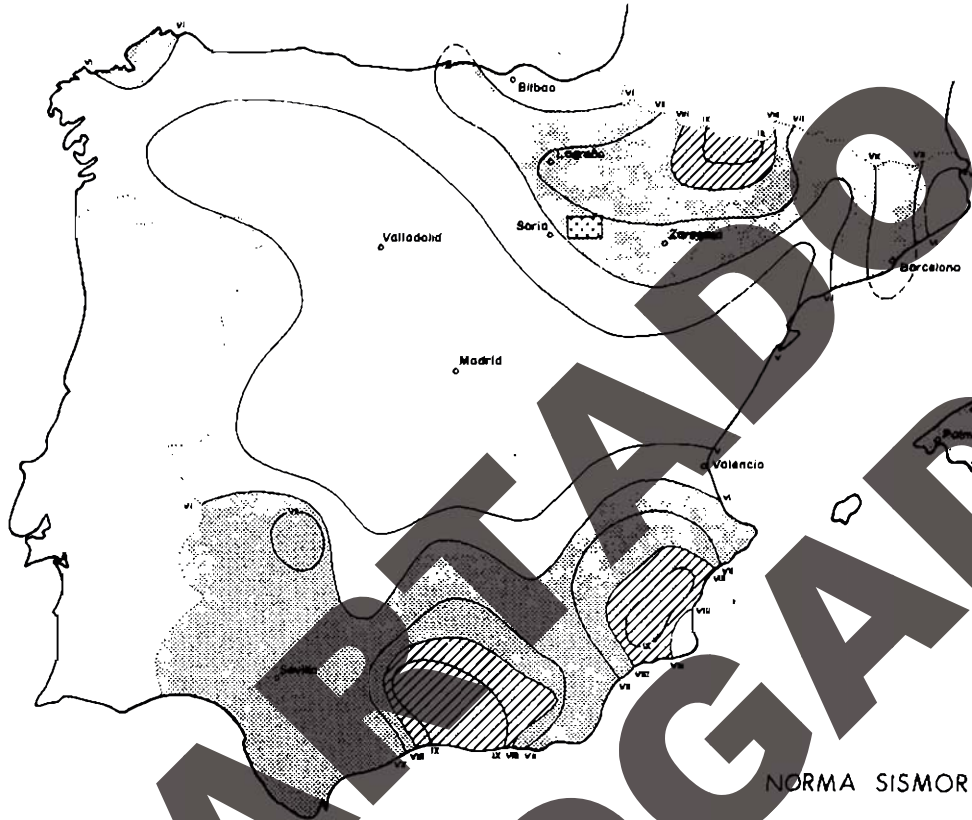
## 2.5. SISMICIDAD

El tramo de estudio está situado, íntegramente en la zona segunda o de sismicidad media, estando comprendido entre las isosistas VI y VII, según la Norma Sismorresistente P.D. S—1 de 1974.

Según la citada norma, en dicha zona no es obligatorio la consideración de los

APARTADO  
DEROGADO

efectos sísmicos, salvo para autopistas o carreteras de gran interés, donde deberán tenerse en cuenta a la hora de proyectar esfuerzos. (Ver mapa de la Norma Sismorresistente con situación del Tramo).



NORMA SISMORRESISTENTE

Zona Intensidad: G Escala MSK

PRIMERA  < VI (baja)

SEGUNDA  VI ≤ G < VIII (media)

TERCERA  ≥ VIII (alta)

 SITUACION DEL TRAMO

APARTAMENTO  
DEROGADO



### 3. ESTUDIO DE ZONAS

#### 3.0. ZONAS DE ESTUDIO

Los tipos de materiales que integran el Tramo, así como las acciones tectónicas que han sufrido, condicionan una geomorfología y una topografía diferenciada en tres grandes áreas, que nos han servido para la división del estudio en zonas.

Como ya se citó, el Tramo tiene una progresiva inclinación de SO a NE, desde las alturas superiores a los 2.000 m de la Sierra del Moncayo a los 450 m de las proximidades del Valle del Ebro.

Estos desniveles se salvan en tres áreas cuyas características geomorfológicas, primordiales serían:

- Alta montaña con grandes desniveles.
- Intrincada y sinuosa sin grandes alturas.
- Suavemente ondulada.

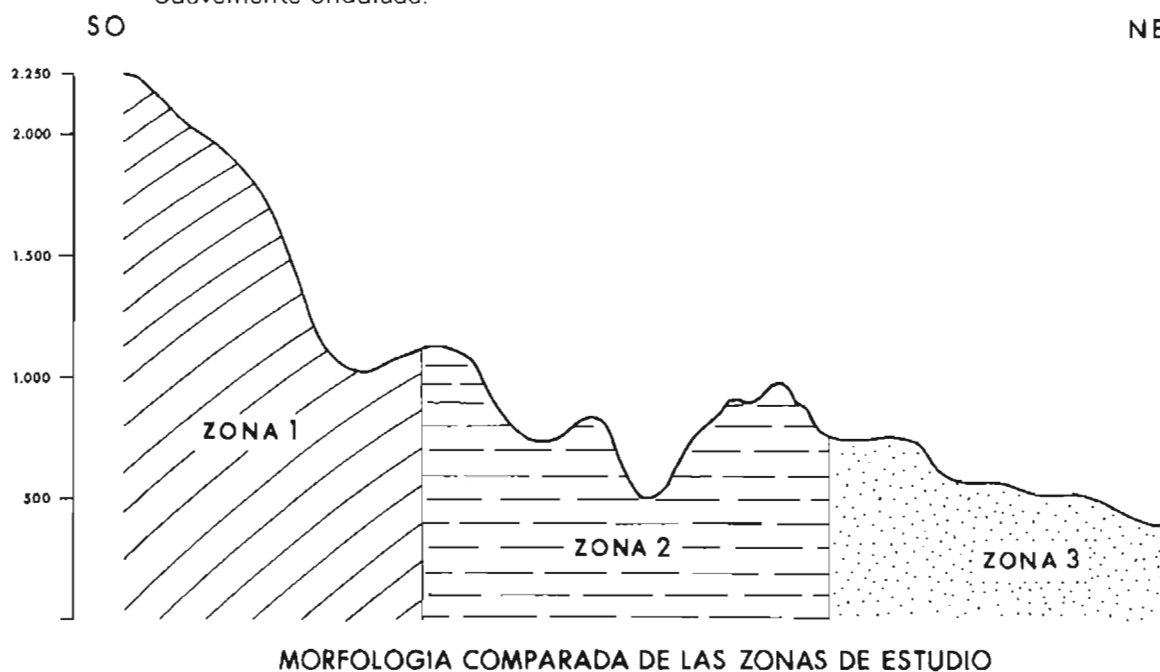


FIGURA 2

La primera de ellas corresponde a la Sierra del Moncayo, situada al suroeste del Tramo, la segunda al área de depósitos wealdenses situada al oeste del mismo y que tiene una fisonomía propia, y finalmente el resto, formado por materiales miocénicos, ocupa la mayor parte del mismo y en él se encuentran enclavados los pueblos más importantes, como son Tarazona y Borja.

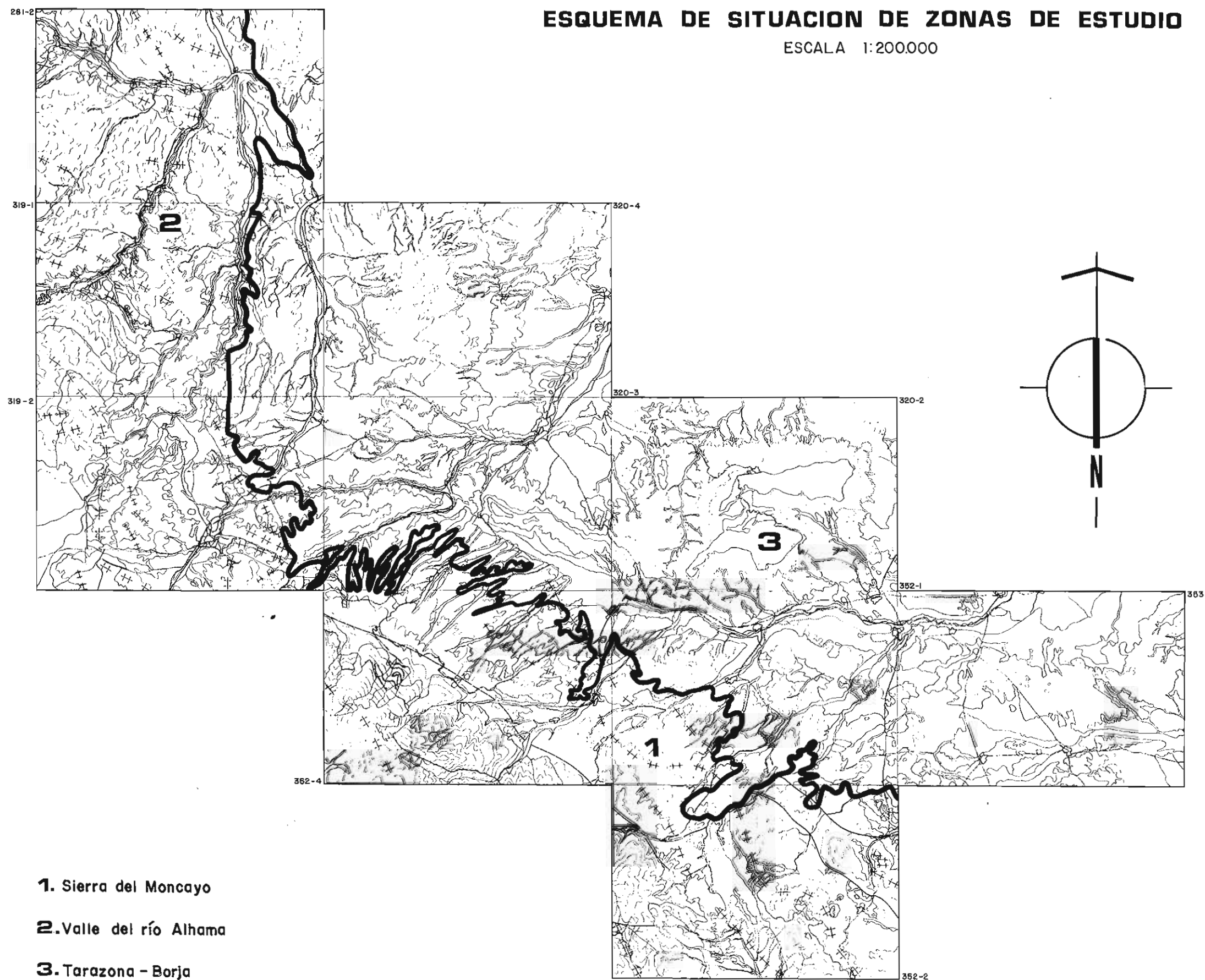
Con estos criterios las zonas en que se ha dividido el Tramo y los nombres con las que

que los conoceremos son:

ZONA 1 : SIERRA DEL MONCAYO  
ZONA 2 : VALLE DEL RIO ALHAMA  
ZONA 3 : TARAIZONA – BORJA

# ESQUEMA DE SITUACION DE ZONAS DE ESTUDIO

ESCALA 1:200.000





### 3.1. ZONA 1 – SIERRA DEL MONCAYO

#### 3.1.1. Geomorfología y Tectónica

La Sierra del Moncayo pertenece a las Cadenas Ibéricas y constituye un núcleo montañoso prácticamente aislado, ya que a excepción de al sur, donde, ya fuera del Tramo, se continúa en la Sierra de Tablada, por sus otros lados la diferencia de cotas con los terrenos circundantes es de unos 1.500 m.

Esta circunstancia le dá una fisonomía especial, siendo, como se ha mencionado, de gran influencia en la climatología regional.

Morfológicamente su característica de alta montaña con grandes pendientes es fundamental y a su vez condicionante de los grandes depósitos coluviales que se extienden a sus piés.

Dentro de esta Zona incluimos también la Sierra de Tabuena, que si bien no tiene las magnitudes ni las características morfológicas extremadas del Moncayo, participa de ellas de una forma más restringida, al constituir una derivación de dicha sierra principal.

Esta Zona constituye una divisoria de vertiente a tres cuencas principales Duero, Ebro y Jalón, si bien las aguas de éste, son en última instancia recibidas por el segundo de dichos ríos.

La totalidad del Tramo se incluye, sin embargo, en la zona de recepción directa del río Ebro.

Tectónicamente, según hemos comentado, esta Zona se subdivide de SO a NE en tres estructuras principales (fig. 3).

- Anticlinal del Moncayo.
- Monoclinal de Añón.
- Sierra de Tabuena.

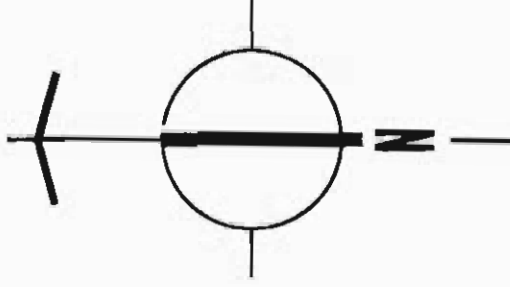
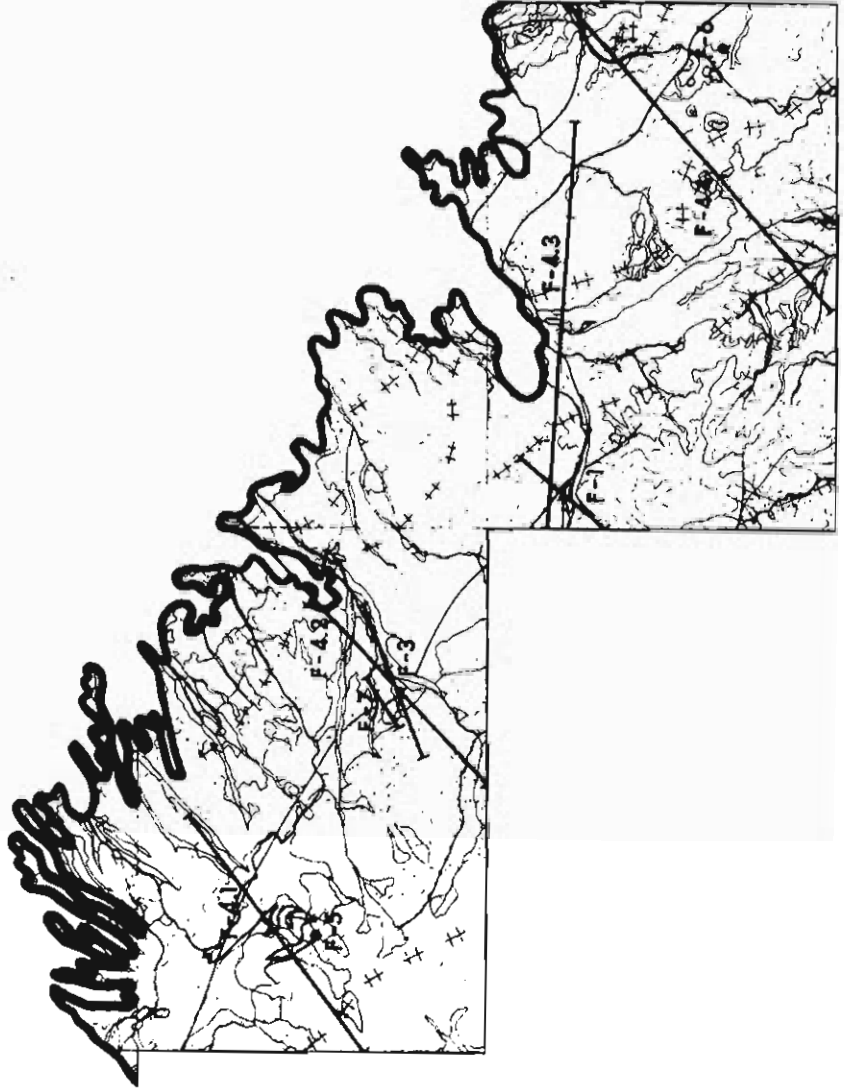
El primero de ellos, de tipo cupuliforme, deja aflorar en su núcleo niveles paleozoicos, que debido a su disposición, cabalgan sobre el flanco nororiental del citado anticlinal.

El monoclinal de Añón está formado por calizas del Lías, con fuertes buzamientos hacia el NE, constituyendo una franja de terreno, flanqueada por sendas fallas importantes de dirección NO–SE (fig. 1).

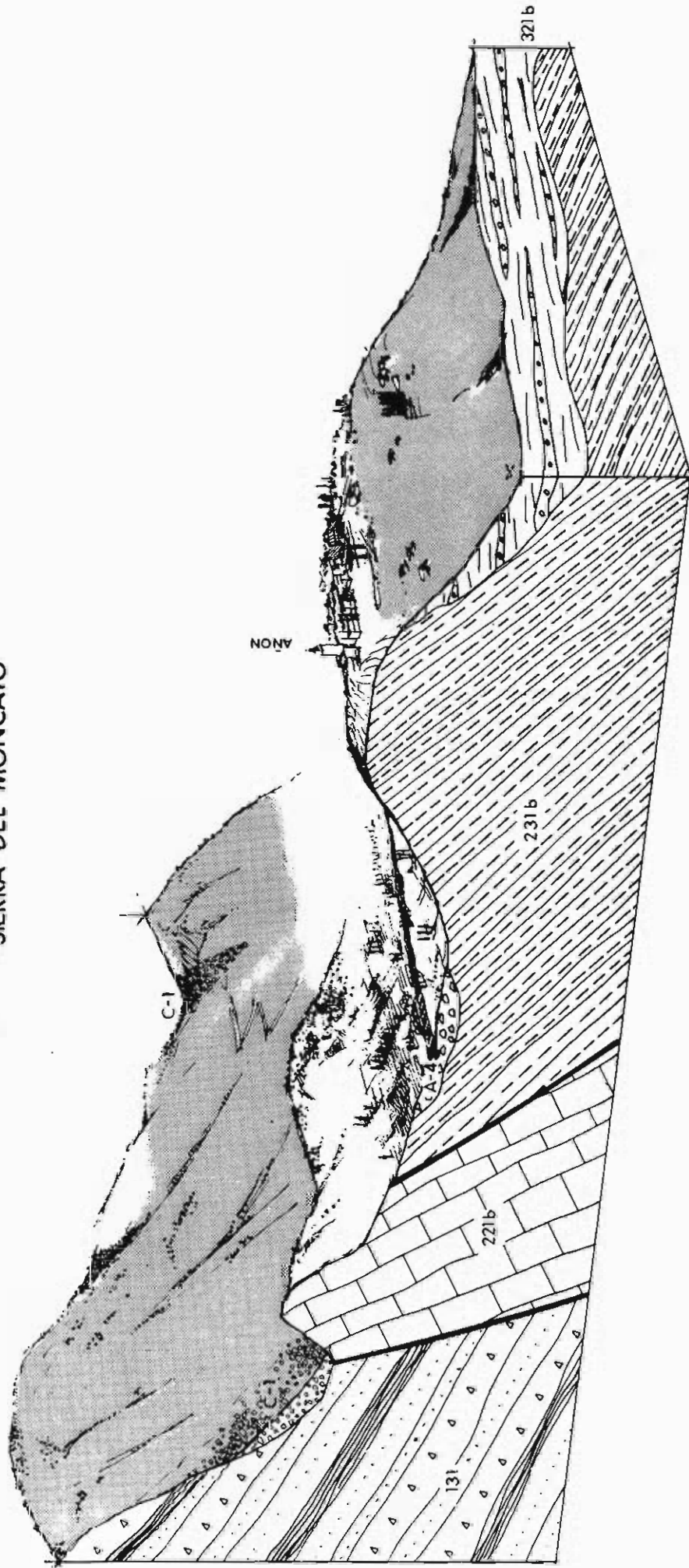
La Sierra de Tabuena consta de un sinclinal principal, el de Litago, de dirección NO–SE seguido de un anticlinal curvado, el de Tabuena, cuyo flanco oriental rodea una franja de afloramientos paleozoicos limitada por fallas.

**ESQUEMA GEOGRAFICO Y DE SITUACION  
DE CORTES Y FIGURAS DE LA ZONA 1**

ESCALA 1:200.000



BLOQUE DIAGRAMA CORRESPONDIENTE A LA ZONA -1  
SIERRA DEL MONCAYO










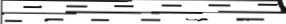

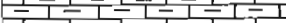


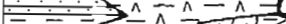
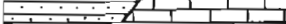

- 131 Cuarcitas, areniscas y pizarras Silábico
- 221b Calizas y calizas marmóreas Lías
- 231b Margas verdes apizarradas Wealdense
- 321b Arcillas y conglomerados Mioceno
- A-4 Aluviales de pie de Monte Cuaternario
- C-1 Pedrizas de Montaña Cuaternario

ESQUEMA SIN ESCALA

FIGURA 3

3.1.2. Columna estratigráfica

Escala 1:20.000

COLUMNA LITOLÓGICA	REFERENCIA LITOLÓGICA	REFERENCIA GEOTÉCNICA	DESCRIPCIÓN	EDAD
	C1, C2, D	G	GRUPOS COLUVIALES	CUATERNARIO
	A1, A4, T1	G	GRUPOS ALUVIALES GRANULARES	"
	A2, A3, A5, T2	H	GRUPOS ALUVIALES ARCILLOSOS	"
	350	G	RAÑAS DE PIE DE MONTE	PLIO CUATERNARIO
	321a	B	CONGLOMERADOS	MIOCENO
	231b	E	MARGAS VERDES CON NIVELES OCASIONALES DE ARENISCAS Y CALIZAS MARGOSAS	WEALDENSE
	231a	B	ARENISCAS Y CONGLOMERADOS	"
	223	D	CALIZAS NEGRAS Y CALIZAS MARGOSAS	JURASICO SUP.
	221b	D	CALIZAS, CALIZAS MARMOREAS Y BRECHAS CALCAREAS	LIAS
	221a	D	DOLOMIAS Y CALIZAS DOLOMITICAS (CARNIOLAS)	LIAS INFER.
	213	C	ARCILLAS Y YESOS	KEUPER
	002	D	DIABASAS	"
	212	D	CALIZAS Y CALIZAS DOLOMITICAS	MUSCHELKALK
	211	B	CONGLOMERADOS, ARENISCAS Y ARGILITAS	BUNTSANDSTEIN
	131	A	CUARCITAS, ARENISCAS Y PIZARRAS	SILURICO

### 3.1.3. Grupos litológicos (Cortes figura 4)

#### CUARCITAS, ARENISCAS Y PIZARRAS (131)

De este grupo existen dos importantes afloramientos: el más extenso de ellos ocupa la parte nororiental del Moncayo, mientras el otro se sitúa al norte de Tabuena en forma de franja montañosa limitada por fallas. Como ya se ha comentado con anterioridad, no se tiene una idea muy exacta sobre la datación de estas formaciones, debido a su carencia de fósiles característicos, por ello se han agrupado como silúricas, siguiendo la datación dada en la mayoría de las bibliografías existentes en la zona.

**Litología.**— Distribución irregular predominando las areniscas de grano medio a fino, a veces micáceas, que en muchos casos pasan de forma insensible, y sin un lugar específico dentro de la serie, a verdaderas cuarcitas, si bien a éstas hay que acompañarlas del adjetivo arenosas, dado que su grado de metamorfismo no es nunca lo suficientemente intenso como para no observarse el tamaño de grano (foto 5).



Foto 5.— Cuarcitas y pizarras del grupo 131 cerca de Tabuena.

Las areniscas y cuarcitas no suelen estar estratificadas en grandes bancos, salvo en algún caso aislado, originando fuertes resaltes en las sierras que ocupan (foto 6).

Normalmente, en especial las areniscas, se exfolian en lajas que originan un tipo de coluvial específico, sobre todo en la zona del Moncayo, que hemos definido como C3, claramente diferenciado de las típicas pedrizas colgadas (C1) del Moncayo y los coluviales de gravas, bolos y finos (C2) situados al pié de la Sierra de Tabuena.

Estos tres tipos de recubrimiento son lo suficientemente importantes, como para que el grupo no aflore directamente en la mayor parte de la Zona, pese a la fuerte topografía que engendra.

Junto con las areniscas y cuarcitas existen en este grupo pizarras, generalmente silíceas, que en los alrededores del Santuario del Moncayo pueden definirse como filadios micáceos.

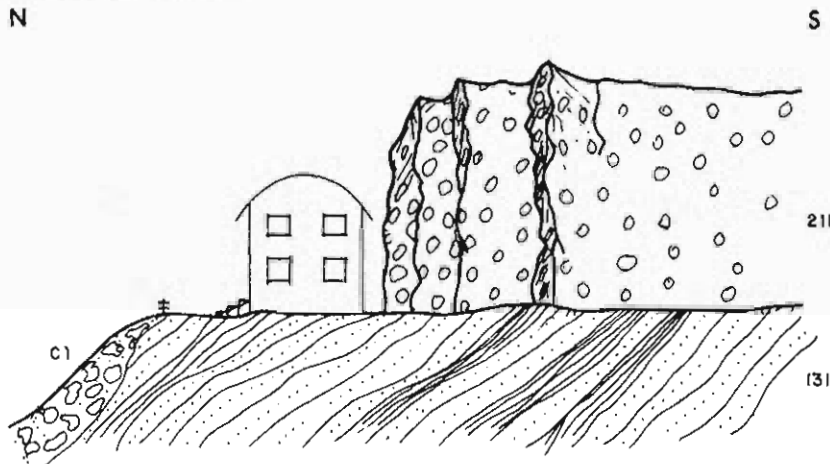
El color de las rocas que forman este grupo es principalmente gris oscuro, con

alguna tendencia hacia los tonos marrones, no obstante, debido a la abundante presencia de hierro en todo este área, aparecen en ocasiones con un tono rojizo o violáceo, en especial en el afloramiento de Tabuena.



Foto 6.— Detalle del grupo 131.

**Estructura.**— El afloramiento del Moncayo, constituye un anticlinal muy replegado y distorsionado que asoma por erosión del núcleo de otro anticlinal en materiales triásicos superiores, discordantes sobre el Paleozoico (corte 1, figura 4). Esta discordancia es claramente visible junto al Monasterio de Nuestra Señora del Moncayo, donde afloran los niveles conglomeráticos basales del Trías, casi horizontales, sobre areniscas paleozoicas fuertemente inclinadas (fig. 5).



SITUACION DE GRUPOS GEOTECNICOS JUNTO A LA HOSPEDERIA DEL MONCAYO

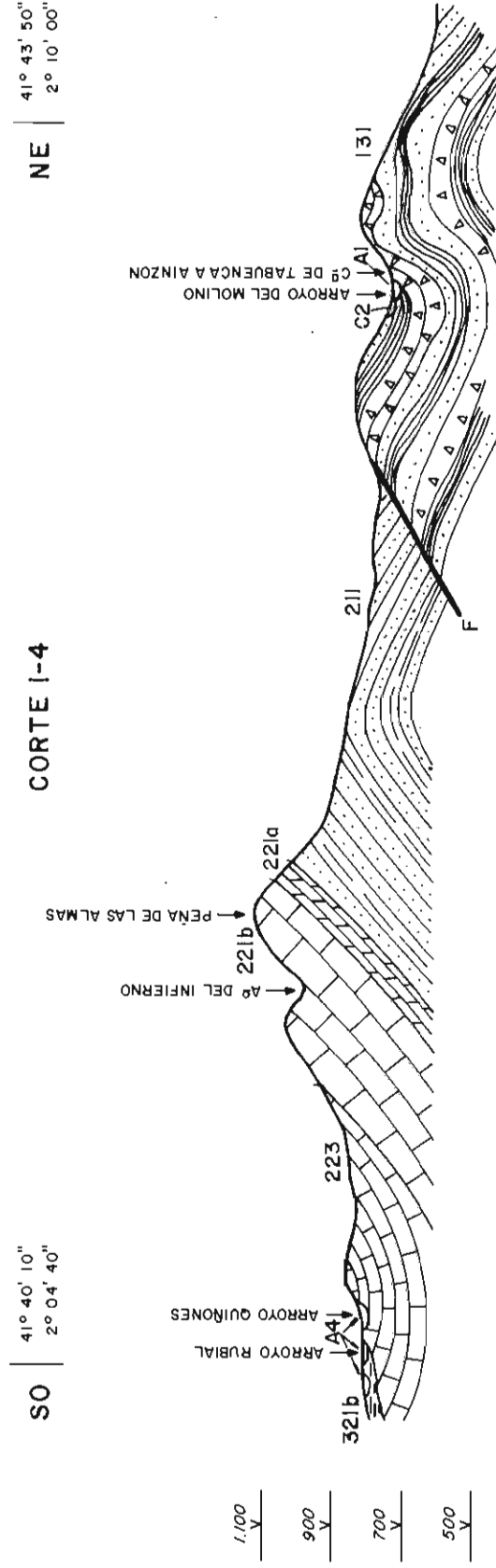
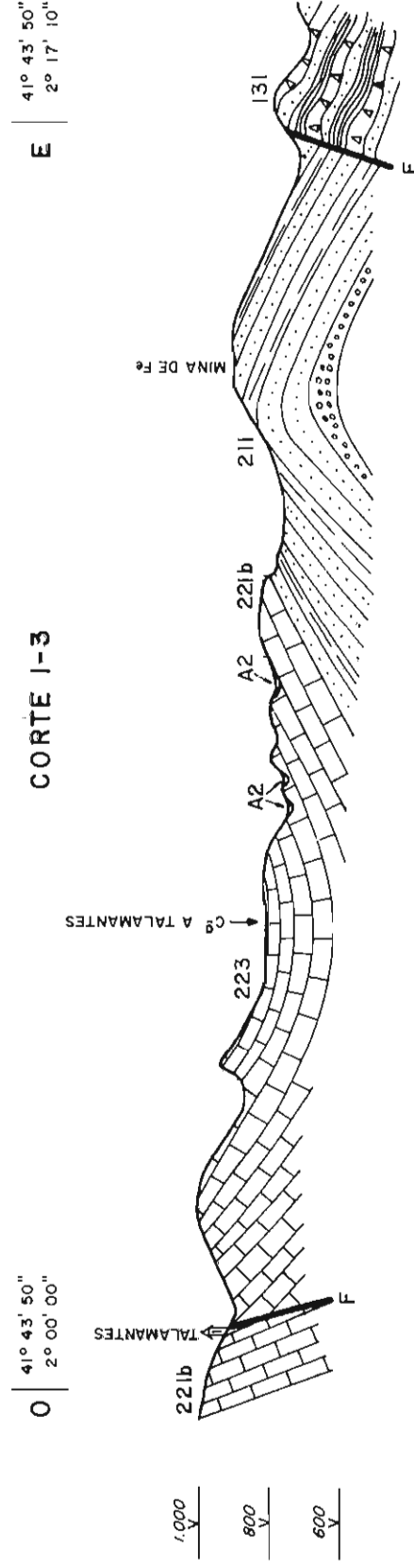
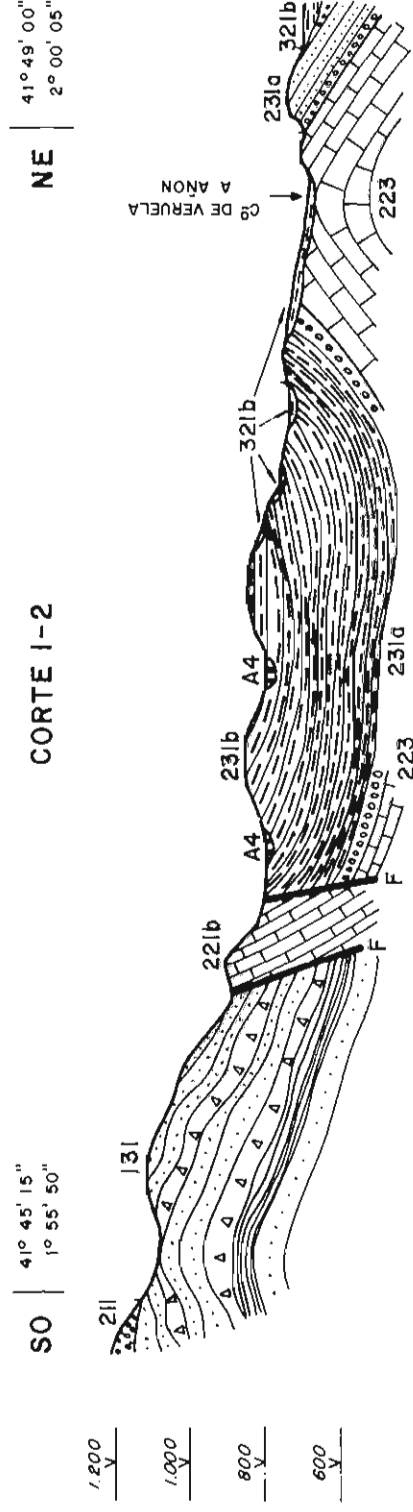
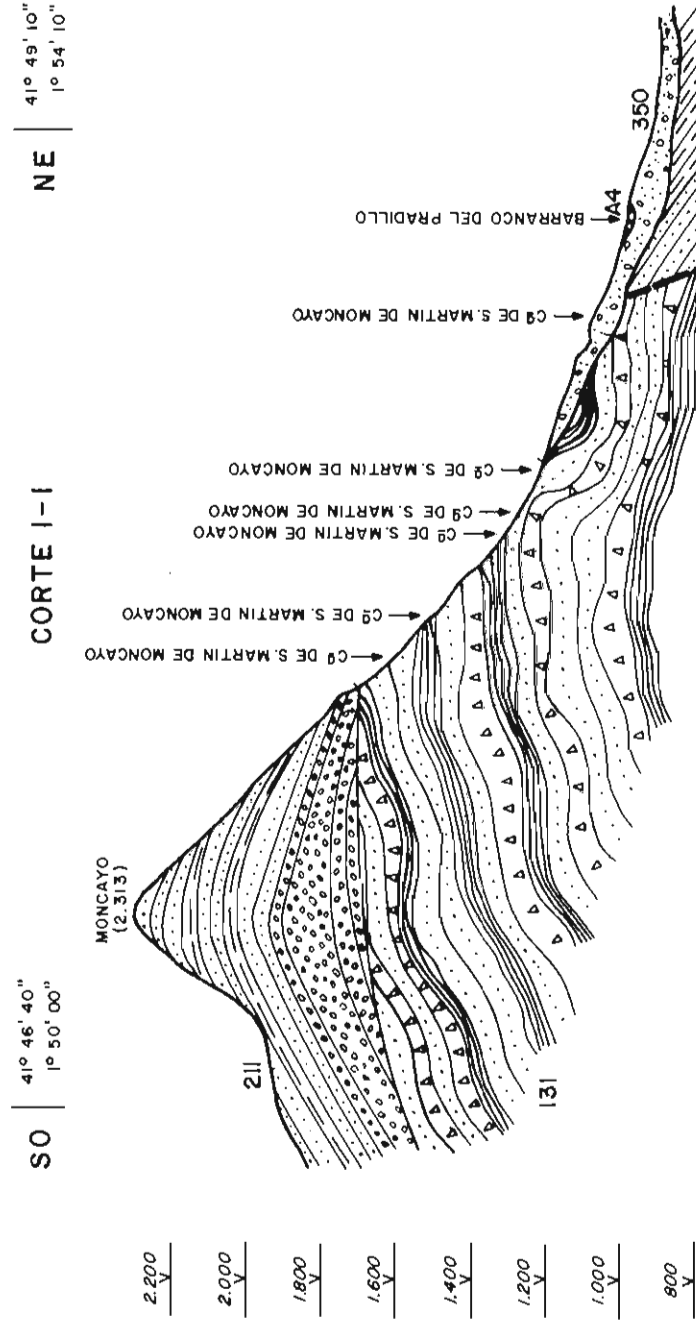
- 131 Cuarcitas, areniscas y pizarras. Silúrico
- 211 Conglomerados. Buntsandstein
- C1 Pedrizas de montaña. Cuaternaria

ESQUEMA SIN ESCALA

FIGURA 5

CORTES ESQUEMATICOS CORRESPONDIENTES A LA ZONA 1

ESCALA HORIZONTAL 1/50.000  
VERTICAL 1/20.000



- |      |  |      |   |
|------|--|------|---|
| 131  | Cuarcitas, areniscas y pizarras. Silúrico            | 321b | Conglomerados, arcillas y areniscas. Mioceno          |
| 211  | Conglomerados, areniscas y argilitas. Buntsandstein  | 321e | Margas blancas, calizas, arcillas y pedernal. Mioceno |
| 221a | Dolomías y calizas dolomíticas. Lías inferior        | 350  | Rañas de pie de monte. Plio-Cuaternario               |
| 221b | Calizas, calizas marmóreas y brechas calcáreas. Lías | A1   | Aluvial de grovas. Cuaternario                        |
| 223  | Calizas negras y calizas margosas. Jurásico          | A2   | Aluvial arcilloso. Cuaternario                        |
| 231a | Areniscas y conglomerados. Wealdense                 | A4   | Aluvial de pie de monte. Cuaternario                  |
| 231b | Margas verdes. Wealdense                             | C2   | Coluvial de grovas y limos. Cuaternario               |

Del anticlinal paleozoico así definido solamente es visible su flanco nordeste, que ocupa la falda de la Sierra del Moncayo, siendo por tanto de la misma vergencia que los niveles triásicos que desaparecen a cota más alta, de ahí que el contacto discordante entre ambas formaciones pueda considerarse como un cabalgamiento.

El afloramiento de Tabuenca constituye una banda de dirección NO-SE, limitada por sendas fallas. Sin embargo, las direcciones principales de estratificación son sensiblemente normales a la dirección del afloramiento y de sus fallas limítrofes.

Aparece muy replegado en sí mismo, siendo en ocasiones visibles distintas estructuras parciales, no pudiendo definirse una estructura principal y mucho menos su posible conexión tectónica con la zona del Moncayo.

**Comportamiento.**— Desde el punto de vista de posible construcción de vías de comunicación por este grupo, el mayor inconveniente se deriva de la fuerte topografía que engendra, originando un obstáculo difícil de salvar, sin acudir a la solución en túnel, siempre cara y difícil.

Este grupo no es ripable en ningún tramo.

No presentará problemas derivados de la presencia de agua, por el perfecto drenaje superficial que origina su topografía.

Igualmente, salvo en casos muy aislados de meteorización en zonas de pizarras, podrá mantener taludes bastante fuertes, con alturas superiores a los 40 m, aún con buzamientos desfavorables.

Sin embargo, existe algún riesgo de desprendimiento de bloques en especial de cuarcitas, por la típica acción erosiva de hielos y nieves, dada la cota elevada a la que aflora este grupo.

#### CONGLOMERADOS, ARENISCAS Y ARGILITAS (211)

Se trata de la típica serie de color rojizo del Bunt, que puede alcanzar hasta unos 400 m de potencia.

Comienza con el conglomerado que origina un paredón junto al Santuario del Moncayo (fig. 5 y foto 7) cuya edad ha sido fuertemente discutida a lo largo de los estudios realizados, pero que, apoyándonos en las consideraciones ya expuestas al tratar el capítulo de estratigrafía general, consideramos como el nivel basal de esta serie.



Foto 7.— Aspecto del paredón de conglomerado del Bunt (211) en el Santuario de Ntra. Sra. del Moncayo



**Litología.**— Se trata de un conglomerado perfectamente cementado (foto 8) formado por cantos silíceos, bastante rodados, con una matriz cuarzosa de color gris en su base, para ir tomando el mencionado color rojizo al ir ascendiendo en la serie.



Foto 8.— Aspecto del conglomerado de base del Bunt (211).

Sobre los conglomerados se sitúa una alternancia de areniscas y argilitas, donde las primeras entran en mucha mayor proporción que las segundas.

Las areniscas, generalmente muy micáceas, poseen un tamaño de grano fino, aparecen con laminación paralela que les dá un aspecto lajoso tal, que son explotadas diferentes canteras para obtención de lajas para techado y solado (foto 9).

Por su parte las argilitas, bastante compactas, se presentan estratificadas en lechos o en capas, aunque en ocasiones toman un aspecto apizarrado debido a la fricción sufrida con los niveles contíguos de arenisca, mucho menos competentes.

**Estructura.**— Aflora formando el núcleo de los anticlinales del Moncayo y Tabuenca.

El primero de ellos, como ya se ha dicho, aparece erosionado, por lo que sólo está presente su flanco suroeste, de características suaves y continuas.

Por su parte el anticlinal de Tabuenca es totalmente asimétrico, con un flanco oriental relativamente suave, aunque incompleto, al estar recubierto de forma discontinua por materiales terciarios, mientras el occidental con fuertes vergencias, se presenta muy completo en su serie.

**Comportamiento.**— En la zona del Moncayo, los afloramientos de este grupo ocupan las cotas más altas de dicha sierra y en consecuencia es poco lógico proyectar una carretera importante por tal zona.

Por el contrario, la zona de Tabuenca origina un área deprimida, rodeada por dos alineaciones montañosas, la cuerda de la Peña de Las Almas, en caliza del Lías y la ya comentada banda paleozoica, por lo que, en caso de proyectar el paso de una carretera por este lugar, lo habrá de hacer con gran probabilidad sobre los materiales de esta formación.

Uno de los posibles problemas que podrían encontrarse en este caso, se derivan de la presencia de agua, tanto por la existencia de manantiales que erosionan el contacto a techo con las calizas del Lías más permeables, como por el mal drenaje profundo, que

puede originar encharcamientos en las zonas llanas de fondo de valle, las cuales tienen a su vez dificultades de drenaje superficial.



Foto 9.— En primer término, cantera de areniscas lajosas del Bunt (211) al fondo la Peña de Las Almas en caliza del Lías (221b).

Principalmente los niveles de argilitas y en menor proporción los de areniscas, son alterables superficialmente y erosionables, lo que puede originar dificultades locales en la estabilidad de los taludes. En los afloramientos de conglomerados se une también el inconveniente del chineo, producido al quedar sueltos los cantos.

Dada la característica lajosa, ya apuntada, de los niveles de areniscas son de temer posibles riesgos de deslizamientos de tipo local, sobre todo en taludes con buzamientos desfavorables y en todo caso serán abundantes los desprendimientos de lajas (foto 10). Los taludes naturales estables son altos con pendientes hasta de  $60^{\circ}$ .

Los niveles de conglomerados no son ripables, siéndolo por el contrario los de argilitas, sin embargo éstas, al estar intercaladas en la serie mayoritariamente areniscosa, están en función del grado de ripabilidad de las areniscas, que dependen fundamentalmente de su potencia, aunque puede decirse que, en conjunto, la ripabilidad de la serie arcillo—areniscosa es difícil a nula.



Foto 10.-- Detalle de un talud en areniscas del Bunt (211).

#### CALIZAS Y CALIZAS DOLOMITICAS (212)

**Litología.**— Son unas calizas color gris oscuro, duras, generalmente dolomíticas, que afloran normalmente en forma masiva y con aspecto oqueroso, si bien en algunas ocasiones son de tipo brechoides, intuyéndose en esos casos algunos rasgos de estratificación.

**Estructura.**— Sólo aparece este grupo en la zona meridional del tramo, donde ocupa parte del flanco oriental del anticlinal de Talamantes, cuyo núcleo en materiales del Bunt, forma parte de la cuerda del Moncayo, fuera de los límites del presente estudio.

Se trata de una serie de unos 60 m de potencia, aflorando con suave vergencia al nordeste.

**Comportamiento.**— Dentro de la zona de estudio, los materiales de este grupo ocupan una zona topográficamente intrincada, poco apta para la construcción de vías de comunicación importantes.

Por lo demás, no son de esperar problemas geotécnicos importantes, salvo la posibilidad de desprendimientos de bloques por descalce de los niveles blandos subyacentes. La permeabilidad es buena por fisuración.

La formación no es ripable. Los taludes naturales estables pueden llegar a superar los 40 m de altura con inclinaciones de hasta 70°.

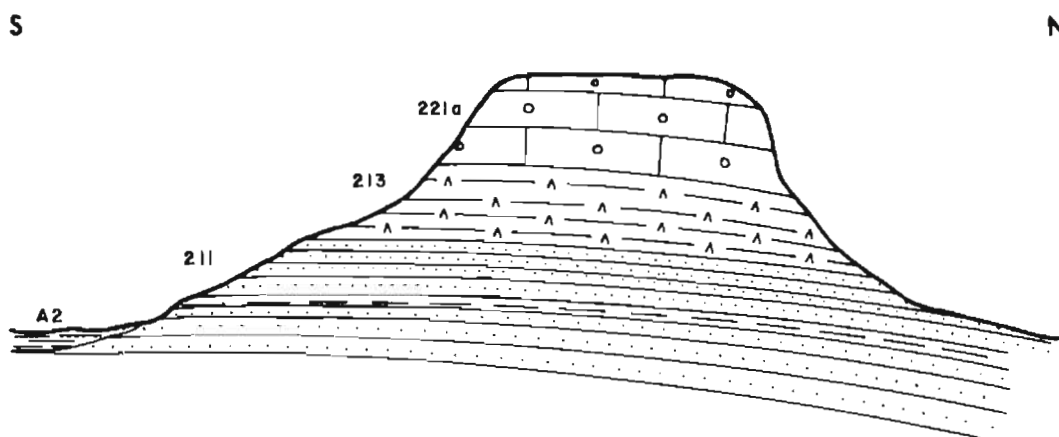
#### ARCILLAS Y YESOS (213)

Los materiales de este grupo, pertenecientes al Keuper, afloran en dos zonas situadas en los extremos del tramo, en los alrededores de los pueblos de Fitero y Tabuenca, respectivamente.

El de Tabuenca, presente en esta Zona, lo integran diversos isleos que no adquieren entidad de grupo, máxime si al presentar problemas, pueden ser fácilmente soslayables en el proyecto de carreteras.

**Litología.**— Los isleos en esta Zona están formados, principalmente, por arcillas de tonos rojizos, y amarillos con presencia, sólo ocasional, de yesos fibrosos y sacaroideos, de colores blanco y gris.

**Estructura.**— Los afloramientos de este grupo diseminados en la zona de Tabuena, corresponden a otros tantos isleos de erosión de la serie triásica, protegidos de la misma por la presencia superior de carniolas, que por su dureza, han evitado, de forma local, la denudación de la serie (fig. 6).



**DETALLE DE ISLEOS DE EROSION EN TABUENA**

- 211 Areniscas y argilitas. Buntsandstein
- 213 Arcillas y yesos. Keuper
- 221a Carniolas. Infralías
- A2 Aluvial arcilloso. Cuaternario

ESQUEMA SIN ESCALA

**FIGURA 6**

Dichos isleos guardan una relación íntima con el anticlinal de Tabuena del que forman parte.

Tanto en el afloramiento diapírico de Fitero como en varios de los isleos de Tabuena, aparecen, intensamente ligados al Keuper, diferentes afloramientos de origen sub-volcánico, que por sus características peculiares, comentaremos como grupo aparte.

**Comportamiento.**— Debido a sus malas características mecánicas, de drenaje, estabilidad de taludes y agresividad, este grupo presenta distintos tipos de problemas a la hora de construir una carretera, por lo que es conveniente evitarlo, lo que en esta Zona es posible al presentarse en afloramientos aislados y de escasa superficie como isleos de erosión sobre materiales del Bunt, ya comentados, que ofrecen buenas características topográficas y geotécnicas para el paso de carreteras.

Esta formación presenta mal drenaje superficial y profundo pudiendo originar zonas encharcables.

Es ripable y erosionable y presenta problemas de agresividad debido a la presencia de yeso y riesgos de subsidencias originados al disolverse estos. Asientos previsibles elevados. Taludes naturales medianos con inclinaciones de hasta 80°.

## DIABASAS (002)

Existen cuatro afloramientos subvolcánicos de dimensiones cartografiables, diseminados por el tramo, siempre ligados a los materiales del Keuper.

Tanto por su escasa extensión, desde el punto de vista de cartografía, como por su forma aislada de aflorar, no forman un grupo geotécnico como los que venimos definiendo, sin embargo, dada su posible importancia como material muy apreciado para capa de rodadura de carreteras, hemos creído oportuno realzar su presencia, estudiándolo como un grupo aparte.

Los cuatro afloramientos cartografiados se reparten así: uno en el diapiro de Fitero, dos en la zona de Tabuena y el otro en un afloramiento triásico, aislado entre materiales terciarios, situado al oeste de Ainzón. Su comentario lo haremos únicamente en esta Zona, ya que posee dos afloramientos, si bien por sus características análogas abarca a los existentes en otras zonas.

**Litología.**— Se trata de rocas gris verdosas de grano fino, masivas, compactas, cuya fractura es irregular y que debido a su textura holocristalina, hipidiomorfa, han sido clasificadas como diabasas, en los estudios microscópicos realizados en láminas transparentes con muestras tomadas en estos terrenos (foto 11).



Foto 11.— Microfotografía de las diabasas de Tabuena (002) Nícoles cruzados x 25 aumentos).

**Estructura.**— Aparece ligada a los materiales del Keuper, tanto en su proceso tectónico como estructural.

**Comportamiento.**— En todos los afloramientos, de aspecto masivo (foto 12) la roca aparece muy alterada, no pudiendo asegurar si esta alteración continúa en profundidad, por lo que, caso de ser interesante su explotación, para capas de rodadura de posibles carreteras a construir en áreas próximas, sería de interés la realización de sondeos mecánicos que ofrecerán mayores datos sobre este punto.

Los taludes tanto naturales como artificiales son muy variables y dependen del grado de alteración.



Foto 12.— Aspecto del afloramiento de diabasas de Tabuena (002).

#### DOLOMIAS Y CALIZAS DOLOMITICAS (221a)

Litología.— Unas veces aparecen en la típica forma definida como “carniolas del Infralías” es decir, calizas dolomíticas de color gris, aunque con zonas ocreas por presencia de óxidos de hierro, masivas y con un aspecto oqueroso clásico (foto 13), mientras en otras ocasiones, se trata de niveles calizos, ocasionalmente con aspecto brechoide, debido a la dolomicrita con placas recrystalizadas, que se presentan con estratificación variable.



Foto 13.— Aspecto de las carniolas del Infralías (221a) cerca de Huechaseca.

Estructura.— Los afloramientos de este grupo están totalmente ligados, desde el punto de vista estructural, a los materiales del Keuper (grupo 213). En la zona de Fitero



los asomos de este grupo son de origen xenolítico es decir, arrastrados en el proceso diapírico, englobados en la masa plástica extrusiva.

Su disposición, sin embargo, dentro de una norma general caótica, guarda una cierta ordenación, ya que se adivina una vergencia al Oeste, con las carniolas situadas sobre los materiales del Keuper.

Por su parte la mayoría de los afloramientos presentes en la zona de Tabuena, corresponden a la coronación de otros tantos isleos de erosión (foto 4 y figura 6), formando parte de la estructura anticlinal que afecta a la serie triásica, en los alrededores de dicho pueblo.

**Comportamiento.**— Dado que tanto en una zona como en otra, origina mogotes topográficamente realizados y aislados, no se prevé una relación directa al paso de una carretera por este grupo.

No se espera que origine problemas de encharcamiento, pues la permeabilidad por fracturación y oquerosidad es buena.

No es ripable.

Tampoco se esperan problemas en el mantenimiento de los taludes, siendo los naturales observados superiores en ocasiones a 40 m con inclinaciones de unos 70°.

Existe algún peligro en la posible existencia de manantiales en el contacto arcillas del Keuper—carniolas, debido a la diferente permeabilidad de ambos tipos de terrenos. Estos manantiales pueden dar origen a desprendimientos de bloques sueltos y desplomes, por descalce de las arcillas, fácilmente erosionables.

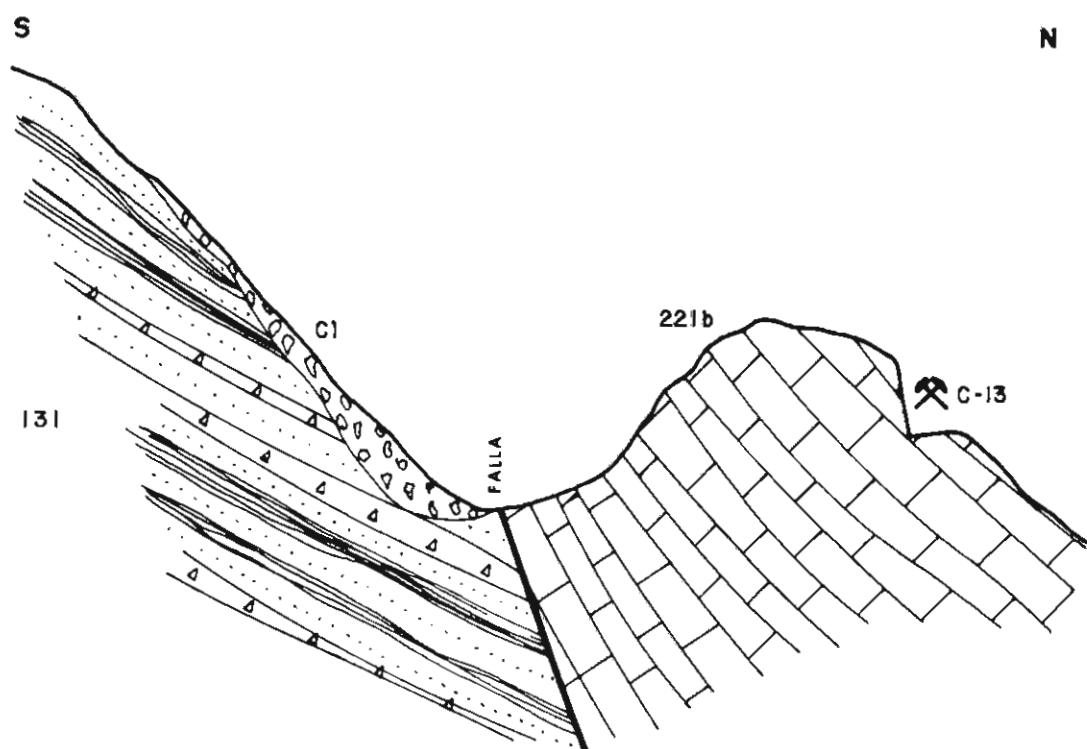
#### CALIZAS, CALIZAS MARMOREAS Y BRECHAS CALCAREAS (221b)

**Litología.**—Generalmente este grupo aparece en forma de calizas microcristalinas de colores claros, azulados o grises, duras y compactas, que se presentan bien estratificadas (foto 14), con un cierto grado de carstificación que dá origen a zonas arcillosas rojizas de decalcificación.



Foto 14.— Afloramiento de caliza del lías (221b); al fondo la Peña de Las Almas en el mismo grupo.

En zonas ligadas a fallas, en especial a la falla de Añón (fig. 7), aparecen fuertemente recrystalizadas, teniendo todo el aspecto de calizas marmóreas, que hasta han sido explotadas en la cantera C-13 para decoración. Su color es entonces de un blanco intenso.



### ESQUEMA DE GRUPOS GEOTECNICOS AL SUR DE AÑON

- 131 Cuarzitas, areniscas y pizarras. Silúrico
- 221b Calizas y calizas marmóreas. Lías
- C1 Pedriza de montaña. Cuaternario

ESQUEMA SIN ESCALA

**FIGURA 7**

En algún caso, debido a la presencia de calcita en vetas o en zonas, la recristalización da lugar a una verdadera roca formada por calcita.

Sobre un crestón de caliza marmórea de este grupo se encuentra enclavado el Castillo de Talamantes, cuya fotografía ilustra la portada de esta memoria.

Finalmente, otra forma de presentarse este grupo es en forma de brecha calcárea, con cantos calizos más o menos abundantes, pero de tamaños generalmente homogéneos.

En este último caso, suelen aparecer mezcladas las calizas brechoides y las microcristalinas, todas ellas de colores claros, en disposición masiva, que originan grandes crestones con taludes naturales importantes, dando lugar a cuerdas topográficas continuadas con alturas importantes entre las que destaca la Peña de Las Almas (foto 14).

**Estructura.**— Está presente en los flancos del anticlinal de Tabuena.

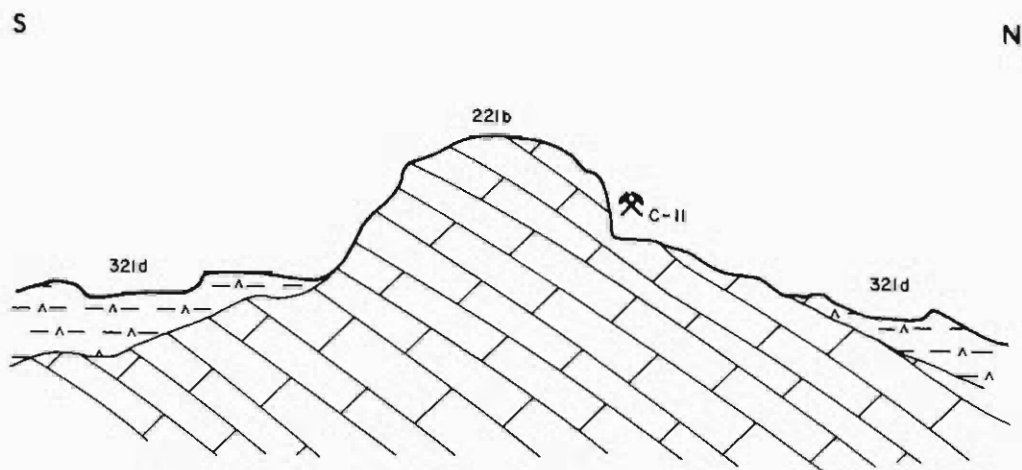
Ahora bien, mientras el flanco occidental del mismo constituye una sierra continuada en la que se encuentran la Peña de Las Almas y el Puerto de la Chavola, el flanco oriental aparece parcialmente recubierto por materiales de relleno miocénico, apareciendo



las calizas en diferentes retazos, de extensión más o menos grande, entre los que destacan los de Fuendejalón (fig. 8), Huechaseca (foto 15), Costa Raida, etc.



Foto 15.— Estribos de la presa de Huechaseca en calizas del Lías (221b) bien estratificadas en bancos.



CANtera C-11 DE FUENDEJALON

- 221b Caliza. Lías
- 321d Margas yesíferas y yesos. Mioceno

ESQUEMA SIN ESCALA  
FIGURA 8

Otro afloramiento de este grupo es el que aparece al pié de la Sierra del Moncayo, limitada por fallas (que le proporcionan su naturaleza marmórea) y que constituye un monoclinual de fuerte vergencia Este.

**Comportamiento.**— Topográficamente este grupo configura una zona realzada, pero, al constituir una alineación montañosa, prolongada, deberá ser rebasada por posibles vías de comunicación a proyectar por determinadas zonas del sureste del tramo.

Los materiales de este grupo no son ripables, en ninguna de sus variantes expuestas.

Mantiene taludes naturales y artificiales muy fuertes, con el único riesgo de algún desprendimiento de bloques (foto 16).



Foto 16.— Detalle de taludes naturales del grupo 221b en el Puerto de La Chavola.

No son de esperar problemas derivados de la presencia de agua, por su buen drenaje superficial y profundo por fisuración; a excepción de la posibilidad de manantiales a muro, en contacto con el Keuper, debido a la diferente permeabilidad de ambas.

Este grupo es susceptible de explotación en canteras y de hecho existen algunas abiertas en él, dentro del tramo, entre las que destaca la de Fuendejalón (C-11) (fig. 8) una de las más importantes de la región en aplicación a las obras públicas.

#### CALIZAS NEGRAS Y CALIZAS MARGOSAS (223)

Reunimos en este grupo diferentes horizontes de materiales calcáreos que poseen unas características geotécnicas análogas y que, consecuentemente, no tiene un interés grande su diferenciación lito—estratigráfica para los fines que nos ocupan.

**Litología.**— La parte inferior de este grupo está formado por unas calizas negras, algo untuosas al tacto, por lo que es posible contengan un cierto contenido carbonoso. Se presentan bien estratificadas en capas y algunas en lechos.

Al ascender en la serie aparecen unas calizas margosas también de colores negros, o grises oscuros, pero no tan oscuros como las anteriores. La estratificación de estos niveles es más fina, o incluso pueden aparecer en forma apizarrada.

Finalmente el tramo superior, también de colores oscuros aunque más grises, está formado por unas calizas recristalizadas con vetas de calcita. Son más duras y compactas que el resto de la serie, dando un sonido más agudo al golpeo con el martillo. Aparecen



Foto 17.— Castillo de Trasmoz sobre calizas jurásicas (223) bien estratificadas en lechos y capas.

también normalmente bien estratificadas (foto 17).

En el estudio en lámina transparente de muestras obtenidas en estos niveles se han observado lagénidos, moluscos y equinodermos, que han permitido una datación de esta serie que comprende el Dogger superior y el Malm (foto 18).

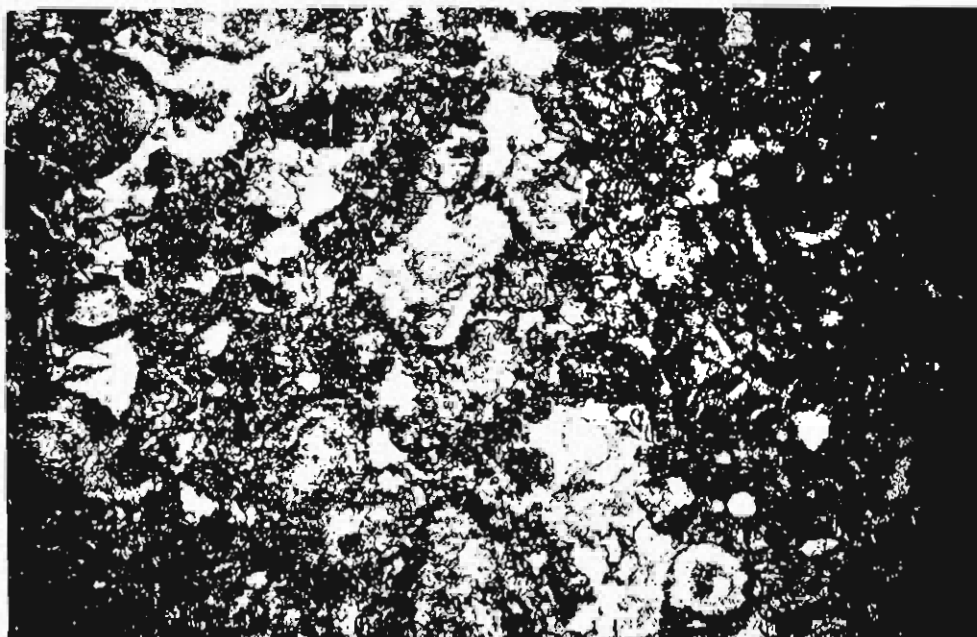


Foto 18.— Microfotografía de la caliza jurásica (223) de la estación E-19 cerca de Débanos (Luz natural x 25 aumentos).

**Estructura.**— Estos materiales ocupan los flancos del sinclinal de Litago, en la zona de dicho pueblo.

Hacia el Sureste el eje de dicho sinclinal va penetrando, pasando a ocupar este grupo el núcleo del mismo, limitado al Oeste por la falla de Talamantes, mientras por el Este, se desarrolla completamente su flanco oriental, que se continúa en el anticlinal de Tabuena.

El plegamiento no es excesivamente violento y es raro encontrar buzamientos superiores a los 60°.

**Comportamiento.**— Ocupa este grupo una gran superficie dentro de la Zona 1, de este estudio, conformando una topografía montañosa y accidentada con la consiguiente dificultad para el proyecto de carreteras, pero teniendo en cuenta lo accidentado de toda la Zona, este grupo es uno de los menos inaccesibles y, en consecuencia, no se debe descartar el paso de nuevas vías de comunicación por él.

No deben existir problemas de encharcamientos en este grupo, debido a que al buen drenaje superficial, derivado de la topografía que engendra, se une un buen drenaje profundo por fisuración.

Mantiene taludes bastante fuertes (foto 19) si bien en zonas locales con estratificación fina y buzamientos desfavorables, puede dar lugar a problemas en el mantenimiento de los mismos.



Foto 19.— Calizas jurásicas, grupo 223, que sirven de apoyo a las casas de Vozmediano.

Esta formación no es ripable, salvo en zonas localizadas, donde por su naturaleza apizarrada, o su grado de alteración, se podría realizar el arranque mediante maquinaria.

Este grupo es susceptible de explotación en canteras, existiendo diversos frentes abiertos en él, en esta Zona y en la 2.

#### ARENISCAS Y CONGLOMERADOS (231a) Y MARGAS VERDES CON NIVELES OCASIONALES DE ARENISCAS (231b)

Estos dos grupos, que originan el núcleo del sinclinal de Litago, en la parte septentrional de esta Zona, tienen aquí un desarrollo más restringido que en la Zona 2, donde presentan series más completas. Por esta causa su estudio lo realizaremos al tratar dicha Zona.

#### GRUPOS MIOCENICOS 321a, 321b, 321c

Estos grupos no están ampliamente representados en esta Zona, entrando solamente como isleos de relleno moderno, que recubren parcialmente, de forma discordante, las estructuras mesozoicas subyacentes que hemos estudiado.

El área propia de su desarrollo es la Zona 3 y a ella remitimos su estudio.

#### RAÑAS DE PIE DE MONTE (350)

Se sitúa este grupo en la falda de la Sierra del Moncayo, donde origina una concentración de materiales coluviales procedentes de la denudación de dicha sierra (foto 20).



Foto 20.— Vista de la raña de pie de monte (350) en la ladera septentrional del Moncayo.

Su disposición es suavemente inclinada siguiendo la pendiente de la sierra, para extenderse posteriormente por la llanura, donde disminuye progresivamente su potencia, hasta desaparecer.

Origina una morfología típica, definida con el nombre clásico de raña, llegando a alcanzar una potencia máxima que estimamos alrededor de unos 50 m.

Litología.— Bolos, gravas, gravillas y algún bloque de mayor o menor dimensión,



Foto 21.- Detalle de la raña de pie de monte (350).

con presencia de finos arenosos con algo de arcilla de color marrón rojizo (foto 21).

Los cantos son en su totalidad de naturaleza silíceo: cuarcitas, areniscas y fragmentos de conglomerados triásicos, con dimensiones totalmente irregulares, estando su grado de rodadura en función de su tamaño, así los elementos más gruesos aparecen angulosos, característica que desaparece al disminuir sus dimensiones.

La disposición de estos materiales es totalmente caótica, sin ningún grado de cementación entre ellos.

**Estructura.**— Recubrimiento coluvial que fosiliza parcialmente el relieve subyacente, sin ningún rasgo de estratificación.

**Comportamiento.**— Constituyen sus materiales un grupo apto para el proyecto de carreteras por él, dada su topografía llana y uniforme y el carecer prácticamente de problemas geotécnicos importantes.

Su drenaje profundo es generalmente bueno por porosidad, pero en lugares con finos más arcillosos habrá de evitarse las zonas llanas donde, al unirse al mal drenaje superficial, pueden originarse zonas encharcables.

Este grupo es ripable en su totalidad y erosionable.

Los mayores taludes naturales observables tienen una altura que constituye la máxima potencia del grupo. En este caso su pendiente es de unos  $45^{\circ}$ . Dada su topografía llana no se prevén taludes artificiales importantes.

Este grupo es susceptible de explotación para obtención de material: bien como gravas con eliminación de finos y posterior clasificación por tamizado, bien como "todo uno" para terraplenes, rellenos, etc.

TERRAZAS DE GRAVAS (T1)  
TERRAZAS ARCILLO-LIMOSAS (T2)  
ALUVIALES DE GRAVAS (A1)  
ALUVIALES ARCILLOSOS (A2)

Estos grupos tienen mayor desarrollo en la Zona 2 (T2 y A2) y en la Zona 3 (T1 y



A1), por lo que remitimos su estudio a dichas Zonas.

#### ALUVIALES DE PIE DE MONTE (A4)

Comprende los aluviales de los torrentes y arroyos que proceden de la Sierra del Moncayo, cuyas características principales comunes a todos ellos son: recorridos cortos, proximidad a su nacimiento, fuertes pendientes y cauces secos.

**Litología.**— Bloques, bolos y gravas de naturaleza silíceas, generalmente poco rodados, procedentes de la denudación de la Sierra del Moncayo y arrastrados por acción aluvial (foto 22).



Foto 22.— Aspecto del aluvial de pie de monte (A4) y la pedriza de montaña (C1) en el nacimiento del río Huecha.

Existe también un cierto contenido de finos areno—arcillosos.

**Comportamiento.**— La mayoría de los cauces de este grupo son lo suficientemente estrechos como para poder pasarlos mediante obras de fábrica, apoyadas en las formaciones de los estribos.

Sin embargo, en alguno de ellos, en especial en el cauce del río Huecha aguas arriba de Vera de Moncayo, al necesitar apoyos de pilas intermedias, habrán de tenerse en cuenta los peligros que entraña la activa socavación producida, principalmente, en época de avenidas.

La explotación de gravas es en este grupo más problemática, debido a la gran dispersión de tamaños, con abundancia de elementos gruesos, de difícil machaqueo debido a su dureza.

#### PEDRIZAS DE MONTAÑA (C1)

Diversas y abundantes pedrizas de muy distintos tamaños, colgadas en la ladera oriental de la Sierra del Moncayo (foto 23).

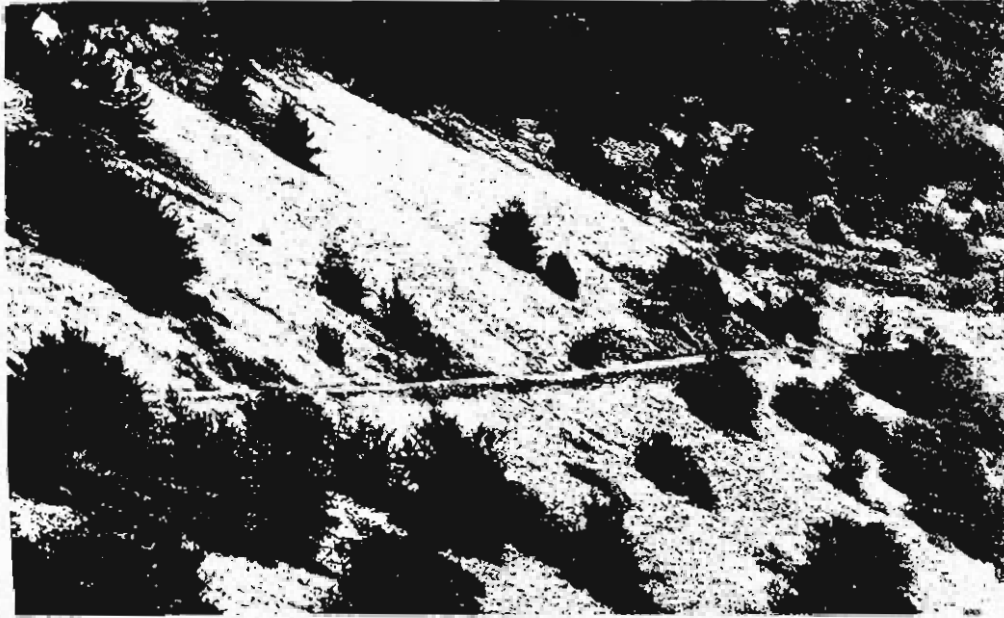


Foto 23.— Pedriza de ladera del Moncayo (C1).

**Litología.**— Bloques de muy distintos tamaños y bolos, de naturaleza silíceo, en acumulación caótica, sin finos (foto 24).



Foto 24.— Detalle de los bloques silíceos que forman la pedriza de montaña (C1).

**Comportamiento.**— A la hora del proyecto de carreteras carece totalmente de interés el estudio de este grupo, ya que el lugar donde se encuentra elimina la posibilidad



de su paso por ellos. Además, su forma aislada y relativamente reducida, las hace perfectamente marginables en futuros trazados.

Para la construcción de accesos locales deberá tenerse muy presente el riesgo de desmoronamiento que existe, al encontrarse estas pedrizas en un equilibrio inestable y que originaría, no solamente el corte de la posible carretera ya construída, sino un grave riesgo de aludes de grandes dimensiones con consecuencias imprevisibles.

#### COLUVIALES DE PIE DE MONTE (C2)

**Litología.**— Bolos y gravas de naturaleza silíceas con presencia de finos areno—arcillosos sin cementar (foto 25).

La proporción de finos es en este caso suficientemente importante, comunicándole al grupo un colorido marrón—rojizo.



Foto 25.— Detalle del coluvial C2 en la carretera de Ainzón a Tabuena.

**Comportamiento.**— Existe poca probabilidad de que un futuro trazado de carreteras afecte a este grupo, debido a su escasa superficie y lugar donde aparece al pié de un fuerte obstáculo orográfico. No obstante no ofrece ningún problema geotécnico importante. Sin embargo es susceptible de explotación para obtención, principalmente, de material de préstamo.

#### CONOS DE DEYECCION (D)

Formaciones litológicamente heterogéneas, generalmente limo—arcillosas, localizadas y cartografiadas mediante fotogeología y que, debido a su extensión y situación en zonas de vergencia de escorrentía, son perfectamente marginables en cualquier trazado de carreteras.

#### 3.1.4. Resumen de problemas de comportamiento que presenta la Zona

El mayor problema de esta Zona se deriva de la presencia de la Sierra del Moncayo, importante obstáculo orográfico que limita el proyecto de vías de comunicación en sentido NE–SO, salvo utilizando la siempre difícil solución en túnel. En nuestro caso es factible el evitar dicha sierra, rodeándola por el nordeste.

El trazado en dirección NO–SE, es decir, en la misma dirección de la sierra al pie de la misma, es también posible, pero menos lógica, si se tiene en cuenta la mejor accesibilidad topográfica de la Zona 3, próxima a ésta.

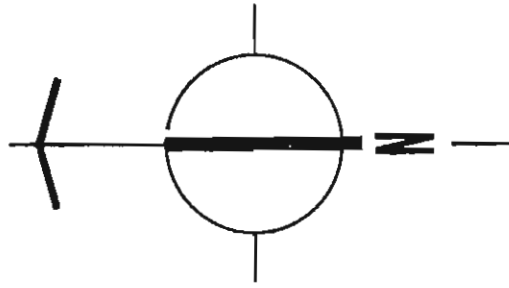
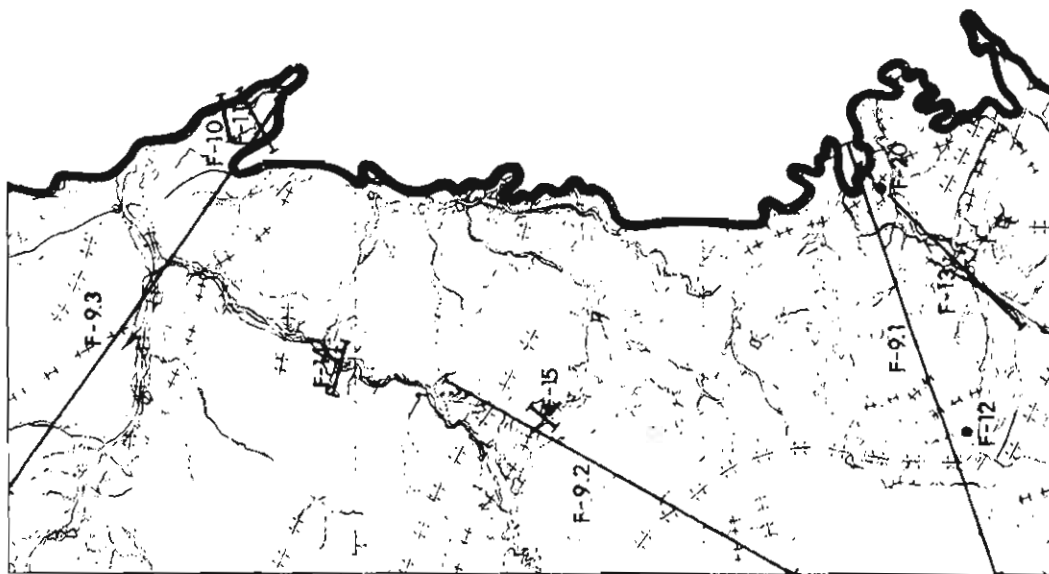
Al margen de estas consideraciones topográficas, de importancia principal en esta Zona, los problemas de tipo geotécnico serían poco importantes y se limitarían, eliminados los grupos pequeños y aislados, fácilmente evitables, a los siguientes:

- Mantenimiento de taludes y posibles deslizamientos locales de las areniscas y argilitas del Bunt (211).
- Desprendimiento de bloques de los grupos 131, 212, 221a, 221b y 223.
- Posibilidad de manantiales en los contactos de los grupos 221a y 22ab con los 211 y 213.
- Riesgo de encharcamiento en algunas zonas de los grupos 211 y 350.

En esta Zona pueden explotarse canteras de caliza de los grupos 221b y 223, posiblemente diabasas en los afloramientos del 002, gravas en los grupos A1 y A4 y material de préstamo en los grupos 350, T1 y C2.

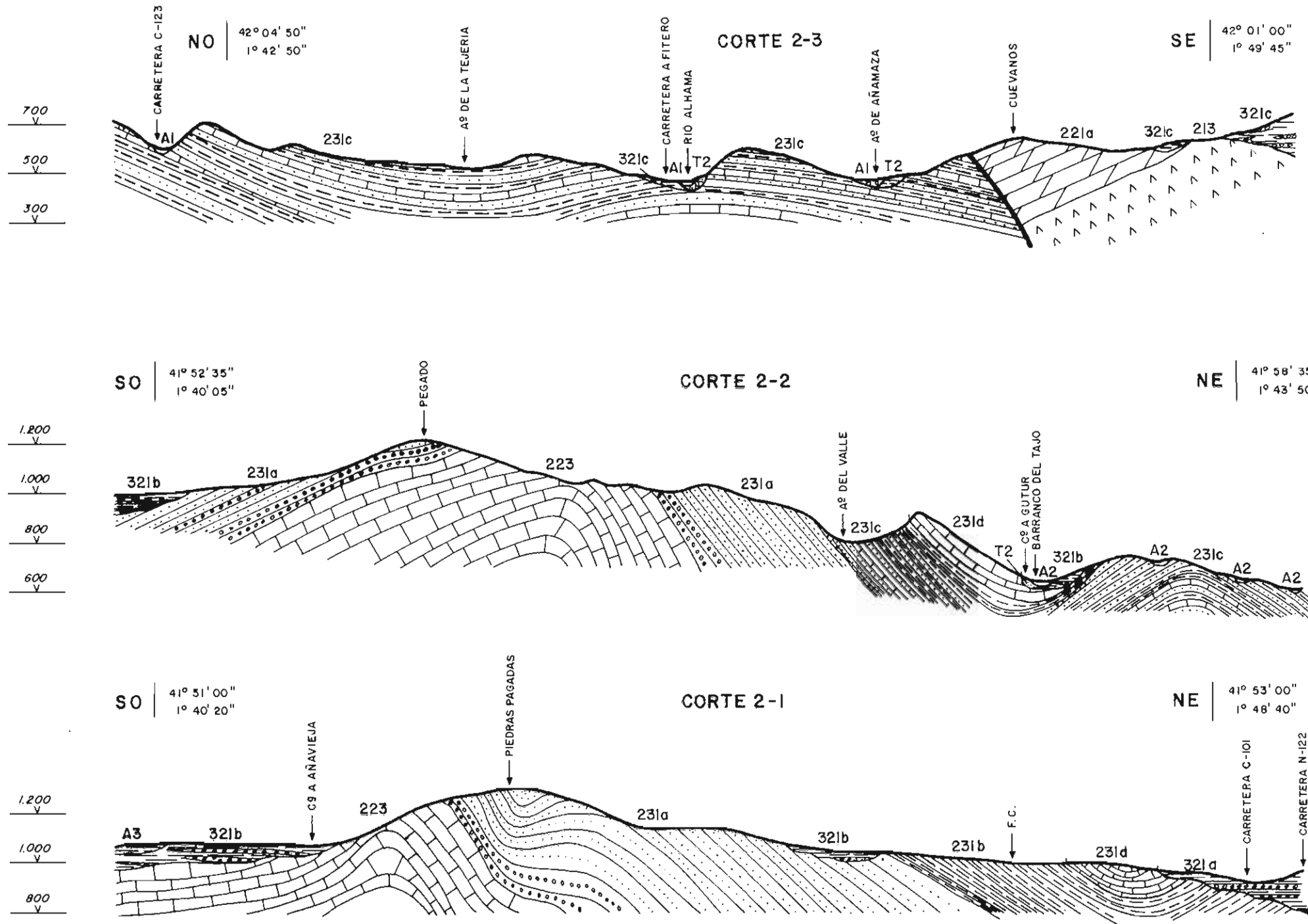
**ESQUEMA GEOGRAFICO Y DE SITUACION  
DE CORTES Y FIGURAS DE LA ZONA 2**

ESCALA 1:200.000



CORTES ESQUEMATICOS CORRESPONDIENTES A LA ZONA 2

ESCALA | HORIZONTAL 1/50.000  
VERTICAL 1/20.000



- |      |  |      |  |
|------|--|------|--|
| 213  | Yesos y arcillas. Keuper                                       | 321a | Conglomerados. Mioceno                       |
| 221a | Dolomías y calizas dolomíticas (carniolas). Lías inferior      | 321b | Conglomerados, arcillas y areniscas. Mioceno |
| 223  | Calizas negras y calizas margosas. Jurásico                    | 321c | Arcillas y conglomerados. Mioceno            |
| 231a | Areniscas y conglomerados. Wealdense                           | T2   | Terraza arcillo-arenosa. Cuaternario         |
| 231b | Margas verdes. Wealdense                                       | A1   | Aluviol de gravos. Cuaternario               |
| 231c | Alternancia bandeada de margas, calizas y areniscas. Wealdense | A2   | Aluviol arcilloso. Cuaternario               |
| 231d | Calizas y calizas margosas. Wealdense                          | A3   | Llanura aluvial limo-arcillosa. Cuaternaria  |

FIGURA 9

## 3.2. ZONA 2 – VALLE DEL RIO ALHAMA

### 3.2.1. Geomorfología y Tectónica

Esta Zona está formada, principalmente, por materiales de sedimentación lacustre en facies wealdense, que han sido plegados en la Orogenia Alpina, generando un área muy replegada.

Morfológica y topográficamente constituye una unidad monótona, de características montañosas intrincadas, aunque sin alcanzar grandes alturas, ya que raramente se sobrepasa la cota 1.000 m.

Rompiendo la monotonía del relieve aparecen los cauces de los ríos principales, que discurren en dirección sensiblemente S–N, generando valles bastante anchos, aunque no excesivamente potentes en sus depósitos aluviales.

Tales ríos son el Alhama, el Añamaza y el Linares en dirección perpendicular a la de los dos anteriores. Todos los ríos de la Zona son afluentes de río Alhama, quien a su vez lo es en última instancia del río Ebro por su derecha.

Tectónicamente, como hemos dicho, esta Zona se encuentra fuertemente replegada, sucediéndose diversas estructuras cuyas direcciones principales son sensiblemente NO–SE, y que ya se citaron al comentar la tectónica general del Tramo, de entre los que resaltaremos los anticlinales del Pégado y Cervera y los sinclinales de Agreda y Cabretón, todos ellos consecutivos y que originan amplios pliegues de características suaves (cortes de la figura 9).

Importancia tectónica tiene también el diapiro de Fitero, situado al nordeste del Tramo, cuyo contacto occidental se produce por falla, mientras el oriental aflora mecanizando los depósitos terciarios situados en su borde, de donde se desprende que su extrusión se ha producido en época reciente, posterior a la deposición de los citados materiales miocénicos.

3.2.2. Columna estratigráfica

Escala 1:20.000

COLUMNA LITOLOGICA	REFERENCIA LITOLOGICA	REFERENCIA GEOTECNICA	DESCRIPCION	EDAD
	C2yD	G	COLUVIAL Y DEYECCIONES	CUATERNARIO
	AlyT1	G	ALUVIALES Y TERRAZAS GRANULARES	"
	A2,A3,A6,T2	H	ALUVIALES Y TERRAZAS ARCILLOSAS	"
	321f	D	CALIZA DE PARAMOS	MIOCENO
	321c	F	ARCILLAS Y CONGLOMERADOS	"
	321b	F	CONGLOMERADOS, ARCILLAS YARENISCAS	"
	321a	B	CONGLOMERADOS	"
	231d	D	CALIZAS Y CALIZAS MARGOSAS	WEALDENSE
	(1) 231c	E	ALTERNANCIA BANDEADA DE MARGAS, CALIZAS Y ARENISCAS CON PRESENCIA DE YESOS	"
	(2) 231b	E	MARGAS VERDES CON NIVELES OCASIONALES DE ARENISCAS Y CALIZAS MARGOSAS	"
	231a	B	ARENISCAS Y CONGLOMERADOS	"
	223	D	CALIZAS NEGRAS Y CALIZAS MARGOSAS	JURASICO SUP
	221a	D	DOLOMIAS Y CALIZAS DOLOMITICAS (CARNIOLAS)	LIAS INF
	213	C	ARCILLAS Y YESOS	KEUPER
	002	D	DIABASAS	"

### 3.2.3. Grupos litológicos (Cortes figura 9)

#### ARCILLAS Y YESOS (213)

Pertenciente a este grupo dentro de la Zona 2, se encuentra el afloramiento de Fitero, que a diferencia de los isleos que originaba el de Tabuenca en la Zona 1, aquí está unido y con unas dimensiones relativamente importantes.

**Litología.**— En su mayor parte está formado por yeso fibroso de colores oscuros: grises y negros.

Su aspecto es masivo, apareciendo en grandes concentraciones que son explotadas en diversas canteras (foto 26).

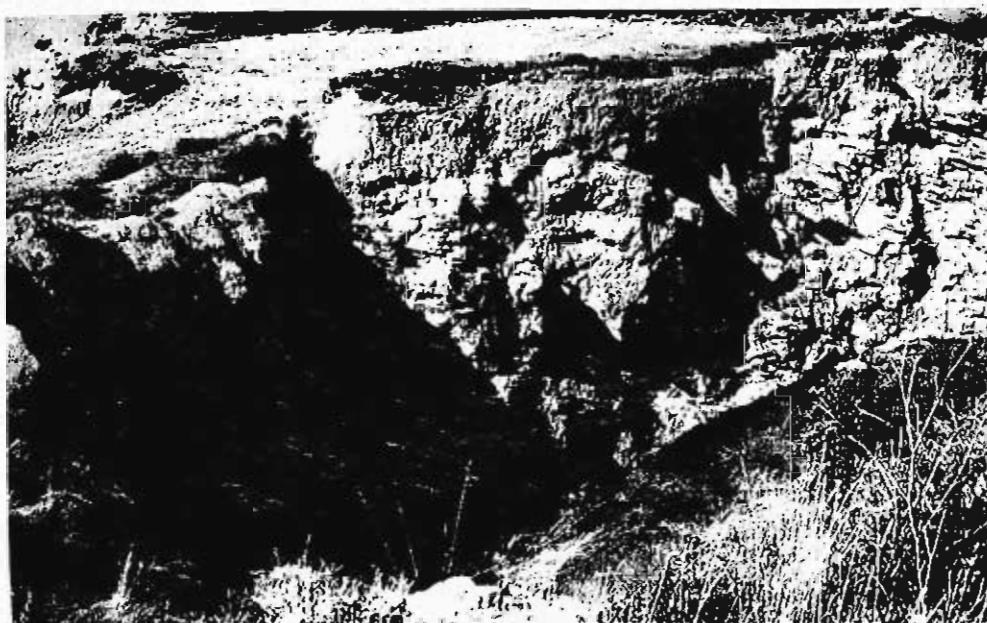


Foto 26.— Aspecto del yeso masivo en el diapiro de Fitero (213).

También aparecen en esta Zonas típicas arcillas varioladas, aunque en menos proporción que el yeso, irregularmente repartidas.

**Estructura.**— El afloramiento de Fitero es de origen diapírico, producido por extrusión de una masa plástica profunda por tensiones internas, aprovechando zonas de debilidad, ocasionadas, generalmente, por inestabilidades surgidas tras los esfuerzos orogénicos.

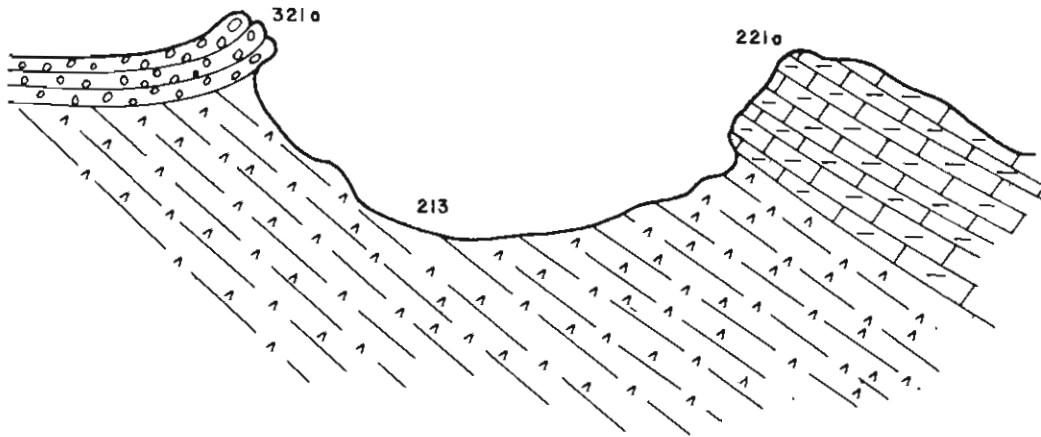
Aunque el ascenso de los materiales plásticos así producido es caótico, sin embargo, en este caso se aprecian ciertos rasgos de ordenación con una cierta vergencia Oeste.

Los bordes del diapiro son lógicamente discordantes, como corresponde a la génesis del mismo. Son perfectamente visibles las inflexiones que sufren los bancos de conglomerados miocénicos situados en su borde oriental, que pasan de su posición normal subhorizontal a ponerse prácticamente verticales (foto 3 y figura 10). Esta tectónica de borde no afecta al contacto occidental al producirse por falla (fig. 11).

**Comportamiento.**— Por sus malas características mecánicas, erosionabilidad, riesgos de encharcamientos derivados de su mala permeabilidad, lo que también origina inestabilidad de taludes y la presencia de yesos, con los inconvenientes que ello trae consigo, este grupo origina una cierta problemática en el proyecto de carreteras.

E

O



DETALLE DEL DIAPIRO DE FITERO

213 Arcillas y yesos. Keuper

ESQUEMA SIN ESCALA

221a Dolomías y calizas dolomíticas (Carniolas). Infralías

321a Conglomerados. Mioceno

FIGURA 10

Sin embargo, al presentar este afloramiento bastante extensión y una topografía interesante, al constituir una zona de valle rodeada de otras más intrincadas, puede servir de paso a un futuro trazado de carretera. A esto se une que su comportamiento geotécnico es mejor que en la zona de Tabuénca, debido a que predominan los yesos sobre las arcillas, lo que, si bien produce agresividad y posibles subsidencias locales, ofrece mejores características mecánicas y elimina, en parte, los problemas de drenaje.

Las arcillas son ripables en todo el Tramo, mientras que los yesos masivos no lo son.

Los taludes en yesos son medios con pendientes de  $80^{\circ}$  y en las arcillas los taludes naturales son bajos de  $40^{\circ}$  de pendiente.

#### DIABASAS (002)

#### DOLOMIAS Y CALIZAS DOLOMITICAS (221a)

Estos grupos han sido comentados anteriormente como pertenecientes a la Zona 1 de este estudio.

#### CALIZAS NEGRAS Y CALIZAS MARGOSAS (223)

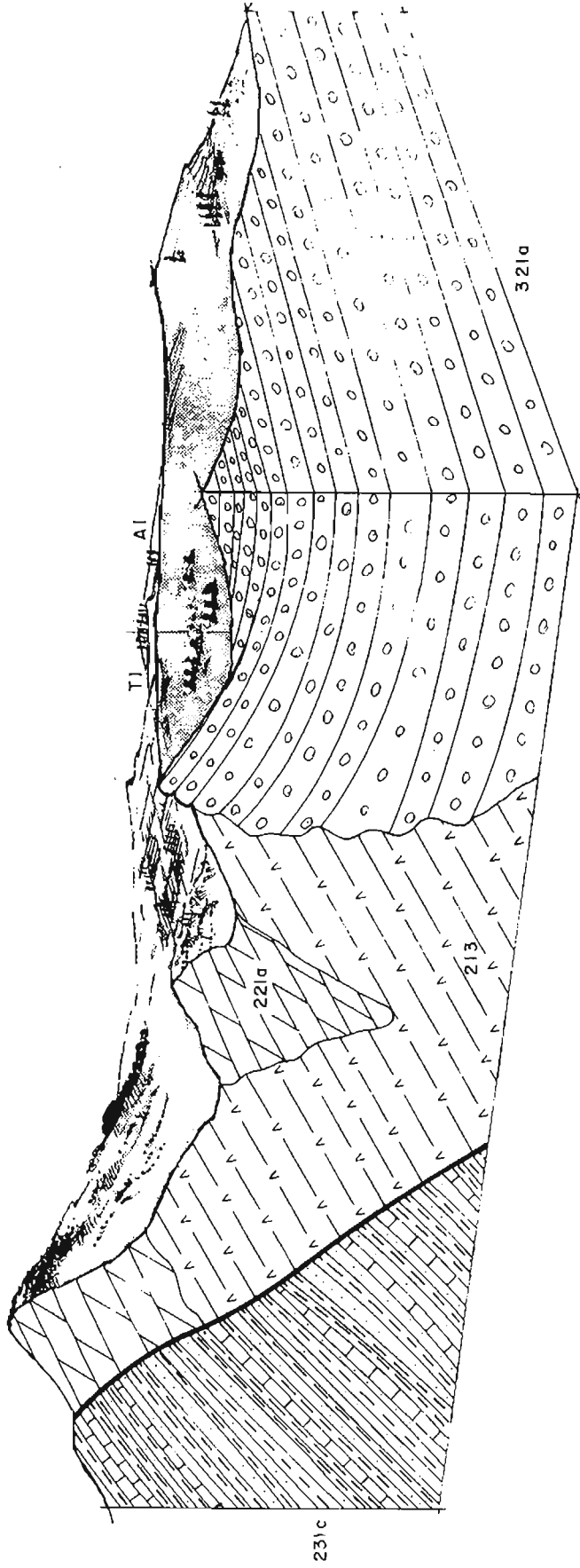
Este grupo ya fué tratado en la Zona 1, pero en ésta presenta algunas diferenciaciones litológicas y estructurales.

Litología.— Los niveles inferiores que aquí aparecen corresponden a calizas mar-



O

E



BLOQUE DIAGRAMA CORRESPONDIENTE AL DIAPIRO DE FITERO ( ZONA 2 )

- 213 Yesos y arcillas. Keuper
- 221a Dolomías y calizas dolomíticas. Lías
- 231c Alternancia bandeada de margas, areniscas y calizas con presencia de yesos. Wealdense
- 321a Conglomerados. Mioceno
- T1 Terraza de gravas. Cuaternario
- A1 Aluvial de gravas del río Alhama. Cuaternario

ESQUEMA SIN ESCALA

FIGURA 11

gosas de colores oscuros, análogos a los encontrados en la zona 1, aunque prácticamente no se han hallado las carbonosas negras, untuosas al tacto, que allí constituían la base de la serie.

Ascendiendo en la misma aparecen unas calizas micríticas ligeramente arenosas, marrones, muy fosilíferas, con fauna de moluscos y equinodermos que aparecen recristalizadas, ofreciendo localmente un aspecto de caliza marmórea, debido a la concentración de dicha fauna.

Encima aparecen unas calizas grises oscuras algo recristalizadas, de tipo cárstico, bien estratificadas, zonalmente oolíticas (foto 27).

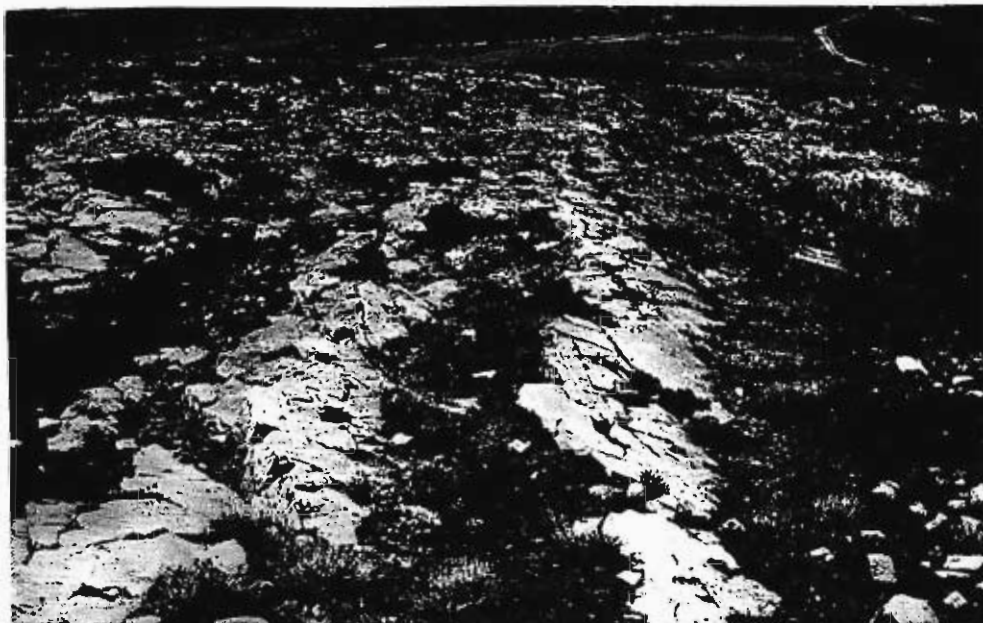


Foto 27.— Niveles bien estratificados de caliza jurásica (223) cerca de Añavieja.

Más arriba aún, las calizas tienen el mismo aspecto, pero desaparece prácticamente la fauna observada en niveles anteriores excepción hecha de crinoides de notables dimensiones (foto 28).

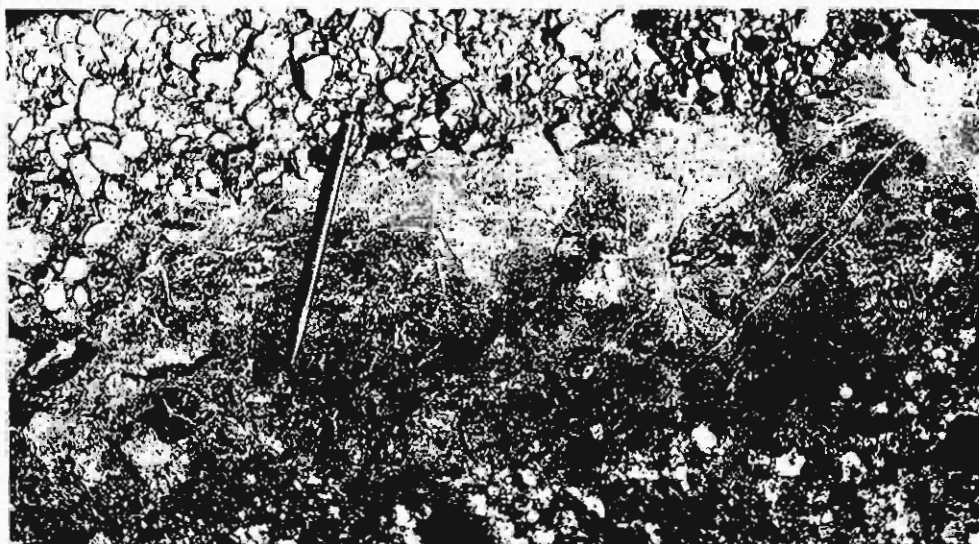
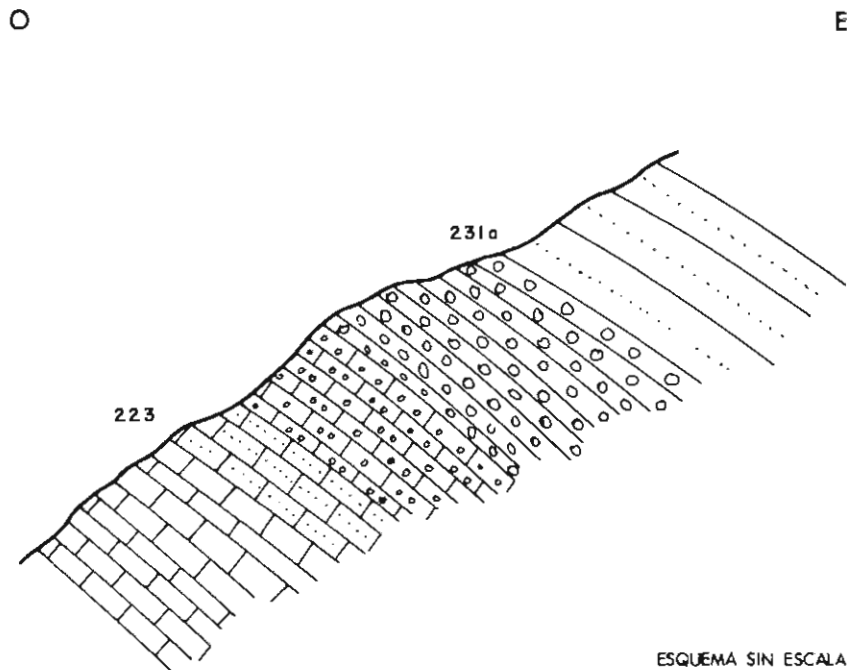


Foto 28.— Detalle de crinoides en las calizas jurásicas (223) de Añavieja.

Estas calizas se van haciendo progresivamente algo arenosas y posteriormente aparecen con cantos de cuarzo redondeados, englobados en ellas, que hacen el papel de matriz en la típica definición de una roca conglomerática. Se trata del paso progresivo y concordante a la deposición del grupo 231a que lo hace en aguas continentales (fig. 12).



DETALLE DE LA CONCORDANCIA ENTRE LOS GRUPOS 223 Y 231a  
EN LA LADERA ORIENTAL DE LA SIERRA DE SAN BLAS (AGREDA)

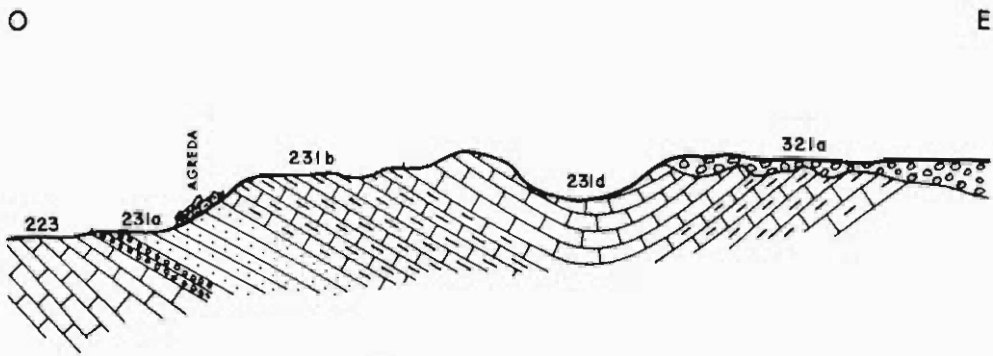
223	<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 20px; border-bottom: 1px solid black;"></td> <td>Calizas recristalizadas</td> </tr> <tr> <td style="border-bottom: 1px solid black;"></td> <td>Calizas arenosas</td> </tr> <tr> <td style="border-bottom: 1px solid black;"></td> <td>Calizo conglomerática</td> </tr> </table>		Calizas recristalizadas		Calizas arenosas		Calizo conglomerática	JURASICO SUPERIOR
	Calizas recristalizadas							
	Calizas arenosas							
	Calizo conglomerática							
231 a	<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 20px; border-bottom: 1px solid black;"></td> <td>Conglomerados</td> </tr> <tr> <td style="border-bottom: 1px solid black;"></td> <td>Arenisca</td> </tr> </table>		Conglomerados		Arenisca	WEALDENSE		
	Conglomerados							
	Arenisca							

FIGURA 12

**Estructura.**— Forma el núcleo del anticlinal del Pégado que constituye a su vez, el extremo del flanco occidental del importante sinclinal de Agreda.

Dicho flanco constituye un corte ideal para el estudio de la serie estratigráfica, desde este grupo hasta el 231d, pudiendo realizarlo siguiendo la CN-122 entre el cruce con la local de Muro de Agreda y la C-101 (fig. 13).

**Comportamiento.**— Este grupo dentro de la Zona 2, no ofrece excesivas dificultades topográficas para el proyecto de posibles vías de comunicación, no siendo de esperar problemas geotécnicos importantes. Las características geotécnicas fueron expuestas al tratar el grupo en la Zona 1.



ESQUEMA A LO LARGO DE LA CARRETERA N-122 (AGREDA)

- 223 Calizas negras. Jurásico
- 231a Areniscas y conglomerados. Wealdense
- 231b Margas verdes. Wealdense
- 231d Calizas y calizas margosas. Wealdense
- 321a Conglomerados. Mioceno

ESQUEMA SIN ESCALA

FIGURA 13



Foto 29. - Detalle de los conglomerados de base del Wealdense(231a).

## ARENISCAS Y CONGLOMERADOS (231a)

Constituye este grupo el muro de la potente serie de depósitos continentales conocida como "facies wealdense".

**Litología.**— Comienza la serie con un conglomerado basal formado por cantos de cuarzo blanco y ocasionalmente rosado, perfectamente rodados, de tamaños bastante homométricos, con dimensiones análogas a los de un huevo de paloma (foto 29).

Los cantos de este conglomerado que, como ya comentábamos, empezaban a depositarse al final de la sedimentación marina que daba lugar a los niveles superiores del grupo calcáreo 223, se engloban al comenzar la deposición continental wealdense, en una matriz cuarzo—arenosa, con un elevado grado de cementación.

Este conglomerado basal tiene una potencia de alrededor de 20 m, sedimentados en bancos y capas (foto 30).



Foto 30.— Aspecto del conglomerado de base del Wealdense (231a) en Agreda.

Ascendiendo en la serie, la sedimentación va progresivamente disminuyendo el tamaño del grano, pasando a una arenisca blanca de grano grueso a medio y posteriormente a otra de grano medio a fino de color marrón.

La potencia de este segundo tramo del grupo es de unos 150m (foto 31).

Aunque se trata de dos niveles litológicamente diferenciables, el paso gradual de uno a otro y el comportamiento análogo de ambos para el trazado de vías de comunicación, aconsejan su estudio como un grupo único.

**Estructura.**— Los materiales sedimentarios en la facies wealdense, sufrieron en la Orogenia Alpina un plegamiento fuerte, pero no violento, que engendró una continúa sucesión de estructuras más o menos amplias.

Este grupo ocupa los flancos de varias de ellas dentro del Tramo, como en el anticlinal del Pégado, Sinclinal de Agreda, etc.

**Comportamiento.**— Este grupo no origina extensos afloramientos pero juntamente con el resto de los grupos de facies Wealdense engendra una topografía accidentada, aún sin alcanzar grandes elevaciones, por lo que es aconsejable buscar en el trazado de posibles

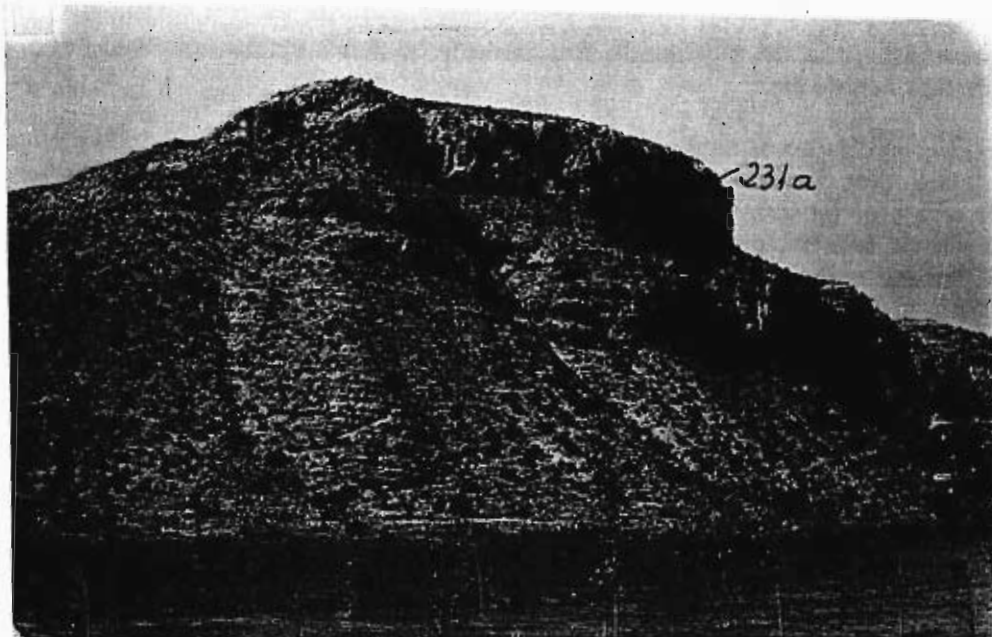


Foto 31.— Embalse de Valdegutur: Caliza jurásica (223) y encima conglomerado de base wealdense (231a)

vías de comunicación, los valles de los escasos ríos existentes en la Zona.

Desde el punto de vista geotécnico no ofrece dificultades importantes, ya que no existen problemas de encharcamiento al tener una buena permeabilidad por porosidad y fisuración. Existe un cierto riesgo de desprendimiento de bloques.

Los taludes naturales estables observados son de unos 60° de inclinación en alturas superiores a 40 m.

Salvo en alguna zona aislada, este grupo puede considerarse como no ripable.

#### MARGAS VERDES CON NIVELES OCASIONALES DE ARENISCAS (231b)

**Litología.**— Este grupo es una continuación de la serie de sedimentos continentales en facies wealdense, por lo que sus límites no son netos.

La mayor parte de sus materiales están formados por unas margas de color predominantemente verdoso, aunque alteradas dan tonos marrones, que tienen como característica principal la presencia abundante de cubos de pirita perfectamente formados, algunos de los cuales alcanzan grandes dimensiones.

En la parte inferior del grupo es abundante la presencia de niveles de arenisca marrón de grano fino a medio, que no es sino la continuación del grupo anterior.

Por su parte, en los niveles superiores aparecen más carbonatos, duros y compactos que constituyen las calizas margosas en tránsito al grupo 231d.

Los materiales de este grupo se presentan generalmente bien estratificados en lechos o a lo sumo en capas, si bien en determinadas zonas las margas aparecen apizarradas (foto 32).

**Estructura.**— Como el resto de los grupos de esta facies continental, los materiales de éste, se presentan muy replegados en grandes estructuras de las que este grupo ocupa los flancos (foto 33).

**Comportamiento.**— Ya se comentaron en el grupo anterior las dificultades topográficas que origina la totalidad de la Zona 2, de la que cada una de las formaciones que la integran entra a formar parte con características geomorfológicas análogas.





Foto 32.— Aspecto del grupo 231b, localmente apizarrado, en Añón



Foto 33.— Aspecto bandeado del grupo 231b al este de Agreda.

Su comportamiento frente a la acción del agua es bueno, pues a su relativamente buena permeabilidad por fisuración se une un buen drenaje superficial derivado de su topografía accidentada, por lo que no se esperan encharcamientos.

Este grupo no es ripable, pero debido a que frecuentemente se presenta alterado o apizarrado, existirán posibilidades de extracción mecánica, aunque ésta siempre se producirá con un bajo rendimiento.

Salvo los casos de alteración superficial ya apuntados, este grupo mantiene taludes bastante fuertes en altura de 10 m.

#### ALTERNANCIA BANDEADA DE MARGAS, CALIZAS Y ARENISCAS CON PRESENCIA DE YESOS (231c)

En la parte central y septentrional de esta Zona, el grupo anterior 231b, posee unas características litológicas y estratigráficas especiales, que condicionan un comportamiento diferente del terreno para hacer frente a posibles trazados futuros, por lo que lo hemos diferenciado como un grupo aparte, el 231c.

**Litología.**— Este grupo lo integra una serie monótona potente (foto 34) formada por una alternancia, irregular en su distribución, de margas verdes, areniscas marrones de grano fino y calizas margosas, todas ellas perfectamente estratificadas en lechos y excepcionalmente en capas poco potentes, lo que le confiere un aspecto bandeado original, tipo flyschoides. Ocasionalmente este bandeado presenta ondulaciones y repliegues locales más o menos grandes (fotos 35 y 36).



Foto 34.— Aspecto del bandeado del grupo 231c en la bajada de Cervera de río Alhama.

En diversas zonas se observan eflorescencias blancas que denuncian la presencia de yeso disperso e incluso se han podido observar algunos cristales o fragmentos grumosos del mismo.

**Estructura.**— Este grupo se presenta muy replegado aunque sus buzamientos rara vez sobrepasan los 60° de pendiente. Origina diversas estructuras (foto 37), en especial en la parte septentrional de la Zona, donde, dada su enorme potencia (superior a 1.000 m) ocupa los núcleos y flancos de las mismas.

**Comportamiento.**— Aunque los diferentes bancos litológicos que componen este grupo aparecen fuertemente unidos entre sí, la estructura bandeada ofrece un cierto riesgo de deslizamiento, que aumenta en zonas alteradas y con buzamientos fuertes y desfavorables.





Foto 35.- Detalle de los repliegues locales del grupo 231c en Cervera del río Alhama.



Foto 36.- Detalle de micropliegue del grupo 231c junto a Cabretón



Foto 37.— Vista del flanco sureste del sinclinal de Aguilar (grupos 231c y 231d).

Recientemente se ha producido un importante desprendimiento que ha afectado a diversas casas del pueblo de Cervera del río Alhama, pero la causa no ha sido un deslizamiento, sino un desplome por acción mecánica de fuertes lluvias (foto 38 y figura 14).

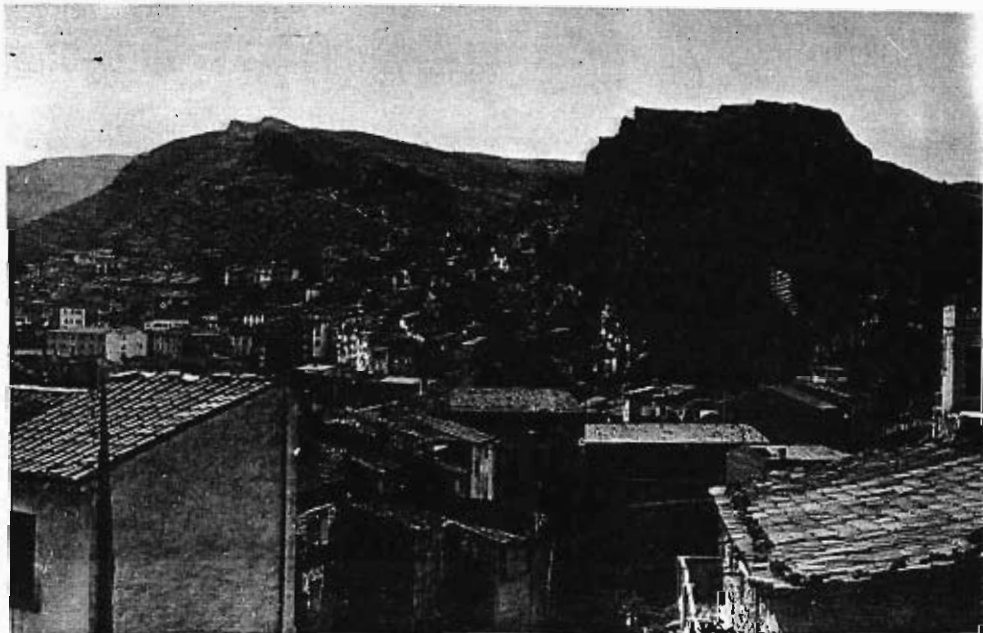
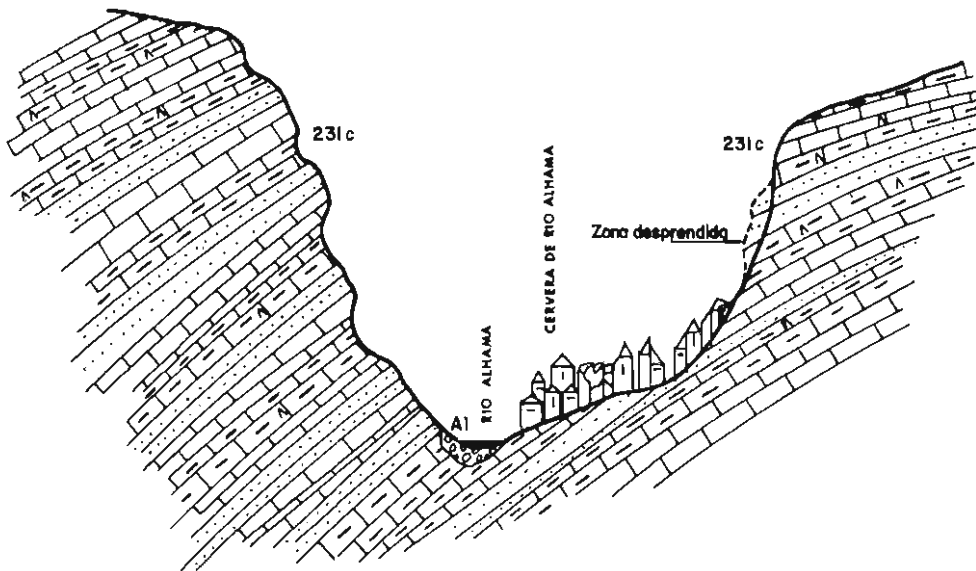


Foto 38.— Aspecto del grupo 231c sobre Cervera del río Alhama. La zona D sufrió posteriormente un desprendimiento, desmoronándose por acción de fuertes lluvias.



DETALLE DEL GRUPO 231c JUNTO A CERVERA DE RIO ALHAMA  
SITUACION DEL DESPRENDIMIENTO OBSERVADO

- 231c Alternancia bandeada de margas, calizas y areniscas  
con presencia de yesos. Wealdense
- A1 Aluvial de gravas. Cuaternaria

ESQUEMA SIN ESCALA

FIGURA 14

De todas formas se han observado taludes artificiales verticales perfectamente conservados, en alturas superiores a los 15 m.

Formación no ripable.

La presencia de yeso origina problemas de agresividad, localizables no sólo en este grupo, sino en los aluviales próximos, por concentración de iones sulfato de las aguas de escorrentía.

No son de esperar problemas de encharcamientos debido al buen drenaje superficial de la zona.

#### CALIZAS Y CALIZAS MARGOSAS (231d)

**Litología.**— Constituye un horizonte **litológico** situado en la parte alta de la serie wealdense, que debido a una mayor concentración de carbonatos presenta niveles de caliza dura y compacta, alternando con otros de caliza margosa.

Los estudios microscópicos realizados con muestras de este nivel, denotan la existencia de algas lacustres de tipo caráceas.

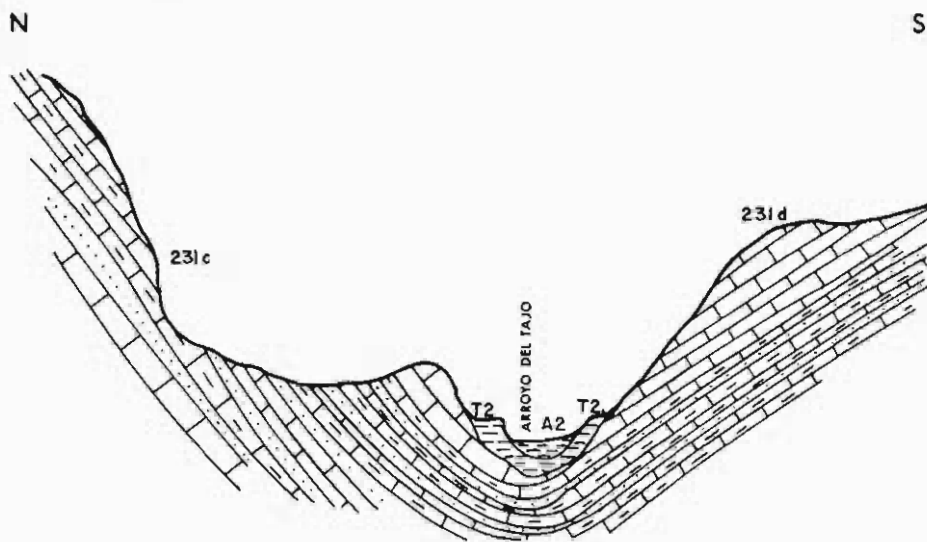
Los colores predominantes son blanco y negro, por lo que los cortados de este grupo presentan un vistoso aspecto (foto 39).

**Estructura.**— Este grupo ocupa los núcleos de diversas estructuras sinclinales (fig. 15).

**Comportamiento.**— Topográficamente participa de las dificultades, comentadas, de toda la Zona. Este grupo no ofrece problemas geotécnicos especiales.



Foto 39.— Aspecto del grupo 231d en la cantera de Agreda (C5)



SITUACION DE GRUPOS EN LA CARRETERA DE AGUILAR A GUTUR

- 231c Alternancia bandeada de margas, calizas y areniscas con presencia de yesos. Wealdense
- 231d Calizas y calizas margosas. Wealdense
- T2 Terraza arcillosa. Cuaternario
- A2 Aluvial arcillosa. Cuaternario

ESQUEMA SIN ESCALA

FIGURA 15

No ripable. Buen drenaje superficial.

En las zonas con mayor concentración de niveles de caliza, puede ser rentable la explotación de canteras para obtención de áridos para diversas aplicaciones constructivas de carreteras. Entre las abiertas para este uso destaca la C-5 junto a la CN-122.

Los taludes naturales mantienen pendientes de  $60^{\circ}$  en alturas superiores a 40 m.

#### GRUPOS MIOCENICOS 321a, 321b, 321c y 321f

Estos grupos están más ampliamente representados en la Zona 3, donde los trataremos con detalle, entrando aquí, solamente como isleos de erosión, en forma de recubrimientos parciales.

#### TERRAZA DE GRAVAS (T1)

Dentro de esta Zona los terrenos más representativos de este grupo corresponden al río Alhama, en su tramo de dirección E-O, es decir aguas abajo de su confluencia con el río Linares.

Aunque más potentes, las terrazas de este río tienen menor desarrollo superficial que las del Huecha en la Zona 3 que por lo tanto tienen mayor interés para futuros trazados de carreteras, por lo que remitimos su estudio a dicha Zona.

#### TERRAZAS ARCILLO-LIMOSAS (T2)

Las más desarrolladas dentro del Tramo corresponden a las del barranco del Tajo, entre Gutur y Aguilar del río Alhama (foto 40).



Foto 40.— Terraza de arcillas arenosas (T2) del barranco del Tajo.

**Litología.**— Terrazas de finos, principalmente arcillosos con arenas y limos y presencia ocasional de gravas, sueltas o formando algún lentejón aislado.

**Comportamiento.**— Mala permeabilidad que al coincidir con un mal drenaje superficial, origina riesgos de encharcamientos.

Formación erosionable. Los taludes naturales son bajos con pendientes de hasta  $80^{\circ}$ .

## ALUVIALES DE GRAVAS (A1)

Corresponden a los aluviales de los tres ríos principales de la zona: Alhama, Linares y Añamaza.

**Litología.**— Gravas y bolos de naturaleza calcárea y silíceas, heterométricos y generalmente bien rodados, con escasa presencia de finos arenosos.

**Comportamiento.**— Problemas de agresividad de las aguas por concentración de iones sulfato, al atravesar formaciones con presencia de yesos.

Riesgos de socavación, en época de avenidas, de los apoyos de las obras de fábrica, cimentados directamente en este grupo.

Posibilidad de explotaciones de gravas, buscando las zonas de máxima cubicación, con peligro de impregnación de iones sulfato, por lo cual sería preciso someterlas a un lavado previo a su utilización.

## ALUVIALES ARCILLOSOS (A2)

**Litología.**— Aluviales arcillosos de arroyos de cauces estrechos.

**Comportamiento.**— Tiene problemas de inundabilidad pero, dada su estrechez son perfectamente salvables apoyando las obras de fábrica fuera de ellos. Posibilidad de asientos importantes.

## LLANURAS ALUVIALES LIMO—ARCILLOSAS (A3)

En los valles originados preferentemente sobre formaciones calizas o arcillosas, se crean con frecuencia zonas llanas, compuestas por materiales de recubrimiento eluvial de las arcillas subyacentes y por aportes de la débil red de escorrentía que discurre por los mismos.

**Litología.**— Llanuras de gran desarrollo superficial formadas por arcillas limosas de color oscuro, recubiertas normalmente de vegetación (foto 41).



Foto 41.— Aspecto de la llanura aluvial A3 junto a Agreda.

**Comportamiento.**— Este grupo tiene graves problemas de drenaje, ya que a la impermeabilidad intrínseca de las formaciones arcillosas, se une la dificultad de su drenaje superficial, por lo que es muy probable se originen encharcamientos y barrizales en época de lluvias.

Suelos blandos con probabilidad de asientos importantes y muy erosionables.

#### ALUVIALES Y ELUVIALES DE FONDO DE VALLE (A5)

En los fondos de vaguadas de algunos torrentes y arroyos estrechos, se produce una acumulación de finos, poco potente, cuyo origen es mixto de descomposición eluvial de las formaciones subyacentes y de arrastre aluvial de la escorrentía.

**Litología.**— Arcillas más o menos limosas de plasticidad baja a media.

**Comportamiento.**— Formación erosionable con posibilidad de encharcamientos en zonas llanas.

Grupo con características resistentes bajas y posibilidad de asientos importantes.

#### COLUVIALES DE PIE DE MONTE (C2) CONOS DE DEYECCION (D)

Estos dos grupos fueron estudiados en la Zona 1 donde están más ampliamente representados.

#### 3.2.4. Resumen de problemas de comportamiento que presenta la Zona

Desde el punto de vista topográfico la presente Zona ofrece dificultades para el proyecto de vías de comunicación, debido a lo intrincado de su relieve, que obligaría a continuos toboganes para salvar importantes desniveles. Por ello, los valles de los ríos de la Zona, ofrecen las mejores perspectivas de paso desde este punto de vista.

Geotécnicamente, por el contrario, no son de esperar problemas importantes, siendo éstos los más notables:

- Agresividad de las aguas de la parte norte de la Zona, como consecuencia de la presencia de yeso en los grupos 213 y 231c.
- Riesgo de encharcamiento, erosionabilidad y posibilidad de asientos importantes de los grupos A2, A3, A5 y T2.
- Algún riesgo de deslizamiento en el grupo 231c.
- Desprendimiento de bloques en los grupos 223 y 231a.

En esta Zona pueden explotarse canteras de caliza en los grupos 223 y 231d, posiblemente diabasas en el afloramiento del grupo 002 en Fitero, gravas en los aluviales de los ríos Alhama y Linares y material de préstamo en la terraza T1.

### 3.3. ZONA 3 – TARA ZONA–BORJA

#### 3.2.1. Geomorfología y Tectónica

Esta Zona es la de mayor superficie de las tres en que se ha dividido el Tramo para su estudio, ya que ocupa prácticamente la mitad del mismo.

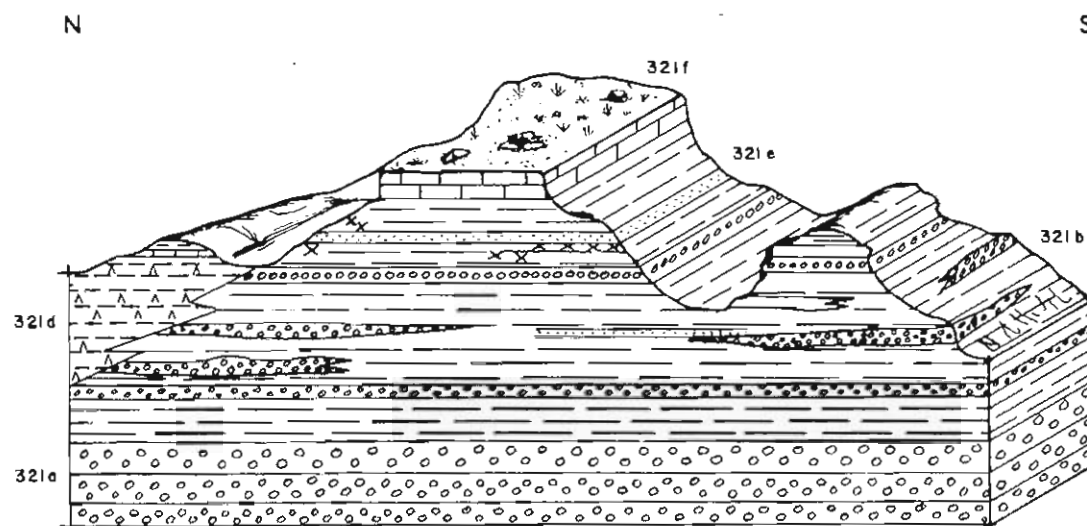
Se trata de sedimentos de edad miocénica depositados en una cuenca de relleno continental, que se fué colmatando con materiales procedentes de la denudación de las cordilleras formadas tras la Orogenia Alpina.

En el proceso de colmatación de la citada cuenca continental, los elementos depositados van progresivamente disminuyendo su tamaño, como corresponde al envejecimiento de las escorrentías que originaron su transporte, pasando así de un conglomerado de cantos gruesos en la primera etapa, a un depósito de tipo químico: yesos y calizas al final de este periodo.

En conjunto la Zona origina una superficie inclinada hacia el noreste (la misma dirección de sus escorrentías, afluentes del río Ebro) desde los 900 m del pié del Moncayo hasta los 450 en la zona de Cascante.

Los terrenos así originados, forman una morfología suavemente ondulada, sin excesivas pendientes, excepción hecha de los farayones originados en conglomerados por excavación de las escorrentías de las aguas del sur de la Zona.

Esta morfología ondulada, de laderas abarrancadas, debido a la típica forma de erosión de las arcillas que las forman, se interrumpe únicamente por la presencia de las calizas pontienses que originan la meseta de El Buste, de gran desarrollo superficial (fig. 16).



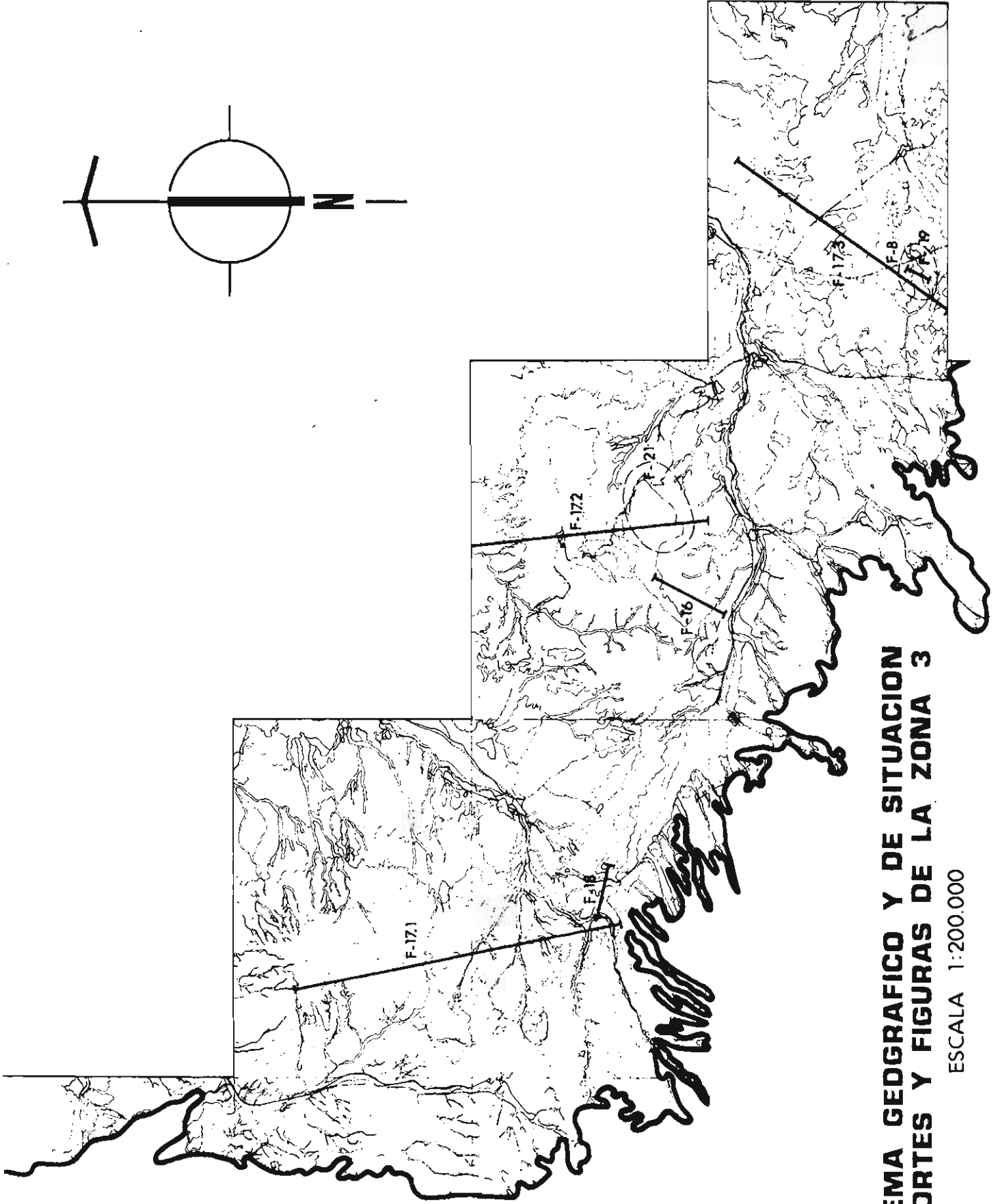
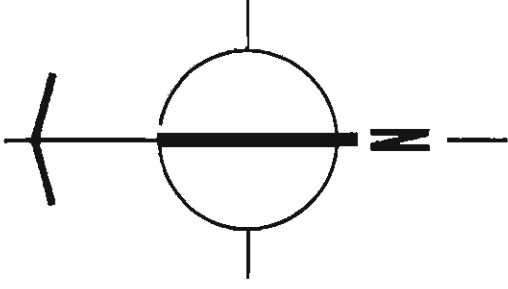
BLOQUE DIAGRAMA CORRESPONDIENTE A LA ZONA 3

- 321a Conglomerados. Mioceno
- 321b Conglomerados, arcillas y areniscos. Mioceno
- 321d Margas yesíferas y yesos. Mioceno
- 321e Margas blancas, calizas, arcillas, areniscos y pedernal. Mioceno
- 321f Calizo de páramos. Mioceno

ESQUEMA SIN ESCALA

FIGURA 16





**ESQUEMA GEDGRAFICO Y DE SITUACION  
DE CORTES Y FIGURAS DE LA ZONA 3**




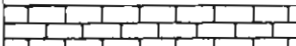
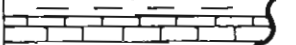
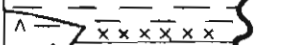

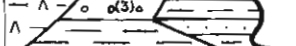

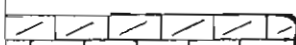

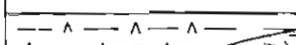
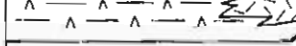
ESCALA 1:200.000

Debido a las características geomorfológicas y topográficas suaves esta Zona es la más densamente poblada del tramo, situándose en ella las ciudades más importantes del mismo, entre las que destacan Tarazona y Borja.

Desde el punto de vista tectónico es muy simple ya que sus materiales tienen una disposición horizontal a subhorizontal, al no haber sido plegados en ninguna orogenia, habiendo sido afectados tan sólo por movimientos de tipo local, generalmente por la presencia de yesos (cortes de la figura 17).

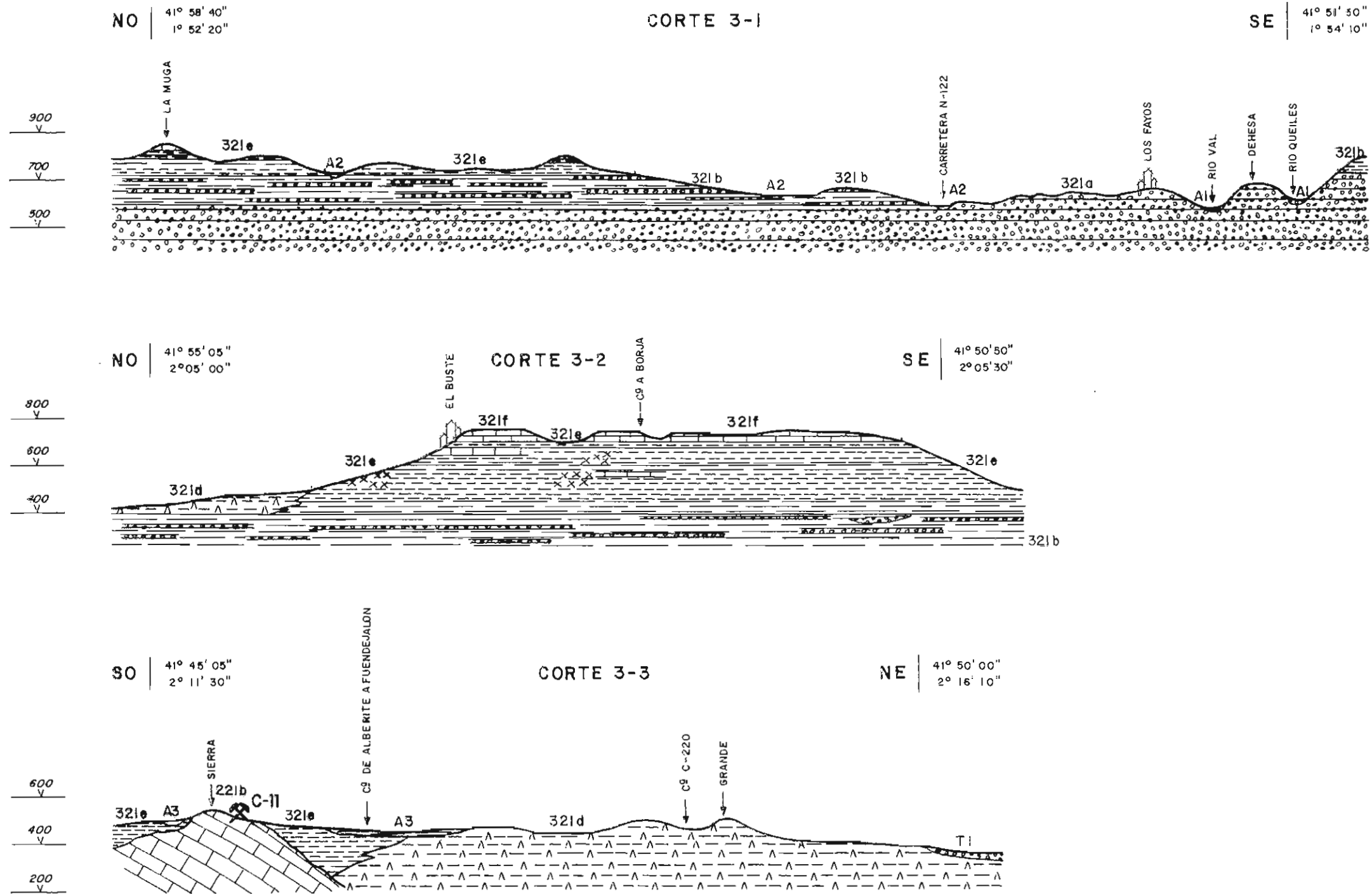
### 3.3.2. Columna estratigráfica

Escala 1:10.000

COLUMNA LITOLOGICA	REFERENCIA LITOLOGICA	REFERENCIA GEOTECNICA	DESCRIPCION	EDAD
	D	G	DEYECCIONES	CUATERNARIO
	A1,A4,T1	G	ALUVIALES Y TERRAZAS GRANULARES	"
	A2,A3,A5,T2	H	ALUVIALES Y TERRAZAS ARCILLOSAS	"
	321f	D	CALIZA DE PARAMOS	MIOCENO
(1) 	(1) 321e	F	MARGAS BLANCAS, CALIZAS, ARCILLAS Y PEDERNAL	"
(2) 	(2) 321d	C	MARGAS YESIFERAS Y YESOS	"
(2) 	(3) 321c	F	ARCILLAS Y CONGLOMERADOS	"
(4) 	(4) 321b	F	CONGLOMERADOS, ARCILLAS, ARENISCAS	"
	321a	B	CONGLOMERADOS	"
	221a	D	DOLOMIAS Y CALIZAS DOLOMITICAS	LIAS
	221b	D	CALIZAS, CALIZAS MARMOREAS Y BRECHAS CALCAREAS	"
	213	C	ARCILLAS Y YESOS	KEUPER
	002	D	DIABASAS	"

CORTES ESQUEMATICOS CORRESPONDIENTES A LA ZONA 3

ESCALA | HORIZONTAL 1/50.000  
VERTICAL 1/20.000



- 221b Calizas, calizas marmóreas y brechas calcáreas. Lias
- 321a Conglomerados. Mioceno
- 321b Conglomerados, arcillas y areniscas. Mioceno
- 321d Margas yesíferas y yesos. Mioceno
- 321e Margas blancas, calizas, arcillas y pedernal. Mioceno

- 321f Caliza de páramos. Mioceno
- T1 Terraza de gravas. Cuaternario
- A1 Aluvial de gravas. Cuaternario
- A2 Aluvial arcilloso. Cuaternario
- A3 Llanura aluvial limo-arcillosa. Cuaternario

FIGURA 17

### 3.3.3. Grupos litológicos (Cortes figura 17)

ARCILLAS Y YESOS (213)

DIABASAS (002)

DOLOMIAS Y CALIZAS DOLOMITICAS (221a)

Estos grupos que ya han sido comentados en la Zona 1, originan un afloramiento situado al oeste de Ainzón, sus dimensiones no son excesivamente grandes, pero puede tener importancia el asomo de diabasas por su posible explotación para capa de rodadura, previo estudio mediante sondeos, de su grado de alteración en profundidad.

CALIZAS, CALIZAS MARMOREAS Y BRECHAS CALCAREAS (221b)

Debido a la poca potencia que el Mioceno posee al norte de la Sierra de Tabuena en el espacio comprendido entre el pie de dicha sierra y el río Huecha, el substrato de calizas del Lías asoma en diversidad de afloramientos de muy diferente magnitud.

Este grupo ya fué comentado en la Zona 1, donde adquiere su mayor desarrollo.

CONGLOMERADOS (321a)

Litología.— Conglomerado de gran potencia (superior a los 200 m) formado por cantos totalmente heterométricos que oscilan entre bloques de diámetro superior a los 2 m y gravillas, todos ellos de naturaleza calcárea y subangulosa, con una matriz calizo—arcillosa de color rojizo típico que dá colorido a todo el grupo (foto 42).



Foto 42.— Detalle de los conglomerados del Mioceno (321a)

El tamaño de los cantos es máximo en su base y va disminuyendo al ascender en la serie, disminuyendo también, paralelamente, el porcentaje de cantos frente a la matriz, de ahí que los niveles superiores de este grupo, presentan un cierto contenido arcilloso, pasando de una forma insensible al grupo 321b, que no es sino la continuación de éste, según este proceso.

El conglomerado presenta un grado de cementación notable, si bien debido a una alteración superficial de tipo local de la matriz, en algunas zonas aparece ligeramente suelto.

Se presenta estratificado en bancos y capas, siendo más clara su estratificación cuanto más fina es ésta.

**Estructura.**— Recubre horizontalmente las formaciones mesozoicas subyacentes como base de los depósitos continentales miocénicos, por lo que es claramente visible la discordancia entre ambas series.

En determinados lugares se han observado bancos de conglomerados hasta con 12° de buzamiento, producidos sin duda por basculamientos de tipo local.

**Comportamiento.**— Dada la comentada alteración superficial de la matriz, en algunos lugares los cantos pueden quedar sueltos originando un "chineo" más o menos continuo, que puede acarrear problemas para carreteras.

El drenaje profundo de este grupo suele ser suficiente como para no temer riesgos de encharcamientos, salvo en la parte alta de la serie, donde el contenido arcilloso va aumentando paulatinamente.

Grupo no ripable cuando se presenta sin alteración.

Mantiene taludes muy fuertes en alturas superiores a los 10 m, siendo de destacar los naturales superiores a 100 m que se mantienen estables prácticamente verticales y aún en voladizo, como puede verse en las fotos 43 y 44.



Foto 43.— Talud natural en los conglomerados del Mioceno (321a) en Los Fayos.

#### CONGLOMERADOS Y ARCILLAS (321b)

Cuando al ir ascendiendo en la serie anterior la proporción de cantos se hace inferior a la de la matriz, se origina este nuevo grupo, ya que su comportamiento es claramente diferente; y su color es marrón—rojizo típico.

**Litología.**— Se trata de bancos de conglomerados, de naturaleza igual a los del grupo 321a, que alternan, en proporción y potencia variables, con otros de arcilla roja.

El relieve de la zona es tanto más suave cuanto más escasos y menos potentes son los niveles conglomeráticos, ya que las alturas topográficas se producen por la presencia de estos niveles dada su mayor dureza frente a la erosión.



Foto 44.— Talud en voladizo de los conglomerados del Mioceno (321a) en Los Fayos.

Así, morfológicamente este grupo origina ondulaciones, con cerros no muy altos, de laderas tendidas, coronados por bancos de conglomerados que originan un resalte de superficie plana en su parte superior y que protegen de la erosión de las arcillas subyacentes.

La forma de abarrancamiento que origina la erosión en las laderas de este grupo, es la típica de las arcillas (foto 45).

**Estructura.**— Disposición horizontal o subhorizontal, con ligerísima inclinación hacia el centro de la cuenca (fig. 18).

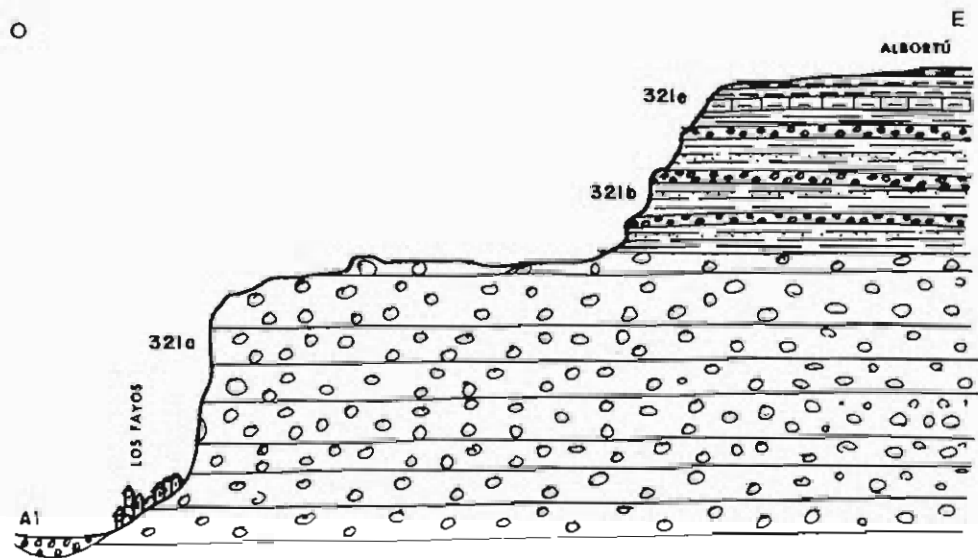
**Comportamiento.**— Mal drenaje profundo debido a la poca permeabilidad intrínseca de las arcillas. Si a esto se añade un mal drenaje superficial, en especial en las zonas de fondos de valle, se originarán, con toda probabilidad encharcamientos.

Formación ripable, salvo los niveles de conglomerados, y aún éstos, si su potencia y fuerte cementación son insuficientes para impedirlos, cosa que no ocurre con demasiada frecuencia.

Erosionable en forma de abarrancamientos típicos de las arcillas.



Foto 45.- Aspecto de la forma de erosión del grupo 321b en Santa Cruz de Moncayo.



SERIE MIOCENICA DE LOS FAYOS AL PICO ALBORTÚ

- 321a Conglomerados. Mioceno
- 321b Conglomerados, arcillas y areniscas. Mioceno
- 321e Margas blancas, calizas, arcillas y pedregal. Mioceno
- A1 Aluvial de gravas y bolos. Cuaternario

ESQUEMA SIN ESCALA

FIGURA 18

Los taludes en los niveles arcillosos son estables con inclinaciones inferiores a los 30° para alturas máximas de 5 m, sin embargo, al estar presentes niveles de conglomerados que arman la formación, son el número de éstos y su potencia los que condicionan los taludes del conjunto.

Como norma general destacaremos que los taludes naturales observados, que no suelen sobrepasar los 30 m de altura, tienen pendientes medias de 45°.

En todo caso las mayores dificultades geotécnicas del grupo son la realización y mantenimiento de taludes, debido a lo tendido de éstos, al grado de alteración y erosionabilidad de las arcillas y al chineo procedente de los niveles conglomeráticos.

#### ARCILLAS Y CONGLOMERADOS (321c)

Aún más altos en la serie miocénica, por encima de los grupos 321a y 321b, aparece un área localizada al norte de la Zona, entre Valverde y Fitero, donde predominan fuertemente las arcillas sin presentar excesivos niveles de conglomerados, pero observándose una gran cantidad de cantos sueltos.

Esta característica puede derivarse de un mayor grado de alteración de la matriz de los conglomerados y, en consecuencia, aparecer estos prácticamente sueltos, o bien tratarse de un recubrimiento coluvial poco potente.

**Litología.**— Arcillas rojizas y marrones con presencia ocasional de niveles de conglomerados de cantos calcáreos y presencia de gran cantidad de bolos y gravas sueltas.

**Estructura y comportamiento.**— Análogos a los del grupo 321b.

#### MARGAS YESIFERAS Y YESOS (321d)

**Litología.**— Margas yesíferas de aspecto generalmente masivo y color gris sucio, con presencia de lechos yesíferos de color blanco que originan los únicos vestigios de estratificación.

Los yesos son generalmente alabastrinos (foto 46) aunque también es frecuente encontrarlos fibrosos, sacaroides y dispersos.



Foto 46. — Detalle de yesos alabastrinos del grupo 321d.



**Estructura.**— Disposición horizontal o subhorizontal con algunas ondulaciones y basculamientos locales originados por tectónica de los yesos.

**Comportamiento.**— Los mayores problemas de este grupo se derivan de la presencia de los yesos. Estos son:

- Agresividad a los aglomerantes hidráulicos, que se extienden no sólo a este grupo sino a los circundantes, por transporte de iones sulfato en las aguas de escorrentía.
- Riesgo de subsidencias producidas por disolución de los yesos, que son tanto mayores en las vaguadas y zonas sometidas a la circulación más continua del agua.

Formación ripable y erosionable.

Mala permeabilidad lo que unido a un mal drenaje superficial en zonas llanas puede ser causa de encharcamientos.

Taludes naturales estables por encima de los 40 m de altura con inclinaciones de hasta 45°. Los taludes artificiales son bajos y con pendientes de hasta 60°, con problemas posibles debido al grado de alteración de las margas.

#### MARGAS BLANCAS, CALIZA, ARCILLAS Y PEDERNAL (321e)

A medida que se asciende en la serie miocénica, las arcillas van pasando a margas, estando presentes también niveles aislados y poco potentes de arenisca, como últimos vestigios de la deposición detrítica primitiva y pedernal aunque en pequeña cantidad.

**Litología.**— Las margas, de color blanco, comienzan por ser nodulosas y deleznales, en niveles cuya potencia no supera el metro, para irse haciendo más duras según se asciende en la serie, al aumentar su contenido en carbonato, mientras que paralelamente aumenta la potencia de sus bancos y mejora su estratificación (foto 47).



Foto 47.— Margas blancas (321e) en El Busto.

Las calizas son continuación de las margas, con un mayor contenido en carbonato, originando los niveles mejor estratificados, generalmente en capas.

Los pedernales y sílex aparecen como concentraciones locales de forma muy diseminada.

Las arcillas, de color rojizo, son la continuación de la sedimentación del grupo, 321b y aparecen en forma masiva o en bancos cuya potencia disminuye al ascender en la serie.

**Estructura.**— Disposición subhorizontal sin observarse rasgos de plegamiento (fig. 18).

**Comportamiento.**— Formación ripable en su totalidad. Fácilmente erosionable, lo que dá origen a zonas de abarrancamiento.

Se presentan problemas de drenaje, en los fondos de valle, donde a la poca permeabilidad intrínseca de las arcillas y margas, se une el mal drenaje superficial, pudiendo acarrear problemas de encharcamientos.

Asientos previsiblemente importantes, en especial en los niveles arcillosos.

Los taludes naturales que presenta el conjunto tienen pendientes medias de alrededor de 45° en alturas importantes, superiores a 50 m, que forman las laderas de las colinas.

#### CALIZA DE PARAMOS (321f)

**Litología.**— Caliza cárstica, dura y compacta, que origina la clásica topografía en mesas, de superficie plana, constituyendo los típicos páramos pedregosos de donde le viene el nombre.

Es muy fosilífera, presentando abundante fauna de *Helix* y *Planorbis*.

Al corte es de color blanco brillante, si bien superficialmente aparece grisácea.

El tamaño del grano de la caliza es muy fino, como corresponde a una sedimentación lacustre.

La potencia máxima observada de este grupo es de unos 50 m.



Foto 48.— Aspecto de las calizas pontienses (331f) en el Buste.

**Estructura.**— Disposición horizontal, rematando la serie miocénica arcillosa a la que protege de la erosión, originando las mesetas de El Buste, Aguilar del Río Alhama y Dévanos.

**Comportamiento.**— Formación no ripable.

Buen drenaje profundo por fisuración, por lo que no son de esperar riesgos de encharcamientos, pese a la superficie plana originada, que limita todo drenaje superficial.

Riesgo de desprendimientos de bloques en los límites de las mesetas que ocupa, producidos normalmente por descalce de la formación subyacente (margas del grupo 321e) en las zonas donde dichas margas son más erosionables y posteriores desplomes de caliza.

Taludes naturales y artificiales estables observados muy verticales, en toda la potencia del grupo (máxima 20 m) (foto 48).

Posibilidad de explotación en canteras entre las que destaca la de Bulbunte (C-10).

## TERRAZA DE GRAVAS (T1)

Dentro de esta zona, las terrazas más representativas de este grupo pertenecen al río Huecha, en especial por su margen derecha.

**Litología.**— Terrazas formadas por gravas y en menor proporción bolos de naturaleza generalmente silíceo, aunque también calcárea, bien rodados, con niveles y lentejones de finos arenosos y areno-arcillosos, sin cementar (foto 49).

**Comportamiento.**— Este grupo es perfectamente apto para el trazado de vías de comunicación por él, debido a su topografía plana y los escasos problemas geotécnicos que presenta.

Estas condiciones redundan en unas características excelentes para cultivos, por lo que habrán de tenerse en cuenta las posibles expropiaciones.

Grupo ripable y erosionable, con buena permeabilidad.



Foto 49.— Detalle de la terraza de gravas y bolos con niveles arenosos (T1) del río Huecha.

Explotable para obtención de gravas, previa eliminación de finos, presentando en este caso peores condiciones que el aluvial próximo, o bien como "todo uno" para material de préstamo, en aplicaciones para terraplenes, subbases, etc.

#### TERRAZAS ARCILLO-LIMOSAS (T2)

Este grupo tiene más desarrollo e importancia en la Zona 2 donde ya ha sido comentado.

#### ALUVIALES DE GRAVAS (A1)

Los principales aluviales representantes de este grupo, dentro de la Zona 1, son el del río Huecha, aguas abajo de Alcalá de Moncayo y el del Queiles (foto 50).



Foto 50.— Aluvial del río Queiles, de gravas (A1).

**Litología.**— Aluvial formado por gravas rodadas, de naturaleza silíceas en su mayor parte, con una cierta presencia de calcáreas, todas ellas bien rodadas, de muy diferentes tamaños, tanto mayores cuanto más hacia agua arriba sin apenas presencia de finos.

Presenta unos cauces amplios que dada su permeabilidad, aparecen siempre secos, discurriendo el agua por el fondo del aluvial.

**Comportamiento.**— Como la mayoría de los cauces son anchos, habrán de cruzarse mediante obras de fábrica, con apoyos intermedios en el propio aluvial. El principal problema para su cimentación lo constituye la posible socavación en época de avenidas, debido a la fuerza de la escorrentía en esta Zona, por la proximidad a los núcleos montañosos, que actúan como cabecera de cuenca y las fuertes pendientes de las mismas.

Este grupo es en su totalidad susceptible de explotación para obtención de gravas, con el inconveniente que presenta su mala clasificación de tamaños.

#### ALUVIALES ARCILLOSOS (A2)

#### LLANURAS ALUVIALES LIMO-ARCILLOSAS (A3)

#### ALUVIALES DE PIE DE MONTE (A4)

#### ALUVIALES Y ELUVIALES DE FONDOS DE VALLE (A5)

#### CONOS DE DEYECCION (D)

Estos grupos han sido comentados anteriormente en las Zonas 1 (A2, A4, D) y 2 (A3 y A5).

#### 3.3.4. Resumen de problemas de comportamiento que presenta la Zona

Esta Zona es la más apta para el proyecto de trazados de carreteras, desde el punto de vista topográfico y geomorfológico, debido a sus características de relieve suave, sin excesivas pendientes y con cotas bastante constantes en dirección NO–SE.

Sin embargo, desde el punto de vista geotécnico presenta mayores problemas que las Zonas anteriores, aunque comparando las problemáticas topográficas y geotécnicas de las tres Zonas, ésta es la que ofrece mejores perspectivas conjuntas para los fines que nos ocupan.

Los problemas geotécnicos más importantes de la Zona 3, son:

- Problemas de drenaje que puede dar origen a encharcamientos: grupos 321b, 321c, 321d, T2, A3.
- Problemas de construcción y mantenimiento de taludes: grupos 321b, 321c, 321d.
- Problemas de erosionabilidad y abarrancamiento: grupos 321b, 321c, 321d y 321e.
- Problemas de caída de bloques: grupos 321a y 321f.
- Problemas de chineo: grupos 321a, 321b, 321c.
- Problemas derivados de la presencia de yesos: agresividad y subsidencias: grupos 321d y áreas próximas al mismo, bañadas por escorrentías procedentes de dicho grupo.

A excepción de los grupos 321a y 321f, todas las formaciones son ripables.

En esta Zona se pueden explotar canteras de caliza, para carreteras, en el grupo 321b, diabasas (002) en el afloramiento de Ainzón, gravas en el aluvial del río Huecha y material de préstamo en las terrazas T1 de dicho río.

## 4. CONCLUSIONES GENERALES DEL ESTUDIO

### 4.1. RESUMEN DE PROBLEMAS TOPOGRAFICOS

El mayor problema topográfico del tramo lo origina la Sierra del Moncayo, encuadrada en la Zona 1, que constituye un obstáculo orográfico importante, a tener en cuenta en cualquier trazado de carreteras a proyectar, con alturas máximas superiores a los 2.000 m entre los que destaca el pico Moncayo (2.316 m).

Dicha sierra tiene una continuación por el sureste de las de Tablada y de Nigüella, ya fuera del tramo, mientras que por su parte noroeste se corta bruscamente, originando a su pié, una zona más o menos llana formada por rañas y coluviales, con un desnivel de unos 1.500 m.

Hacia el nordeste y en la misma dirección que la Sierra del Moncayo se alinea la de Tabuena, que constituye una derivación de aquella, aunque con cotas muy inferiores pues sólo en raras ocasiones rebasan los 1.000 m, originando otra barrera menos importante, pero que añade dificultades a la anterior.

Aunque de una forma muy diferente en su relieve, la Sierra del moncayo tiene una continuación orográfica en la Zona 2 de este estudio, que a su vez constituye el eslabón de enlace de dicha sierra con la de La Demanda, dentro de la rama oriental de la Cordillera Ibérica.

La citada Zona 2 tiene un relieve sinuoso con cotas que van decreciendo paulatinamente hacia el Norte.

Las mayores alturas de esta Zona son los montes Pégado (1.303 m) y S. Blas (1.219 m), al suroeste de la misma, mientras que los puntos más bajos los constituyen los cauces de los ríos y así Cervera del río Alhama se encuentra a 543 m, Igea a 556 m en el río Linares y Fitero a 421 m, aguas abajo de la confluencia de dichos ríos.

Como se observa la diferencia de cotas entre los puntos extremos de la Zona no es excesiva, si bien, el relieve es quebrado, con una continua sucesión de alturas.

La topografía más suave corresponde al centro, y nordeste del tramo, definida como Zona 3 del estudio, donde las alturas medias oscilan entre 500 y 600 m sin alejarse excesivamente de estos valores medios y con una tendencia al relieve llano, interrumpido por elevaciones aisladas, sin continuidad en forma de cadena, por lo que pueden ser fácilmente evitables en un proyecto de carreteras.

La Zona 3 es por tanto, la más accesible desde el punto de vista topográfico para carreteras, la 2 presenta dificultades por irregularidades topográficas, pero con posibles soluciones de trazado, mientras que el paso a través de la Zona 1 debe ser evitado ya que su topografía intrincada requeriría recurrir a soluciones singulares.

### 4.2. RESUMEN DE PROBLEMAS GEOMORFOLOGICOS

Intimamente ligada con la topografía, la Sierra del Moncayo al presentar características de alta montaña, con grandes pendientes y materiales inestables (pedrizas) en sus laderas, constituye un serio obstáculo, en cualquier proyecto que pretenda atravesarla incluso a media ladera.

Al pié de dicha sierra se extiende, como una continuación, la de Tabuena que en menor magnitud origina también fuertes pendientes, aunque en forma más aislada y sin continuidad, lo que permitiría pasos en sentido normal a su eje, si bien estos encontrarían

detrás la mayor dificultad de la Sierra del Moncayo.

Longitudinalmente, sin embargo, la Sierra de Tabuenca ofrece menores problemas de pendiente, aunque siempre habría de atravesarse la cuerda de la Peña de Las Almas aconsejando entonces, como solución el túnel.

La morfología monótona e irregular de la Zona 2, crearía una dificultad notable al trazado de cualquier vía de comunicación por ella en toda dirección, lo que no parecía tan importante desde el punto de vista topográfico.

En esta Zona, los cauces de los ríos originan vías que podrían ser aprovechadas, si bien al existir ya carreteras por ellos, el posible espacio disponible queda notablemente reducido.

La Zona 3 es de gran interés en el proyecto de carreteras, tanto desde el punto de vista topográfico como morfológico al ofrecer zonas llanas, o suavemente inclinadas, con presencia de alturas no muy elevadas y aisladas.

Sus escorrentías tienen como las de la Zona 2 una dirección SO–NE, originando aquí valles más abiertos con una anchura considerable de sus depósitos aluviales, por lo que constituyen una solución de gran interés para todo trazado en dicha dirección.

#### **4.3. RESUMEN DE PROBLEMAS DE COMPORTAMIENTO**

Si las Zonas 1 y 2 oponían serias dificultades al trazado de carreteras por ellas, tanto topográficas como geomorfológicas, desde el punto de vista de comportamiento geotécnico no son de prever problemas importantes, reduciéndose estos a los desprendimientos de bloques y algún riesgo de deslizamiento local en las formaciones rocosas, concentrándose las mayores dificultades en los pasos de los aluviales: socavaciones por la fuerza de la escorrentía, posibilidad de asentos, encharcamientos en los arcillosos de gran anchura (A3) y agresividad en los de la parte norte del Tramo.

Además, de estas Zonas se puede obtener material en canteras, graveras y préstamos aprovechando distintos grupos.

Por su parte la Zona 3 calificada en los dos apartados anteriores como más apta para futuros trazados, presenta distintos problemas de comportamiento, más o menos solucionables, que no empañan, sin embargo, su interés para la viabilidad de dichos trazados.

Los mayores problemas de esta Zona se derivan de las características arcillosas de la mayoría de estos grupos (321b, 321c, 321d, 321e, T2) que originarían problemas de drenaje, de construcción y mantenimiento de taludes, de asentos y de erosionabilidad.

Por otra parte la presencia de yeso en el grupo 321d, de amplia extensión, generará problemas de subsidencias en él y agresividad de toda la parte oriental del Tramo.

Por último, son de temer desprendimientos de bloques fundamentalmente en la caliza pontiense por descalce y de cantos sueltos (chineo) de los niveles conglomeráticos.

La posible explotación de canteras, graveras y préstamos es en esta Zona más reducida y localizada.

#### **4.4. CORREDORES DE TRAZADO SUGERIDOS**

Dado el encuadre del presente tramo como perteneciente al Corredor del Ebro, sería lógico pensar en un proyecto de corredores principales siguiendo el valle de dicho río, y que dada la zona en que nos movemos tendería a unir Zaragoza con Pamplona.



Ahora bien, como dicha autopista, se halla ya en ejecución siguiendo el camino más lógico, tanto desde el punto de vista topográfico, como geotécnico, al discurrir por las terrazas del río Ebro, la sugerencia de trazados con dicho objetivo dentro del presente tramo, carece totalmente de interés.

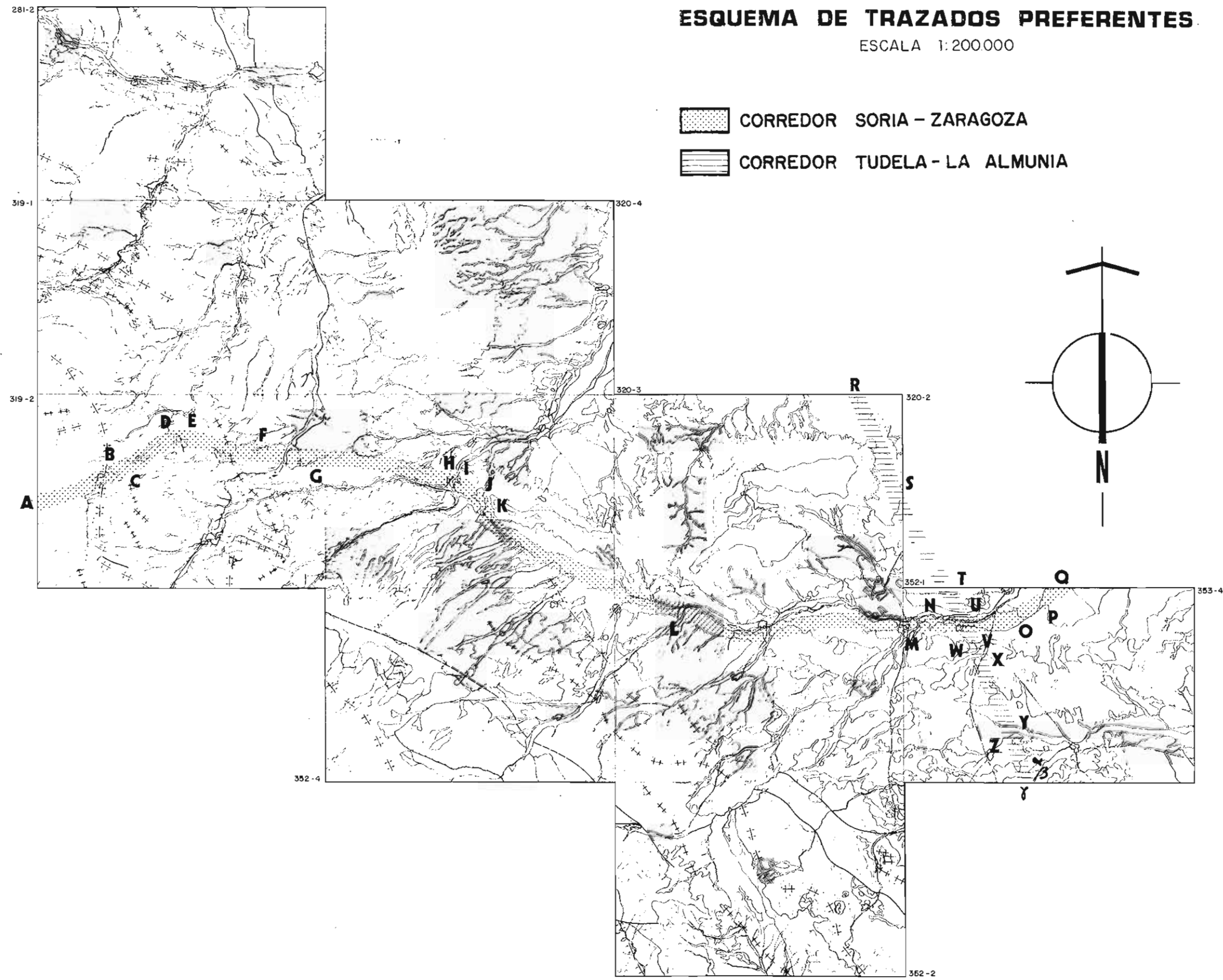
Otra posibilidad pudiera ser el formar parte de una teórica autopista Madrid–Zaragoza que salvara los difíciles pasos del río Jalón tanto en la zona de Medinaceli, como en la de Calatayud, sufriendo una inflexión hacia el norte de la actual carretera, que le hiciera pasar por Almazán y Gómara según los trazados preferentes observados en el



# ESQUEMA DE TRAZADOS PREFERENTES

ESCALA 1:200000

-  CORREDOR SORIA - ZARAGOZA
-  CORREDOR TUDELA - LA ALMUNIA





Estudio Previo de Terrenos Sigüenza—Gómara (1975), pero aún en este caso, el presente Tramo queda excesivamente desplazado hacia el Norte.

No cabe entonces otra solución que pensar en utilizar el estudio de este Tramo, para el proyecto de corredores de segundo orden, tendentes a unir zonas de ámbito regional.

A este respecto hemos pensado en dos corredores:

- Uno que uniría Soria, con posible prolongación occidental hacia la zona central de Castilla la Vieja (Burgos, Valladolid, Salamanca, etc) con Zaragoza, aprovechando en última instancia la autopista Zaragoza—Pamplona.
- El otro que podríamos definir como Tudela—La Almunia formaría parte de un trazado más completo que uniera Pamplona con el Mediterráneo, pasando por las cercanías de Teruel, o bien, aprovechando la unión en La Almunia con la actual CN—II, originaría una nueva vía Pamplona—Madrid, no excesivamente más larga que cualquiera de las utilizadas actualmente y por el contrario topográficamente más interesante.

Fuera de estas dos posibilidades no vemos ninguna otra aplicación del Tramo, dada su situación y características físicas expuestas en los apartados anteriores.

A continuación describiremos las particularidades más importantes de los dos corredores sugeridos (ver esquema de corredores sugeridos):

#### **a) Corredor Soria—Zaragoza**

Esta solución entraría en el tramo (A) al norte de la actual CN—122 por la llanura de Castilruiz, donde habrá que salvar las zonas más bajas del fondo del valle, para evitar riesgos de encharcamientos.

En el punto B, tomaría el aluvial del río Fuentestrún durante el tramo B—D, debiendo salvarse la dificultad topográfica que supone el punto C en calizas del Jurásico, que podrían atravesarse en túnel, dadas las buenas características que dicho material presenta.

En el tramo D—E el trazado sugerido sufriría una inflexión necesaria por la presencia de las mesetas de calizas pontienses de Dévanos, a cota más elevada que la traída.

Entre los puntos E y F, se atravesaría el sinclinal de Agreda, cruzando las areniscas (231a) margas verdes (231c) y calizas (231d) que no presentarían problemas geotécnicos importantes, pues hasta el posible riesgo de deslizamiento de taludes, quedaría notablemente reducido al cruzar la serie con un ángulo de unos 30°.

Incluso del grupo 231d podría obtenerse caliza, pues se atraviesa relativamente próximo a los frentes abiertos C—5 y C—6.

Entre los puntos F y G, se discurriría por el grupo 321b, pero en su parte inferior, con presencia de numerosos niveles de conglomerados, con suaves pendientes, por lo que no existirían riesgos de mantenimiento de taludes ni de encharcamientos.

En este último punto se cruzaría la actual CN—122, discurriendo el tramo G—J sobre conglomerados del Mioceno, sin excesivos problemas, cruzándose el aluvial del Queiles en el tramo H—I, que requeriría una obra de fábrica importante, para salvar los 200 m existentes entre los estribos a cota 580.

Entre I y K se ascenderían 100 m en 2,5 km lo que supone una pendiente media del 4 por ciento que queda dentro de las normas vigentes actualmente para el trazado de autopistas y que puede suavizarse aún, mediante una curva de amplio radio o el trazado de desmontes en su parte más alta, cosa no recomendable, ya que en dicha zona el grupo 321b es fundamentalmente arcilloso y erosionable.

Desde el punto K al L el trazado discurriría por el aluvial de pié de monte que en sentido transversal a los demás recoge las escorrentías de todos los A4 de la zona. Este tramo no sólo no presenta ninguna dificultad, sino que es fuente suministradora de gravas

y material de préstamo.

En el punto L se atravesaría el aluvial del río Huecha, cerca de las graveras G-1, pasando a discurrir por terrazas de gravas con finos (T1) de dicho río que no ofrecerán problemas de ningún tipo, salvo la cimentación de los estribos de las obras de fábrica a realizar, para salvar distintas vaguadas (A5) y se seguirá en dichas terrazas, salvo los tramos M-N y O-P en que se tomará la terraza arcillo-limosa del río Huecha, donde deberán plantearse medidas de drenaje en evitación de posibles encharcamientos.

En el punto Q abandonará el tramo a unos 3 ó 4 km de la autopista Zaragoza-Pamplona, con la que enlazaría sin mayores problemas.

También podría pensarse en orientar la traza directamente al Este desde Ainzón (punto M) con un trazado directo hasta Zaragoza, que adelantaría algunos kilómetros, pero debería atravesarse todo el cuadrante 353-4 y parte del 353-1, por terrenos yesíferos del grupo 321d, con los inconvenientes que ello acarrearía, aparte de que la primera solución gozaría de estar construída ya la autopista del Ebro, a la cual se uniría al este de Magallón.

#### **b) Corredor Tudela-La Almunia**

Este trazado, de dirección sensiblemente N-S, atravesaría el tramo por su parte oriental, discurriendo en todo su trayecto por el grupo 321d, donde no existirán problemas de tipo topográfico y los geotécnicos se cifrarán principalmente en: agresividad del yeso y drenaje de las zonas llanas en evitación conjunta de encharcamientos y subsidencias por disolución de aquellos.

Las únicas excepciones de esta norma son las zonas S-T donde saldría momentáneamente del tramo, sin abandonar el grupo 321d, por lo que no alteraría el comentario anterior.

En el tramo U-V se cruzarían las terrazas y el aluvial del río Huecha, sin mayores problemas que los derivados de la cimentación de las obras de fábrica.

En los tramos W-X, Y-Z y  $\alpha$ - $\beta$  se atravesarán sendas llanuras aluviales limo-arcillosas, donde los mayores problemas son de drenaje y de asentamientos, previsiblemente importantes, por lo que se recomienda cruzarlos por los puntos más estrechos y lo más perpendicularmente posible.

Una vez fuera del tramo por el punto  $\gamma$  deberá discurrir hasta Ricla, siguiendo paralelo y próximo al trazado de la actual carretera local de Mallén a La Almunia, apoyándose en el glacis existente en dicha zona, cerca de su contacto con el afloramiento de las formaciones rocosas mesozoicas, y por tanto sin problemas topográficos ni geotécnicos importantes.

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

## **5. INFORMACION SOBRE YACIMIENTOS**

### **5.1. ALCANCE DEL ESTUDIO**

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

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

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

### **5.2. YACIMIENTOS ROCOSOS**

Los yacimientos rocosos en los que, en teoría, pueden abrirse canteras para obtención de material aprovechable en carreteras son:

- de naturaleza caliza: Grupos 212, 221a, 221b, 223, 231d, 231f.
- de naturaleza silíceas: Grupo 131.
- de naturaleza subvolcánica: Grupo 002.

(Ver esquema de situación de yacimientos).

De ellos no vamos a considerar como interesantes las calizas del Muschelkalk (212) por su mala calidad y su situación marginal dentro del tramo, con accesos largos y malos desde cualquier punto del mismo, las calizas del Infralias (221a) por su contenido en magnesio y su escasa cubicación, ni las cuarcitas paleozoicas (131) por su difícil machaqueo y la irregularidad litológica de sus afloramientos, al estar presentes también areniscas y pizarras.

El grupo 221b presenta las mejores condiciones de explotación cuando se presenta en forma de calizas azules bien estratificadas, ya que ni las marmóreas ni las brechoides son interesantes para las aplicaciones que nos ocupan.

La zona donde se presentan con mayor uniformidad en forma de calizas bien estratificadas, es en el flanco oriental del anticlinal de Tabuena, donde, normalmente, asoman en forma de afloramientos aislados, rodeados por materiales de relleno miocénico.

El más interesante de estos afloramientos liásicos lo constituye el de Fuendejalón que es explotado actualmente en la cantera C-11 (foto 51 y figura 19) donde se obtienen tras un machaqueo, áridos calcáreos para obras de fábrica.

Otras canteras de este grupo pero de menor interés son la C-13, donde la caliza es principalmente marmórea y la zona C-15 como posible centro de gravedad de área a explotar.

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

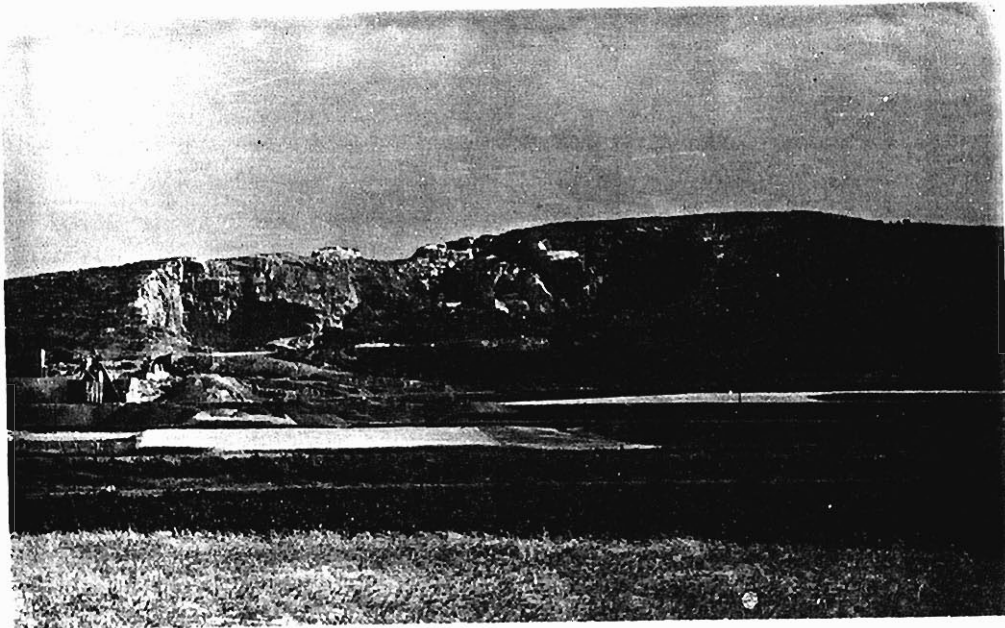
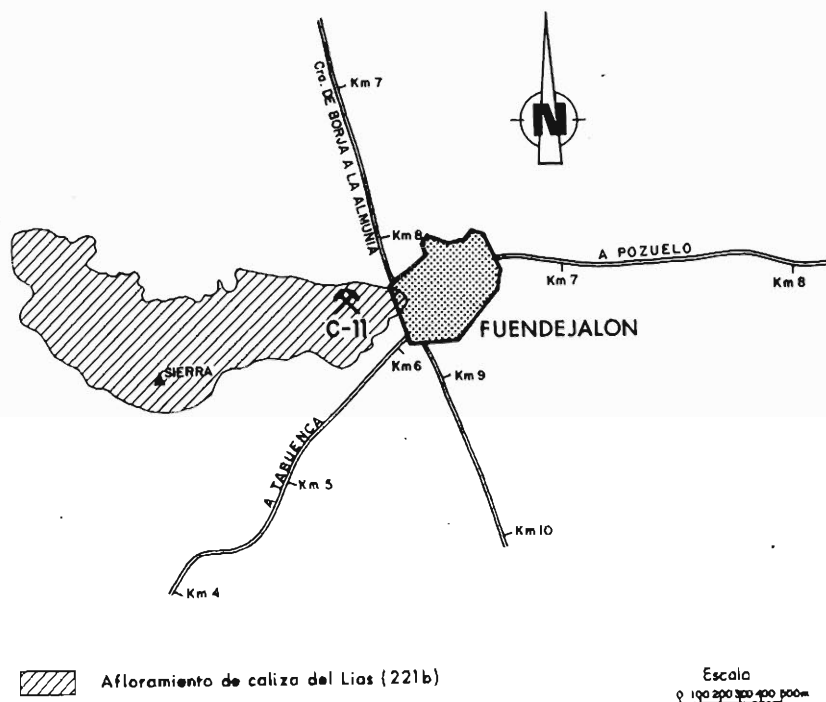


Foto 51.— Cantera C11 de caliza del Lías (221b) en Fuendejalón.

**ESQUEMA DE SITUACION DE LA CANTERA C-11 DE FUENDEJALON**



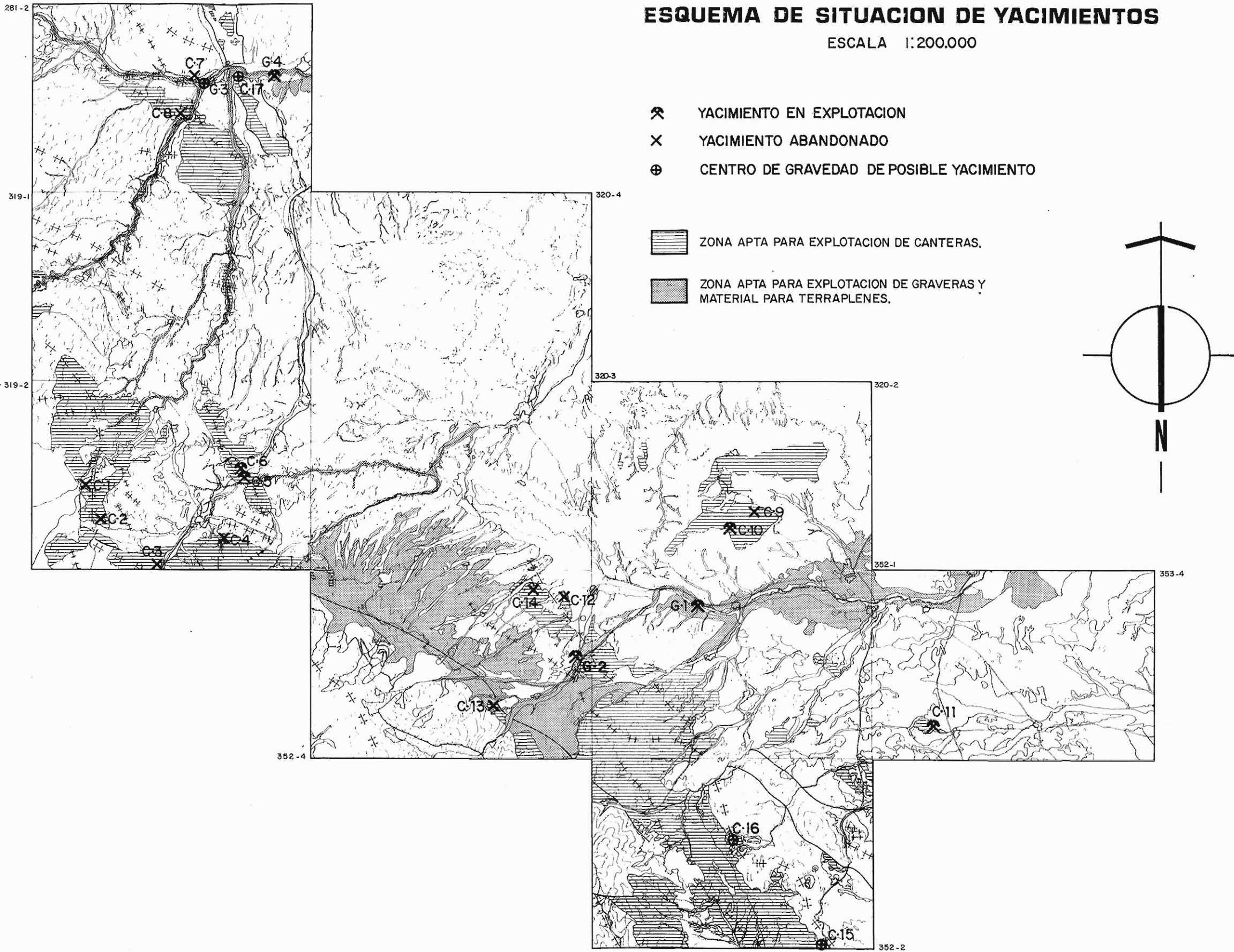
**FIGURA 19**



**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





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

El grupo 223 mantiene abiertos distintos frentes aunque ninguno de ellos en activo actualmente.

Tales son: el C-1 en Añavieja, los C-2, C-3 y C-4 cerca de Agreda, el C-12 en Vera de Moncayo, que es el más importante de todos (foto 52) y el C-14 en Trasmoz.

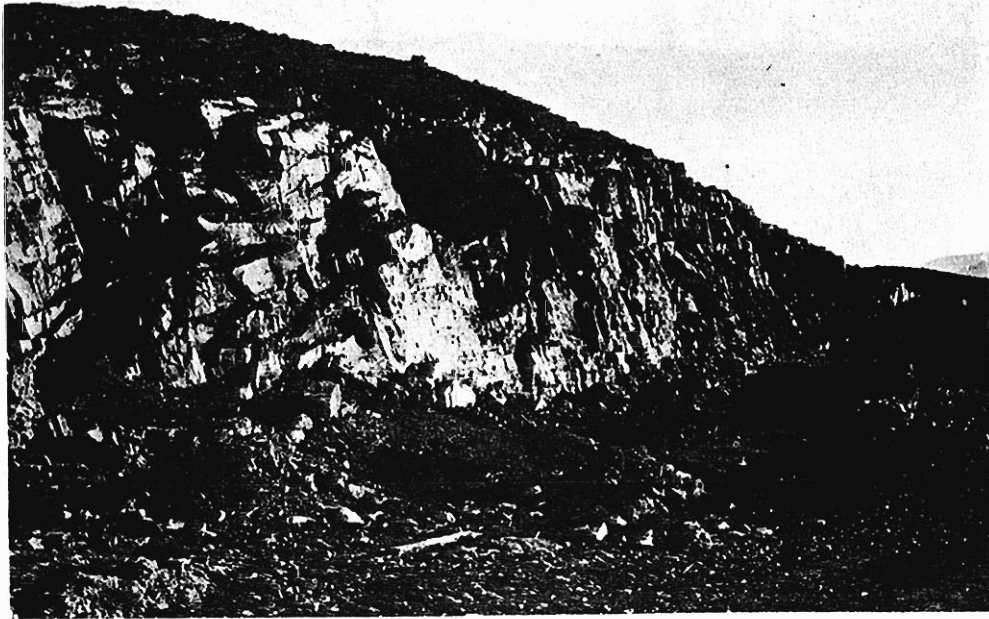


Foto 52.— Cantera C12 de caliza jurásica (223) en Vera de Moncayo.

La causa de la escasa importancia de los frentes abiertos en este grupo, se debe a la escasa calidad del material, al aparecer normalmente, algo margoso, y los malos accesos a los mismos. No obstante, no debe olvidarse este grupo por sus grandes cubicaciones y su presencia en muy diversas zonas del Tramo.

El grupo 231d no es muy abundante, pero donde está presente, ofrece unas concentraciones calcáreas dignas de explotación, bien para obras públicas como la cantera C-5 (foto 53 y figura 20) o bien para mampostería y ornamentación como la C-6, ambas próximas entre sí, con cubicación y accesos aceptables y en actividad actualmente.

En este mismo grupo, pero abandonados, se encuentran abiertos también los frentes C-7 y C-8 en la carretera C-101.

Las calizas pontienses (grupo 321f) pese a formar tres mesetas en otros tantos afloramientos, solamente reúnen características interesantes: cubicación, calidad, situación y accesos, en la Mesa de El Buste donde existen dos frentes abiertos: el C-10 (foto 54 y figura 21) de gran importancia, donde se obtienen áridos para obras públicas y el C-9 hoy día abandonado, próximo al Santuario de Nuestra Señora de Misericordia.

Como se ha dicho, existen dentro del Tramo cuatro afloramientos de diabasa que poseen, como características comunes a todos ellos, éstas: escasa cubicación, alto grado de alterabilidad y difíciles accesos.

Estas características no les hace muy apropiadas para su explotación y de hecho en la actualidad no existe ningún frente abierto.

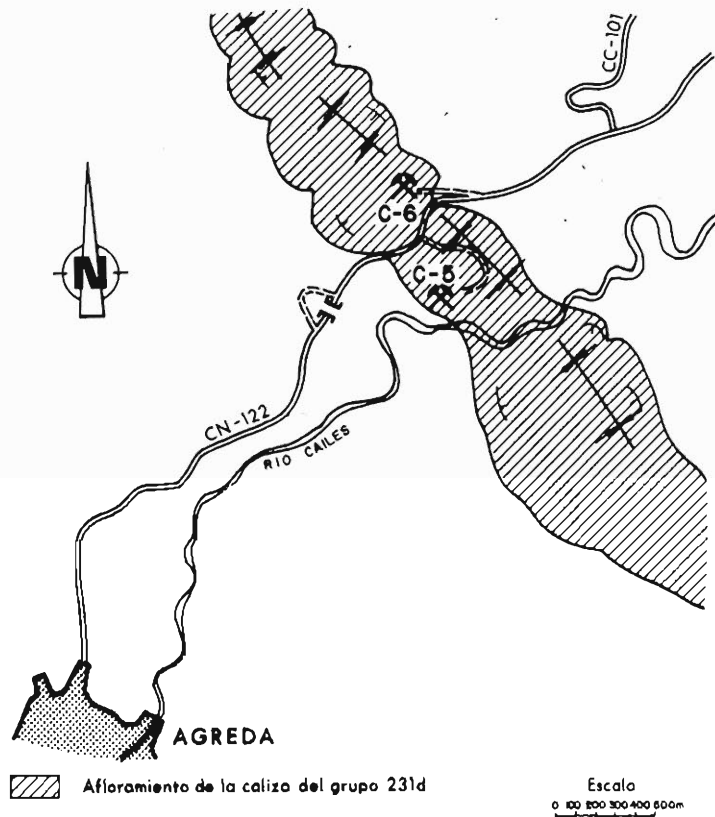
Ahora bien, la alta cotización que este tipo de roca tiene para capa de rodadura y la escasez de sus afloramientos en todo el ámbito regional, les confiere cierto interés, siendo recomendable, caso de posible explotación, la realización de sondeos mecánicos que dictaminen si en profundidad presentan también alteración.

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



Foto 53.— Cantera C5 en caliza wealdense (231d) junto a la carretera N-122.

**ESQUEMA DE SITUACION DE LAS CANTERAS DE CALIZA  
C-5 Y C-6 EN AGREDA**





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

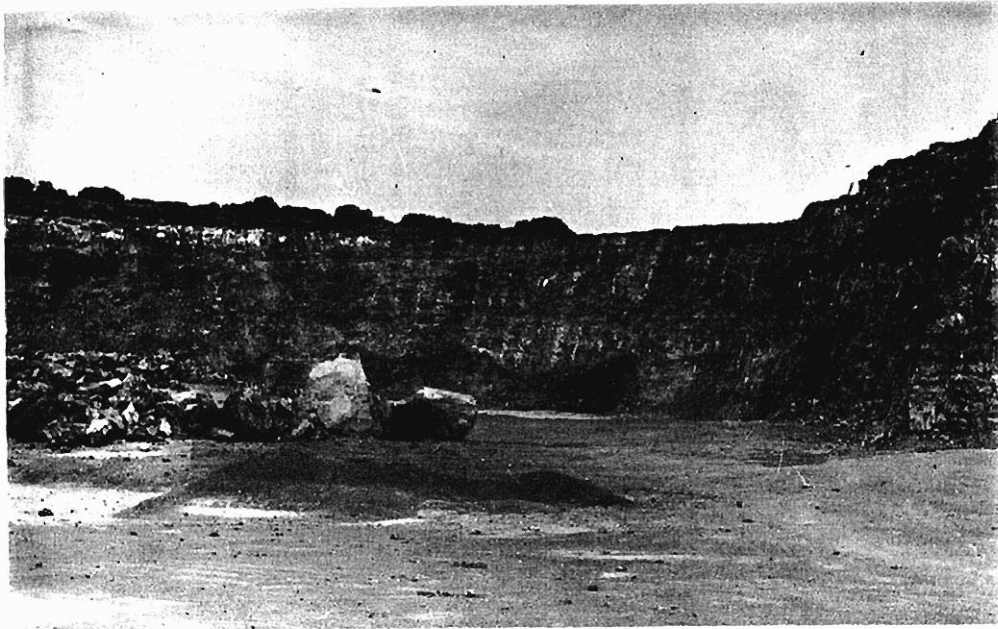
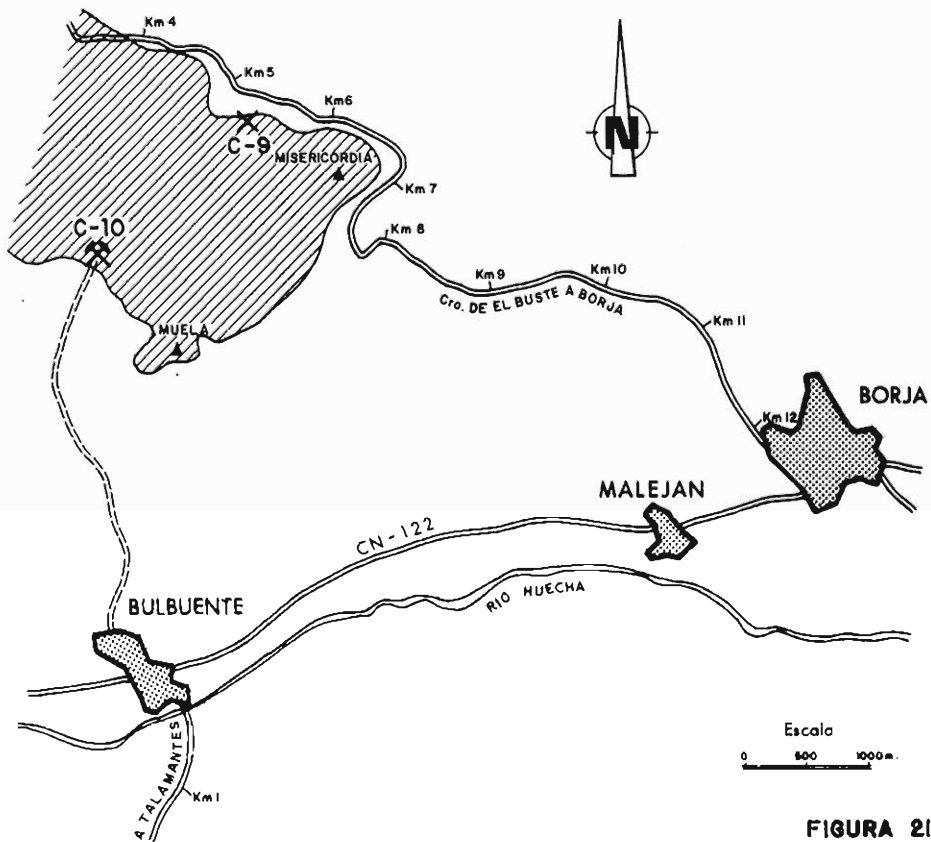


Foto 54.— Cantera C10 de caliza pontiense (321f) en Bulbunte.

**ESQUEMA DE SITUACION DE LAS CANTERAS  
C-10 (BULBUENTE)  
C-9 (BORJA)**



**FIGURA 21**

▨ Afloramiento de caliza de páramos. Mioceno



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

CUADRO RESUMEN DE YACIMIENTOS ROCOSOS

Símbolo del yacimiento en el esquema de situación	Situación : Hoja y cuadrante M.T.N. 1 : 50.000	Denominación grupo litológico en el mapa litológico estructural	Tipo de roca	Accesos
C-1	319-2	223	Caliza	Crta. local de la N-122 a Añavieja.
C-2	319-2	223	Caliza	Camino desde la CN-122.
C-3	319-2	223	Caliza	CC-101.
C-4	319-2	223	Caliza	Agreda a Aldehuela de Agreda.
C-5	319-2	231d	Caliza	CN-122.
C-6	319-2	231d	Caliza	CN-122.
C-7	281-2	231d	Caliza	CC-101.
C-8	281-2	231d	Caliza	CC-101.
C-9	320-2	321f	Caliza	Crta. local de El Buste a Borja.
C-10	320-2	321f	Caliza	Camino de la cantera que parte de Bulbiente en la CN-122.
C-11	353-4	221b	Caliza	Pueblo de Fuendejalón.
C-12	352-4	223	Caliza	Vera de Moncayo a Tarazona.
C-13	352-4	221b	Caliza	Pista forestal desde Añón.
C-14	352-4	223	Caliza	Pueblo de Trasmoz.
C-15	352-2	221b	Caliza	Crta. local de Ainzón a Tierga.

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

CUADRO RESUMEN DE YACIMIENTOS ROCOSOS

Símbolo del yacimiento en el esquema de situación	Situación : Hoja y cuadrante M. T. N. 1 : 50.000	Denominación grupo litológico en el mapa litológico estructural	Tipo de roca	Accesos
C-16	352-2	002	Diabasa	Camino desde Tabuena.
C-17	281-2	002	Diabasa	Camino desde la carretera local de Fitero a Valverde.

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

### **5.3. YACIMIENTOS GRANULARES**

Como tales citaremos los aluviales de los ríos Linares, Alhama y Huecha como más importantes, donde pueden extraerse gravas silíceas y calcáreas, con los principales inconvenientes de su heterometría, y escasa potencia, y las ventajas de su gran extensión, excelentes accesos y carencia de finos.

En el río Huecha citaremos las G-1 y G-2 (foto 55) en explotación intermitente y en el río Alhama la G-3 como centro de gravedad de posible explotación, en su confluencia con el río Linares y la G-4 en actividad actualmente, cerca de Fitero.



Foto 55.- Gravero G1 en el río Huecha cerca de Alcalá de Moncayo.

Otros grupos susceptibles de ser explotados para obtención de gravas son: 350, C2 y T1, si bien presentan un alto contenido de finos, que no hace rentable su separación, en especial en las zonas donde se encuentra próximo el aluvial A1, siendo además sus cantos muy heterométricos y de naturaleza principalmente silíceas que dificulta su machaqueo, por lo que son explotados como material de préstamo.

### **5.4. MATERIALES PARA TERRAPLENES**

Los materiales de los grupos 350, C2 y T1, se extraen normalmente en cualquier punto de sus afloramientos con calidad similar, empleándose como "todo uno" para la realización de terraplenes de carretera.

Su mayor inconveniente se centra en lo costoso de su transporte, por lo que sólo es indicada su aplicación en lugares próximos a los puntos de extracción, pero, dado que la mayoría de los afloramientos de estos grupos se concentran en la zona sur del Tramo, habrá que buscar para las obras a realizar en lugares alejados de los mismos, materiales de peor calidad, pero de transporte más económico.

Para ello se emplean también las zonas alteradas de las areniscas del grupo 231a y de los conglomerados de 321a, las terrazas T2 y los diversos recubrimientos eluviales y coluviales con potencia suficiente para su extracción.

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

CUADRO RESUMEN DE YACIMIENTOS GRANULARES

Símbolo del yacimiento en el esquema de situación	Situación: Hoja y cuadrante M.T.N. 1: 50.000	Denominación grupo litológico en el mapa litológico estructural	Tipo de roca	Accesos
G-1	352-1	A1	Gravas silíceas	Río Huecha CN-122.
G-2	352-4	A1	Gravas silíceas	Río Huecha. Camino desde Alcalá de Moncayo.
G-3	281-2	A1	Gravas silíceas	Intersección de los ríos Alhama y Linares. Carretera local de Fitero a Cervera.
G-4	281-2	A1	Gravas silíceas	Aluvial del río Alhama en Fitero.

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

**5.5. YACIMIENTOS QUE SE RECOMIENDA ESTUDIAR CON MAS DETALLE**

En este aspecto destacaremos las tres canteras activas de las que se obtiene caliza y que tras un proceso de machaqueo se destina como áridos para obras públicas.

Tales son:

- C-5 – Caliza wealdense de Agreda
- C-10 – Caliza pontiense de Bulbunte.
- C-11 – Caliza liásica de Fuendejalón

Como se ha comentado, es importante también investigar el estado en profundidad de los diversos afloramientos de diabasas, para ver a que cota aparece la roca sana que podría tener una interesante aplicación como capa de rodadura.

Por su mayor extensión y en consecuencia cubrición, destacaremos como más importantes los afloramientos de Tabuena y Fitero.

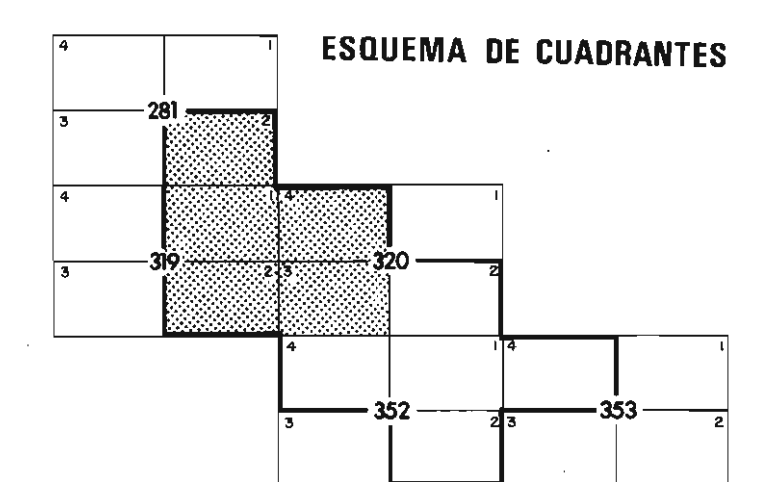
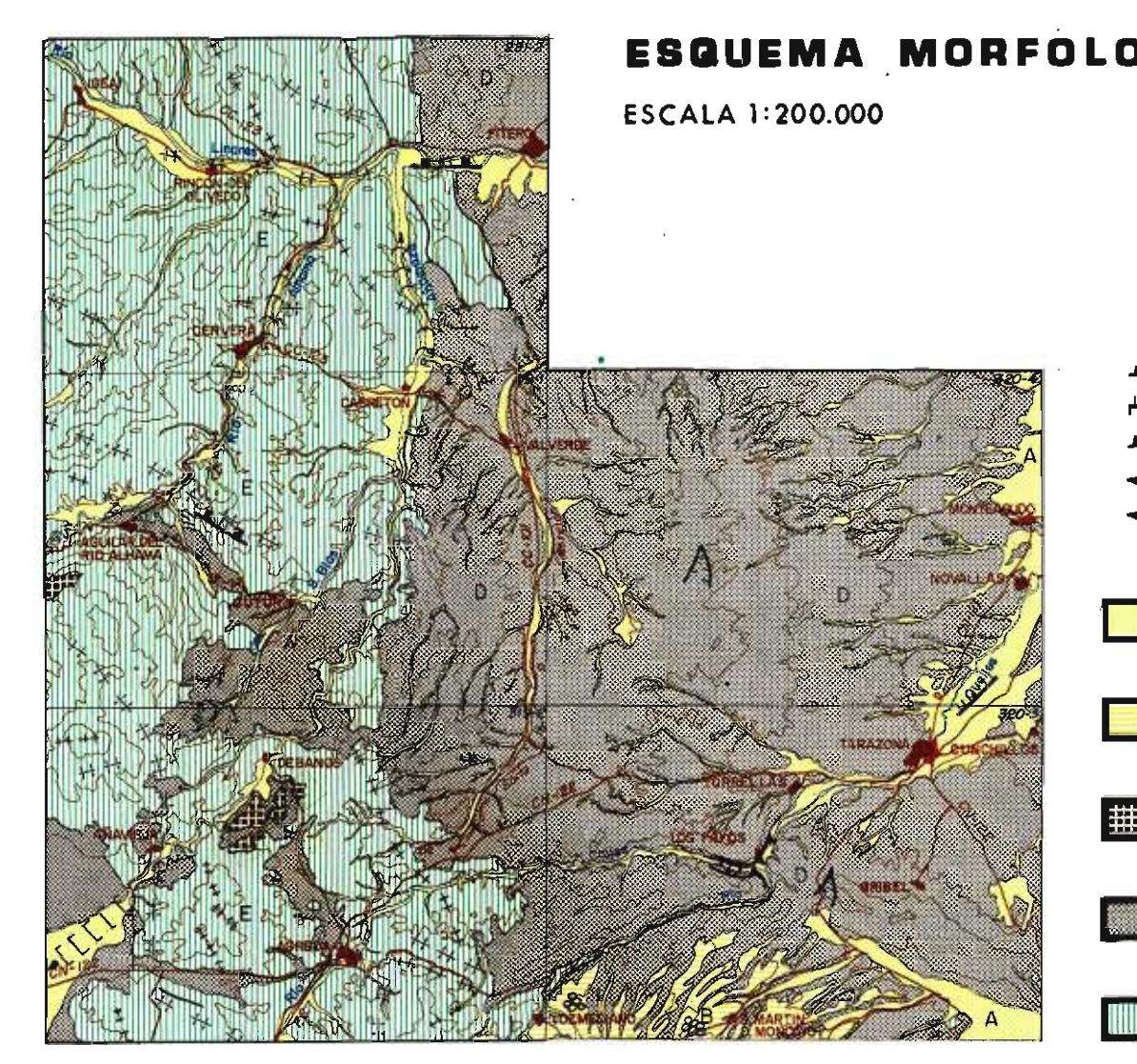
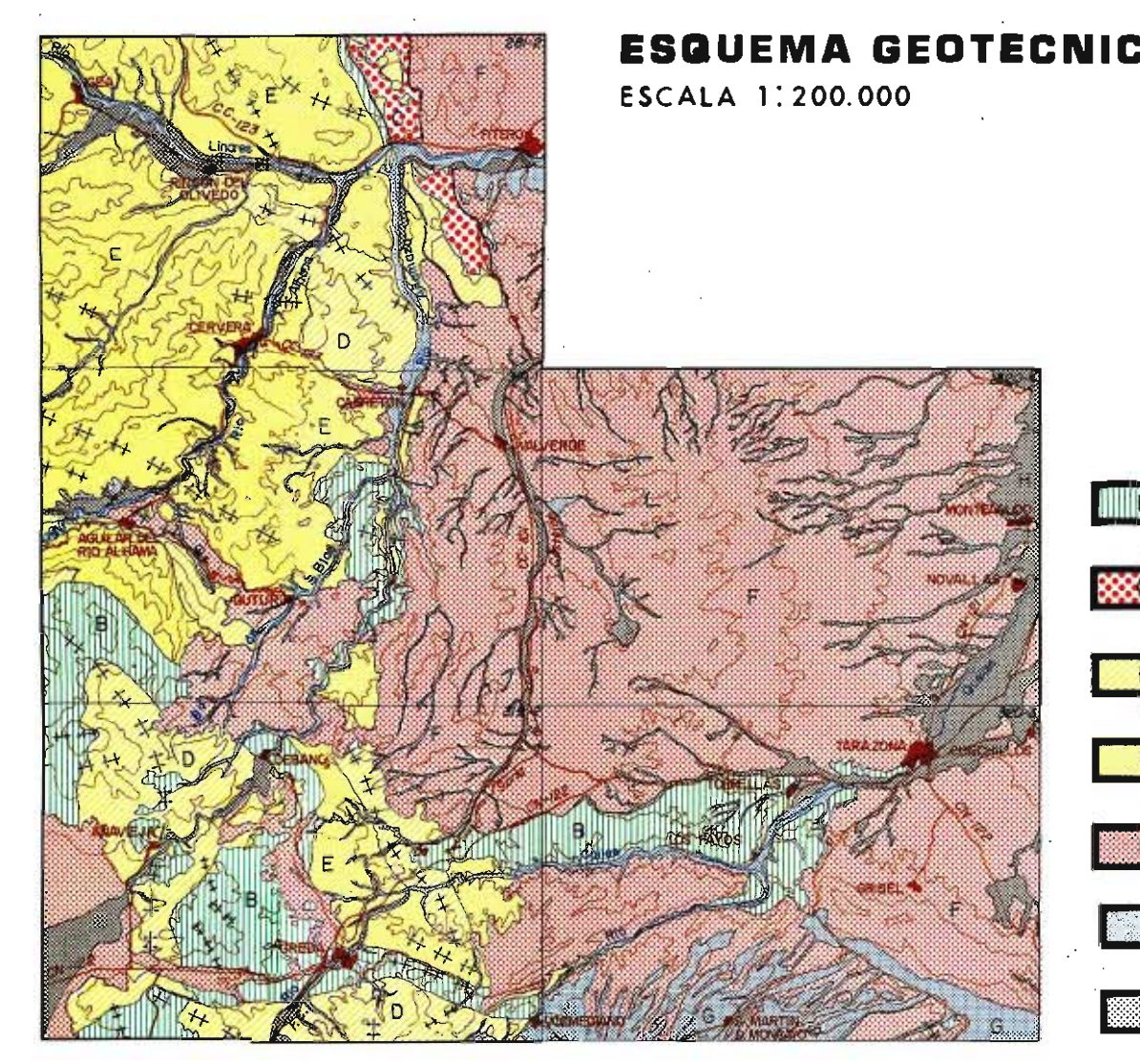
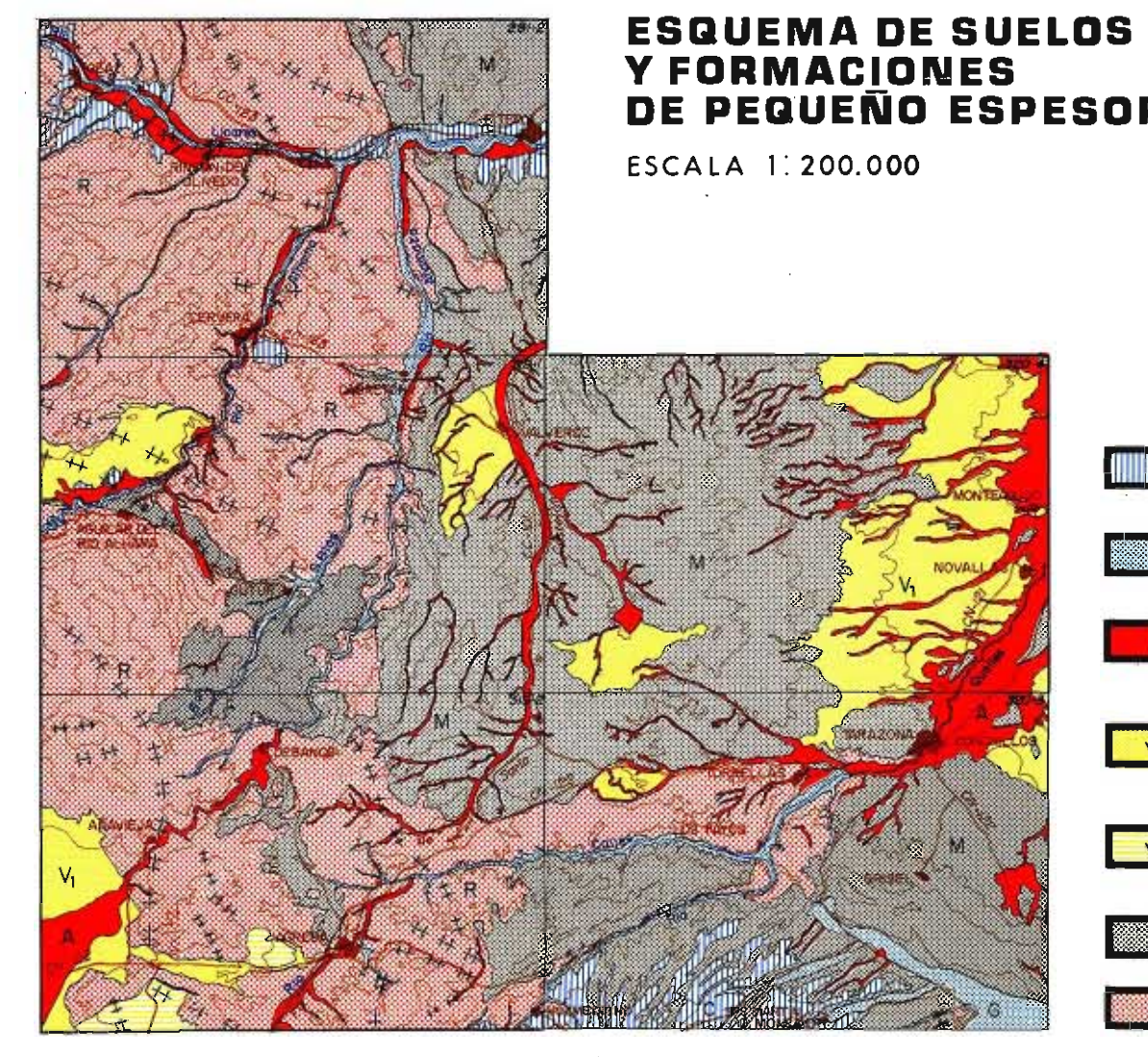
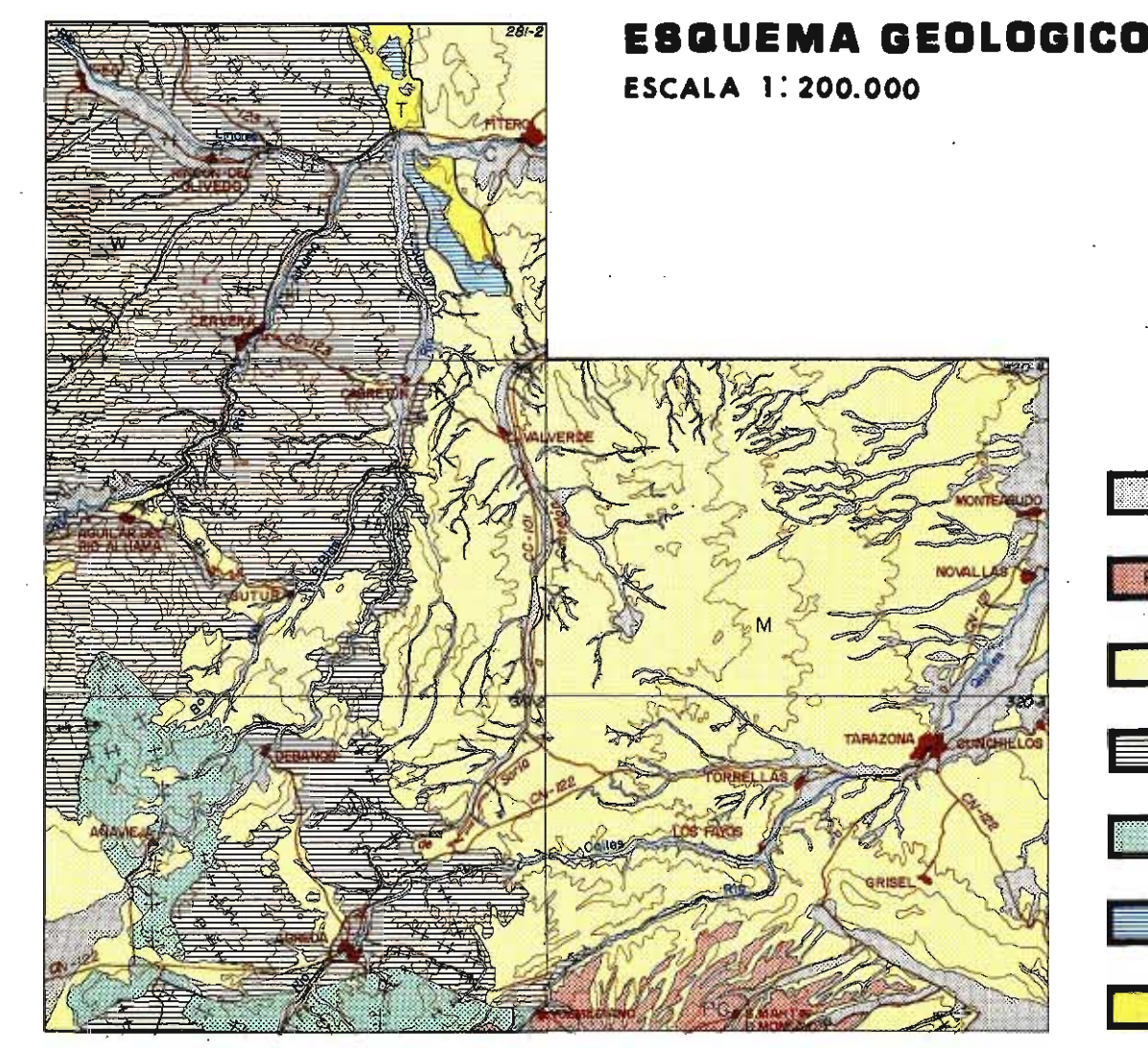
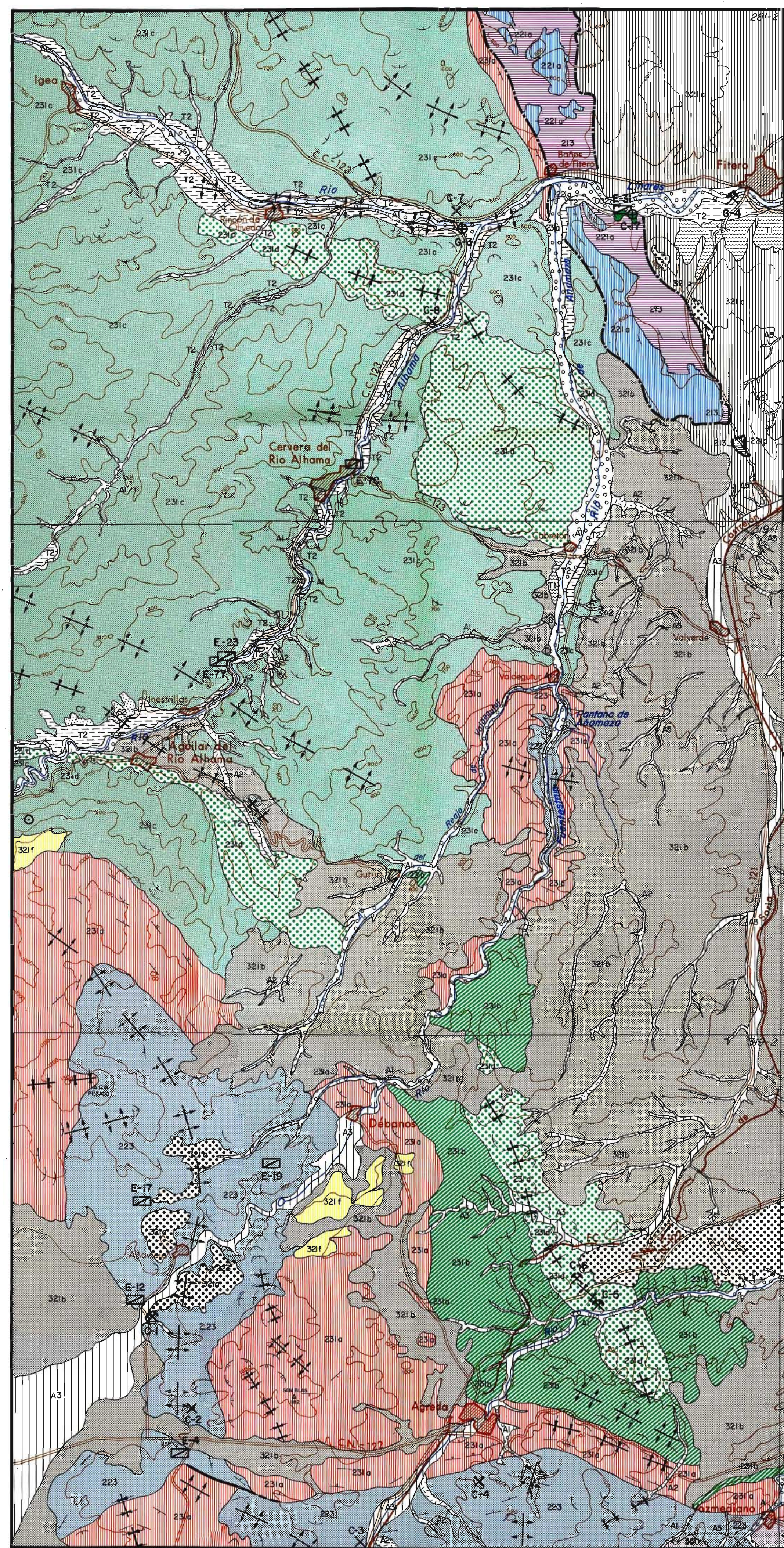
## 6. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- BATALLER, J.R.; LARRAGAN ALFARO, A.— Explicación de la Hoja núm. 352 Tabuena (Zaragoza) I.G.M.E. 1 map. E: 1/50.000.
- BEUTHER, A; DAHN, H; KNEUPER—HAACK, F. y TISCHER, G.— "Der Jura und Wealden in Nordöst—Spanien". Beihefte zum Geologischen Jahrbuch, Vol, 44, 225 págs, Hannover 1966.
- FRUTOS MEJIAS, M.L.— Los glaciares del Campo de Zaragoza. Aport. Esp. al Congr. Int. Indica 1968. Inst. Geogr. Aplic. CSIC., pp. 422—429.
- I.G.M.E. Hoja del Plan Magna núm. 351 Olvega.
- LOTZE, F.— Sobre la tectónica de la parte oriental de la sierra de la Demanda. Not y Com I.G.M.E. núm. 57, pp. 183—92, Madrid 1960.
- LLAMAS MADURGA, M.R.— 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, pp. 1—192. 1 map. E: 1:28.000, 45 fotos, 38 figuras, 1962.
- MARTIN VIVALDI, J.M.— Investigación del hierro en el área del Moncayo. Jornadas minero—metalúrgicas—Tomo II—1975.
- M.O.P. Dirección General de Carreteras. Estudio previo de terrenos. Autopista Zaragoza—Vascongadas. Tramo Tarazona—Lodosa. 1971.
- M.O.P. Dirección General de Carreteras. Estudio previo de terrenos. Autopista Madrid—Zaragoza. Tramo Sigüenza—Gómara. 1975.
- RICHTER, F.— Las cadenas ibéricas entre el valle del Jalón y la sierra de la Demanda, 1929. Publicaciones extranjeras sobre Geología de España t. IX Inst. de Investigaciones Geológicas "Lucas Mallada".
- ROMERO ORTIZ DE VILLACIAN, J.— Los hierros de Tabuena (Zaragoza) Cat. Des. Cri. Min. T. 2—2 pp. 347—350. 1934.
- RUIZ DE GAONA, M; VILLALTA COMELLA, J.P. y CRUSAFONT PAIRO, M.— El yacimiento de mamíferos fósiles de las yeseras de Monteagudo (Navarra) Not. y Com. Inst. Geol. Min. núm. 16, pp. 157—182, 3 láms. 1946.
- TISCHER, G.— El delta wealdico de las montañas ibéricas occidentales y sus enlaces tectónicos, not. y com. Inst. Geol. y Min. de España. núm. 81, pp. 57—58. 1966.



- GRUPOS CALCAREOS DOLOMITICOS**  
Calizas dolomíticas y dolomitas, equivas y ocasionalmente brechoides (ramilosas) de colores generalmente oscuros; afloran unas veces en forma masiva y otras en capas y bancos. Aparecen en distintas zonas, rematando la serie silíceas, generalmente como restos de erosión. Buena permeabilidad por fracturación y oporidad; poblaciones de marmitas a mano, en especial si se pone en contacto con el Keuper, importante; formación no ripable; riesgos de desprendimiento de bloques; taludes naturales estables A-70. Lias. inferior. P.A. 100 m.
- 223**  
Calizas negras, unas veces margosas y algo carbonosas como en la zona de Talamantes y otras más recristalizadas cálcicas, duras y ocasionalmente brechoides como en la de Agreda, donde a veces toman colores más claros; suelen presentarse bien estratificadas en lechos y capas. Forma los núcleos del sinclinal de Litago y del anticlinal del Pezazo. Buen drenaje superficial y profundo; no ripable; salvo en zonas localizadas con un elevado grado de alteración; posibilidad de explotación en canteras; taludes naturales estables I-60, si bien pueden disminuir sensiblemente en zonas con estratificación fina y buzamientos desfavorables, taludes artificiales observados B-80. Jurásico Superior P.A. 250 m.
- 3003**  
Capas y bancos de caliza recristalizada de colores blancos y calizas margosas de colores oscuros se trata de una diferenciación local más cálcica de los grupos 231c y 231a. Ocupa los núcleos del sinclinal de Agreda. Buen drenaje superficial; no ripable; posibilidad de explotación en canteras; taludes naturales I-60 y artificiales M-90. Wealdense P.A. 200 m.
- 321f**  
Caliza cálcica, dura y compacta de color blanco y superficialmente gris. Disposición subhorizontal rematando la serie micénica subvacante, a la que precede de la erosión originando las mesetas de B Bauro, Aguilar del río Alhama y Debarco. Buen drenaje profundo por lo que no son de esperar encharcamientos a pesar de su topografía plana; no ripable; importante en canteras; riesgo importante de desprendimiento de bloques; taludes naturales estables A-70 y artificiales observados M-90. Mioceno (Pontense) P.A. 50 m.
- GRUPOS MARGOSOS**  
Lechos y capas perfectamente estratificados de margas verdes, ocasionalmente azules y con niveles intercalados de areniscas y calizas margosas; abundante presencia de cubos de pinta. Grupo muy fríasado y pliegado que ocupa los flancos del sinclinal de Agreda. Buen drenaje superficial y profundo; no ripable; salvo en zonas localizadas con un elevado grado de alteración; posibilidad de explotación en canteras; taludes naturales estables A-70 y artificiales M-90. Wealdense P.A. 400 m.
- 231c**  
Potente sucesión bandada de lechos de margas verdes, calizas margosas y areniscas cálcicas, con mayor abundancia de las primeras y presencia ocasional de yeso grueso o disperso. Aparece muy repliegado, formando distintas estructuras de tipo hincado en la parte occidental del tramo. Buen drenaje superficial; no ripable; ligeramente estable; riesgo de agresividad debido a la presencia ocasional de yeso; posibilidad de desmoronamientos con buzamientos desfavorables y desprendimientos de las masas; taludes naturales I-70 y artificiales M-90, en ambos casos con buzamiento favorable. Wealdense P.A. 1.000 m.
- 321e**  
Niveles superiores de margas cálcicas duras y ocasionalmente calizas, de color blanco, que van perdiendo compactidad al descender en la serie, donde aparecen como alternancia de margas blancas con arcillas rojas y presencia ocasional de arenisca que son consistentes a la formación; también se encuentran en zonas localizadas. Disposición subhorizontal, originando una topografía accidentada. Buen drenaje superficial salvo en los fondos de valle donde son de esperar encharcamientos; ripable; erosión; taludes naturales estables I-40 y artificiales B-40. Mioceno P.A. 150 m.
- GRUPOS YESIFEROS**  
Arcillas de diferentes colores, con abundante presencia de yeso, fundamentalmente fibroso, de tonos oscuros. Aflora en forma diapírica en la zona de Baños de Fitero y en diversos niveles de erosión, protegidos por rocas ágiles más duras, en el anticlinal de Tabanera. Mal drenaje superficial y profundo que puede dar origen a zonas encharcadas; riesgos de deslizamiento; ripable; erosión; problemas de agresividad debido a la presencia de yeso y riesgo de subsidencias originados por solubilidad de los mismos; posibilidad de asentamientos; taludes artificiales M-90 en yesos y naturales B-40 en arcillas. Keuper P.A. 100 m.
- 321d**  
Margas yesíferas grises con yesos alabástricos, fibrosos y sacaroídicos, blancos, en lechos y dispuestos. Disposición subhorizontal. Mal drenaje profundo que en zonas llanas puede dar origen a encharcamientos; ripable; erosión; riesgo de agresividad y subsidencias debido a la presencia de yeso; taludes naturales estables I-45 y artificiales B-40. Mioceno P.A. 100 m.
- GRUPOS CONGLOMERATICOS Y ARCILLO-CONGLOMERATICOS**  
Conglomerados de cantos calizos, heterométricos y subangulosos, con matriz calizo-arcillosa de color rojo, bien estratificados en capas y bancos; la proporción de cantos frente a la matriz aumenta hacia la base de la formación. Disposición subhorizontal claramente discordante sobre las estructuras mesozoicas subvacantes. Permeabilidad suficiente para no originar problemas de encharcamientos; no ripable; riesgo de caída de bloques y chinos; taludes naturales estables I-90 y artificiales observados A-90. Mioceno P.A. 200 m.
- 321b**  
Alternancia de niveles de conglomerados análogos a los del grupo 321a y arcillas, con presencia ocasional de lechos de areniscas de grano grueso; formación rojiza. Disposición subhorizontal. Mal drenaje profundo que en zonas de llanas pueden dar origen a encharcamientos; ripable; salvo en los niveles de conglomerados y areniscas está en función de la potencia de los mismos; erosión; abarrotado; riesgo de chinos derivado de la presencia de conglomerados; taludes naturales estables A-45 y artificiales M-40, 150 m. en función de la presencia de conglomerados y areniscas que amala la formación. Mioceno P.A. 150 m.
- ARCILLAS ROJIZAS Y MARONES**  
Arcillas rojizas y marones, con presencia ocasional de niveles de conglomerados de cantos calcáicos que amalan la formación; debido a la presencia de los niveles conglomeráticos son abundantes los cantos sueltos. Disposición subhorizontal. Mala permeabilidad en profundidad con riesgo de encharcamiento en zonas llanas; ripable; erosión; posibilidad de chinos; taludes naturales estables I-30 y artificiales B-45. Mioceno P.A. 80 m.
- 350**  
Rañas de pie de monte de la sierra del Moncayo, formadas por bolos heterométricos sub-redondeados, de naturaleza arcillosa, con matriz arení-arcillosa rojiza, sin cemento. Disposición media según la pendiente del relieve debido al que facilita parcialmente. Buena permeabilidad en general, no siendo de esperar encharcamientos; taludes naturales estables A-45 y artificiales M-40, 150 m. como material de préstamo. Plio-Cuaternario P.A. 50 m.
- GRUPOS SILICEOS**  
Conglomerado basal bien cementado, formado por cantos cuarcíticos blancos de pequeño tamaño, con matriz silíceas, al descender en la serie pasan a areniscas blancas de grano grueso con cemento algo cálcico. Ocupan los flancos de las diversas estructuras mesozoicas de la zona de estudio. Buena permeabilidad por porosidad y fracturación; no ripable; riesgo de desprendimiento de bloques; taludes naturales estables I-60 y artificiales M-90. Wealdense P.A. del conglomerado basal, 20 m., y de las areniscas 150 m.
- GRUPOS SUBVOLCANICOS**  
Diseños de color gris verdoso, masivos, compactos, de grano fino con fractura irregular, generalmente azarados en superficie. Aparece dentro de las niveles margosas del Keuper. Ripabilidad subvacante al grado de alteraciones de la roca; posibilidad de explotación en canteras; taludes naturales y artificiales muy variables en función de la calidad alterabilidad. Keuper P.A. muy variable.
- RECUBRIMIENTOS CUATERNARIOS NO CONSOLIDADOS**  
Terrazas de gravas rodadas heterométricas, de naturaleza silíceas y cálcica, heterométricas, sin apenas finos. Erosionable; posible riesgo de socavación en época de avenidas; agresividad a las posibles obras de fábrica de las aguas de los ríos Alhama y Linares por presencia de iones sulfato; existencia de gravas, con peligro de incorporación de iones sulfato; con lo que será necesario lavar los áridos. Cuaternario.
- T-2**  
Tercera arcillo-limosas con presencia ocasional de gravas. Mal drenaje superficial y profundo que puede dar origen a encharcamientos; erosión; taludes naturales B-80. Cuaternario (P.A. 10 m.).
- A-2**  
Aluviales de grava rodada, de naturaleza silíceas y cálcica, heterométricas, sin apenas finos. Erosionable; posible riesgo de socavación en época de avenidas; agresividad a las posibles obras de fábrica de las aguas de los ríos Alhama y Linares por presencia de iones sulfato; existencia de gravas, con peligro de incorporación de iones sulfato; con lo que será necesario lavar los áridos. Cuaternario.
- A-3**  
Aluviales arcillosos con cauces secos o semisechos, recubiertos de vegetación. Problemas de inundabilidad, generalmente salvables dada su estrechez; posibilidad de asentamientos. Cuaternario.
- A-4**  
Llanuras aluviales limo-arcillosas, frecuentemente de considerable extensión superficial. Problemas de encharcamiento e inundabilidad como consecuencia de su deficiente drenaje superficial y profundo; erosión; posibilidad de asentamientos. Cuaternario.
- A-5**  
Aluviales de pie de monte, como arraste de torrenes de montaña, formados por bloques, bolos y gravas de naturaleza silíceas con presencia de finos arení-arcillosos. Importante riesgo de socavación. Cuaternario.
- C-2**  
Aluviales y aluviales de fondos de valle originados simultáneamente por arrastre ocasional de vegetación y descomposición de las formaciones subvacantes, de naturaleza fundamentalmente arcillosa. Riesgo de encharcamiento en zonas llanas; erosión. Cuaternario.
- C-3**  
Coluviales de pie de monte formados por bolos y gravas de naturaleza fundamentalmente silíceas, con presencia de finos arení-arcillosos. Buena permeabilidad. Buena permeabilidad. Buena permeabilidad; posibilidad de explotación de material de préstamo. Cuaternario.
- D**  
Conos de deyección de naturaleza generalmente limo-arcillosa. Sin problemas geotécnicos debido a su escaso desarrollo superficial. Cuaternario.

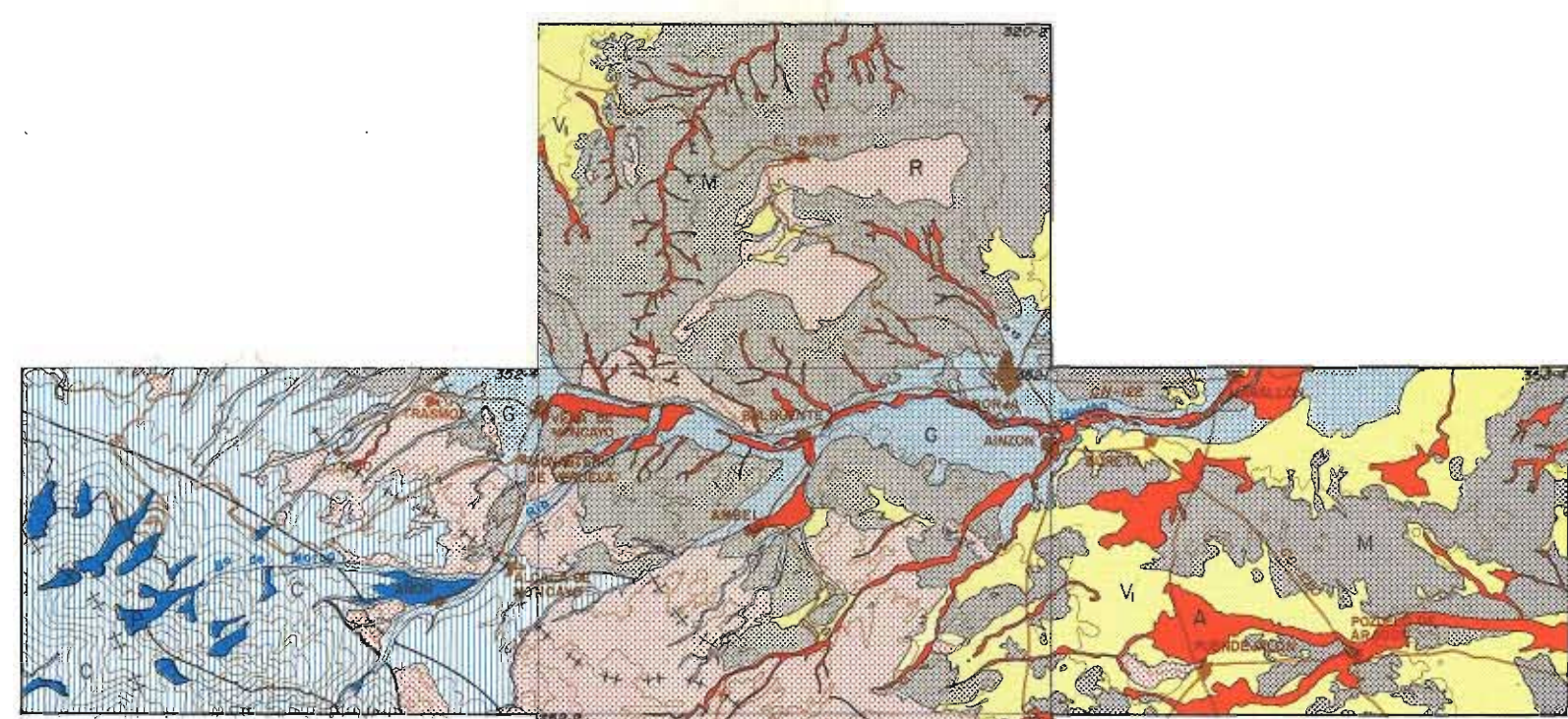
- SIMBOLOGIA**
- Buzamiento de 0° a 30°
  - id. de 30° a 60°
  - id. de 60° a 90°
  - Contacto normal
  - Contacto supuesto
  - Escarpe
  - Yacimiento en explotación
  - Yacimiento abandonado
  - Anticlinal
  - Sinclinal
  - Centro de gravedad de yacimiento o cantera
  - Desprendimiento observado
  - Contacto diapírico
  - Falla
  - Estación de observación con toma de muestras



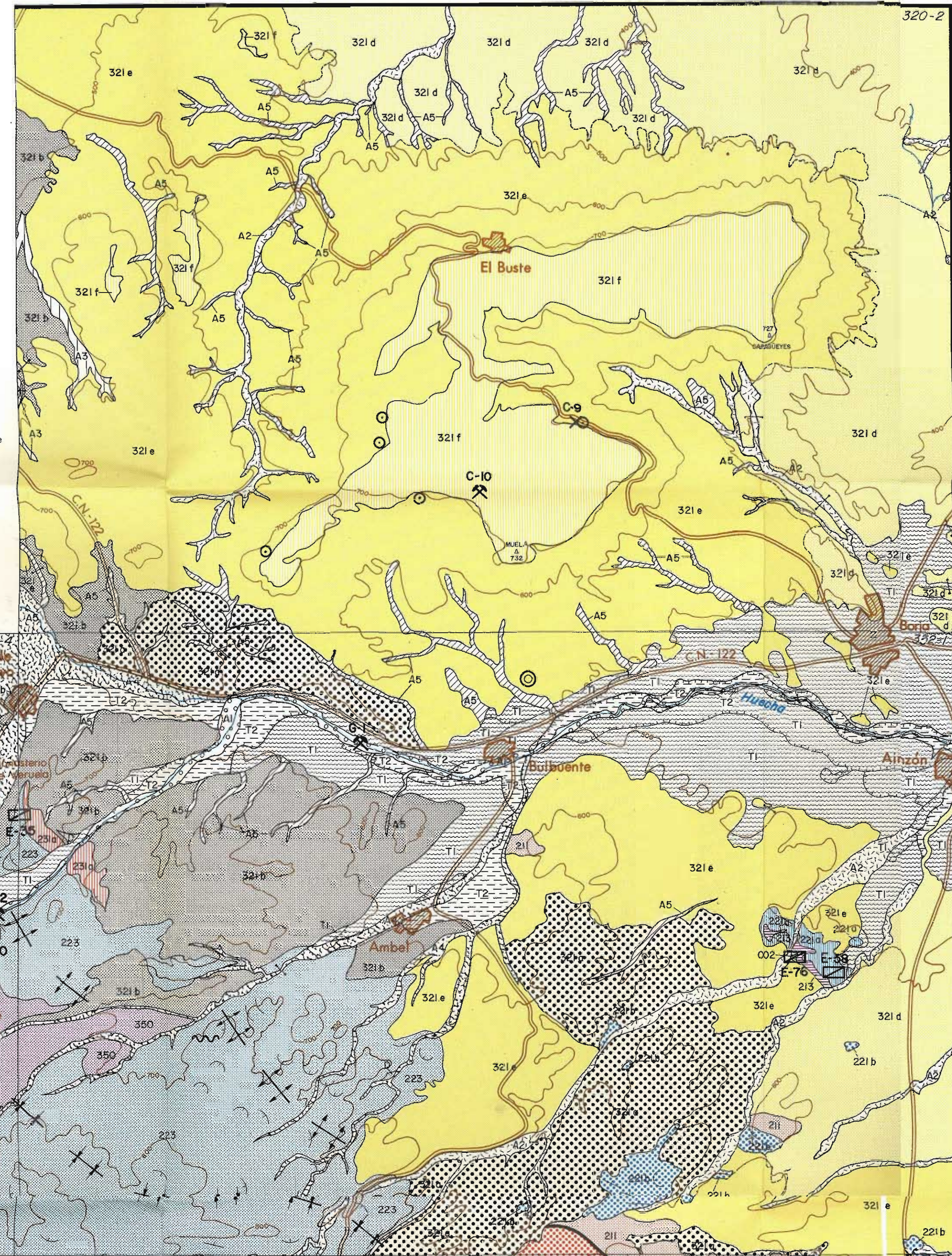


**MAPA LITOLOGICO - ESTRUCTURAL**  
ESCALA 1:50.000

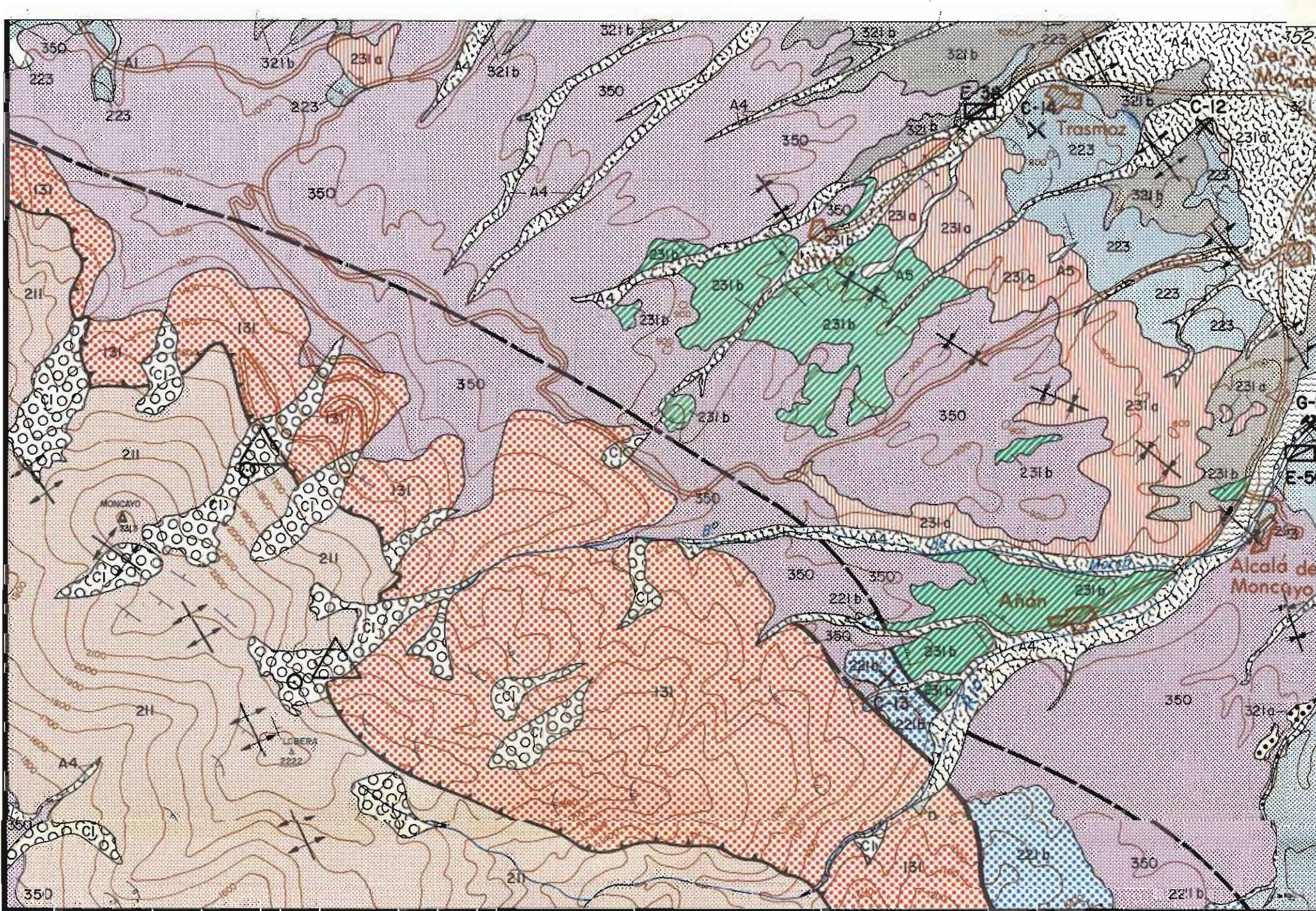
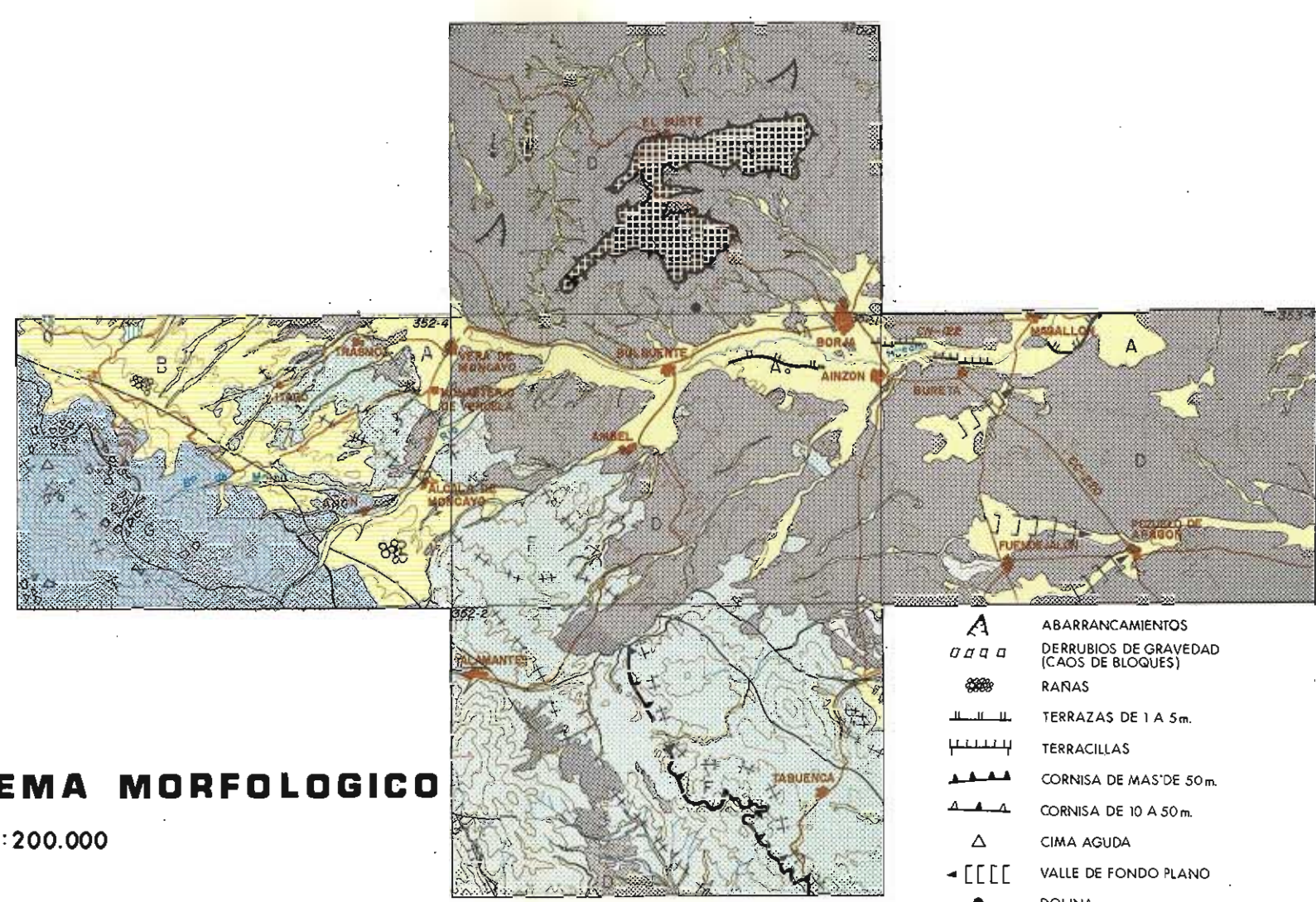
**SIMBOLOGIA**

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

**ESQUEMA MORFOLOGICO**  
ESCALA 1: 200.000

**ESQUEMA GEOLOGICO**  
ESCALA 1: 200.000


**ESQUEMA GEOTECNICO**  
ESCALA 1: 200.000


**LEYENDA**

	<b>GRUPOS CALCAREOS-DIOLIMITICOS</b> Calizas y calizas dolomíticas grises oscuras, masivas, ocasionalmente brechudas. Solamente aparecen en la parte sur del tramo, ocupando el flanco oriental del anticlinal de Tabuenca. Buena permeabilidad por fisuración; no ripable; riesgo de desprendimiento de bloques; taludes naturales estables A-70 y artificiales M-80. Muschelkalk P.A. 60 m.
	Calizas dolomíticas y dolomías, oscuras y ocasionalmente brechudas (canchales) de colores generalmente oscuros; afloran una vez en forma masiva y otras en capas y bancos. Aparecen en distintas zonas, formando la serie silíceas; generalmente como restos de erosión. Buena permeabilidad por fisuración y porosidad; posibilidades de mantanías a muro, en especial si se pone en contacto con el Keuper; impermeabilización no ripable; riesgos de desprendimiento de bloques; taludes naturales estables A-70. Lias. Inferior. P.A. 100 m.
	Calizas azules, duras y compactas, que, ocasionalmente, aparecen fuertemente recristalizadas como calizas marmóreas y otras veces en forma de brechas calcáreas; sus afloramientos realizan en el terreno al formar crestas de colores claros. Afloran en el flanco occidental del anticlinal de Tabuenca, mientras que en el flanco oriental del mismo anticlinal, formando un conjunto micoceno; también se encuentran entre talles al pie de la sierra del Moncayo. Buen drenaje superficial y profundo por fisuración; posibilidad de mantanías; riesgo de desprendimiento de bloques no ripable; susceptible de explotación en canteras; taludes naturales estables I-70 y artificiales M-80. Lias P.A. 200 m.
	Calizas negras, unas veces magras y algo carbonosas como en la zona de Talamanes y otras más recristalizadas calcáreas, duras y compactas y ocasionalmente calcáreas como en la de Agreda, donde a veces forman colores más claros, suelen presentarse bien estratificadas en lechos y capas. Forma los núcleos del sinclinal de Liago y del anticlinal de Fajardo. Buen drenaje superficial y profundo; no ripable; salvo en zonas localizadas con un elevado grado de alteración; posibilidad de explotación en canteras; taludes naturales estables A-60, si bien pueden disminuir sensiblemente en zonas con estratificación fina y buzamientos desfavorables; taludes artificiales observados B-80. Jurásico Superior P.A. 250 m.
	Caliza cástica, dura y compacta de color blanco y superficialmente gris. Disposición subhorizontal estratificada en la serie micocena subyacente, a la que protege de la erosión originando las mesetas de El Busto, Aguilal del Alhama y Davara. Buen drenaje profundo por lo que no son de separar encharcamientos a pesar de sus topografías planas; no ripable; explotación en canteras; riesgo importante de desprendimiento de bloques; taludes naturales estables A-70 y artificiales observados M-90. Mioceno (Pontenne) P.A. 50 m.
	<b>GRUPOS MARGOSOS</b> Lechos y capas perfectamente estratificados de margas verdes, ocasionalmente apizarradas con niveles intercalados de areniscas y calizas margosas; abundante presencia de cubos de pinta. Grupo muy fisurado y pegajoso que ocupa los flancos del sinclinal de Agreda. Buen drenaje superficial y buena permeabilidad por fisuración; generalmente no ripable salvo en algunas zonas apizarradas, alterables y erosionables; taludes naturales estables A-70 y artificiales B-40. Mioceno P.A. 150 m.
	Niveles superiores de margas calcáreas duras y ocasionalmente calizas, de color blanco, que van perdiendo consistencia hacia el sur, donde aparecen como alternancia de margas blancas con areniscas rojas y presencia ocasional de arenisca que dan consistencia a la formación; también se encuentra pedernal en zonas localizadas; disposición subhorizontal, generalmente discordante sobre las estructuras mesocóicas subyacentes. En los fondos de valle donde son de tener riesgos de encharcamientos; ripable; erosional; taludes naturales estables I-40 y artificiales B-40. Mioceno P.A. 150 m.
	<b>GRUPOS YESIFEROS</b> Areniscas de diferentes colores, con abundante presencia de yeso, fundamentalmente fibroso, de tonos oscuros. Afloran en forma dispersa en la zona de Baños de Fitero y en diversos bloques de erosión, protegidos por otras series más duras, en el anticlinal de Tabuenca. Mal drenaje superficial y profundo que puede dar origen a zonas encharcables; riesgo de deslizamiento; ripable; erosional; problemas de agresividad debido a la presencia de yesos y riesgo de subsidencias originados por solubilización de los mismos; posibilidad de asentos; taludes artificiales M-80 en yesos y naturales B-40 en areniscas. Keuper P.A. 100 m.
	Margas yesíferas grises con yesos alabástricos, fibrosos y sacroideos/blancos, en lechos y dispersos. Disposición subhorizontal. Mal drenaje profundo que en zonas llanas puede dar origen a encharcamientos; ripable; erosional; riesgo de agresividad y subsidencias debido a la presencia de yesos; taludes naturales estables I-40 y artificiales B-80. Mioceno P.A. 100 m.
	<b>GRUPOS CONGLOMERATICOS Y ARCILLO-CONGLOMERATICOS</b> Conglomerados de cantos calizos, heterométricos y subangulosos, con matriz calizo-arcillosa de color rojo, bien estratificados en capas y bancos; la proporción de cantos frente a la matriz aumenta hacia la base de la formación; disposición subhorizontal, generalmente discordante sobre las estructuras mesocóicas subyacentes. Permeabilidad suficiente para no originar problemas de encharcamientos; no ripable; riesgo de caída de bloques y otros; taludes naturales estables I-90 y artificiales observados A-80. Mioceno P.A. 200 m.
	Alternancias de niveles de conglomerados análogos a los del grupo 321j y arcillas, con presencia ocasional de lechos de areniscas micáceas y argilosas. Disposición subhorizontal. Buen drenaje profundo que en zonas de llanura pueden dar origen a encharcamientos; ripable las arcillas, la ripabilidad en los niveles de conglomerados depende de la potencia de la matriz arcillosa; problemas de agresividad debido a la presencia de yesos y riesgo de desprendimiento de bloques; taludes naturales estables A-70 y artificiales M-40; erosional en función de la presencia de conglomerados y areniscas que forman la formación. Mioceno P.A. 150 m.
	Rañas de pie de monte de la sierra del Moncayo, formadas por bolos heterométricos subredondeados, de naturaleza silíceas, con matriz arenos-arcillosa roja, sin cementar. Disposición inclinada según la pendiente del relieve subyacente que forma el canchalete. Buena permeabilidad en general; no siendo de esperar encharcamientos debido a su topografía inclinada; ripable; erosional; taludes naturales estables A-45 y artificiales B-60; posibilidad de explotación como material de préstamo. Plio-Cuaternario P.A. 60 m.
	<b>GRUPOS SILICEOS</b> Capas y bancos de cuarcita y areniscas cuarcíticas de tonos marrones y violáceos, con presencia de pizarras fundamentalmente silíceas. Afloran muy repagado en la zona de Tabuenca y por erosión. Formando núcleos anticlinal, en la falda superior del flanco de la sierra del Moncayo. Buen drenaje superficial debido a su abrupta topografía; no ripable; riesgo de desprendimiento de bloques; taludes naturales I-70 y artificiales M-60. Silúrico P.A. 600 m.
	Bancos de conglomerados bien cementados de cantos silíceos redondos con matriz cuarciosa, en la base del grupo; al ascender en la serie disminuyen los conglomerados pasando a una alternancia regular de lechos y capas de areniscas micáceas y argilosas, con predominio de las primeras, de color rojo tipo. Afloran formando el núcleo de las importantes areniscas del Moncayo y de Tabuenca. Mal drenaje profundo que en zonas llanas puede originar encharcamientos; no ripable los niveles de conglomerados, ripable las argilosas y los niveles de areniscas en función de su potencia; afloran y erosionables; riesgo de deslizamiento con buzamientos desfavorables; probabilidad de desprendimiento de lapas; taludes naturales estables A-60 y artificiales M-45 o menores con buzamiento desfavorable. Bunt sandstein P.A. 400 m.
	Conglomerado basal bien cementado, formado por cantos cuarcíticos blancos de pequeño tamaño, con matriz silíceas; al ascender en la serie pasan a areniscas blancas de grano grueso con cemento algo calcáreo. Ocupan los flancos de las diversas estructuras mesocóicas de la zona de estudio. Buena permeabilidad por porosidad y fisuración; no ripable; riesgo de desprendimiento de bloques; taludes naturales estables I-60 y artificiales M-80. Wealdense P.A. del conglomerado basal. 20 m. y de las areniscas.
	<b>GRUPOS SUBVOLCANICOS</b> Diabasas de color gris verdoso, masivas, compactas, de grano fino con fractura irregular, generalmente alteradas en superficie. Afloran dentro de los niveles margosos del Keuper. Ripabilidad superficial al grado de alteraciones de la roca; posibilidad de explotación en canteras; taludes naturales y artificiales muy variables en función de la grado alterabilidad. Keuper P.A. muy variable.
	<b>RECUBRIMIENTOS CUATERNARIOS NO CONSOLIDADOS</b> Terrazas de gravas voladas heterométricas, de naturaleza silíceas y calcáreas sin cementar, con finos arenosos y arcillosos. Buena permeabilidad; erosional; posibilidad de explotación de yacimientos; taludes naturales y artificiales B-70. Cuaternario (P.A. 10 m.).
	Terraza arcillo-limosa con presencia ocasional de gravas. Mal drenaje superficial y profundo que puede dar origen a encharcamientos; erosional; taludes naturales B-40. Cuaternario (P.A. 10 m.).
	Aluviales de gravas redondas, de naturaleza silíceas y calcáreas, heterométricas, sin apenas finos. Erosional; posible riesgo de socavación en época de avenidas; agresividad a las posibles obras de fábrica de las aguas de los ríos Alhama y Liago por presencia de laves sulfatadas; existencia de gravas, con peligro de impregnación de laves sulfatado, con lo que será necesario lavar los áridos. Cuaternario.
	Aluviales arcillosos con cauces secos o semisechos, recubiertos de vegetación. Problemas de inundabilidad, generalmente salvables dada su estrechez; posibilidad de asentos. Cuaternario.
	Llanuras aluviales limo-arcillosas, frecuentemente de considerable extensión superficial. Problemas de encharcamiento e inundabilidad como consecuencia de su deficiente drenaje superficial y profundo; erosional; posibilidad de asentos. Cuaternario.
	Aluviales de pie de monte, como arrastre de tormentas de montaña, formados por bolos, bolos y gravas de naturaleza silíceas con presencia de finos arenos-arcillosos. Importante riesgo de socavación. Cuaternario.
	Aluviales y aluviales de fondos de valle originados simultáneamente por arrastres ocasionales de vaguadas y descomposición de las formaciones subyacentes, de naturaleza fundamentalmente arcillosa. Riesgo de encharcamientos en zonas llanas; erosional. Cuaternario.
	Pedrizas de montaña colgadas, en especial en las laderas de la sierra del Moncayo, formadas por bolos, gravas y bloques silíceos en disposición caótica. Importante riesgo de desprendimiento dada su inestabilidad; erosional por bolos y yesos. Cuaternario.
	Coluviales de pie de monte formados por bolos y gravas de naturaleza fundamentalmente silíceas, con presencia de finos arenos-arcillosos. Buena permeabilidad en general; ripable; erosional; posibilidad de explotación de material de préstamo. Cuaternario.
	Conos de dirección de naturaleza generalmente limo-arcillosa. Sin problemas geotécnicos debido a su escaso desarrollo. Cuaternario.

**ESQUEMA DE CUADRANTES**

