

estudio previo de terrenos

**Itinerario
Salamanca-Cáceres
Tramo: Guijuelo - Bejar**

89-02

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

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

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

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

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

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

**DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS
AREA DE TECNOLOGIA
SERVICIO DE GEOTECNIA**

ESTUDIO PREVIO DE TERRENOS

ITINERARIO SALAMANCA - CACERES

TRAMO : GUIJUELO - BEJAR

DICIEMBRE, 1989

INDICE

	Pág.
1. INTRODUCCION	7
2. CARACTERES GENERALES DEL TRAMO	11
2.1. CLIMATOLOGIA	11
2.2. TOPOGRAFIA	16
2.3. GEOMORFOLOGIA	17
2.4. ESTRATIGRAFIA	18
2.5. TECTONICA	21
2.6. SISMICIDAD	25
3. ESTUDIO DE ZONAS	27
3.0. DIVISION DEL TRAMO EN ZONAS DE ESTUDIO	27
3.1. ZONA 1: RELIEVE MONTAÑOSO	27.
3.1.1. Geomorfología	37
3.1.2. Tectónica	40
3.1.3. Columna estratigráfica	41
3.1.4. Grupos litológicos	42
3.1.5. Grupos geotécnicos	54
3.1.6. Resumen de problemas geotécnicos que presenta la Zona	55
3.2. ZONA 2: RELIEVE MODERADO	57
3.2.1. Geomorfología	57
3.2.2. Tectónica	63
3.2.3. Columna estratigráfica	66
3.2.4. Grupos litológicos	67
3.2.5. Grupos geotécnicos	86
3.2.6. Resumen de problemas geotécnicos que presenta la Zona	87
3.3. ZONA 3: RELIEVE LLANO	89
3.3.1. Geomorfología	89
3.3.2. Tectónica	95
3.3.3. Columna estratigráfica	96
3.3.4. Grupos litológicos	97
3.3.5. Grupos geotécnicos	103
3.3.6. Resumen de problemas geotécnicos que presenta la Zona	104

	Pág.
4. CONCLUSIONES GENERALES DEL ESTUDIO	105
4.1. RESUMEN DE PROBLEMAS TOPOGRAFICOS	105
4.2. RESUMEN DE PROBLEMAS GEOMORFOLOGICOS	105
4.3. RESUMEN DE PROBLEMAS GEOTECNICOS	106
4.4. CORREDORES DE TRAZADO SUGERIDOS	108
5. INFORMACION SOBRE YACIMIENTOS	115
5.1. ALCANCE DEL ESTUDIO	115
5.2. YACIMIENTOS ROCOSOS	115
5.3. YACIMIENTOS GRANULARES	118
5.4. MATERIALES PARA TERRAPLENES Y PEDRAPLENES	118
5.5. YACIMIENTOS QUE SE RECOMIENDA ESTUDIAR CON MAS DETALLE ...	119
6. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA	123
7. ANEJOS	125
7.1. ANEJO 1: SIMBOLOGIA UTILIZADA EN LAS COLUMNAS ESTRATIGRAFICAS	127
7.2. ANEJO 2: CRITERIOS UTILIZADOS EN LAS DESCRIPCIONES GEOTECNICAS	129

1. INTRODUCCION

El objeto del Estudio Previo de Terrenos es exponer las características más sobresalientes desde los puntos de vista litológico, estructural y geotécnico, de un área determinada, que pueden incidir directamente sobre una obra de carácter lineal, como es el caso de una carretera.

El Tramo Guijuelo-Béjar (Figura 1.1) se ubica entre las provincias de Salamanca, Avila y Cáceres, y se reparte territorialmente de la siguiente manera:

- Salamanca 73 %
- Avila 17 %
- Cáceres 10 %

Comprende las siguientes Hojas y cuadrantes del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:50.000.

Nº	Hoja	Cuadrantes
528	Guijuelo	2 y 3
552	Miranda del Castañar	1, 2, 3 y 4
553	Béjar	1, 2, 3 y 4

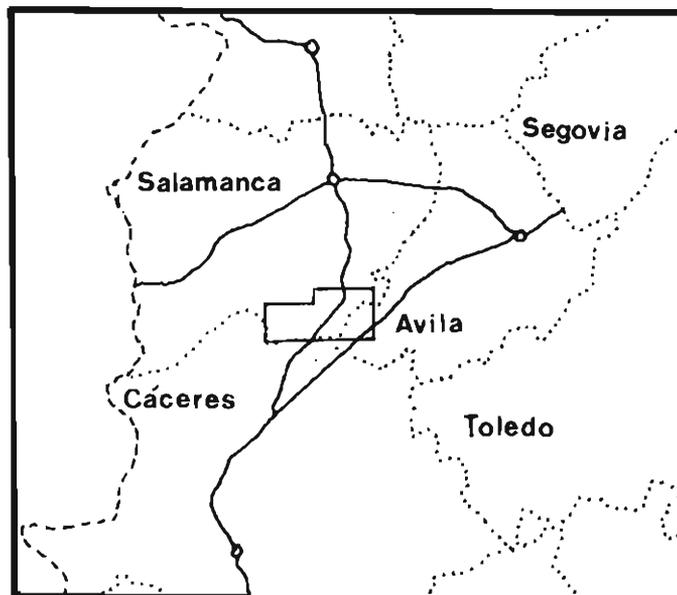


Figura 1.1.— Esquema de situación del Tramo.

La ejecución del Estudio ha precisado el desarrollo de las siguientes fases:

- Recopilación y análisis de la bibliografía existente, tanto geológica como geotécnica, del Tramo de estudio o de áreas próximas.
- Estudio fotogeológico sobre fotogramas aéreos a escala aproximada 1:33.000 (vuelo americano), del área de estudio.
- Comprobación del estudio fotogeológico, corrección del mismo y toma de datos en el campo, con ayuda de fotoplanos con sus correspondientes superponibles.
- Reducción de los superponibles a escala 1:50.000 y, partiendo de ellos, composición de un mosaico, obteniéndose los mapas litológico-estructurales, a escala 1:50.000, que forman parte de los Planos.

Lógicamente, estas fases se han desarrollado paralelamente en el tiempo, solapándose entre sí.

Dadas las características del Estudio, se ha procurado tratar más intensamente aquellos aspectos que pueden incidir sobre la problemática propia de las obras públicas de carácter lineal. Igualmente han sido abordados de forma sucinta otros temas que no afectan de forma global a la problemática tratada, dadas las limitaciones de tiempo y el objeto propio del Estudio.

Los resultados finales, dimanantes de la ejecución del Estudio, han quedado plasmados en la presente Memoria, a la que se adjunta su cartografía correspondiente. La simbología de dicha cartografía corresponde a la inserta en el Pliego de Prescripciones Técnicas para los Estudios Previos de Terrenos, de la Dirección General de Carreteras del M.O.P.U.

Esta Memoria aparece dividida en una serie de capítulos que a continuación pasamos sucintamente a describir:

- Capítulo 1: Introducción.
- Capítulo 2: recoge las características generales del Tramo estudiado.
- Capítulo 3: se realiza una división del Tramo en Zonas de estudio y un análisis pormenorizado, desde el punto de vista geológico-geotécnico, de las mismas.
- Capítulo 4: en base a los problemas topográficos, geomorfológicos y geotécnicos reconocidos en el Tramo, se sugieren aquellos corredores que parecen reunir mejores condiciones para la construcción de vías de comunicación.
- Capítulo 5: se indican las canteras, los yacimientos de roca y granulares, y los materiales de préstamo que han sido recopilados durante la ejecución del Estudio.
- Capítulo 6: recoge la bibliografía consultada.
- Capítulo 7: recoge, mediante dos Anejos, la simbología utilizada en las columnas estratigráficas, y los criterios utilizados en las descripciones geotécnicas.

Este Estudio Previo de Terrenos ha sido supervisado y ejecutado por:

DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS

D. José Antonio Hinojosa Cabrera
Doctor Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

D. Manuel Rodríguez Sánchez
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

D. Jesús Martín Contreras
Licenciado en Ciencias Geológicas

ESGESA

D. Antonio Moral Vacas
Licenciado en Ciencias Geológicas

D. Pedro Lorenzo Abad
Licenciado en Ciencias Geológicas

2. CARACTERES GENERALES DEL TRAMO

2.1. CLIMATOLOGIA

Con el fin de estudiar las características climáticas del Tramo Guijuelo-Béjar se han consultado una serie de estaciones meteorológicas que pertenecen a la red del Instituto Nacional de Meteorología. Se trata de las estaciones de Tremedal (Hoja 553, Cuadrante 3), Becedas (Hoja 553, Cuadrante 2), Béjar (Hoja 553, Cuadrante 3), y Guijuelo (Hoja 528, Cuadrante 2). La elección de estas estaciones ha estado condicionada por el hecho de ser las que abarcan mayores períodos de tiempo, a la vez que son las únicas estaciones que, pertenecientes al Tramo, están a disposición del público, por hallarse las restantes en tratamiento informático en el momento presente.

Según los datos aportados por dichas estaciones meteorológicas, el Tramo Guijuelo-Béjar presenta una pluviometría media anual de 752,3 mm, siendo los meses de Enero, Febrero, Octubre y Noviembre los más lluviosos, y Julio, Agosto y Septiembre, los más secos.

Las precipitaciones recogidas por las distintas estaciones meteorológicas son relativamente semejantes, presentándose la máxima diferencia entre las estaciones de Becedas que registra la mínima con 487,2 mm, y Béjar, que con 904,8 mm registra la máxima.

Las precipitaciones en forma de nieve se suceden durante el período de Noviembre a Marzo, repartiéndose similarmente en todas las estaciones consultadas.

Las nieblas, aunque aparecen escasamente a lo largo de todo el año, se hacen más patentes en los meses de Enero, Abril, Octubre y Diciembre, siendo la zona de Tremedal la que presenta mayor número de días de niebla. Una característica importante de estas nieblas es que suelen ser bastante sostenidas.

Los días de escarcha se reparten irregularmente según las estaciones consultadas. Así, en las zonas de Tremedal y Becedas la escarcha se da durante nueve meses al año, mientras que en las demás estaciones meteorológicas, la escarcha no hace acto de presencia durante la mayor parte de los meses, tal y como se observa en la estación de Béjar.

En cuanto a las temperaturas se refiere, no ha podido realizarse un seguimiento detallado de las mismas, ya que desafortunadamente, las estaciones meteorológicas consultadas son solamente pluviométricas.

De forma general, y en base a datos consultados en distintas publicaciones, el clima de la Cuenca del Duero es de tipo continental, con inviernos muy fríos y prolongados. La temperatura media invernal es de 2,4°C en los meses de Diciembre, Enero y Febrero, y de 20° a 22°C en los meses calurosos. A pesar de estas temperaturas medias, la mínima promedio puede alcanzar entre los 0° y 5°C bajo cero, y la máxima alrededor de 35°C, dando este hecho una idea de las oscilaciones diurnas (del orden de 15°C).

A continuación se muestra, en los cuadros numerados del 1 al 4, los datos medios de las estaciones pluviométricas consultadas.

MES	PRECIPITACION (en mm)				NUMERO DE DIAS DE							
	MEDIA	MAXIMA	MAXIMA 24 H.	MINIMA	LLUVIA	NIEVE	GRANIZO	TORMENTA	NIEBLA	ROCIO	ESCARCHA	NIEVE CUBRIENDO EL SUELO
ENE	84.3	220.0	42.2	4.5	8.1	3.2	0.0	0.2	4.1	0.0	11.9	2.1
FEB	101.9	212.4	62.1	4.3	6.9	3.5	0.0	0.3	1.2	0.0	8.5	1.0
MAR	83.3	210.0	41.3	8.9	9.1	2.3	0.7	0.6	1.0	0.0	4.3	0.8
ABR	58.3	176.9	38.2	4.3	7.6	0.8	1.0	0.7	0.6	0.0	4.6	0.8
MAY	58.1	100.7	32.0	8.5	8.6	0.5	0.7	2.6	0.3	0.0	1.0	0.0
JUN	38.2	91.5	32.1	4.1	6.7	0.0	0.5	3.5	0.5	0.0	0.0	0.0
JUL	29.3	88.2	31.0	0.0	2.1	0.0	0.0	2.6	0.0	0.0	0.0	0.0
AGO	13.6	42.6	23.4	0.0	2.0	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SEP	48.9	107.6	55.3	0.0	6.4	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
OCT	66.6	193.7	67.5	4.6	9.0	0.0	0.2	1.0	1.4	0.0	0.0	0.0
NOV	104.3	429.2	72.7	0.0	9.8	1.0	0.2	0.9	2.8	0.0	7.3	0.0
DIC	77.9	267.7	72.2	9.6	7.5	2.6	0.0	0.1	4.2	0.0	10.4	2.5
ANUAL	764.7	2140.5	72.7	44.8	83.8	13.9	3.3	15.5	16.1	0.0	48.0	7.2

Cuadro 1.— Datos de precipitaciones del año medio (período 1951-1973), correspondientes a la estación pluviométrica de Guijuelo (Salamanca).

MES	PRECIPITACION (en mm)				NUMERO DE DIAS DE							
	MEDIA	MAXIMA	MAXIMA 24 H.	MINIMA	LLUVIA	NIEVE	GRANIZO	TORMENTA	NIEBLA	ROCIO	ESCARCHA	NIEVE CUBRIENDO EL SUELO
ENE	51.2	159.4	66.4	0.0	3.9	2.1	0.1	0.0	0.5	0.0	14.3	1.1
FEB	53.2	175.7	30.4	0.0	4.6	1.5	0.1	0.0	0.6	0.2	11.0	0.9
MAR	42.2	186.4	38.3	0.0	4.1	1.9	0.3	0.1	0.6	0.0	10.5	0.9
ABR	51.2	165.0	37.4	0.0	6.0	3.2	0.1	0.3	0.4	0.1	7.7	0.1
MAY	58.0	149.4	67.7	1.4	7.3	0.5	0.2	0.2	0.7	0.9	4.3	0.0
JUN	30.5	72.8	25.8	0.0	4.8	0.0	0.0	0.3	2.1	2.1	1.2	0.0
JUL	14.8	119.0	80.0	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.3	5.0	0.7	0.0
AGO	9.9	69.1	24.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.1	0.1	6.0	0.9	0.0
SEP	25.2	72.7	40.0	1.8	1.8	0.0	0.0	0.0	0.2	1.3	1.2	0.0
OCT	45.8	134.2	50.0	0.0	4.1	0.0	0.0	0.0	0.4	1.1	7.6	0.0
NOV	50.7	138.7	40.5	0.0	6.0	0.7	0.1	0.0	0.5	0.9	12.3	0.8
DIC	54.5	181.9	42.0	4.2	4.8	1.7	0.0	0.0	0.7	0.9	14.5	0.7
ANUAL	487.2	1624.3	80.0	7.4	54.0	11.6	0.9	1.0	7.1	18.5	86.2	4.5

Cuadro 2.— Datos de precipitaciones del año medio (período 1956-1983), correspondientes a la estación pluviométrica de Becedas (Avila).

MES	PRECIPITACION (en mm)				NUMERO DE DIAS DE							
	MEDIA	MAXIMA	MAXIMA 24 H.	MINIMA	LLUVIA	NIEVE	GRANIZO	TORMENTA	NIEBLA	ROCIO	ESCARCHA	NIEVE CUBRIENDO EL SUELO
ENE	127.0	270.0	77.7	0.0	4.2	5.1	0.0	0.0	1.3	0.0	15.0	7.1
FEB	105.3	356.7	97.7	0.0	4.8	4.5	0.3	0.2	1.7	0.0	11.4	6.2
MAR	56.3	180.2	40.0	0.0	3.1	3.9	1.1	0.1	0.9	0.0	11.0	3.2
ABR	86.8	280.8	65.3	0.0	5.8	3.1	0.5	0.6	1.9	0.0	6.9	1.0
MAY	74.7	170.1	33.4	0.0	6.7	2.8	0.6	1.7	1.8	0.0	0.3	0.5
JUN	45.2	142.0	30.6	0.0	5.9	0.6	0.1	2.1	1.3	0.0	0.8	0.0
JUL	12.8	68.9	25.0	0.0	2.4	0.0	0.0	1.3	1.1	1.9	0.0	0.0
AGO	12.1	61.9	37.6	0.0	1.9	0.0	0.0	0.8	0.9	0.0	0.0	0.0
SEP	45.3	139.2	46.5	0.0	4.1	0.2	0.0	1.2	0.5	0.0	1.1	0.0
OCT	65.2	282.3	53.5	0.0	6.6	0.7	0.0	0.3	1.0	0.0	7.7	0.0
NOV	122.5	290.3	146.0	0.0	7.1	2.3	0.1	0.1	2.1	0.0	12.4	0.8
DIC	97.3	450.6	59.3	0.0	4.7	4.0	0.2	0.0	2.1	0.0	11.9	4.7
ANUAL	852.5	2693.0	146.0	0.0	57.1	27.3	3.1	8.4	16.9	1.9	81.3	23.6

Cuadro 3.— Datos de precipitaciones del año medio (período 1970-1985), correspondientes a la estación pluviométrica de Tremedal (Avila).

MES	PRECIPITACION (en mm)				NUMERO DE DIAS DE							
	MEDIA	MAXIMA	MAXIMA 24 H.	MINIMA	LLUVIA	NIEVE	GRANIZO	TORMENTA	NIEBLA	ROCIO	ESCARCHA	NIEVE CUBRIENDO EL SUELO
ENE	133.7	234.0	41.2	0.0	8.3	1.4	0.0	0.0	0.2	0.0	0.5	0.6
FEB	134.7	339.3	56.1	0.0	9.0	1.7	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	1.4
MAR	85.0	222.5	64.6	0.0	6.7	1.3	0.3	0.3	0.2	0.0	0.0	0.3
ABR	69.2	240.6	46.2	0.0	7.2	0.5	0.5	0.5	0.1	0.0	0.0	0.1
MAY	67.6	132.3	40.2	0.0	6.7	0.1	0.2	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
JUN	44.5	126.6	48.9	0.0	5.6	0.0	0.1	2.4	0.0	0.0	0.0	0.0
JUL	18.0	63.3	29.1	0.0	1.9	0.0	0.0	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0
AGO	13.2	87.0	30.0	0.0	1.4	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0
SEP	61.1	150.7	86.0	0.0	4.5	0.0	0.0	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0
OCT	92.6	304.5	81.3	0.0	7.6	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
NOV	103.3	405.2	90.3	0.0	8.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.3	0.0
DIC	81.9	389.9	57.2	0.0	7.8	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.3
ANUAL	904.8	2686.9	90.3	0.0	74.7	6.1	1.2	8.1	0.4	0.0	1.4	1.7

Cuadro 4.— Datos de precipitaciones del año medio (período 1959-1979), correspondientes a la estación pluviométrica de Béjar (Salamanca).

2.2. TOPOGRAFIA

El Tramo Guijuelo-Béjar está situado dentro del sector donde confluyen el Sistema Central, la Sierra de Gata y la Cuenca del Duero. Este hecho condiciona en gran medida la topografía existente en el Tramo estudiado.

Desde el punto de vista topográfico, si bien sus límites pueden ser difusos puntualmente, pueden distinguirse una serie de unidades. Estas son:

I) Al Noroeste y Sureste, dos sectores montañosos que corresponden a dos porciones de la Sierra de Gata y el Sistema Central, respectivamente. El sector Noroeste, con una altitud media aproximada de 1.400 m, está formado por una serie de sierras orientadas según una dirección NO-SE, separadas entre sí por profundas hoces y vaguadas encajadas, de dimensiones variables. En este sector se encuentra la Sierra de la Alberca, que forma parte de la Sierra de la Peña de Francia. El sector Sureste, con una altura media de 2.000 m, está formado por un conjunto de sierras alineadas según una dirección general NE-SO, separadas entre sí por torrenteras y gargantas de dimensiones variables, encajadas en sus cabecezas y abriéndose en valles más amplios en su discurrir hacia zonas de menor altura. La Sierra de Candelario y la Sierra de la Alberca son sus zonas de mayor elevación.

II) En la zona central, limitando con las unidades anteriores mediante un cambio brusco de relieve, aparece un área con una altura media aproximada de 950 m, caracterizada por presentar un relieve moderadamente accidentado. Este relieve está formado por asociaciones de montes, que no muestran orientaciones preferentes y que están separadas entre sí por valles fluviales encajados, los cuales son los causantes de los desniveles presentes en esta unidad.

III) Al Norte, una amplia llanura, ligeramente ondulada, constituye el inicio por el Sur de la Cuenca del Duero. Esta llanura, con una altura media de 1.000 m sobre el nivel del mar, sólo se ve rota por pequeños valles apenas esbozados. El valle del río Tormes hasta el Embalse de Santa Teresa es el principal rasgo topográfico de esta zona.

En la Figura 2.1 se muestran dos perfiles topográficos que recogen los desniveles presentes en el Tramo de estudio.

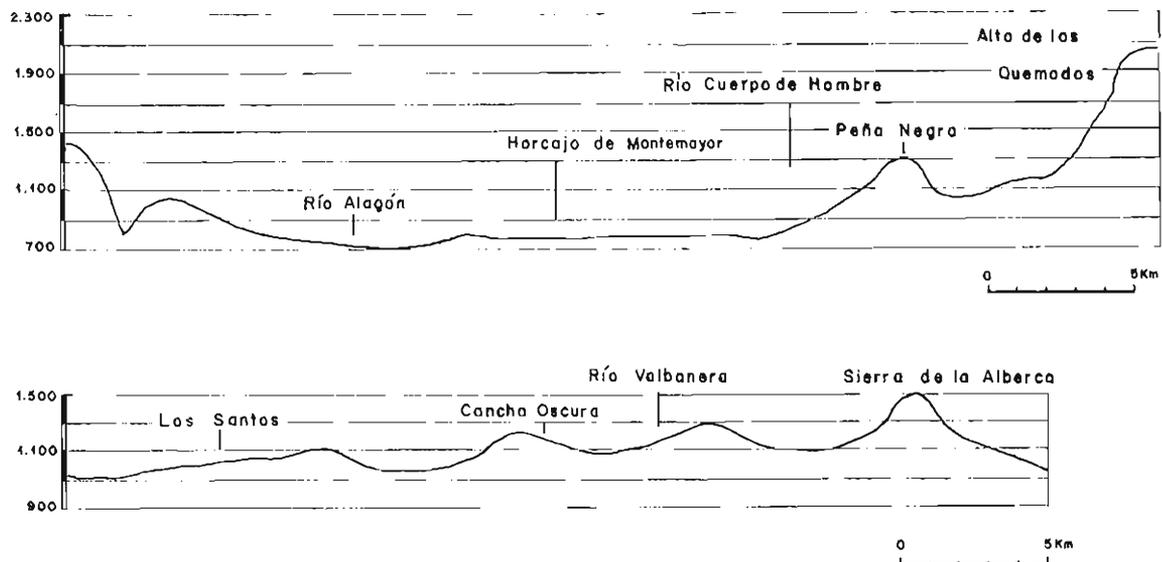


Fig. 2.1.— Perfiles topográficos representativos del Tramo.

2.3. GEOMORFOLOGIA

Desde el punto de vista morfológico pueden distinguirse tres grandes unidades o dominios. Estas unidades son:

I) **Unidad montañosa del Sistema Central-Sierra de Gata.** Está situada en los sectores Sureste y Noroeste del Tramo, respectivamente. Se caracteriza por presentar rasgos geomorfológicos estrechamente vinculados con los accidentes tectónicos desarrollados en la región.

El rasgo fundamental primario es la presencia de alineaciones montañosas muy escarpadas, formadas a partir de las estructuras principales (fallas y pliegues), y que se orientan según las direcciones de las mismas. El segundo rasgo geomorfológico general es que estos relieves se encuentran separados entre sí por una red de drenaje muy encajada y condicionada por la estructura, y formada por profundas hoces y gargantas que producen importantes desniveles.

Superponiéndose a estos aspectos morfológicos generales, y desarrollados a menor escala, aparecen otras formas que son típicas de los materiales que conforman esta unidad: crestas agudas, berrocales graníticos, y «tors» o «piedras caballerías».

Esta unidad montañosa, rejuvenecida por las últimas manifestaciones orogénicas, está afectada en la actualidad por un proceso de dismantelamiento progresivo de sus relieves, causado por los cursos fluviales, que son el principal agente erosivo que actúa en la región, así como por procesos netamente mecánicos, como la inestabilidad gravitacional, que produce la caída de los materiales constituyentes de la zona y su acumulación al pie de dichos relieves.

II) **Unidad de relieve moderado, correspondiente al sector central del Tramo.** Morfológicamente se caracteriza por formar las estribaciones de los dos núcleos montañosos principales de la región: el Sistema Central y la Sierra de Gata. Este hecho condiciona la existencia de un relieve menos acentuado que el de la unidad anterior, y si bien sus rasgos geomorfológicos están asimismo marcados por las principales estructuras tectónicas, éstos presentan unas dimensiones menores.

Aparecen crestas agudas alineadas, separadas por vaguadas angostas y tortuosas, y berrocales graníticos con todas sus formas asociadas («tors» o «piedras caballerías», disyunción en bolas e «inselberg»). En esta región, la red de drenaje discurre muy encajada entre los materiales rocosos, los cuales le imponen sus orientaciones estructurales. Esta red fluvial constituye el principal agente modelador del relieve actual, ya que vertiendo sus aguas hacia el Sur, en la Cuenca del Tajo, y hacia el Norte, en la Cuenca del Duero, va produciendo el desgaste progresivo del sustrato rocoso, mediante ciclos sucesivos de erosión, transporte y sedimentación.

III) **Unidad de relieve llano.** Correspondiente al sector Norte del Tramo, se caracteriza por presentar rasgos morfológicos condicionados por su litología, fundamentalmente metamórfica y con ausencia total de intercalaciones de materiales cuarcíticos más resistentes, lo cual ha propiciado una denudación homogénea del relieve. El resultado final es la producción de una extensa llanura, rota únicamente por la presencia de pequeños relieves alomados, aislados entre sí, y con pendientes bajas y uniformes, que corresponden, normalmente, a litologías algo más duras.

La escorrentía superficial discurre por esta llanura con un grado de encajamiento nulo, produciendo vaguadas apenas esbozadas y de escaso gradiente hidráulico. La región toma así el aspecto de una penillanura, o superficie de arrasamiento, en la que el principal agente modelador del relieve está representado por la meteorización química, que produce la alteración progresiva de los materiales, disgregándolos en forma de suelos residuales, suavizando aún más el relieve existente.

En la Figura 2.2. se encuentran representadas esquemáticamente las zonas descritas.

2.4. ESTRATIGRAFIA

En el presente apartado se señalan de un modo sucinto las diversas litologías localizadas, así como su inserción dentro de la columna estratigráfica general del Tramo de Estudio. Para ello se seguirá la ordenación secuencial establecida convencionalmente para estos casos, es decir, una ordenación cronológica desde los materiales más antiguos a los más modernos.

Los materiales más antiguos presentes en el Tramo han sido atribuidos al Precámbrico, probablemente Superior. Litológicamente están compuestos por dos grupos bien diferenciados entre sí. Uno de ellos está constituido por una formación gnéssica, con intercalaciones de micaesquistos y migmatitas, que pasa gradualmente a convertirse en granito de transformación. El otro grupo precámbrico está compuesto por una potente serie de pizarras oscuras con intercalaciones esporádicas de conglomerados, graúvacas y areniscas.

Sobre los materiales pizarrosos precámbricos se apoyan los depósitos cámbricos que presentan unas características litológicas similares a las de la unidad anterior. Están formados por pizarras oscuras, más o menos arenosas, con frecuentes intercalaciones de graúvacas y areniscas. En estos materiales cámbricos, y como consecuencia del emplazamiento de un plutón granítico, se producen fenómenos de metamorfismo de contacto, tales como las texturas «mosqueadas» en los miembros más pelíticos.

Apoyados en discordancia sobre la serie cámbrica aparecen los depósitos pertenecientes al Ordovícico Inferior. El grupo basal está compuesto por un conjunto de carácter fundamentalmente arenoso, formado por microconglomerados, areniscas, cuarcitas y pizarras lutíticas y limolíticas, generalmente arenosas. Los miembros arenosos se hacen más frecuentes hacia el techo de la formación, hasta dar lugar a la aparición de la serie cuarcítica, en facies armoricana, que marca el final de la sedimentación ordovícica en la región.

El Silúrico, que es el sistema más alto de la serie paleozoica, está representado en el Tramo por dos únicos afloramientos, apoyados en discordancia sobre los materiales del Cámbrico. Están constituidos por mármoles blancos y grises que contienen finas intercalaciones de calcoesquistos.

Posteriormente a la Orogenia Hercínica tiene lugar el emplazamiento del plutón granítico que afecta a grandes extensiones de la región. Estos materiales graníticos se presentan con una gran variedad de texturas, desde microgranudas hasta macrogranudas y porfídicas. Asimismo son frecuentes los filones de cuarzo, emplazados a favor de fracturas preexistentes, y ocasionalmente los de aplita. Además, en las rocas encajantes, la intrusión granítica produce un metamorfismo de con-

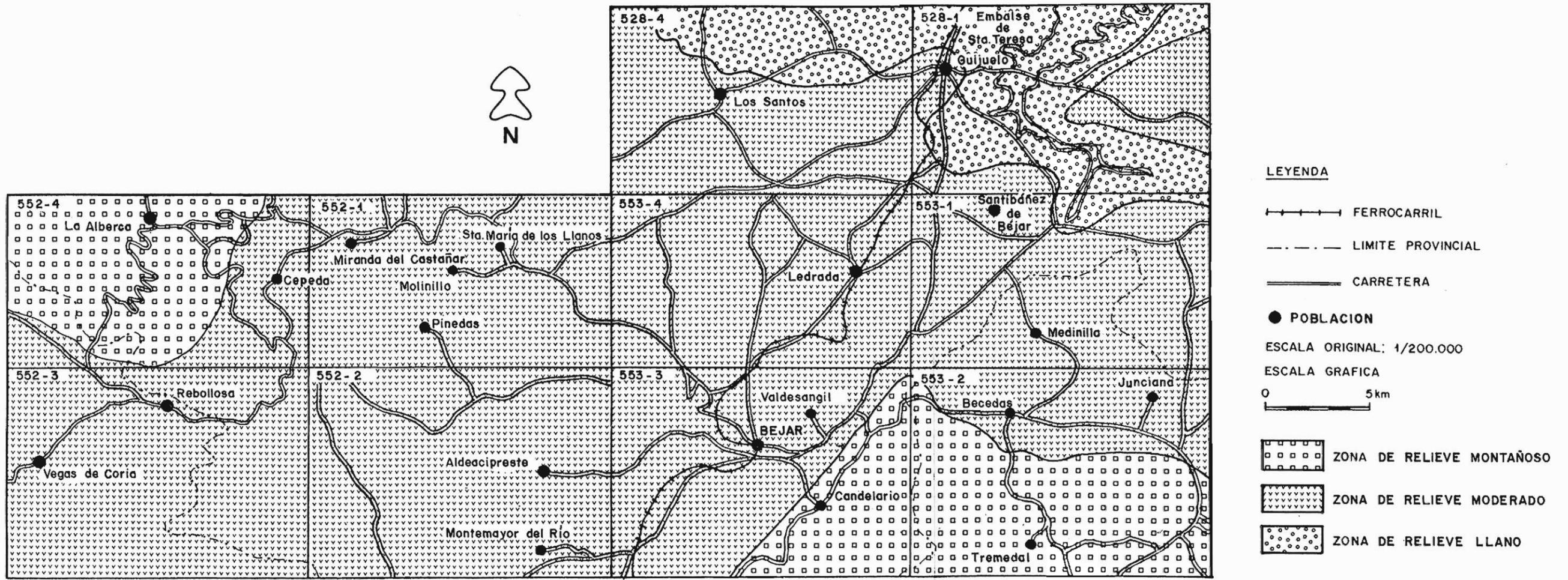


FIGURA 2.2.- ESQUEMA MORFOLOGICO DEL TRAMO.

tacto, de anchura variable, que provoca en las litologías más finas algunas modificaciones texturales.

Sobre todas estas unidades rocosas, y en clara discordancia sobre las mismas, se disponen las formaciones superficiales cuaternarias representadas por materiales de granulometría gruesa y media, que han sido depositadas en régimen fluvial y coluvial. Asimismo son relativamente frecuentes las áreas en donde el Cuaternario está formado a expensas de rocas graníticas y pizarrosas, en régimen eluvial.

En la Figura 2.3. se recoge de forma esquemática la Columna Estratigráfica General del Tramo de Estudio.

2.5. TECTONICA

El Tramo Guijuelo-Béjar se halla situado en la Zona Centroibérica del Macizo Hespérico (Julivert et al, 1973), y más concretamente en el Sector Occidental del Sistema Central y parte del Oriental de la Sierra de Gata.

Las deformaciones que han afectado a los materiales de la Zona de Estudio corresponden principalmente a la Orogenia Hercínica. Posteriormente fueron retocadas por la fracturación tardihercínica, si bien se han reconocido también movimientos prehercínicos supuestamente sárdicos. Por último, todo el conjunto se ve sujeto a las reactivaciones producidas por la Orogenia Alpina.

ESTRUCTURAS PREHERCINICAS

La presencia de una fase de plegamiento prehercínico ha sido puesta de manifiesto mediante la existencia de dos discordancias previas a la sedimentación del Ordovícico Inferior.

La primera de ellas se sitúa entre los materiales del Precámbrico Superior y los sedimentos del Cámbrico Inferior. Esta discordancia tiene su origen en la no sedimentación de los materiales intermedios, o bien, por la erosión de dichos sedimentos, que hace que se pongan en contacto directo los materiales del Precámbrico con los del Cámbrico.

La segunda discordancia correspondería a la Fase Sárdica, y se sitúa entre los sedimentos del Cámbrico Inferior y los del Ordovícico Inferior. Esta última fase también dio origen a unos pliegues que presentan direcciones N-S y NE-SO, y que se caracterizan por ser muy suaves, de amplio radio, y por no tener ningún tipo de esquistosidad asociada.

ESTRUCTURAS HERCINICAS

Posteriormente al plegamiento sárdico, y después de un período erosivo, acontece la sedimentación de los materiales del Paleozoico. La Orogenia Hercínica tiene su inicio en el Carbonífero Inferior, y va a dar lugar a las estructuras más dominantes que aparecen en todo el Dominio Hercínico y que son las siguientes: pliegues, esquistosidades, lineaciones y fracturas.

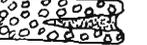
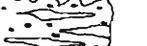
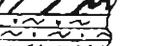
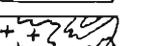
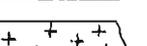
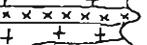
COLUMNA ESTRATIGRAFICA	DESCRIPCION	EDAD	Referencia
	GRAVAS, ARENAS Y LIMOS	CUATERNARIO	A
	GRAVAS, ARENAS Y LIMOS	CUATERNARIO	T
	ARENAS CON CANTOS DISPERSOS	CUATERNARIO	D
	CANTOS ANGULOSOS Y MATRIZ LIMO-ARENOSA	CUATERNARIO	C
	ARENAS, LIMOS Y ARCILLAS	CUATERNARIO	V
	BLOQUES Y CANTOS GRANITICOS	CUATERNARIO	H
	GRAVAS CUARCITICAS CON MATRIZ LIMO-ARENOSA	PLIO-CUATERNARIO	350
	MARMOLES Y CALCOESQUISTOS	SILURICO	130
	CUARCITAS	ORDOVICICO INFERIOR	121a
	PIZARRAS, ARENISCAS Y CUARCITAS	ORDOVICICO INFERIOR	121b
	PIZARRAS Y GRAUVACAS	CAMBRICO INFERIOR	111a
	PIZARRAS MOSQUEADAS Y GRAUVACAS	CAMBRICO INFERIOR	111b
	PIZARRAS	CAMBRICO INDIFERENCIADO	110a
	ESQUISTOS MICACEOS	CAMBRICO INDIFERENCIADO	110b
	MIGMATITAS	CAMBRICO INDIFERENCIADO	110c
	MICROCONGLOMERADOS SILICEOS	PALEOZOICO INDIFERENCIADO	100
	GNEISES Y GRANITOS DE TRANSFORMACION	PRECAMBRICO	010a
	PIZARRAS	PRECAMBRICO	010b
	GRANITOS	POST-ORDOVICICO	001
	CUARZO	POST-ORDOVICICO	002a
	APLITA	POST-ORDOVICICO	002b

Fig. 2.3.— Columna Estratigráfica general del Tramo.

Pliegues. En lo que se refiere a los pliegues, se distinguen dos tipos: los de la primera fase hercínica y los tardíos.

a) Pliegues de la primera fase hercínica.

A escala regional, los pliegues de esta primera fase se caracterizan por presentar una gran amplitud de onda, y por tener una dirección NO-SE y vergencia hacia el Norte. Estos pliegues representan a las megaestructuras definidas por esta fase.

En los materiales metamórficos se han observado pliegues menores que se caracterizan por tener longitudes de onda decimétricas, métricas y decamétricas, y presentar una esquistosidad de plano axial. En algunas ocasiones, estos pliegues se concentran en zonas de charnela de pliegues mayores, dejando en medio otras zonas de aspecto monoclinal. Normalmente estos pliegues son simétricos, asimétricos o isoclinales, y su superficie axial presenta una dirección NO-SE y un buzamiento de moderado a fuerte. La inclinación de la charnela de estos pliegues varía de subhorizontal a subvertical.

En líneas generales, los pliegues generados en la primera fase hercínica presentan un buzamiento de su traza axial muy variable, ya que se han desarrollado sobre superficies previamente plegadas por la fase sárdica. Este hecho explica también la geometría tan diversa que presentan.

La superposición de estas dos fases de plegamiento (hercínica y sárdica) produjo estructuras de interferencia, consistentes en un desarrollo complejo de domos y cubetas, (Interferencia tipo 1, de Ramsay, 1967).

b) Pliegues tardíos.

Posteriormente a la primera fase de deformación ya descrita, se producen una serie de movimientos que repliegan nuevamente las estructuras ya existentes.

Los pliegues generados en esta nueva fase, que se caracterizan por presentarse en una extensión pequeña, se han agrupado en dos sistemas distintos:

El primer sistema corresponde a los pliegues de dirección N 30°-65° E. Estos pliegues, que son los que afectan a la esquistosidad de la primera fase, se caracterizan por ser simétricos, y por tener una longitud de onda pequeña, de 15 a 20 cm, unos planos axiales que presentan una dirección N 30°-65° E, y buzamientos subverticales, mientras que los buzamientos de las trazas axiales son mayores de 70° tanto al Norte como al Sur.

El segundo sistema está formado por pliegues de dirección N 120°-130° E. Son pliegues asimétricos, de dimensiones pequeñas, entre 10 cm y 1 m, en los que su traza axial presenta una dirección N 100°-120° E y sus planos axiales buzaban hacia el Sur entre 5° y 15°.

Se supone que la génesis de estos pliegues podría corresponder a una descompresión, que daría origen a unos repliegues en la vertical con planos axiales prácticamente horizontales.

Esquistosidades. Del mismo modo que los pliegues, las esquistosidades son de dos tipos: esquistosidad de primera fase hercínica y esquistosidad tardía.

a) Esquistosidad de primera fase hercínica.

Los plegamientos de la primera fase hercínica originan una esquistosidad de flujo subparalela al plano axial de los pliegues generados por la misma. Esta esquis-

tosidad permite, junto con otros criterios sedimentológicos, determinar la polaridad de las capas.

b) Esquistosidad tardía.

Se trata de una esquistosidad de crenulación que se observa de «visu» en algunos puntos, y con frecuencia al microscopio, en el estudio de láminas delgadas. Presenta una dirección aproximada N 10°-35° E, que coincide generalmente con la dirección de los planos axiales de los pliegues originados en las fases tardías de la deformación.

Lineaciones. En lo que se refiere a las lineaciones, se desarrollan principalmente durante la primera fase hercínica y son de dos tipos: de intersección y de estiramiento.

a) Lineaciones de intersección.

La intersección de los planos de estratificación con los planos de esquistosidad, originados en la primera fase de deformación, genera una lineación que es paralela a los planos axiales de los pliegues de esta primera fase de deformación.

b) Lineaciones de estiramiento.

Estas lineaciones corresponden a estiramientos sufridos por granos de cuarzo no superiores a 0,5 cm, y por deformaciones de cantos de naturaleza cuarzo-grauváquica, de dimensiones inferiores a 4 cm de longitud.

Fracturas Se han distinguido distintos sistemas de fracturas que pertenecen a los últimos episodios de la Orogenia Hercínica. Estas fallas quedan mejor reflejadas en los materiales graníticos cristalinos, como consecuencia de un comportamiento mecánico más frágil con respecto a los materiales paleozoicos adyacentes.

Algunas de las fallas que se describen a continuación corresponden al sistema de fracturación tardihercínico que afecta a toda la Zona Centroibérica.

a) Fallas de dirección N 120°-140° E.

Este sistema de fallas presenta unas direcciones que están comprendidas entre N 120° E y N 140° E, y que por tanto, son subparalelas a las direcciones de los pliegues originados en la primera fase de plegamiento. Este hecho induce a pensar que el origen de estas fracturas esté ligado a esta primera fase de deformación, aunque quizás correspondan a una época ligeramente posterior a ella, ya que en muchos casos cortan oblicuamente a los pliegues.

b) Fallas de dirección N 100°-110° E.

Son fallas de desgarre sinistral, con un largo recorrido en superficie y un plano de falla subvertical. Estas fallas se identifican difícilmente en los materiales del Precámbrico Superior, excepto cuando están rellenas por rocas básicas.

c) Fallas de dirección N 30°-70° E.

La mayor parte de las fallas que aparecen en el Tramo de Estudio pertenecen a este sistema de fracturas, y tienen una gran importancia a escala regional.

Corresponden a fallas de desgarre sinistral, que posteriormente sufren un reajuste consistente en un movimiento de bloques en la vertical. Se originan así zonas de «graben», en donde se depositan materiales terciarios.

d) Fallas de dirección N 145°-170° E.

Son fallas de desgarre dextral, y constituyen la familia de fracturas conjugadas del sistema de fallas de dirección N 30°-70° E anteriormente mencionado.

ESTRUCTURAS ALPINAS

Por último, la Orogenia Alpina (posiblemente la fase larámica) reactivó las fracturas tardihercínicas y originó a su vez 4 sistemas principales de fracturas, a través de los cuales se origina un desnivelamiento de los bloques que constituyen el Sistema Central.

Los dos sistemas principales de fracturas presentan una dirección ENE-OSO y NE-SO, respectivamente, y se manifiestan de forma clara porque a favor de ellas se han instalado los ríos importantes de esta región.

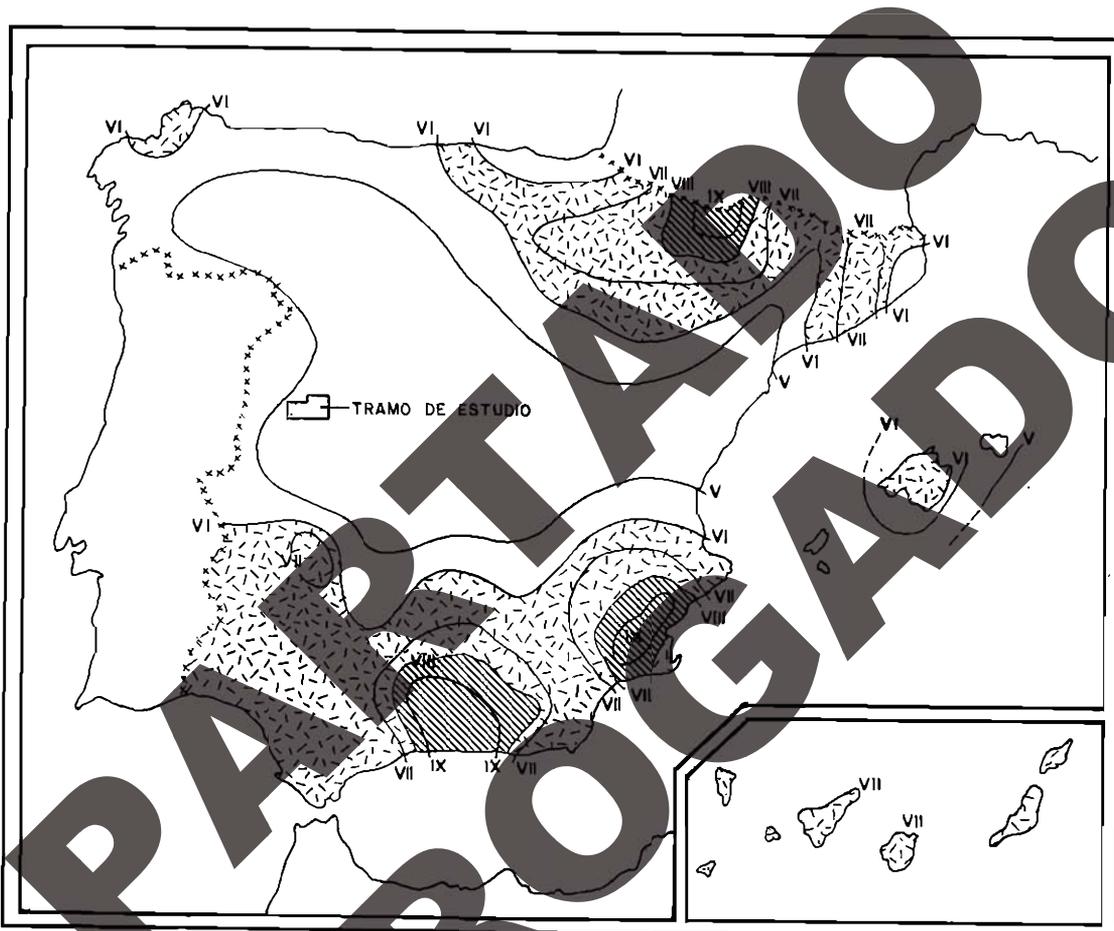
Los dos últimos sistemas presentan direcciones N-S y NO-SE, y se caracterizan por ser poco importantes y porque se emplazan numerosos arroyos a lo largo de sus trazas.

2.6. SISMICIDAD

Según la Norma Sismorresistente P.D.S.-1, de 1974, el Tramo Guijuelo-Béjar se encuentra situado en la Zona Sísmica Primera, tal y como puede apreciarse en la Figura 2.4.

De acuerdo con la citada Norma, y según su epígrafe 3.5, no es necesario considerar las acciones sísmicas en las obras y servicios localizados en la Zona Sísmica Primera, excepto para el caso de estructuras o instalaciones especiales. En la misma Norma, y según el epígrafe 5.6, para las obras situadas en la Zona Sísmica Primera no es obligatoria la aplicación de esta Norma.

APARTADO
DEROGADO



NORMA SISMORRESISTENTE ROS-1 (1974)

ZONA INTENSIDAD: G (Esg. MSK)

PRIMERA < VI (BAJA)

SEGUNDA VI < G < VIII (MEDIA)

TERCERA ≥ VIII (ALTA)

TRAMO DE ESTUDIO

Fig. 2.4.— Mapa sismorresistente de España.

3. ESTUDIO DE ZONAS

3.0. DIVISION DEL TRAMO EN ZONAS DE ESTUDIO

Para que resulte más fácil la exposición y comprensión del Tramo Guijuelo-Béjar, se ha considerado conveniente realizar una división del mismo en diversas Zonas, las cuales forman grandes unidades con características geomorfológicas propias.

En la Figura 3.1 se encuentra representada la distribución de las distintas Zonas en que ha sido dividido el Tramo de Estudio. Son las siguientes :

Zona 1 : Relieve Montañoso

Zona 2 : Relieve Moderado

Zona 3 : Relieve Bajo.

En la Figura 3.2 se muestra la situación de los diversos bloques-diagramas y cortes geológicos esquemáticos que se han realizado en el presente capítulo.

3.1. ZONA 1: RELIEVE MONTAÑOSO

La Zona 1 se encuentra situada en los sectores Sureste y Noroeste del Tramo, repartiéndose entre las provincias de Salamanca, Avila y Cáceres, en unas proporciones aproximadas del 55 %, 42 % y 3 %, respectivamente.

La Zona 1 se extiende de forma parcial en las hojas y cuadrantes del Mapa Topográfico Nacional, a escala 1/50.000, siguientes :

Nº	Hojas	Cuadrantes
552	Miranda del Castañar	4
553	Béjar	2 y 3

En la Figura 3.3. se muestra la ubicación y extensión de la Zona 1 dentro del Tramo, así como la situación del bloque-diagrama y de los dos cortes geológicos esquemáticos realizados en la misma, que aparecen en la Figura 3.4.

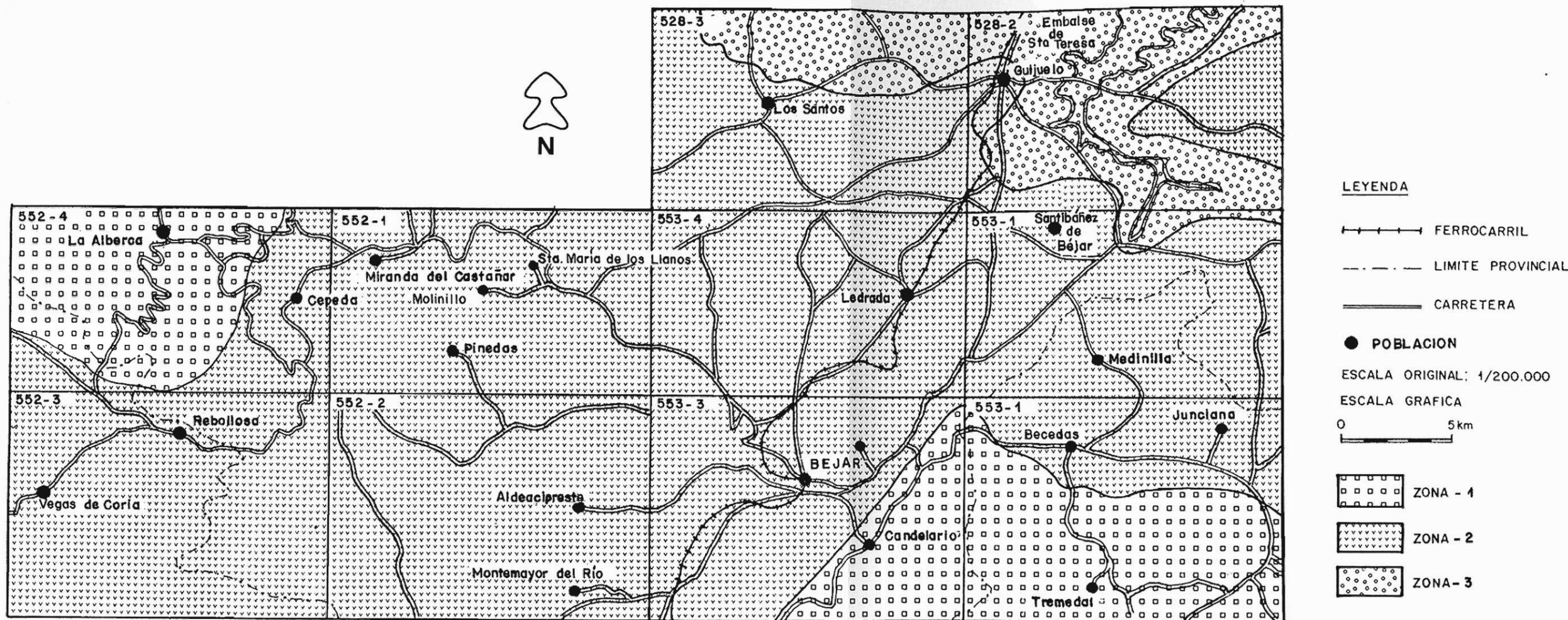


FIGURA 3.1.- DIVISION DEL TRAMO EN ZONAS DE ESTUDIO.

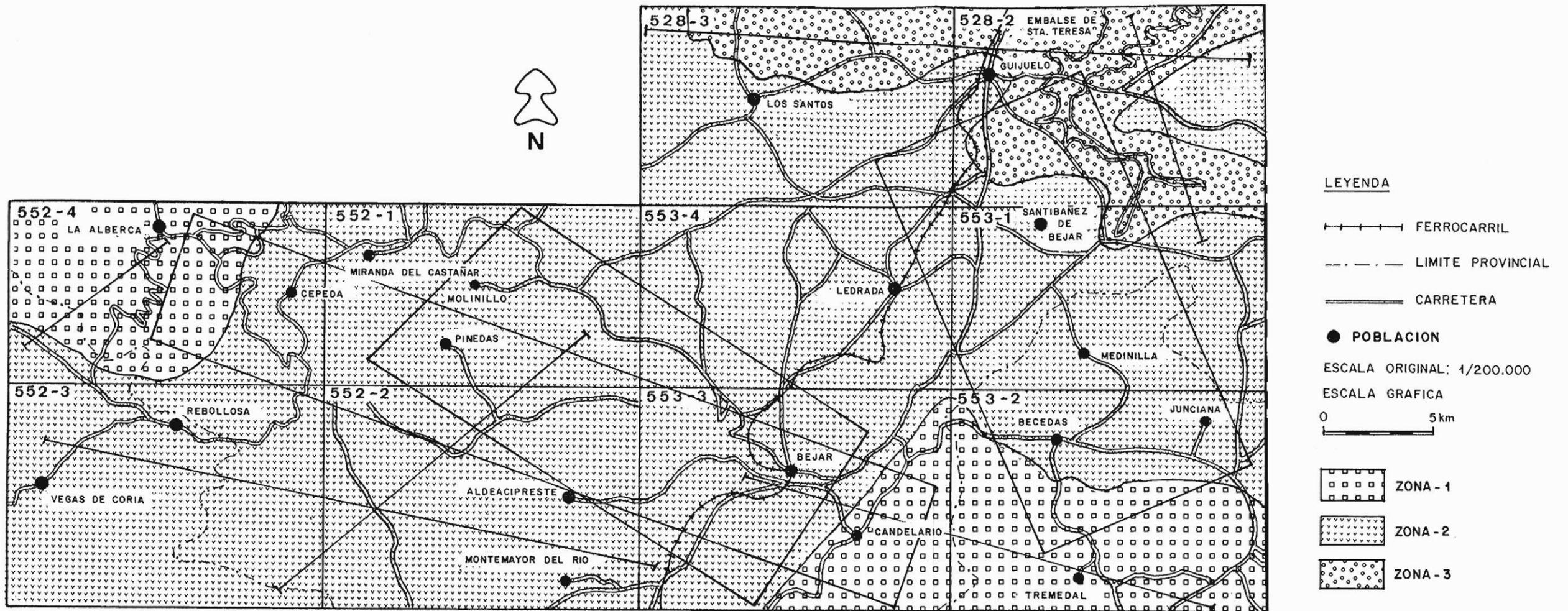


FIGURA 3.2.- SITUACION DE LOS BLOQUES-DIAGRAMAS Y CORTES GEOLOGICOS ESQUEMATICOS QUE APARECEN EN ESTE CAPITULO.

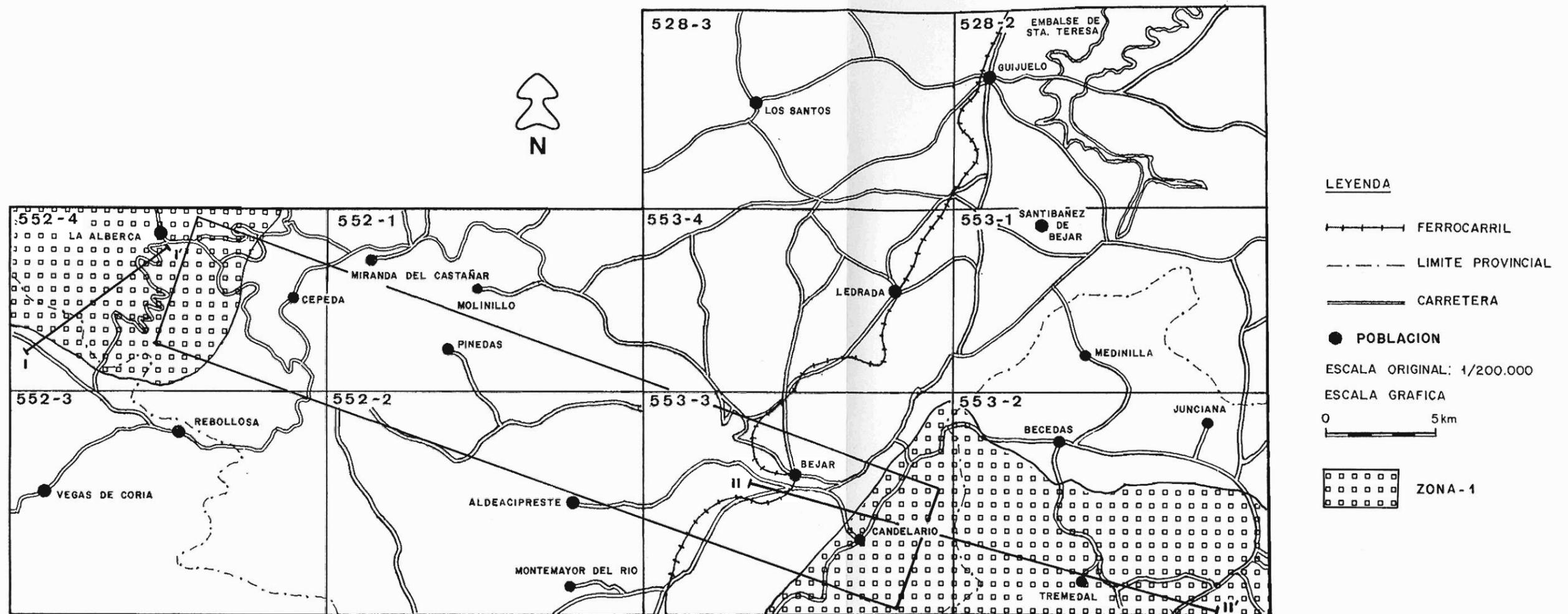
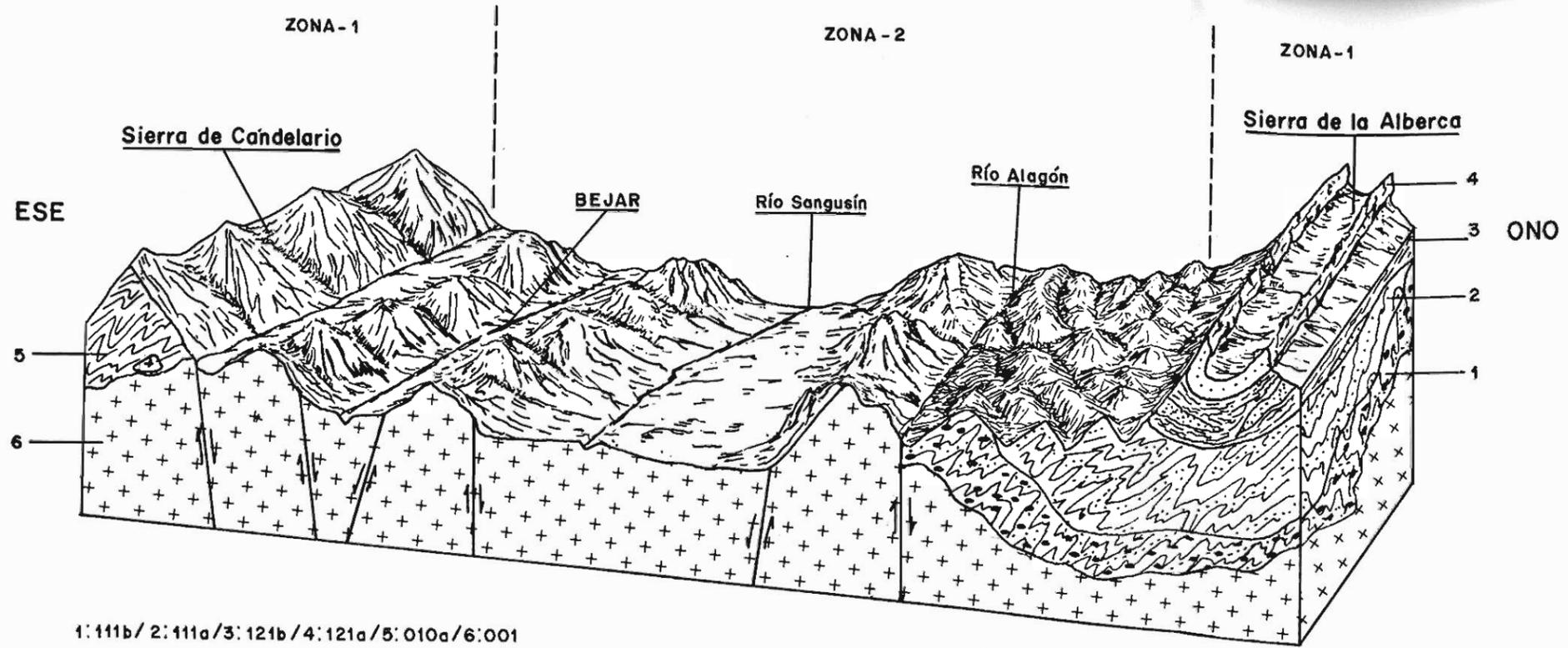


FIGURA 3.3.- ESQUEMA DE SITUACION DE LA ZONA 1, DE UN BLOQUE-DIAGRAMA Y DE DOS CORTE ESQUEMATICOS REALIZADOS EN LA MISMA.

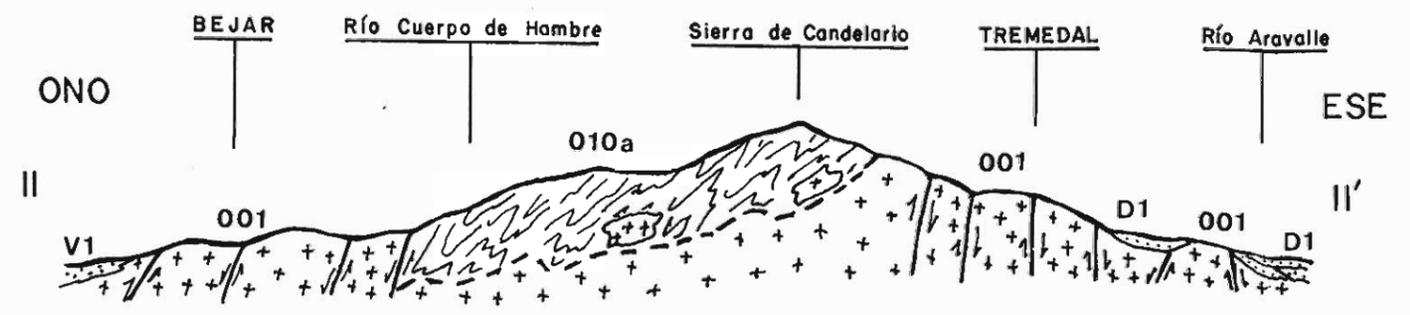
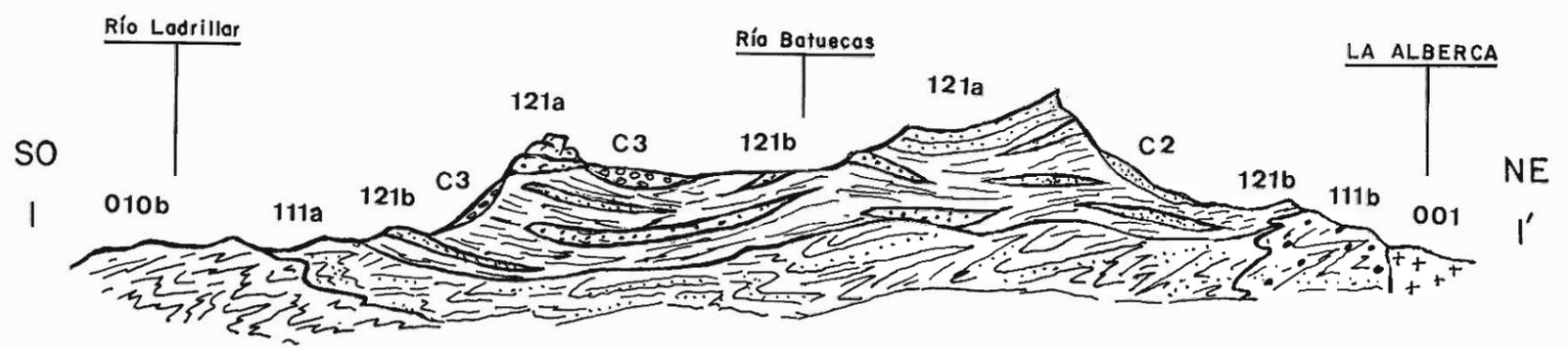


LEYENDA

- C3: Coluvial
- C2: Coluvial
- V1: Eluvial
- D1: Cono de deyección
- 121a: Cuarcitas
- 121b: Areniscas, pizarras y cuarcitas
- 111a: Pizarras y grauvacas
- 111b: Pizarras y grauvacas mosqueadas
- 010b: Pizarras
- 010a: Gneises
- 001: Granitos

1: 111b / 2: 111a / 3: 121b / 4: 121a / 5: 010a / 6: 001

BLOQUE-DIAGRAMA ESQUEMATICO PARCIAL DE LAS ZONAS 1 Y 2



CORTES GEOLOGICOS ESQUEMATICOS DE LA ZONA 1.

3.1.1. Geomorfología

La configuración del relieve de la Zona 1 es el resultado de la interacción de los procesos tectónicos que han afectado diferencialmente a rocas con distinta naturaleza litológica y de la remodelación producida por los sucesivos cambios climáticos regionales o globales.

Desde el punto de vista geomorfológico, la Zona 1 puede ser dividida en dos sectores claramente diferenciados por presentar características geomorfológicas propias:

- a.— Sector SE: Dominio alpino
- b.— Sector NO: Dominio hercínico.

3.1.1.a. Sector Sureste. Dominio alpino.

Este sector está constituido fundamentalmente por rocas graníticas y gneíscas, afectadas por una importante fracturación, que tiene su origen en la Orogenia Alpina. El estilo tectónico desarrollado es el conocido como «germánico», con producción de fallas de gran salto y de grandes recorridos. Acompañando a estas grandes fallas se origina una red de fracturación de menor orden, así como un diaclasado de intensidad variable. El resultado de la interacción de estos procesos tectónicos con la naturaleza cristalina de las rocas que conforman este sector, produce las siguientes formas del relieve:

— Frentes montañosos en facetas triangulares, producidos por la erosión parcial y progresiva de las principales superficies de falla. La Figura 3.5. muestra esquemáticamente el origen y desarrollo de este proceso, correspondiendo las facetas triangulares a la Fase Intermedia del mismo.

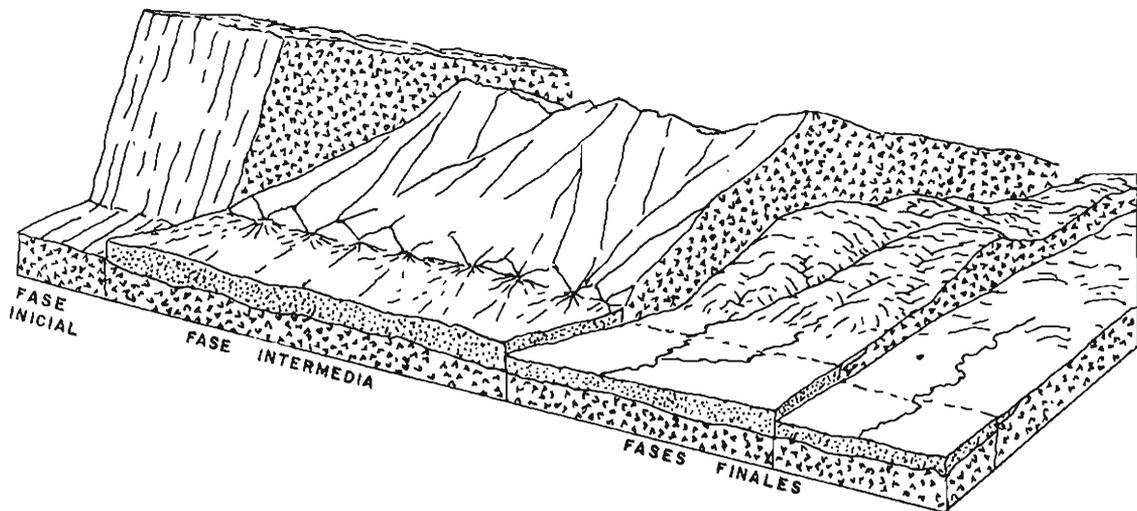


Fig. 3.5.— Evolución morfológica de un relieve rejuvenecido por la tectónica.

— «Horsts» o macizos tectónicos. Son bloques limitados por fallas que han quedado elevados con respecto a los adyacentes debido al hundimiento de los mismos. En el ámbito del sector SE de la Zona 1 estas formas aparecen tanto a escala regional, formando los principales macizos de la Sierra de Candelario y la Sierra de la Alberca, como a escala local, en forma de pequeñas elevaciones intramontañosas.

— «Grabens» o fosas tectónicas. Son bloques hundidos con respecto a los adyacentes, por el movimiento diferencial de las fracturas que los limitan. Aparecen en este sector tanto a escala regional, formando la depresión intermontañosa de El Barco de Avila, como a escala local, en forma de pequeñas depresiones intramontañosas.

— Formas esferoidales. La presencia de un diaclasado ortogonal disgrega la roca en bloques con geometría paralelepípedica, los cuales, mediante la meteorización química, van adoptando formas esferoidales. Cuando estas formas están aisladas, se denominan «bolas»; si están montadas, reciben el nombre de «tors» o «piedras caballerías»; cuando son de mayores dimensiones, y están separadas entre sí por zonas más llanas, el término utilizado es el de «inselberg». Estas formas se producen a escala local, acompañando a los tipos geomorfológicos descritos anteriormente.

A estas características geomorfológicas, motivadas por la relación tectónica-litología, se añade la influencia del factor climático, que, en este sector Sureste de la Zona 1, ha tenido y tiene un carácter propio. Por una parte, en las áreas más elevadas de este sector, los glaciares han excavado circos y acumulado los materiales procedentes de los mismos, en forma de depósitos morrénicos, que posteriormente han sido retrabajados por la acción de la red fluvial. Por otra parte, la red fluvial que drena el sector discurre a favor de las superficies de fractura que han afectado al macizo rocoso, ya que éstas, al presentar una zona de falla con menor resistencia a la erosión, son vías favorables para la instalación de la escorrentía superficial, que se nutre principalmente con las aguas procedentes del deshielo. Esta red fluvial presenta una geometría dendrítica «pinzada» y, frecuentemente, angular, «en reja». Ambos tipos se producen por la existencia de un marcado control estructural.

Este sector, con las características descritas, evoluciona geomorfológicamente al producirse una denudación progresiva de los principales relieves, que tiene a la acción fluvial como principal agente erosivo. En sucesivos ciclos de erosión-sedimentación, los ríos van encajándose, modificando las vertientes de las principales unidades geomorfológicas.

En la zona de cumbres, a la acción fluvial se añaden los procesos actuales de un clima periglacial: crioturbación, geliflucción, y gelifración, entre otros, que ayudan a suavizar lo abrupto del relieve.

3.1.1.b. Sector Noroeste. Dominio hercínico.

Este sector está constituido fundamentalmente por rocas pizarrosas y cuarcíticas, y ha sido afectado preferentemente por la Orogenia Hercínica, la cual se manifiesta por la presencia de estructuras correspondientes a varias fases de deformación sucesivas. Estas han originado un macroplegamiento, con una orientación general NO-SE, que está acompañado por pliegues menores, con diversas direc-

trices estructurales, como consecuencia de la variación en el espacio y en el tiempo de los esfuerzos internos. Las estructuras de plegamiento formadas son posteriormente atravesadas por diversas fracturas, originadas sobre todo en fases tardías. El resultado de la interacción de estos procesos tectónicos y de la naturaleza litológica de los materiales que conforman este sector, es la existencia de un relieve de tipo «apalachiano», en el cual las capas cuarcíticas más duras, plegadas, afloran linealmente en las cotas más altas, con una gran longitud, produciendo largos crestones de paredes subverticales, inaccesibles, y con estructura de sinclinal colgado, que contrastan fuertemente con las morfologías, algo más suaves, de los valles que se intercalan entre los escarpes cuarcíticos. Estos valles, excavados en materiales pizarrosos por una red de drenaje encajada, de tipo angular y subparalelo, presentan una morfología abrupta caracterizada por las formas en «V».

Condicionada por la estructura, la red de drenaje produce interfluvios en forma de cresta que están separados entre sí por vaguadas angostas, situadas normalmente en superficies de fractura. Estas superficies son aprovechadas por la mayor parte de los arroyos que drenan este sector y que vierten sus aguas, directa o indirectamente, al río Alagón.

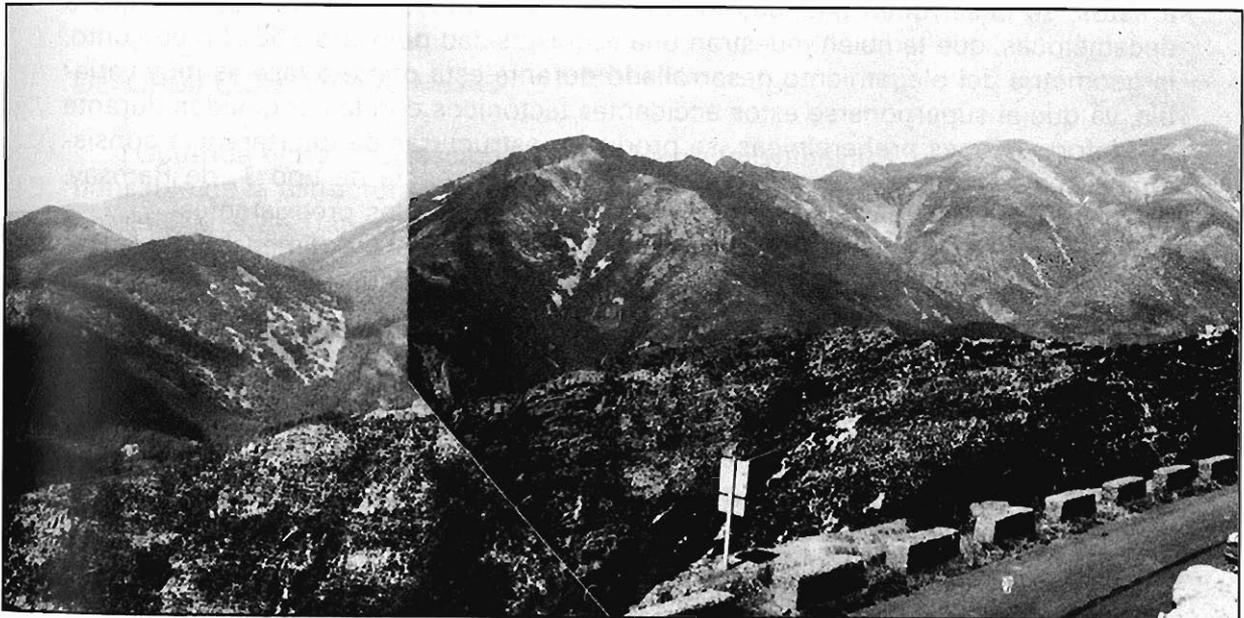


Fig. 3.6.— Vista panorámica de la Sierra de La Alberca que forma el sector Noroeste de la Zona I (552-4).

En cuanto a la evolución geomorfológica de este sector, hay que señalar el desmantelamiento progresivo de los principales relieves mediante la acción combinada de los agentes físicos, los cuales originan acumulaciones importantes de depósitos coluviales, de los procesos químicos, que alteran los componentes minerales de las rocas y producen acumulaciones de suelo residual, y de la acción fluvial y de arroyada, que se encarga de removilizar y transportar estas formaciones superficiales a zonas más alejadas, quedando el relieve paulatinamente degradado.

3.1.2. Tectónica

Desde el punto de vista tectónico, la Zona 1 presenta unas características que son el resultado de la sucesión de distintas fases orogénicas en el tiempo. Estas fases han originado sus propios rasgos estructurales, y corresponden a la Deformación Hercínica y a la Alpina.

DEFORMACION HERCINICA

Ocurrida durante el Carbonífero, es la responsable de la mayor parte de las estructuras que presenta la Zona 1, especialmente el sector Noroeste, constituido por la Serranía de Gata, formada predominantemente por materiales cámbricos y ordovícicos.

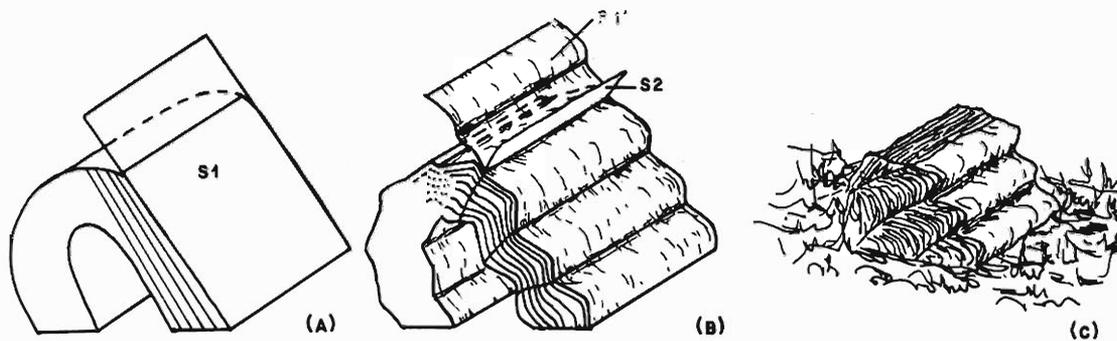
Las deformaciones hercínicas se desarrollan, al menos, según dos etapas que determinan estructuras tectónicas bien diferenciadas.

La primera fase se manifiesta con un plegamiento de gran amplitud de onda, de dirección general NO-SE, y con vergencia hacia el Norte, que es responsable de la megaestructura observable claramente en la Zona. Este plegamiento produce una esquistosidad de flujo, subparalela al plano axial de los pliegues. Acompañando a éstos, se desarrollan pliegues menores, de longitudes de onda decimétricas a decamétricas, que también muestran una esquistosidad de plano axial. En conjunto, la geometría del plegamiento desarrollado durante esta primera fase es muy variable, ya que al superponerse estos accidentes tectónicos con los originados durante las deformaciones prehercínicas, se producen estructuras de interferencia consistentes en la formación de domos y cubetas (Interferencia de tipo 1, de Ramsay, 1967), además del replegamiento de las superficies axiales preexistentes.

La segunda fase, de menor desarrollo en cuanto a las dimensiones de las estructuras que forma, se caracteriza por generar dos plegamientos con orientaciones complementarias: N 30°-65° E y N 120°-130° E. Los primeros pliegues, con una longitud de onda centimétrica y planos axiales subverticales, afectan a la esquistosidad de la primera fase, plegándola y dando lugar a una esquistosidad de crenulación. Los segundos son pliegues asimétricos, de longitud de onda decimétrica, cuyos planos axiales presentan buzamientos comprendidos entre 5° y 15° hacia el Sur. Este segundo plegamiento resulta asimismo acompañado por una esquistosidad de crenulación.

En la Figura 3.7. se muestra el proceso de la génesis de la esquistosidad de crenulación. Una capa plegada y afectada por una esquistosidad de flujo (S1) es posteriormente deformada por un nuevo campo de esfuerzos, el cual produce un replegamiento de las estructuras primarias y la aparición de nuevas superficies de esquistosidad (S2), denominadas de «crenulación». Los afloramientos de roca tienen el aspecto que se muestra en (C).

Entre estas dos fases de deformación y también posteriormente a ellas, se producen etapas de fracturación que afectan a las estructuras de plegamiento originadas en cada una de ellas. Las fallas correspondientes presentan las siguientes orientaciones: N 120°-140° E, N 100°-110° E, N 30°-70° E y N 145°-170° E, y se manifiestan profusamente en el ámbito de la Zona 1.



S1: ESQUISTOSIDAD DE FLUJO. S1': ESQUISTOSIDAD DE FLUJO PLEGADA
S2: ESQUISTOSIDAD DE CRENLACION.

Fig. 3.7.— Génesis de la esquistosidad de crenulación en capas plegadas.

DEFORMACION ALPINA

Ocurrida entre el Cretácico y el Paleógeno (movimientos larámicos), es la responsable de la estructura que presenta el sector Sureste de la Zona 1, constituido por la Sierra de Candelario y la Sierra de La Alberca, que forman parte del Sistema Central.

Esta fase orogénica, que en zonas peninsulares de cobertera desarrolló cadenas montañosas, en sentido estricto, en el Tramo que nos ocupa, y concretamente en este sector de la Zona 1, al estar constituido litológicamente por un basamento rígido, el único efecto que produjo fue una fracturación según cuatro sistemas principales, y un rejuvenecimiento de las fallas preexistentes con orientaciones similares.

Los dos sistemas principales, de direcciones generales ENE-OSO y NE-SO, presentan grandes saltos de falla y largos recorridos, y son los responsables de la elevación y el hundimiento del Macizo Central y de las Cuencas del Tajo y Duero, respectivamente.

Los dos sistemas restantes, con direcciones N-S y NO-SE, se caracterizan por ser estructuras de acompañamiento y acoplamiento de unos bloques con respecto a otros. Estos dos sistemas se producen para estabilizar las tensiones tectónicas inducidas en el basamento rígido, como consecuencia de los movimientos diferenciales desarrollados en las principales superficies de fractura.

3.1.3. Columna estratigráfica

Los diferentes grupos litológicos presentes en la Zona 1 se muestran en la columna estratigráfica de la Figura 3.8.

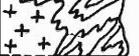
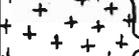
COLUMNA ESTRATIGRAFICA	DESCRIPCION	EDAD	GRUPO LITOLÓGICO	GRUPO GEOTÉCNICO
	Aluvial. Arenas, gravas y limos.	Cuaternario	A1	G8
	Cono de deyección. Arenas y cantos dispersos.	Cuaternario	D1	G8
	Coluvial. Cantos y bloques con matriz limo-arenosa.	Cuaternario	C2	G6
	Coluvial. Cantos y bloques cuarcíticos.	Cuaternario	C3	G6
	Morrena glaciar. Bloques y cantos graníticos.	Cuaternario	H1	G7
	Cuarcitas.	Ordovícico Inferior	121a	G3
	Pizarras, areniscas y cuarcitas.	Ordovícico Inferior	121b	G2
	Gneises y granitos de transformación.	Precámbrico	010a	G1
	Granitos.	Post-Ordovícico	001	G1

Fig. 3.8.— Columna estratigráfica de la Zona 1.

3.1.4. Grupos litológicos

ALUVIAL. ARENAS, GRAVAS Y LIMOS, (A1).

Este grupo litológico será definido en la Zona 2, al ser más representativo de la misma.

CONO DE DEYECCION. ARENAS Y CANTOS DISPERSOS, (D1).

Litología.— Conos de deyección constituidos por arenas graníticas, con cuarzo, feldspatos y micas como componentes minerales esenciales, y de grano fino a medio. Ocasionalmente aparecen finos niveles arcillosos, producidos por la alte-

ración de los feldespatos y filosilicatos. Asimismo se encuentran cantos heterométricos y heteromorfos de granito, dispersos en el interior de la masa arenosa.

La potencia de este grupo es superior a 2 m.

La Figura 3.9 muestra un aspecto parcial de la composición litológica de este grupo.



Fig. 3.9.— Pequeño escarpe en arenas del grupo D1 en las inmediaciones de la localidad de Becedas (553-2).

Estructura.— Son depósitos con una estructura masiva y en general caótica, que se adaptan a la morfología del relieve sobre el que se depositan.

Geotecnia.— Los materiales de este grupo se caracterizan por su fácil ripabilidad, alta erosionabilidad y baja capacidad portante. Debido a su litología presentan una permeabilidad alta a media, por lo que no plantean problemas de drenaje. Este grupo es localmente inundable, especialmente en zonas deprimidas, en donde, además, es probable la presencia de niveles freáticos altos.

Han sido observados taludes naturales altos, estables y con inclinaciones de 15° a 20°. Los taludes artificiales son fácilmente degradables por la erosión, aunque a veces admitan pendientes subverticales.

COLUVIAL. CANTOS Y BLOQUES CON MATRIZ LIMO-ARENOSA, (C2).

Litología.— Depósitos coluviales formados por cantos, bolos y bloques de arenisca, cuarcita y pizarra, empastados por una matriz limo-arenosa de color marrón claro. La Figura 3.10 muestra las características litológicas de este grupo.



Fig. 3.10.— Detalle del grupo C2, en las proximidades de la localidad de La Alberca (552-4).

Los cantos y bloques de estos depósitos son muy angulosos y su tamaño muy variable, coexistiendo bloques de 1 m^3 , o mayores, con partículas inferiores a 1 cm . Este fenómeno puede ser observado en la Figura 3.11.

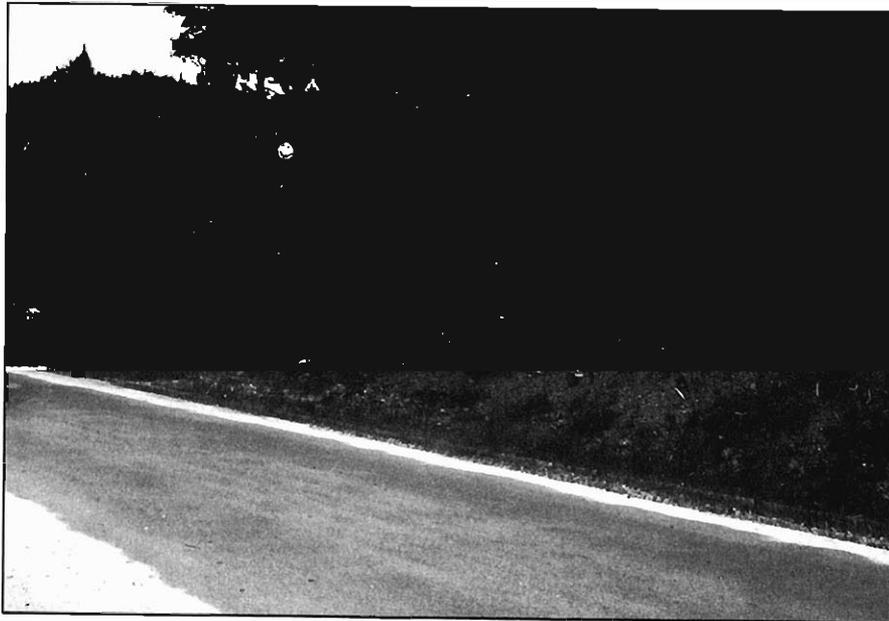


Fig. 3.11.— Presencia de grandes bloques en el grupo C2, coexistiendo con otros de menor tamaño.

Aunque en general son más abundantes los cantos, localmente pueden encontrarse zonas en las que la matriz es el componente mayoritario.

La potencia de este grupo es superior a 2 m.

Estructura.— Son depósitos masivos y caóticos que se adaptan a la morfología del relieve sobre el que se depositan.

Geotecnia.— Este grupo se caracteriza por presentar una alta erosionabilidad, fácil ripabilidad y baja capacidad portante. Tiene una permeabilidad alta a media, lo que proporciona un drenaje profundo fácil a moderado. El drenaje superficial es favorecido por las altas pendientes topográficas con que se dispone.

Esta formación muestra procesos de inestabilidad gravitacional, por desprendimientos de grandes bloques, y de deslizamientos de ladera superficiales. Estos deslizamientos son de tipo «avalancha», tienen una zona de deflación de 15 a 20 m de longitud y un espesor aproximado de 1 m.

Han sido observados taludes artificiales bajos, inestables y con inclinaciones de 40°.

COLUVIAL. CANTOS Y BLOQUES CUARCITICOS, (C3).

Litología.— Depósitos coluviales constituidos por cantos, bolos y bloques de cuarcita, y, en menor proporción, de arenisca y pizarra, muy angulosos y heterométricos, con ausencia total de matriz (Figura 3.12).



Fig. 3.12.— Detalle del grupo C3, en las proximidades de el puerto de El Portillo (552-4).

Este grupo se nutre, fundamentalmente, de la caída de cantos procedentes de los principales relieves cuarcíticos. Los cantos se acumulan al pie de los relieves en forma de pedreras.

La potencia observada está comprendida entre 2 y 5 m.

Estructura.— Se trata de depósitos que tienen una estructura masiva y caótica, y que se disponen adaptándose al relieve preexistente sobre el que se acumulan.

Geotecnia.— Los materiales de este coluvial son fácilmente erosionables y ripables, y presentan una capacidad portante baja. La permeabilidad es muy alta, como consecuencia de la falta total de matriz entre sus cantos, por lo que el drenaje profundo es fácil, y el superficial se ve favorecido por las fuertes inclinaciones que muestran las laderas en donde aparece este grupo.

Esta formación presenta problemas de inestabilidad gravitacional por desprendimientos de grandes bloques y cantos, y de deslizamientos de ladera superficial, similares a los del grupo C2, que se producen al ser descalzados estos materiales por alguna de las carreteras que los atraviesan. Este fenómeno puede ser observado claramente en la Figura 3.13.

Han sido observados taludes naturales altos, inestables y con inclinaciones de 45° a 50° , así como artificiales bajos, inestables y con inclinaciones de 60° a 70° . Estos últimos se consideran estables con inclinaciones de 35° .



Fig. 3.13.— Deslizamiento de ladera superficial del grupo C3 en las inmediaciones del puerto de El Portillo (552-4).

MORRENA GLACIAR. BLOQUES Y CANTOS GRANITICOS, (H1).

Litología.— Depósitos glaciares de morrena formados por una acumulación caótica de bloques ciclópeos, bolos y cantos, graníticos, con formas esféricas y marcas estriadas, producidas por el rozamiento de los cantos entre sí. La Figura 3.14 muestra un aspecto de este fenómeno, así como las dimensiones de los bloques que constituyen este grupo litológico.

La escasa matriz está formada por arenas gruesas, que tienen un pequeño contenido en finos, y ha sido depositada en los huecos existentes entre los bloques y los cantos mediante el «efecto de tamiz» producido por los mismos.

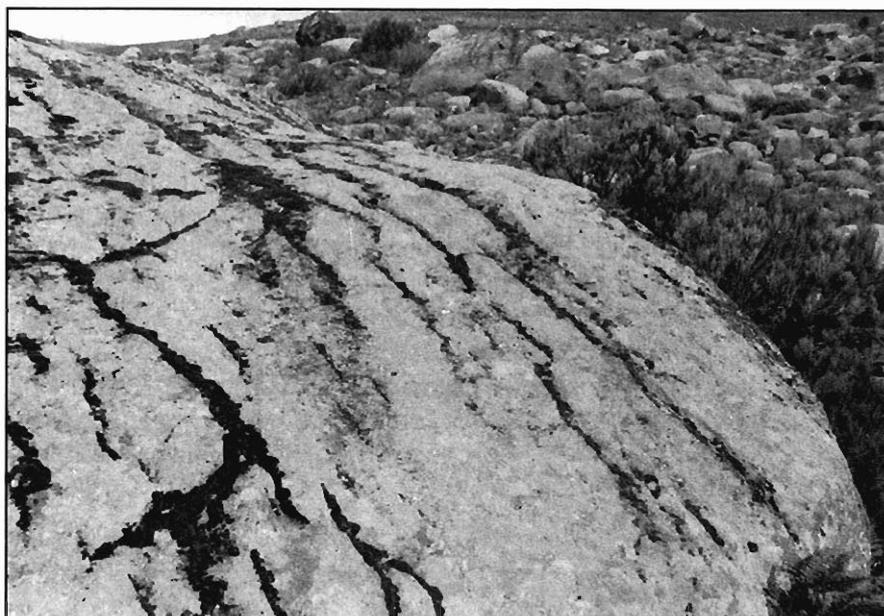


Fig. 3.14.— Aspecto de los materiales del grupo H1, en la Sierra del Calvitero (553-3).

La potencia de este grupo está comprendida entre 100 y 120 m.

Estructura.— Este grupo presenta una estructura masiva y sin ordenamiento interno, dadas las características de su deposición (transporte por un medio viscoso —hielo—). Su disposición es de adaptación a la morfología del relieve sobre el que se ha depositado y a la geometría del glaciar que actuó en esta Zona.

Geotecnia.— Aunque el conjunto está formado por materiales sueltos, se caracteriza por ser medianamente erosionable, por ser difícilmente ripable, dadas las grandes dimensiones de sus bloques, y por tener una capacidad portante baja. Presenta una permeabilidad alta, lo que condiciona que el drenaje en profundidad sea eficiente. Asimismo, el drenaje superficial es facilitado por las fuertes pendientes que posee esta formación en aquellas áreas en donde aparece.

Se han observado taludes naturales altos, inestables y con inclinaciones de 60°. Su inclinación de estabilidad se considera próxima a los 45°.

CUARCITAS, (121a).

Litología.— Este grupo se encuentra compuesto por la denominada «cuarcita armoricana», tomando este término en su sentido más amplio. Desde el punto de vista litológico, esta formación está constituida por una serie monótona de cuarcitas recrystalizadas (metacuarcitas), de colores blancos, grises y rosados, que contienen finas intercalaciones de pizarras lutíticas y limolíticas. Las cuarcitas son micro y mesocristalinas.

Los niveles de pizarra intercalados en la serie cuarcítica se caracterizan por su escaso espesor, de orden decimétrico, si bien pueden llegar a alcanzar, localmente, hasta 10 m de potencia:

Junto a los elementos litológicos descritos, el grupo (121a) presenta una red de venas de cuarzo, no muy densa y asociada a algunos planos de diaclasado. Las venas son de espesor centimétrico.

La Figura 3.15 muestra un aspecto general de esta formación.

La formación aparece estratificada en lechos de 0,2 a 0,5 m y en capas de hasta 2 m de espesor, presentando una potencia total comprendida entre 100 y 125 m.

Estructura.— Este grupo litológico se encuentra intensamente deformado por los movimientos hercánicos, generadores de un plegamiento cuyas estructuras se orientan según una dirección general NO-SE, y se disponen con unos buzamientos comprendidos entre la subhorizontalidad, en áreas próximas a la charnela de los pliegues, y la verticalidad, en los flancos de los mismos. Estos flancos, en ocasiones, pueden llegar a estar invertidos.



Fig. 3.15.— Panorámica de un área del grupo (121a) en la Sierra de La Alberca (552-4). Se puede observar la estructura en sinclinal colgado.

Aunque las cuarcitas se encuentran afectadas por un diaclasado ortogonal a la estratificación, no presentan ningún tipo de esquistosidad, como consecuencia de su gran tenacidad ante los esfuerzos tectónicos. Sin embargo, en las intercalaciones pizarrosas esta esquistosidad puede llegar a ser muy importante, produciéndose una fuerte disgregación en lajas.

Geotecnia.— Se trata de un grupo no erosionable, no ripable e inalterable. Su capacidad portante es muy alta y, aunque se puede considerar que se trata de una formación impermeable, presenta una permeabilidad baja por fisuración. Esto permite la existencia de un cierto drenaje en profundidad, que en general es difícil. Por otra parte, el drenaje superficial se desarrolla fácilmente ante las elevadas pendientes que presentan los afloramientos de esta formación.

Si bien se han observado taludes naturales estables, altos y subverticales, existe riesgo de desprendimientos de bloques y cuñas de cuarcita allí donde confluyen las superficies de los taludes con otros planos de discontinuidad presentes en el macizo rocoso tales como los de estratificación, diaclasas y fallas. Por esta causa, para proyectar los taludes de los desmontes que hayan de realizarse en este grupo litológico, es recomendable llevar a cabo un estudio detallado de las discontinuidades que afecten al macizo.

La Figura 3.16 muestra un esquema de afloramiento típico de este grupo (121a) y su relación estructural con otras formaciones adyacentes.

Los materiales cuarcíticos pueden constituir excelentes yacimientos rocosos, con índices de aprovechamiento elevados, especialmente en la utilización de los mismos como capa de rodadura. Sin embargo, su lejanía de las principales vías de comunicación, así como su inaccesibilidad dentro de la región en donde aparecen, dificultan en gran medida su explotación.

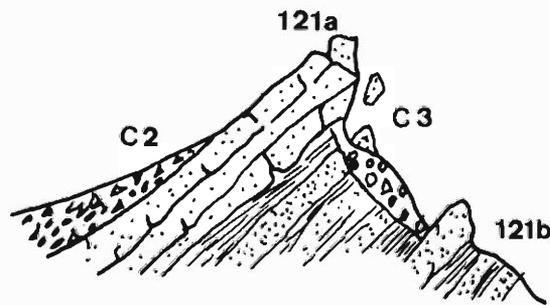


Fig. 3.16.— Esquema de afloramiento del grupo (121a), concordante con el (121b) y recubierto parcialmente por los coluviales C2 y C3.

PIZARRAS, ARENISCAS Y CUARCITAS, (121b).

Litología.— Este grupo está formado por una alternancia irregular de areniscas, pizarras y cuarcitas.

En la base del grupo aparecen niveles de microconglomerados y conglomerados, de geometría lenticular y de escaso desarrollo, que indican la presencia de una discordancia entre los depósitos constituyentes de esta formación y los de los grupos cámbricos subyacentes.

Las areniscas, de grano fino y con estructuras y laminaciones cruzadas, aparecen estratificadas en capas de 0,5 a 6 m de espesor y son más frecuentes hacia el techo de la formación.

Las pizarras, lutíticas y limolíticas, son generalmente arenosas, presentan colores negros y grises, y aparecen estratificadas en lechos de 0,1 a 0,5 m de potencia, cuyas superficies aparecen surcadas por ondulaciones de corriente y muestran, además, huellas de bioturbación producidas por la actividad orgánica de gusanos. La Figura 3.17 muestra un detalle de estas estructuras.

Intercalados entre estos materiales descritos, aparecen miembros cuarcíticos, de potencias comprendidas entre 1 y 3 m, que son más abundantes hacia el techo de la formación y destacan en el relieve en forma de cuchillos, al ser más resistentes a la erosión.

La potencia total de este grupo está comprendida entre 300 y 350 m.

Estructura.— Este grupo, al estar en concordancia estratigráfica con el grupo (121a) y encontrarse igualmente afectado por los movimientos hercínicos, muestra unos rasgos estructurales similares, si bien existen algunas diferencias, dado el carácter fundamentalmente pelítico que tienen los materiales que lo forman.

La estructura general es de plegamiento, con orientación NO-SE, y está formada por pliegues de amplia longitud de onda y de gran desarrollo longitudinal. Los buzamientos de los flancos son muy variables, observándose ángulos de pocos grados, en áreas próximas a las charnelas, e inclinaciones subverticales en las zonas más alejadas de las mismas. Acompañando a estos macropliegues, aparecen otros de longitud de onda menor, que complican en gran medida la observación de la estructura general a escala de afloramiento. Estas estructuras menores son más abundantes en los núcleos de los pliegues, como consecuencia del reajuste volumétrico que sufren estos materiales durante el proceso de plegamiento.



Fig. 3.17.— Ondulaciones de corriente y huellas de bioturbación en un plano de esquistosidad de las pizarras del grupo (121b). Inmediaciones del puerto de El Portillo (552-4).

Los miembros pizarrosos y, en menor medida, los areniscosos, presentan una esquistosidad bien marcada, mientras que los cuarcíticos, al ser más resistentes, no han desarrollado este tipo de estructura.

Además de estos accidentes tectónicos, el macizo rocoso formado por este grupo aparece fracturado por una red de diaclasas ortogonales a los planos de estratificación, de frecuencia y espaciado variables, que provocan una disgregación de la roca en bloques y cantos.

Geotecnia.— Los materiales que conforman esta formación no son erosionables ni alterables. Ofrecen una capacidad portante alta y no son ripables. Aunque en términos generales se puede considerar al grupo como impermeable, puede presentar una permeabilidad baja por fisuración, especialmente en zonas más superficiales. El drenaje en profundidad resulta deficiente y, sin embargo, el drenaje superficial se desarrolla fácilmente, debido a las fuertes pendientes topográficas que presenta este grupo en las áreas en donde aparece.

Aunque se han observado taludes artificiales de alturas bajas y medias, estables y con inclinaciones subverticales, hay en la zona otros taludes de parámetros similares que muestran inestabilidad gravitacional por desprendimientos de bloques y cuñas, en aquellos puntos en donde confluyen las distintas superficies de discontinuidad del macizo rocoso. Por esta causa, en el caso de proyectar desmontes en estos materiales se requerirá la realización de un estudio detallado de las discontinuidades.

GNEISES Y GRANITOS DE TRANSFORMACION, (O10a).

Litología.— Este grupo presenta la particularidad de estar en contacto con las formaciones adyacentes mediante límites muy difusos, ya que se trata de un conjunto metamórfico de alto grado, en el cual el tránsito a los diferentes tipos de roca entre los que se intercala (esquistos y granitos) viene marcado por distintas condiciones de presión y temperatura. Este hecho determina que los contactos no sean superficies netas, sino zonas de transición en las que pueden coexistir rocas de distinta naturaleza litológica (granitos, migmatitas, gneises y esquistos).

La Figura 3.18 muestra el aspecto general de este grupo en una de las áreas en donde aparece.

De acuerdo con este proceso, este grupo se caracteriza por la presencia de micaesquistos, de grano fino a medio, que presentan recristalizaciones lepidoblásticas de minerales de cordierita, andalucita y granates. La Figura 3.19 muestra un aspecto de detalle de este grupo.

También se encuentran gneises, de grano fino a medio, con ausencia total de glándulas de feldespato, y que presentan una marcada foliación que, en zonas próximas al contacto con rocas graníticas, se va perdiendo hasta dar lugar a texturas granudas. En estos casos aparecen unas rocas de aspecto granítico, con una cierta orientación heredada y de colores generalmente oscuros.

Mezcladas con los elementos de esta formación, aparecen rocas migmatíticas, de geometrías indeterminadas, pero en general de reducidas dimensiones. En la Figura 3.20 puede observarse la forma de afloramiento que presenta este miembro migmatítico.

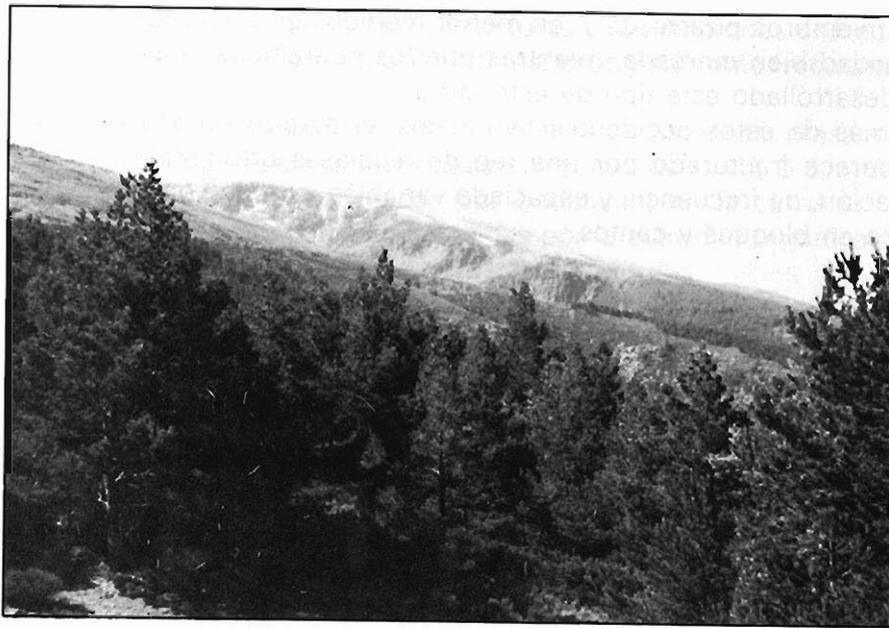


Fig. 3.18.— Vista panorámica del grupo (010a), en la Cordillera del Molinillo (553-3).

Estructura.— Dadas las características litológicas de los materiales, motivadas por un alto grado de metamorfismo que ha borrado totalmente las estructuras originales, este grupo se presenta de forma masiva. Sin embargo, los miembros esquistosos de la formación muestran una esquistosidad de flujo bien definida y, ocasionalmente, puede llegar a ser observada la estratificación, que ha quedado como estructura heredada.



Fig. 3.19.— Miembro de micaesquistos del grupo (010a), en las inmediaciones de El Barco de Avila (553-2).



Fig. 3.20.— Forma de afloramiento general del miembro migmatítico del grupo (010a), en las inmediaciones de Candelario (553-3).

El conjunto está afectado por la fracturación alpina, por lo que está atravesado por un enrejado de grandes fracturas, así como por un diaclasado de intensidad media, que produce una disgregación del macizo rocoso en bloques superiores a 1 m^3 .

Geotecnia.— Los materiales cristalinos que conforman este conjunto litológico son no ripables, no erosionables y, en general, no alterables, si bien los esquistos presentan un grado de alteración variable, y así a veces dan lugar a un suelo residual de carácter limo-arcilloso y de escasa potencia, del que puede observarse un aspecto parcial en la Figura 3.21.

En términos generales puede considerarse como un grupo impermeable, aunque debido a la fracturación tectónica presenta una permeabilidad baja, por fisuración, lo que provoca la existencia de un drenaje profundo que, en líneas generales, es deficiente. El drenaje superficial es fácil, dadas las características litológicas y topográficas de los materiales.

La capacidad portante es alta, aunque los suelos residuales procedentes de los materiales esquistosos, con capacidad portante media-baja, pueden dar lugar a asentamientos diferenciales.

Han sido observados taludes naturales altos, estables y con inclinaciones de 30° a 40° , y taludes artificiales bajos, estables y con inclinaciones de 85° .

GRANITO, (001).

Este grupo litológico será descrito en la Zona 2, al ser más representativo de la misma.

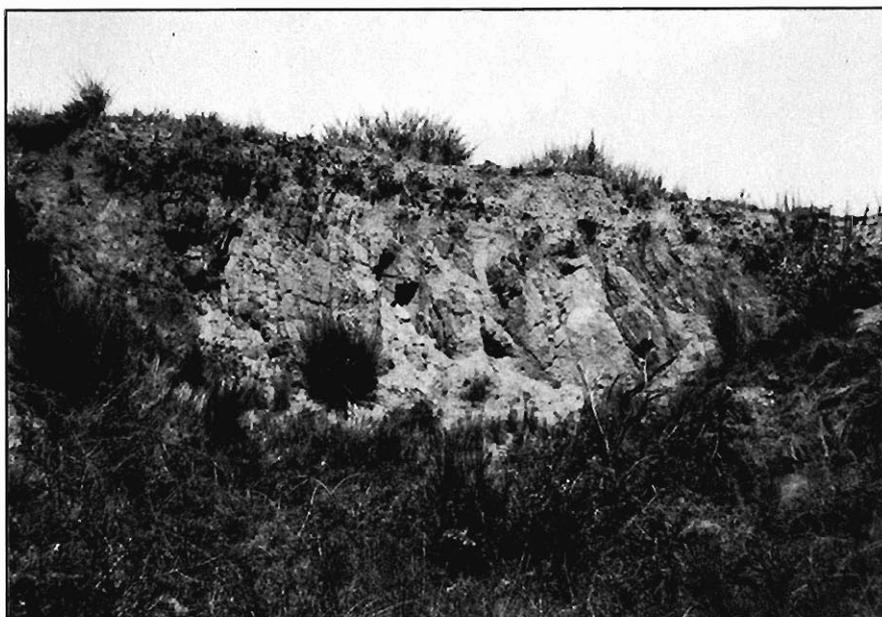


Fig. 3.21.— Suelo residual limo-arcilloso desarrollado sobre el miembro esquistoso del grupo (010a), en las inmediaciones de El Barco de Avila (553-3).

3.1.5. Grupos geotécnicos

Los diferentes grupos litológicos definidos en esta Zona se han agrupado, en función de sus características geotécnicas, de la siguiente forma:

G1.— Grupo constituido por granitos y gneises, con intercalaciones de esquistos y migmatitas. Se trata de rocas masivas, duras y coherentes, y no ripables. La capacidad portante es muy alta. La permeabilidad es baja, por fisuración y diaclasado. No presentan problemas mencionables de inestabilidad gravitacional. Los taludes, en general, son estables. Pertenecen a este grupo geotécnico los grupos litológicos referenciados como (010a) y (001).

G2.— Grupo formado por esquistos y pizarras, con intercalaciones irregulares de grauvacas, areniscas y cuarcitas. Son rocas afectadas por una gran deformación tectónica, esquistosas y fracturadas, con dureza media-alta y coherentes. El conjunto es no ripable. La capacidad portante es alta. La permeabilidad es baja, por fisuración y diaclasado. Presentan problemas locales de desprendimientos de bloques. Los taludes con inclinaciones fuertes son en general estables, aunque se producen desprendimientos de cantos y bloques. Pertenecen a este grupo geotécnico el grupo litológico (121b).

G3.— Grupo constituido por cuarcitas recrystalizadas. Se trata de rocas muy duras, no ripables, y afectadas por una fracturación en grado medio, dada su gran resistencia ante los esfuerzos tectónicos. La capacidad portante del conjunto es muy alta. La permeabilidad es baja, por fisuración y diaclasado. Aparecen problemas topográficos debidos a la presencia de grandes relieves. Aunque admite talu-

des con inclinaciones fuertes, existen riesgos puntuales de inestabilidad gravitacional por caída de bloques y cuñas. Comprende el grupo (121a).

G6.— Grupo formado por materiales detríticos gruesos y muy gruesos. Se trata de formaciones superficiales constituidas por materiales sueltos, fácilmente ripables, erosionables, y de cohesión baja o nula. La capacidad portante es baja. Presentan problemas de inestabilidad por deslizamientos de ladera superficiales, en las áreas donde los taludes tienen inclinaciones mayores de 60°. Comprende los grupos C2 y C3.

G7.— Grupo constituido por bloques ciclópeos, bolos y cantos graníticos. Son materiales sueltos, difícilmente ripables y medianamente erosionables, debido al gran tamaño de los bloques. La permeabilidad del conjunto varía de alta a muy alta. La capacidad portante es baja. Hay problemas de inestabilidad gravitacional, por desprendimientos de bloques. Pertenece a este grupo geotécnico el grupo litológico reseñado como H1.

G8.— Grupo formado por depósitos cuaternarios constituidos por materiales detríticos finos y de tamaño medio. Son suelos blandos, fácilmente ripables, erosionables, y de cohesión baja o nula. La capacidad portante es baja. No existen problemas de inestabilidad gravitacional. Comprende los grupos litológicos A1 y D1.

3.1.6. Resumen de problemas geotécnicos que presenta la Zona

Esta Zona está formada básicamente por materiales precámbricos y ordovícicos, sobre los que se encuentran los depósitos recientes coluviales y glaciares. El resto de los grupos aparecen de una forma reducida, por lo que su incidencia geotécnica es insignificante. Aunque por sus características litológicas el grupo H1 puede presentar problemas geotécnicos, debido a su reducida extensión y a la posición que ocupa dentro de la Zona (al pie de circos glaciares prácticamente inaccesibles), no va a incidir en futuros proyectos de carreteras. Los grupos que van a incidir más directamente en estas obras lineales son los reseñados como D1, C2, C3, (121a), (121b) y (O10a).

Diferenciando entre los depósitos recientes y las formaciones rocosas, hay que señalar que los primeros plantean problemas de erosión, capacidades portantes bajas, posibilidad de encontrar niveles freáticos altos, desmoronamientos y caídas de cantos en sus taludes, y, especialmente los grupos C2 y C3, riesgos de deslizamientos de ladera superficiales.

En los grupos (121a), (121b) y (O10a), es necesario utilizar explosivos para la remoción de sus materiales, y el problema más importante es la inestabilidad gravitacional que puede aparecer en las excavaciones, al confluir las superficies de las distintas discontinuidades que afectan al macizo rocoso. Es necesario el estudio detallado de las mismas para establecer la estabilidad de los desmontes que se realicen en estos materiales.

A estos problemas geotécnicos reseñados, se añaden los elevados gradientes topográficos que aparecen, como característica fundamental, en la Zona.

3.2. ZONA 2: RELIEVE MODERADO

La Zona 2 se encuentra situada, de una forma general y aproximada, en el sector central del Tramo de Estudio, repartiéndose entre las provincias de Salamanca, Cáceres y Avila, en unas proporciones aproximadas del 75 %, 15 % y 10 %, respectivamente.

La Zona 2 se extiende de forma parcial en las Hojas y Cuadrantes del Mapa Topográfico Nacional, a escala 1/50.000, siguientes:

Nº	Hojas	Cuadrantes
528	Guijuelo	2 y 3
552	Miranda del Castañar	1, 2, 3 y 4
553	Béjar	1, 2, 3 y 4

En la Figura 3.22 se muestra la ubicación y extensión de la Zona 2 dentro del Tramo, así como la situación de un bloque-diagrama y de dos cortes geológicos esquemáticos realizados en la misma, que aparecen en la Figura 3.23.

3.2.1. Geomorfología

Desde el punto de vista geomorfológico, y de la misma forma que en el caso de la Zona 1, esta Zona 2 presenta unos rasgos morfológicos que son el resultado de la acción combinada de las condiciones y procesos tectónicos, litológicos y climáticos. Respecto a la Zona 1, esta Zona 2 se diferencia únicamente en el último factor, ya que, debido a la desigualdad topográfica existente entre las dos Zonas, se manifiesta un cambio climático que produce acciones en el relieve algo diferentes.

La Zona 2, al encontrarse entre los dos sectores diferenciados en la Zona 1 (Dominios hercínico y alpino), está constituida por dos tipos litológicos bien diferenciados: pizarras con grauvacas, y granitos, que han sido afectados fundamentalmente por las Orogenias Hercínica y Alpina, respectivamente. Este hecho proporciona a la Zona unos rasgos geomorfológicos híbridos de los descritos en los dos sectores de la Zona 1.

Las áreas de esta Zona ocupadas por materiales metamórficos, plegados por varias etapas de deformación hercínica, presentan en general un relieve accidentado, formado por interfluvios en forma de cresta de gran longitud, alineados según la orientación impuesta por la estructura local, y separados entre sí por vaguadas

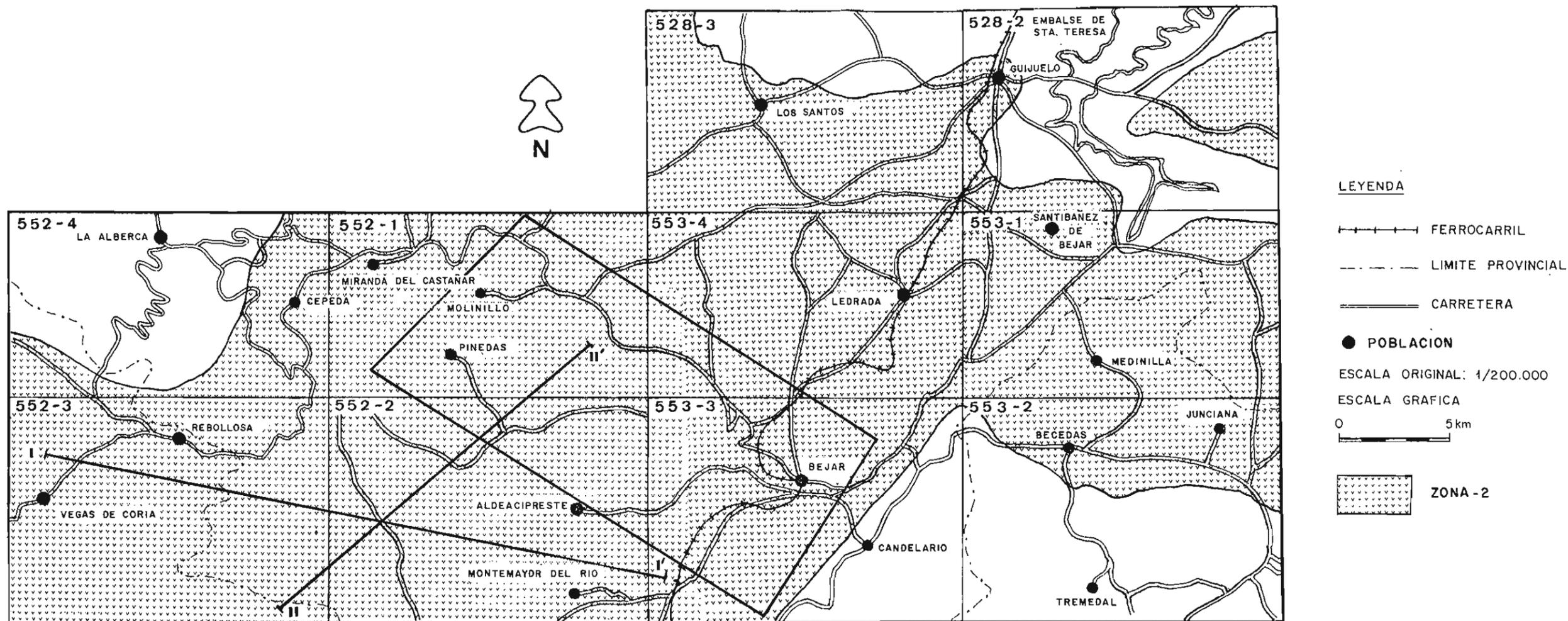
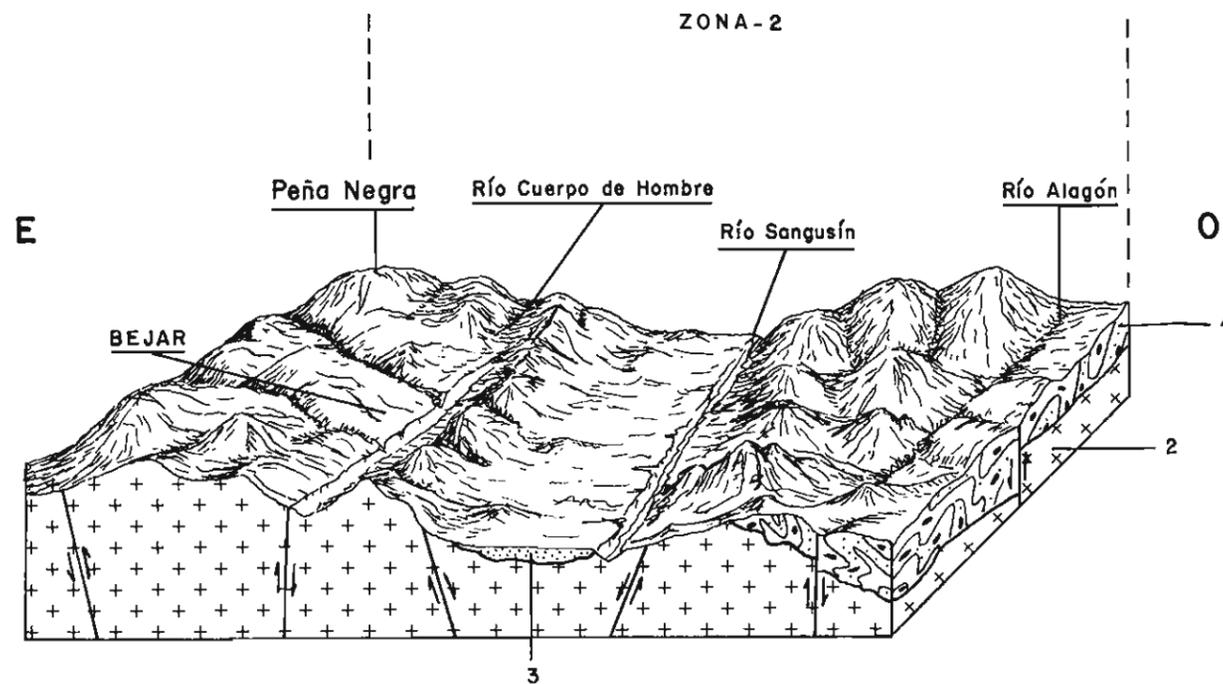


FIGURA 3.22.- ESQUEMA DE SITUACION DE LA ZONA 2, DE UN BLOQUE-DIAGRAMA Y DE DOS CORTES GEOLOGICOS ESQUEMATICOS REALIZADOS EN LA MISMA.

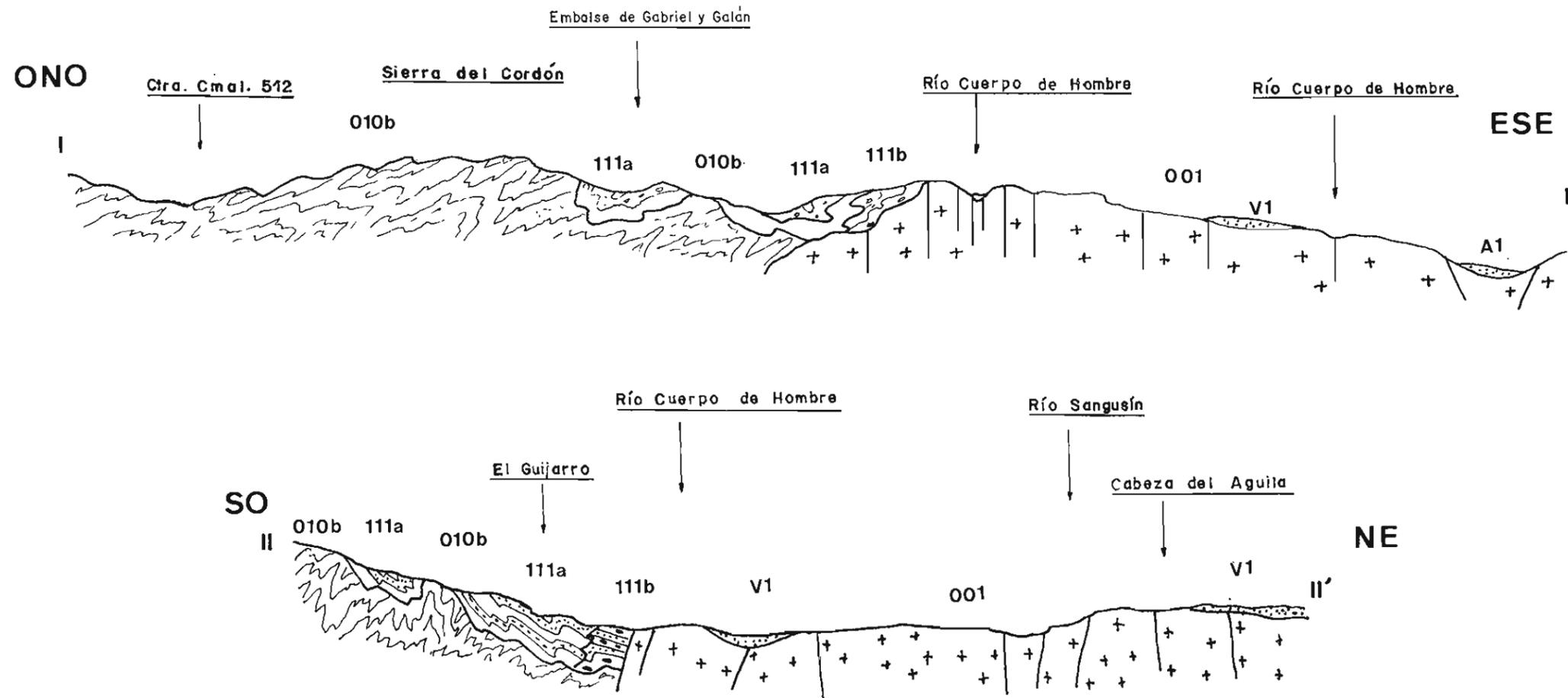


LEYENDA

- A1: Aluvial
- V1: Eluvial
- 111a: Pizarras y gravacas
- 111b: Pizarras y gravacas mosqueadas
- 010b: Pizarras
- 001: Granitos

1: 111b / 2: 001 / 3: V1

BLOQUE-DIAGRAMA ESQUEMATICO PARCIAL DE LA ZONA 2



CORTES GEOLOGICOS ESQUEMATICOS DE LA ZONA 2.

angostas y valles en «uve», desarrollados por una red de drenaje encajada, de tipo angular y subparalelo, que es consecuencia del marcado control estructural ejercido sobre la misma.

Las áreas de esta Zona ocupadas por materiales de naturaleza granítica están afectadas exclusivamente por una tectónica de fracturación y, aunque también presentan un relieve accidentado, se caracterizan porque sus elevaciones no se muestran tan agudas y no se encuentran alineadas, o si lo están, lo hacen de una forma grosera. La forma de relieve dominante en estos materiales cristalinos es la de cerros o conjuntos montuosos, redondeados, que corresponden a «horst» o macizos tectónicos, separados por vaguadas relativamente estrechas formadas por la presencia de fallas, o por amplios valles constituidos por «grabens» o fosas tectónicas. Acompañando a todos estos rasgos aparecen formas esferoidales, de dimensiones diversas, que caracterizan, aún más, la región. La Figura 3.24 muestra un aspecto panorámico de la Zona 2 con influencia granítica.

Asimismo, la importante alteración litológica que presentan los materiales graníticos en algunas zonas, que da como resultado la aparición de un suelo residual, tiene como consecuencia la suavización de las vertientes de aquellas zonas en donde aparecen estos suelos.

La red fluvial, muy encajada, se desarrolla a través de fracturas existentes o de zonas de alteración que, normalmente, se corresponden con ellas. Es de tipo angular, «en reja».

La evolución de los relieves de la Zona 2 está ligada al desarrollo de la escorrentía superficial, que es el agente erosivo principal que actúa en la región. Este desarrollo se realiza a través del lento encajamiento de los ríos, que, al variar su perfil de base durante el proceso, originan un rejuvenecimiento relativo del relieve, al ir modificando la geometría de las cuencas y subcuencas, mediante ciclos de erosión remontante, fenómenos de captura, y creación de nuevos cauces permanentes. Esta acción, ejercida por la escorrentía superficial, se manifiesta más eficazmente en aquellas zonas en que, tanto por razones tectónicas (fallas y diaclasas), como litológicas (presencia de suelos residuales), es menor la resistencia de los materiales ante la erosión.

3.2.2. Tectónica

La Zona 2, al igual que la Zona 1, se encuentra afectada por la sucesión y superposición de las distintas fases orogénicas que han actuado en la región.

DEFORMACION PREHERCINICA

Las estructuras originadas durante esta etapa de deformación, que habrían afectado a los materiales precámbricos y cámbricos, son escasamente visibles en las formaciones pertenecientes a dichos períodos de tiempo, dada la complejidad estructural originada por las fases orogénicas posteriores, así como por la mala calidad de sus afloramientos. No obstante, la presencia de una discordancia Precámbrico-Cámbrico y otra Cámbrico Inferior-Ordovícico Inferior, determinadas en base a estudios estratigráficos detallados, realizados en la región, pone de mani-

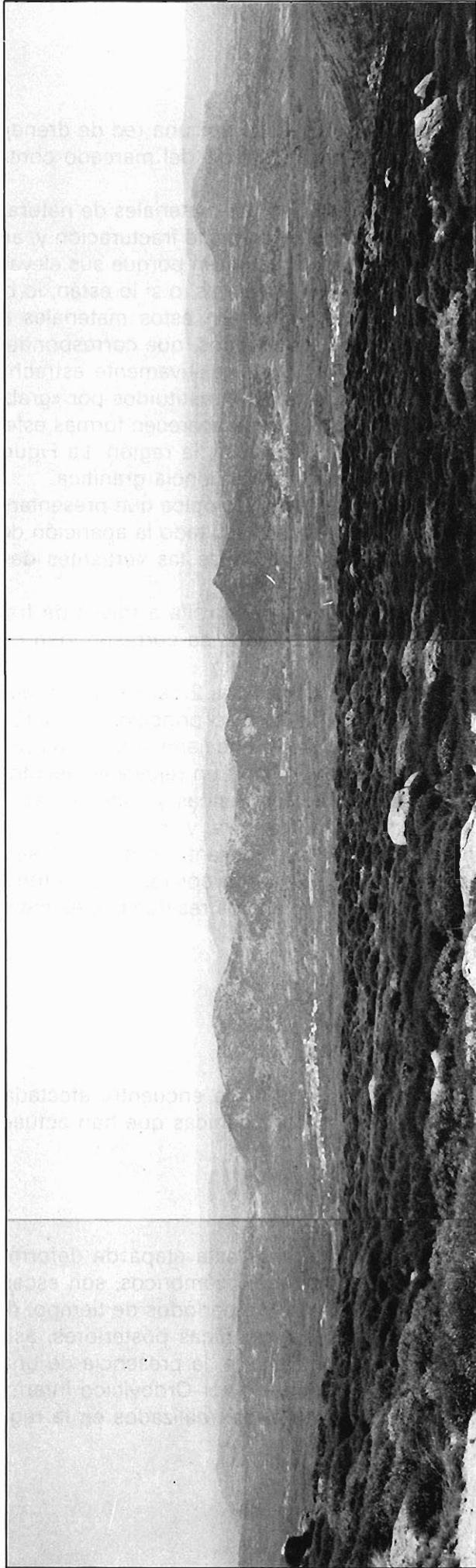


Fig. 3.24.— Visión panorámica de la Zona 2, en la que se observa la morfología característica de la misma.

fiesto, al menos, una modificación en las condiciones geotectónicas regionales. Además de estas discordancias mencionadas, se han reconocido, localmente, estructuras de plegamiento, de orientación N-S y NE-SO, de amplio radio y sin ningún tipo de esquistosidad asociada.

DEFORMACION HERCINICA

Desarrollada, al menos, en dos etapas de deformación, afecta a las estructuras prehercínicas de los materiales precámbricos y cámbricos, enmascarándolas, especialmente a escala de afloramiento.

La primera fase produce un plegamiento de gran longitud de onda, de dirección general NO-SE, con vergencia hacia el Norte, y aunque es la etapa de mayor importancia al ser la causante de la megaestructura general de la región, en esta Zona 2 se hace difícil su observación, al faltar por completo las formaciones cuarcíticas que, al ser más resistentes y producir un marcado contraste litológico, ponen de manifiesto más claramente los accidentes tectónicos propios de esta primera fase. La esquistosidad de flujo, subparalela al plano axial de los pliegues de primera fase, es la única estructura que puede ser observada en los afloramientos de los grupos litológicos presentes en la Zona 2.

La segunda fase origina dos plegamientos. Uno, de longitud de onda centimétrica y orientación N 30° a 65° E, presenta planos axiales subverticales y afecta a la esquistosidad de flujo de la primera fase, plegándola y originando una esquistosidad de crenulación. El segundo tipo es un plegamiento asimétrico, de longitud de onda decimétrica y orientación N 100°-120° E, con planos axiales subhorizontales, que afecta también a la esquistosidad de flujo preexistente. Estas esquistosidades de crenulación son fácilmente observables a escala de afloramiento.

Por último, hay que señalar la presencia de fallas que, originadas entre las fases de plegamiento o posteriormente a ellas, atraviesan las estructuras creadas durante las mismas. Estas fallas presentan las siguientes orientaciones: N 120°-140° E, N 100°-110° E, N 30°-70° E y N 145°-170° E.

DEFORMACION ALPINA

La etapa de deformación alpina produce en el ámbito de la Zona 2 una importante fracturación que fragmenta en bloques, de dimensiones variables, a todo el macizo rocoso que cubre la región, especialmente el basamento cristalino constituido por materiales graníticos que no habían sido afectados por los movimientos hercínicos, al emplazarse posteriormente a ellos.

Estas fracturas, que en la Zona 1 presentaban largos recorridos y grandes saltos, en esta Zona 2 presentan un grado de desarrollo menor, si bien se manifiestan con una mayor frecuencia, formando una densa red. En las formaciones pizarrosas precámbricas y cámbricas, los movimientos alpinos rejuvenecen algunas de las fracturas preexistentes, sobre todo aquellas con directrices favorables a las orientaciones de los nuevos ejes de esfuerzos.

3.2.3. Columna estratigráfica

Los distintos grupos litológicos presentes en la Zona 2 se muestran en la columna estratigráfica que se expone en la Figura 3.25.

COLUMNA ESTRATIGRAFICA	DESCRIPCION	EDAD	GRUPO LITOLOGICO	GRUPO GEOTECNICO
	Aluvial. Arenas, gravas y limos.	Cuaternario	A1	G8
	Terraza. Gravas, arenas y limos.	Cuaternario	T1	G8
	Cono de deyección. Arenas y cantos dispersos.	Cuaternario	D1	G8
	Coluvial. Cantos con matriz limo-arenosa.	Cuaternario	C1	G6
	Eluvial. Jabres graníticos.	Cuaternario	V1	G5
	Raña. Gravas cuarcíticas con matriz limo-arenosa.	Plio-Cuaternario	350	G8
	Pizarras y grauvascas.	Cámbrico Inferior	111a	G2
	Pizarras mosqueadas y grauvascas.	Cámbrico Inferior	111b	G2
	Migmatitas	Cámbrico indiferenciado	110c	G1
	Microconglomerados silíceos.	Paleozoico indiferenciado	100	G3
	Pizarras.	Precámbrico	010b	G2
	Granitos.	Post-Ordovícico	001	G1
	Filones de cuarzo.	Post-Ordovícico	002a	G1
	Filones de aplita.	Post-Ordovícico	002b	G1

Fig. 3.25.— Columna estratigráfica de la Zona 2.

3.2.4. Grupos litológicos

ALUVIAL. ARENAS, GRAVAS Y LIMOS, (A1).

Litología.— Depósitos aluviales formados por arenas con cantos dispersos, gravas y limos.

Las arenas, de grano grueso a medio y de color generalmente claro, están compuestas mineralógicamente por cuarzo, feldespato, micas y restos de rocas metamórficas. En estos niveles arenosos se aprecian cantos graníticos y metamórficos, dispersos y de tamaños variables.

Las gravas, que son mayoritarias en los cauces actuales de los ríos (Figura 3.26), están constituidas por bloques, bolos y cantos de granito, cuarcita, arenisca y pizarra, empastados en una escasa matriz arenosa de grano medio a grueso.

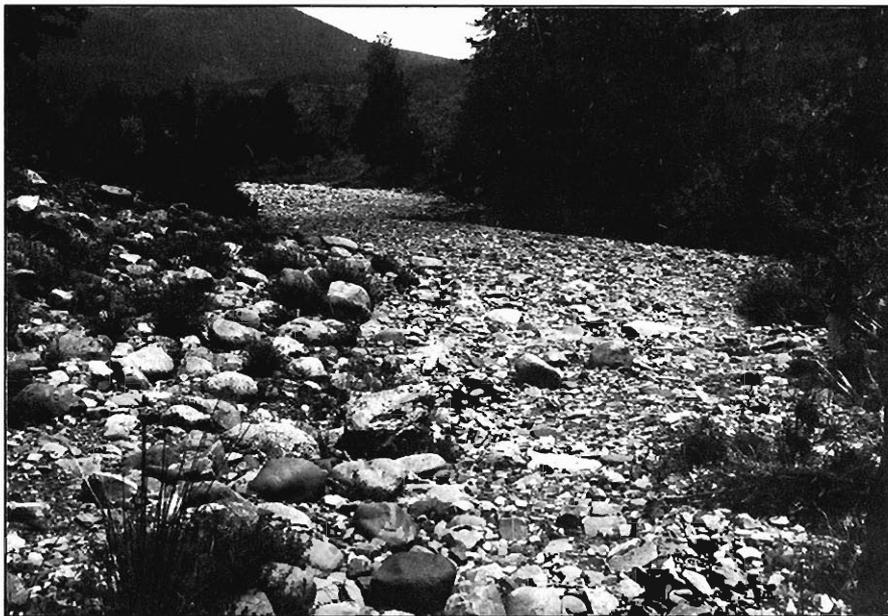


Fig. 3.26.— Vista general del grupo A1 en las inmediaciones de la localidad de Riomalo de Abajo. (552-3).

La Figura 3.27 muestra un aspecto de detalle de estas gravas.

Los depósitos más recientes de este grupo litológico están constituidos por limos de color pardo, con cantos dispersos de granito y otras rocas metamórficas, y se encuentran recubriendo a los materiales anteriores.

La Figura 3.28 muestra un aspecto general del miembro limoso que compone el grupo A1.

La potencia observada de este grupo litológico es superior a 2 m.

Estructura.— Como corresponde a los depósitos aluviales, su disposición es horizontal o subhorizontal, con una estructura lenticular como consecuencia de su sedimentación en barras.



Fig. 3.27.— Detalle de las gravas del grupo A1.

Geotecnia.— Este grupo se caracteriza por ser muy permeable, erosionable, y fácilmente ripable. Localmente se inunda en época de crecida de los ríos, y tiene niveles freáticos altos.

La capacidad portante es baja y los asentos pueden alcanzar valores altos, especialmente en los materiales de granulometría más fina..



Fig. 3.28.— Miembro limoso del grupo A1 en las inmediaciones de Santibáñez de la Sierra (552-1).

En este grupo litológico no han sido observados taludes reseñables.

Puntualmente esta formación puede ser utilizada como yacimiento granular, si bien tendrían que ser eliminados los elementos más gruesos, durante su explotación.

TERRAZA. GRAVAS, ARENAS Y LIMOS, (T1).

Litología.— Estos depósitos, de reducida extensión dentro del Tramo de Estudio, y de los que la Figura 3.29 muestra un aspecto de detalle, los forman unos materiales constituidos por gravas, generalmente gruesas, de cuarcita, pizarra, arenisca y granito. Entre las gravas aparece una matriz arenosa, de color gris y de grano medio a fino, que localmente puede ser muy abundante.



Fig. 3.29.— Detalle de la superficie del grupo T1 en las proximidades de Riomalo de Abajo (552-3).

Normalmente este grupo se encuentra recubierto por un miembro limoso de reducido espesor.

La potencia estimada de estos materiales está comprendida entre 1 y 4 m.

Estructura.— Estos depósitos se distribuyen en algunos de los meandros formados por los ríos, y adoptan una disposición horizontal o ligeramente inclinada hacia los mismos y hacia aguas abajo.

Geotecnia.— Los materiales que forman este grupo litológico se caracterizan por ser muy erosionables, fácilmente ripables y por presentar una capacidad portante baja. Como consecuencia de su composición litológica, la permeabilidad es

muy alta, lo que favorece el drenaje en profundidad. La formación es localmente inundable, especialmente en épocas de crecidas de los ríos, y puede presentar niveles freáticos altos.

No han sido observados taludes de interés.

Aunque esta formación puede ser utilizada como yacimiento granular, la reducida extensión con que aparece, así como la presencia de granulometrías muy gruesas, hace desaconsejable su explotación, que, sin embargo, puede ser llevada a cabo en puntos muy concretos y para el desarrollo de trabajos de escaso volumen de obra (estribos de puentes locales, por ejemplo).

CONO DE DEYECCION. ARENAS Y CANTOS DISPERSOS, (D1).

Este grupo litológico ha sido descrito en la Zona 1, al ser más característico de la misma.

COLUVIAL. CANTOS CON MATRIZ LIMO-ARENOSA, (C1).

Litología.— Estos depósitos coluviales, formados a expensas de los materiales plio-cuaternarios de tipo «raña» que constituyen la cima del Cerro Pendón (552-4), están compuestos por gravas de cuarcita, angulosas y subangulosas, con un tamaño medio de 3 a 5 cm, y por una matriz limo-arenosa de color amarillo-anaranjado que puede presentarse formando niveles en los que los cantos están prácticamente ausentes.

Su potencia, muy irregular ya que se deposita sobre una superficie de erosión constituida por materiales graníticos, está comprendida entre 0,3 y 3 m.

La Figura 3.30 muestra un aspecto parcial de los materiales de este grupo, y del contacto con la formación granítica OQ1.

Estructura.— Como consecuencia de su génesis, este grupo tiene una estructura de adaptación a las irregularidades del relieve sobre el que se acumula. Muestra una cierta disposición en niveles, aunque las superficies de estratificación no son netas.

Geotecnia.— Los materiales que forman estos depósitos coluviales son erosionables y ripables. Aunque la matriz tiene una cierta cohesión, es alterable por hidratación y se desmorona en las superficies de los taludes. La capacidad portante es media. La permeabilidad es baja en los niveles en donde predomina la matriz, y media, en aquellos que tienen un mayor contenido de cantos. Este hecho motiva que el drenaje profundo discurra moderadamente por los bancos de cantos y no por los formados por matriz. El drenaje superficial está favorecido por la inclinación de las laderas en donde aparece este coluvial.

Se han observado taludes artificiales bajos y subverticales que tienen caídas de cantos y de matriz, las cuales están motivadas por la erosión de las superficies de dichos taludes. Los taludes naturales son de grandes alturas y se mantienen estables con inclinaciones de 25°.



Fig. 3.30.— Detalle de los materiales del grupo C1 que se disponen, en contacto discordante, sobre materiales graníticos. Cerro Pendón (552-4).

ELUVIAL. JABRES GRANITICOS, (V1).

Litología.— Este grupo litológico está formado por el suelo residual que resulta de la meteorización química sufrida por las rocas graníticas, en numerosas áreas de esta Zona. La Figura 3.31 muestra el aspecto de una de las zonas en donde aparece este grupo.

Se trata de eluviales constituidos por «jabres» graníticos que provienen de una roca con una alteración comprendida entre los grados IV y VI (roca altamente meteorizada-suelo residual, respectivamente), según la clasificación de la Sociedad Geológica de Londres (1970).

Estos materiales presentan una textura de grano grueso a medio, en función del tipo de granito sobre el que se desarrollan. Ocasionalmente aparecen enclaves de roca que, por presentar texturas microgranudas, tienen un grado de alteración menor y destacan claramente en el interior de la masa de suelo residual. En la Figura 3.32 puede observarse la naturaleza litológica de este material.

La mineralogía esencial de estos materiales está compuesta por cuarzo, feldespato y micas, siendo estos dos últimos los que presentan una transformación, de desarrollo variable, a materiales arcillosos.

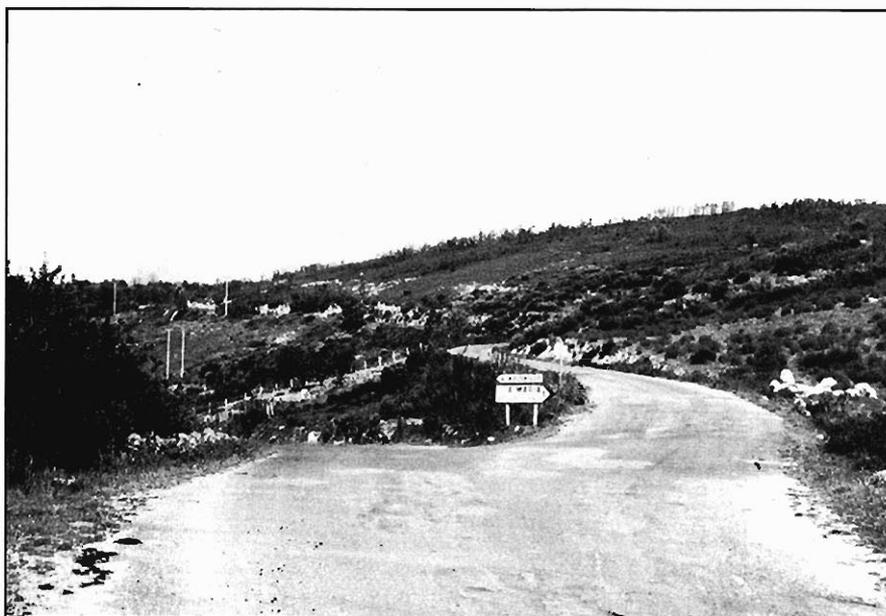


Fig. 3.31.— Visión general del grupo VI en las proximidades de la localidad de Santa María de los Llanos (552-1).



Fig. 3.32.— Detalle del jabre que forma el grupo VI en una excavación situada en la carretera de Molinillo a Santa María de los Llanos (552-1).

Como puede observarse en la Figura 3.33, correspondiente a un desmonte abierto en estos materiales en una de las carreteras que recorren la Zona, la potencia de este grupo puede ser muy importante, habiendo sido observados espesores comprendidos entre 0,3 y 15 m.



Fig. 3.33.— Talud excavado en el grupo VI. Obsérvese la potencia que puede presentar. Carretera de Béjar al Mirador de la Sierra (553-3).

Estructura.— Como consecuencia de su génesis, este grupo presenta una estructura masiva y se dispone en horizontes, dispuestos irregularmente sobre las rocas graníticas de las que proviene. Se desarrolla a favor de zonas de fractura que coinciden con la mayoría de los valles y vaguadas de la Zona, y en áreas deprimidas, de escaso gradiente topográfico y que se hallan frecuentemente saturadas de agua.

La Figura 3.34 muestra un aspecto de uno de estos valles, en cuyas zonas más bajas se ha desarrollado este grupo.

Geotecnia.— Los materiales que conforman este grupo litológico se caracterizan por ser medianamente o muy erosionables. Además son ripables o difícilmente ripables, y su capacidad portante varía de media a alta. Estas variaciones están en relación con el grado de densidad que tengan puntualmente los mismos.

Se trata de materiales alterables y con permeabilidad baja, siendo el drenaje en profundidad difícil a moderado. Aunque esta formación puede ser inundable en zonas deprimidas y de escasa pendiente, el drenaje superficial en general está favorecido por los gradientes topográficos de las áreas en donde aparece este grupo.

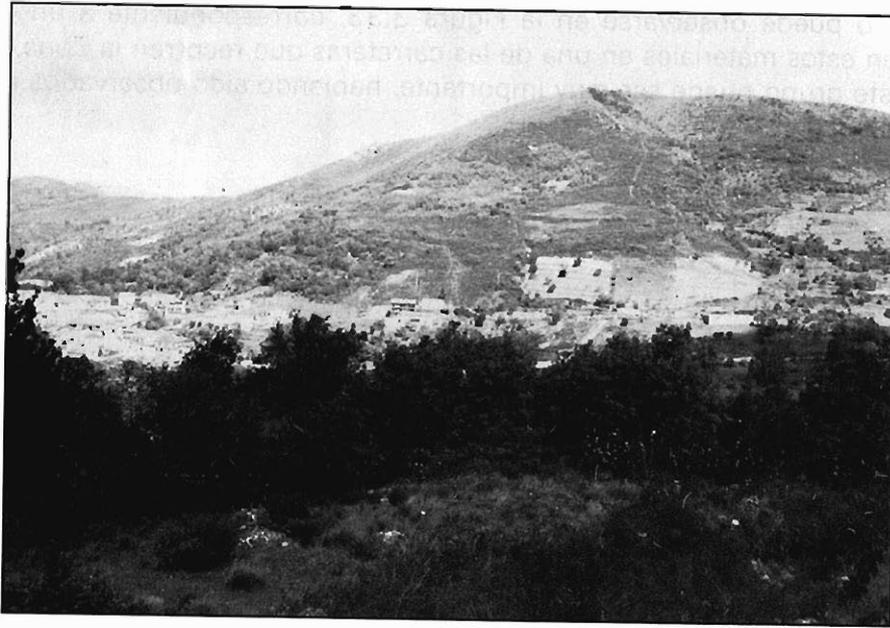


Fig. 3.34.— Vista panorámica de un valle de la región excavado en el grupo V1. Población de Santibáñez de la Sierra (552-1).

Aunque han sido observados taludes artificiales de alturas medias, estables y con inclinaciones de 85° , pueden ser inestables a largo plazo, produciéndose deslizamientos de ladera superficiales, de carácter local, como consecuencia de la facilidad de alteración de este material.

DEPOSITOS DE RAÑA. GRAVAS CUARCITICAS CON MATRIZ LIMO-ARENOSA, (350).

Litología.— Esta formación aparece únicamente en dos afloramientos, de reducidas dimensiones, que constituyen la cima del Cerro Pendón, en las proximidades de la localidad de Cepeda. En la Figura 3.35 se muestra un aspecto general de dicha cima.

Se trata de depósitos de raña formados por gravas, bolos y bloques de cuarcita, angulosos y subangulosos, y por una matriz limo-arenosa de color rojizo que, en ocasiones, forma niveles en los que el contenido en cantos es escaso o nulo.

La potencia estimada de este grupo está comprendida entre 2 y 5 m.

Estructura.— Este grupo presenta una estructura horizontal o subhorizontal, ya que se deposita sobre una superficie de erosión peneplanizada, constituida litológicamente por materiales graníticos.

Geotecnia.— Se trata de un grupo formado por materiales sueltos, por lo que es fácilmente erosionable y ripable. La capacidad portante es de grado medio, y se podrán producir asentamientos diferenciales, debido a la alternancia irregular de los niveles limo-arenosos con las gravas. La permeabilidad alcanza en general valores medios, por lo que el drenaje en profundidad varía de deficiente a moderado. Este hecho, unido a que el drenaje superficial es difícil, dadas las escasas pendientes

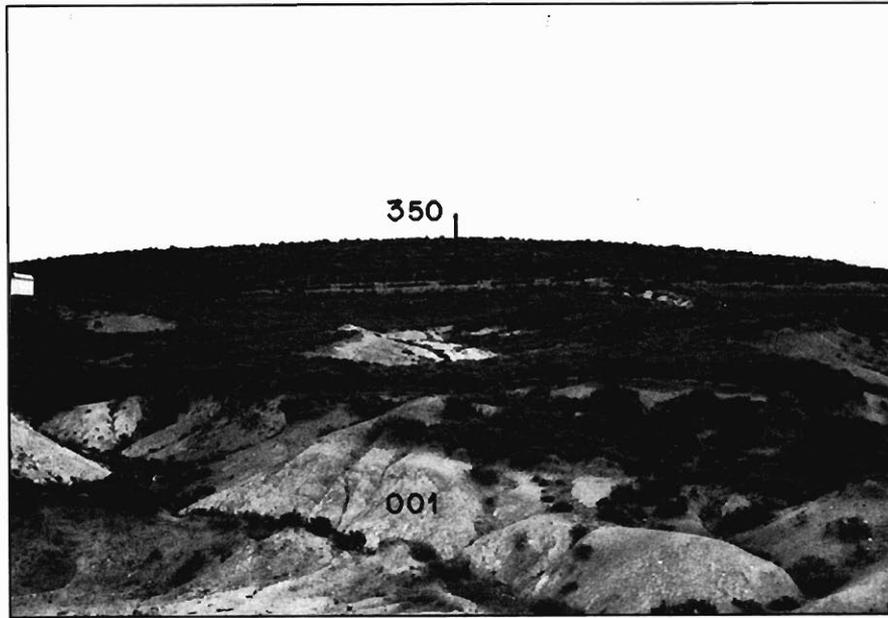


Fig. 3.35.— Vista general del grupo 350, en la cima del Cerro Pendón (552-4).

topográficas que presentan las áreas en donde aparece este grupo, condiciona que puedan existir fenómenos de encharcamientos.

Han sido observados taludes artificiales de alturas bajas, con inclinaciones de 85° y semiestables, debido al lavado de la matriz y a la caída de los cantos.

PIZARRAS Y GRAUVACAS, (111a).

Litología.— Constituye este grupo una monótona serie formada por pizarras grises, verdosas y negras. Hay niveles ocasionales de pizarras con mayor contenido arenoso, que dan lugar a un bandeo composicional. Intercalados entre los miembros pizarrosos, frecuentemente aparecen paquetes de areniscas y grauvacas, de grano fino a medio, en general de color negro o gris muy oscuro, estratificadas en capas de 0,5 a 1 m de espesor y que pueden llegar a formar bancos de hasta 15 m de potencia.

En la base de este conjunto, y con carácter local, pueden encontrarse interstratificaciones de conglomerados polimícticos y heterométricos, y de matriz limo-arenosa. Su geometría es lenticular y tienen escaso desarrollo, tanto lateral como vertical.

La Figura 3.36 muestra un aspecto parcial de un afloramiento de este grupo.

Estructura.— Como consecuencia de las grandes deformaciones sufridas, estos materiales se encuentran intensamente plegados y fracturados, según una dirección general NO-SE. Las estructuras que pueden ser observadas en los distintos afloramientos de este conjunto son, en primer lugar, una esquistosidad de flujo, con una intensidad muy alta, que produce disgregación en lajas, y, en segundo lugar, una esquistosidad de crenulación, originada por el plegamiento de la primera.



Fig. 3.36.— Detalle de las grauvascas del grupo (111a) en las inmediaciones de la población de Molinillo (552-1).

El conjunto se encuentra afectado por una red de diaclasas con espaciados muy variables.

Geotecnia.— Los materiales que conforman este grupo litológico se caracterizan por no ser ni erosionables ni ripables. Los miembros pelíticos pueden mostrar superficialmente alteraciones, que dan origen a suelos residuales de desarrollo variable. Excepto en las áreas más alteradas, en donde la capacidad portante puede tener un valor medio, ésta es en general alta a muy alta, y no se producirán asientos reseñables.

La fisuración de esta formación provoca que exista una permeabilidad muy baja, y por tanto, la existencia de un drenaje en profundidad difícil. El drenaje superficial se realiza fácilmente, dada la escasa permeabilidad del grupo y las elevadas pendientes que presentan las zonas de afloramiento de este conjunto metamórfico.

Este grupo presenta problemas de inestabilidad gravitacional por deslizamientos de cuñas y bloques, en aquellos puntos en los que confluyen las superficies de discontinuidad del macizo rocoso (esquistosidad, estratificación y diaclasas) con algunos de los taludes de los desmontes existentes. Han sido observados taludes artificiales de alturas bajas, semiestables (caídas de cantos) y con inclinaciones de 50°.

PIZARRAS MOSQUEADAS Y GRAUVACAS, (111b).

Litología.— Este grupo (111b) es el resultado de la acción metamórfica de contacto, producida por la intrusión granítica habida sobre el grupo (111a), el cual ha sido en parte modificado, litológicamente, en una aureola de anchura irregular que rodea al batolito granítico. El grupo (111b) está compuesto por una alternancia irregular de pizarras grises y negras, arenosas, y areniscas y grauvascas negras,

de grano fino a medio, estratificadas en capas de 0,5 a 1 m. El conjunto se presenta en bancos de hasta 15 m de espesor, y tiene la particularidad de mostrar texturas «mosqueadas» que son más abundantes en los miembros pelíticos y en las cercanías al contacto con las rocas graníticas. Estas «moscas» son acumulaciones minerales de cordierita y, localmente, de andalucita, formadas como consecuencia de la acción térmica del metamorfismo de contacto.

Estructura.— Los rasgos estructurales de este grupo son iguales que los de la formación (111a), ya que se trata de una transformación de la misma. Se encuentra intensamente plegado y fracturado, según una dirección general NO-SE, si bien, en afloramiento, sólo son observables las esquistosidades de flujo y de crenulación, así como las múltiples diaclasas que afectan la continuidad del macizo rocoso. El metamorfismo de contacto no ha borrado ninguna de las estructuras preexistentes en estos materiales.

Geotecnia.— Se trata de un grupo no erosionable y no ripable. Los miembros pelíticos pueden presentar una alteración de desarrollo variable, dando lugar a la aparición de suelos residuales limo-arcillosos. La capacidad portante varía de alta a muy alta, si bien en zonas de alteración se puede originar algún asiento de valor bajo. La permeabilidad es pequeña, por fisuración, y el drenaje en profundidad es difícil. El drenaje superficial está favorecido por la baja permeabilidad del terreno y por su elevado gradiente topográfico.

Han sido observados taludes artificiales de alturas bajas, y con inclinaciones de 50°, semiestables, por caídas gravitacionales de bloques y cuñas.

MIGMATITAS, (110c).

Litología.— Corresponde este grupo a un pequeño afloramiento de un tipo de material de alto grado de metamorfismo, que ha podido ser diferenciado de los materiales graníticos circundantes. Está formado por migmatitas constituidas por un leucosoma de cuarzo y feldespato y por un melanosoma de biotita, cordierita y hornblenda. Estas dos partes de que se compone la roca se encuentran separadas entre sí, en forma de bandas alternas de espesor milimétrico y centimétrico, muy características en este tipo de materiales.

La Figura 3.37 muestra un aspecto parcial de la litología de este grupo.

La potencia total de este grupo en la única zona en donde ha podido ser diferenciado está comprendida entre 15 y 20 m.

Estructura.— A pesar de tratarse de un grupo con un alto grado de metamorfismo, en el que ha existido una fusión parcial de los minerales de composición ácida (cuarzo y feldespato), aún puede ser observada la estructura original que presentaba la roca antes de ser transformada y que ha sido heredada por este grupo, a pesar del proceso de migmatización.

La orientación de la estructura es NE-SO y el buzamiento es de 50° al SE. Esta formación se encuentra afectada por un diaclasado muy intenso que disgrega la roca en bloques, inferiores a 1 m³, y en cantos.



Fig. 3.37.— Detalle de las migmatitas del grupo (110c), en donde puede apreciarse la estructura heredada. Fuentes de Béjar (528-2).

Geotecnia.— La migmatita que conforma este grupo es una roca muy dura, no erosionable, y no alterable. La formación no es ripable, y su capacidad portante es muy alta, por lo que no es de esperar que se produzcan asentamientos.

Aunque de una forma general puede considerarse un grupo impermeable, lo cierto es que presenta una permeabilidad baja por fisuración, que provoca la existencia de un drenaje en profundidad difícil. Por el contrario, el drenaje superficial se desarrolla fácilmente debido a las características litológicas del grupo, así como por las fuertes pendientes topográficas de la zona en donde aparece.

Han sido observados taludes artificiales bajos, con inclinaciones de 85° , y semiestables, como consecuencia de la caída de bloques.

Debido a sus características litológicas, esta formación puede ser aprovechada como yacimiento rocoso, y la roca podría ser utilizada para capa de rodadura en la ejecución de nuevas carreteras. No obstante, su escasa extensión dentro del Tramo de Estudio proporcionaría un volumen suficiente sólo para obras de longitud reducida.

MICROCONGLOMERADOS SILICEOS, (100).

Litología.— Aunque este grupo ocupa una extensión muy reducida dentro del Tramo de Estudio, se ha diferenciado por presentar unas características diferentes a las que tienen las rocas graníticas que se encuentran a su alrededor.

Está compuesto por microconglomerados silíceos, de color rosado, y parcialmente recristalizados. Los granos tienen un tamaño comprendido entre 2 y 4 mm, y están empastados en una escasa matriz limo-arcillosa, de color rojizo. Un cemento silíceo sirve de trabazón a los granos de cuarzo.

La formación se encuentra estratificada en capas de 0,5 a 1 m de espesor y presenta una potencia total comprendida entre 20 y 35 m.

Estructura.— La estructura de este grupo es de plegamiento, si bien, debido a la reducida extensión que presenta, sólo puede ser apreciada una serie monoclinal que parece corresponder a una porción del flanco de un pliegue. La orientación general es E-O y su buzamiento es de 30° al Norte. Lo mismo que los demás grupos rocosos presentes en el Tramo, se encuentra afectado por un diaclasado de frecuencia media que favorece la disyunción de la roca en bloques y bolos.

Geotecnia.— Se trata de una formación no erosionable y no ripable. Aunque en general no son materiales alterables, puede haber zonas locales con una cierta meteorización superficial que provoca la disgregación de la roca en granos, formando un suelo arenoso de escaso desarrollo.

La permeabilidad de la roca, debida principalmente a la fisuración, es baja, lo que produce que el drenaje en profundidad sea difícil. El drenaje superficial está facilitado por las fuertes pendientes topográficas con que aparece este grupo. La capacidad portante es muy alta, por lo que no cabe esperar la aparición de asientos.

Los taludes que han sido observados son naturales, altos, estables, y con inclinaciones de 45°. Para la ejecución de desmontes en estos materiales, habrá que tener en cuenta la orientación de las discontinuidades del macizo (estratificación y diaclasas) al diseñar la inclinación de los taludes, ya que pueden originarse deslizamientos de cuñas y bloques.

PIZARRAS, (010b).

Litología.— Este grupo precámbrico está compuesto por una serie monótona de pizarras lutíticas, de color gris oscuro y negro, estratificadas en lechos de espesor centimétrico y decimétrico. Hay intercalaciones de grauvacas negras, de grano fino, estratificadas en capas de 2 a 3 m de espesor, que son más abundantes hacia el techo de la formación.

Las pizarras presentan frecuentemente intercalaciones de superficies rubefactadas, constituidas por acumulaciones de óxidos de hierro en forma de encostramientos, que indican la presencia de paleosuelos desarrollados en épocas de discontinuidad sedimentaria.

En la base de este conjunto aparecen de una forma dispersa, con geometría lenticular y escaso desarrollo lateral, miembros conglomeráticos de cantos gruesos.

sos y redondeados, que indican la presencia de una discordancia en la base de este grupo, que correspondería con la fase de deformación prehercínica.

La potencia estimada de esta formación es superior a 500 m.

Estructura.— El conjunto se encuentra intensamente plegado y fracturado según una dirección general NO-SE. Los buzamientos son muy variables, y están comprendidos entre 50° y 85° al NE y SO. La observación directa de los pliegues es difícil dada la escasa calidad de los afloramientos, que se encuentran normalmente muy recubiertos. Las estructuras visibles, a escala de afloramiento, son las esquistosidades de flujo y de crenulación, algunos pliegues menores, y fallas de escaso salto y rellenas de arcilla, procedente de la trituración (durante el proceso de movimiento de los bloques) y alteración de la roca pizarrosa del plano de fractura.

Este grupo se encuentra afectado, además, por una red muy densa de diaclasas, que provocan la disgregación de la roca en bloques y en cantos.

La Figura 3.38 muestra un detalle parcial de la forma de afloramiento de los materiales pizarrosos de este grupo.



Fig. 3.38.— Aspecto parcial de las pizarras del grupo (010b) en las cercanías de la localidad de Vegas de Coria (552-3).

Geotecnia.— Los materiales que conforman este grupo litológico no son erosionables ni ripables, y aunque los miembros pelíticos tienen una gran capacidad para meteorizarse y producir suelos residuales, en general no son alterables. La capacidad portante es alta y muy alta, lo que ocasiona que no se produzcan asientos de importancia.

La permeabilidad baja está motivada por la fisuración que presenta la roca y origina la existencia de un débil drenaje en profundidad. El drenaje superficial, por

el contrario, es fácil, dadas las características litológicas de estos materiales y las fuertes pendientes que tienen las áreas en donde aparece definido este grupo.

Debido a la intensa fracturación de la roca y a la existencia de las esquistosidades, se trata de una formación con problemas locales de inestabilidad gravitacional. Han sido observados taludes artificiales de altura media, inestables y con inclinaciones de 60°.

GRANITOS, (001).

Litología.— Este grupo, que es el de mayor extensión dentro del Tramo de Estudio y del cual la Figura 3.39 muestra un aspecto general, está compuesto por rocas graníticas, de grano fino, medio y grueso, y cuyos materiales esenciales son cuarzo, ortosa, plagioclasa, biotita y cordierita.

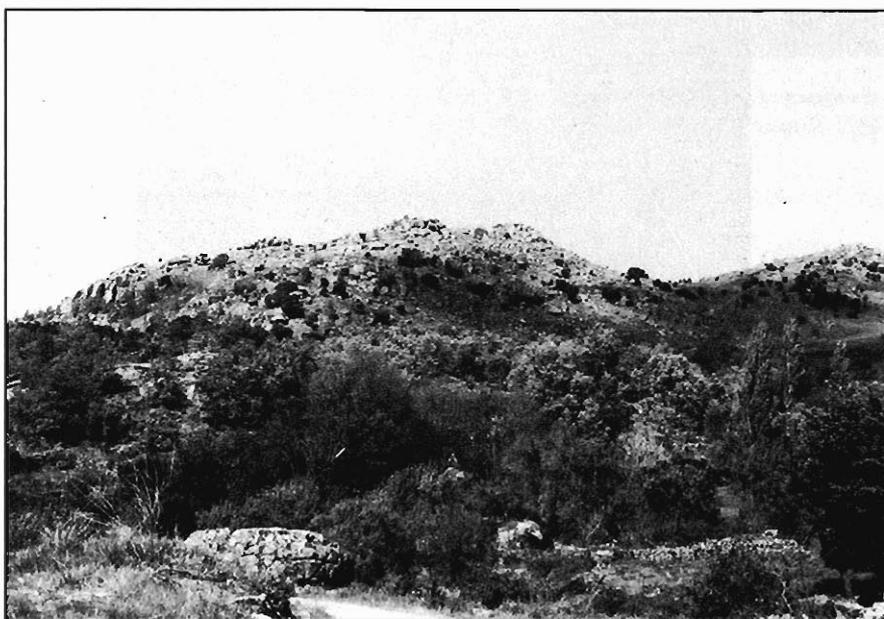


Fig. 3.39.— Vista general del grupo 001 en las inmediaciones de la localidad de Fuentebuena (553-4).

Las características texturales de estas rocas pasan de ser equigranulares a inequigranulares y son frecuentemente porfídicas, con fenocristales de feldespato potásico con hábito prismático o tabular. La Figura 3.40 muestra, en detalle, la presencia de estos fenocristales en la roca granítica.

Con frecuencia se puede observar la aparición de enclaves o «gabarros» de rocas constituidos por minerales ferromagnesianos, de color negro y de grano fino a muy fino. Otras veces, y especialmente en zonas del borde del batolito granítico, se encuentran, en el interior de la masa rocosa, inclusiones de rocas metamórficas, que han quedado sin digerir durante el emplazamiento del plutón.

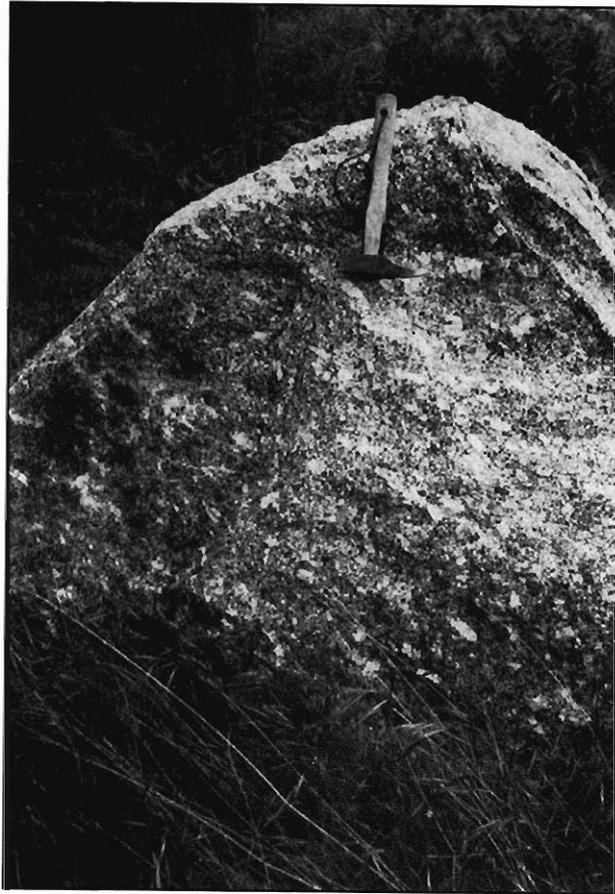


Fig. 3.40.— Detalle de la textura porfídica que frecuentemente presenta el grupo 001. Localidad de Cantagallo (553-3).

Estructura.— La estructura general que presenta este grupo litológico es masiva, ya que se trata de una intrusión ígnea que afecta a materiales paleozoicos previamente metamorfizados y en los que desarrolla una aureola de metamorfismo de contacto.

Como estructuras observables, a escala de afloramiento, hay que señalar la presencia de un diclasado que disgrega la roca en bloques, con geometría paralelepédica, que es el causante de la morfología con que aparecen los principales relieves desarrollados sobre estos materiales.

La Figura 3.41 muestra un ejemplo de afloramiento de este grupo.

Otras estructuras, no observables por su gran magnitud, corresponden a las fracturas desarrolladas sobre este grupo y que son las causantes de la individualización de bloques movidos diferencialmente unos respecto a otros.

Geotecnia.— Los materiales que conforman este grupo litológico se caracterizan por no ser ni erosionables ni ripables y por poseer una capacidad portante muy alta. Aunque se trata de una roca dura, en las zonas en donde la textura es macrogranuda y las condiciones de humedad son óptimas, puede ser alterable a largo plazo y desarrollar suelos residuales constituidos por jabres graníticos.

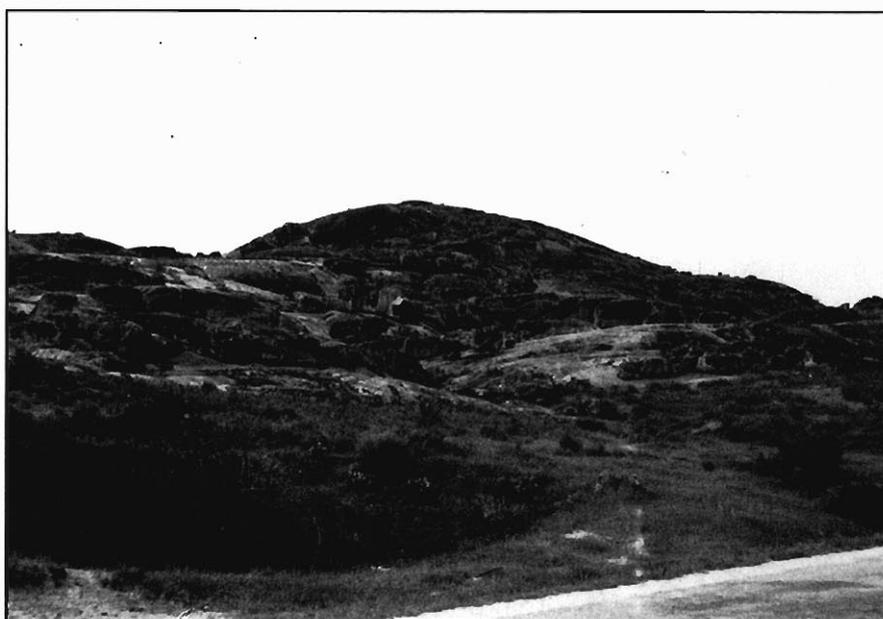


Fig. 3.41.— Aspecto general de un afloramiento del grupo 001, en donde se puede observar la incipiente disyunción en bolas. Localidad de Colmenar de Montemayor (552-2).

Se trata de una formación impermeable. Sin embargo, la intensa fracturación y fisuración que presenta en algunas áreas, puede dar lugar a la aparición de una permeabilidad baja que desarrolla un débil drenaje en profundidad. Por el contrario, el drenaje superficial se realiza de una forma eficaz, especialmente en las zonas de mayor gradiente topográfico.

Aunque esta formación admite taludes artificiales altos, estables y con inclinaciones subverticales, han sido observados fenómenos de inestabilidad gravitacional en otros más bajos y de menor inclinación, debido a la presencia de un diaclasado favorable para este proceso.

FILONES DE CUARZO, (002a).

Litología.— Estos filones, que se distribuyen esporádicamente en el ámbito del Tramo de Estudio, están compuestos por placas anhedrales de cuarzo blanco y, ocasionalmente, rosado. Los minerales accesorios, presentes en una proporción inferior al 5% en estos filones, son hematites, apatito, clorita, albita y moscovita.

En general, la potencia de este grupo no supera el metro. Sin embargo, en aquellas zonas en donde ha sido cartografiado, el espesor de estos filones está comprendido entre 5 y 10 m.

Estructura.— La presencia de este grupo en el Tramo es debida a emplazamientos de origen hidrotermal a través de fracturas preexistentes en las rocas encajantes, por lo que se adaptan a las mismas, disponiéndose según una orientación general NE-SO y con buzamientos subverticales.

Estos filones se encuentran afectados por una fracturación muy importante y se disgregan en partículas de tamaño canto, grava y gravilla. Lateralmente pierden su continuidad por procesos de «boudinage».

La Figura 3.42 muestra un aspecto de detalle de este grupo.



Fig. 3.42.— Detalle del cuarzo del grupo (002a) en las inmediaciones de la localidad de Santa María de los Llanos (552-1).

Geotecnia.— Se trata de materiales no erosionables y no alterables, y aunque no son ripables, la alta fracturación tectónica, así como la escasa potencia que presentan, hacen que puedan ser desmontados con medios mecánicos.

La capacidad portante es alta, descartándose la existencia de ningún tipo de asiento.

Son materiales impermeables, pero la gran fisuración que muestran provoca la existencia de un drenaje profundo débil. El drenaje superficial es fácil.

Han sido observados taludes naturales bajos, semiestables, por caída de cantos, y con inclinaciones de 85°.

Este grupo constituye un excelente material para su utilización como capa de rodadura. Sin embargo, la escasa potencia que presenta, hace desaconsejable su explotación para obras regionales, pudiendo ser usado en zonas locales.

FILONES DE APLITA, (002b).

Litología.— Este grupo corresponde a un único afloramiento definido en el Tramo, que está constituido por aplitas blancas, de grano fino a muy fino, y cuya mineralogía esencial está formada por cuarzo y feldespato, apareciendo la mosco-

vita como accesorio principal. La textura de la aplita es microgranuda. Sin embargo, en las zonas de borde del filón pasa a ser mesogranuda y aparecen numerosos enclaves de granito de grano medio.

La potencia estimada de este grupo filoniano está comprendida entre 25 y 50 m.

Estructura.— El único afloramiento de este grupo que ha sido definido en el Tramo de Estudio presenta una orientación NNE-SSO y un buzamiento de 85° al Oeste. Se encuentra afectado por un diaclasado ortogonal al emplazamiento, lo que produce la liberación de prismas de roca, en general de pequeñas dimensiones.

Geotecnia.— El material que conforma este grupo litológico es una roca muy dura, dada su textura microgranuda, por lo que no es erosionable, ni alterable, ni ripable.

La capacidad portante es muy alta, por lo que se descarta la aparición de asientos.

La permeabilidad, por fisuración, es muy baja, lo que provoca un débil drenaje en profundidad. El drenaje superficial es, por el contrario, muy eficaz, dada la escasa infiltración que presenta este material.

La Figura 3.43 muestra un aspecto de detalle de este grupo.

Admite taludes subverticales estables, si bien se han observado pequeñas caídas de cantos, desarrolladas a favor de las discontinuidades.

Este material, dadas sus características litológicas, puede ser empleado como yacimiento rocoso y ser utilizado para capa de rodadura, aunque el volumen aprovechable es en general pequeño.



Fig. 3.43.— Detalle de las aplitas del grupo (002b) en las inmediaciones de la localidad de Santibáñez de Béjar (553-1).

3.2.5. Grupos geotécnicos

Los diferentes grupos litológicos definidos en esta Zona se han agrupado, en función de sus características geotécnicas, en la siguiente forma:

G1.— **Granitos, migmatitas, cuarzo y aplita.** Son rocas masivas, duras y coherentes, y no ripables. La capacidad portante es muy alta. La permeabilidad es pequeña y se desarrolla a favor de la fisuración y el diaclasado. No hay problemas importantes de inestabilidad gravitacional. Los taludes, en general, son estables. Pertenecen a este grupo geotécnico los grupos litológicos referenciados con (110c), 001, (002a) y (002b).

G2.— **Materiales pizarrosos con intercalaciones irregulares de grauvacas y areniscas.** Rocas afectadas por una deformación tectónica importante, esquistosadas y fracturadas. Su dureza es media-alta, y son coherentes, y no ripables. La capacidad portante es alta. La permeabilidad es en general baja, desarrollándose a través de la fisuración y el diaclasado. Hay problemas locales de inestabilidad gravitacional, y los taludes que tienen inclinaciones fuertes son generalmente semiestables, debido a desprendimientos. Pertenecen a este grupo geotécnico los grupos (111a), (111b) y (010b).

G3.— **Microconglomerados silíceos, recristalizados.** Rocas duras a muy duras, no ripables, y afectadas por fracturación de grado medio, dada su gran resistencia ante los esfuerzos tectónicos. Su capacidad portante es muy alta. La permeabilidad es pequeña, por fisuración y diaclasado. Se aprecian problemas puntuales de inestabilidad gravitacional. En los taludes fuertes pueden originarse desprendimientos de bloques. Comprende el grupo 100.

G5.— **Jabres graníticos.** Suelos blandos, ripables a difícilmente ripables, y con cohesión media. Alterables por hidratación. Pemeabilidad de valor medio. La capacidad portante es media-alta, en función de su densidad. No existen problemas de inestabilidad gravitacional, aunque la erosión e hidratación actúan sobre estos materiales, particularmente en sus taludes, que, aunque admiten inclinaciones fuertes, se degradan con rapidez. Pueden producirse deslizamientos de ladera superficiales. Pertenecen a este grupo geotécnico el grupo litológico reseñado como V1.

G6.— **Materiales detríticos gruesos y muy gruesos.** Formaciones superficiales constituidas por materiales sueltos, fácilmente ripables, y erosionables. Su cohesión es baja o nula, y su capacidad portante es pequeña. Presentan problemas de inestabilidad de ladera superficiales en las áreas en donde los taludes presentan inclinaciones mayores de 60°. En esta Zona sólo el grupo C1 pertenece a este grupo geotécnico.

G8.— **Materiales detríticos finos y de tamaño medio.** Suelos blandos, fácilmente ripables, erosionables y con cohesión baja o nula. La permeabilidad generalmente es alta, y su capacidad portante es pequeña. No existen problemas de inestabilidad gravitacional. Comprende los grupos litológicos reseñados como A1, T1, D1 y 350.

3.2.6. Resumen de problemas geotécnicos que presenta la Zona

Esta Zona está constituida por materiales metamórficos precámbricos, cámbricos e ígneos, de naturaleza pizarrosa y granítica. El resto de los grupos litológicos definidos se presentan de una forma reducida.

El principal obstáculo geotécnico planteado en esta Zona es debido a la baja ripabilidad que muestran los materiales que conforman los macizos rocosos, siendo necesario para su excavación el empleo de voladuras, que, aunque no suponen un problema, producen un encarecimiento de las obras. La contrapartida favorable a este obstáculo es la de contar con unas capacidades portantes altas, aptas para cualquier tipo de cimentación.

Un segundo factor a tener en cuenta es la presencia en la Zona de un relieve accidentado, especialmente en las áreas ocupadas por los materiales metamórficos. Ello impone la necesidad de tener que salvar desniveles importantes mediante la realización de grandes obras de fábrica, o la elección de trazados tortuosos, tan negativos en las vías de primer orden.

Un tercer problema está representado por la aparición de fenómenos de inestabilidad gravitacional, desarrollados a favor de las distintas superficies de discontinuidad que afectan a los macizos rocosos. Se podrán producir deslizamientos de cuñas y bloques en aquellos taludes cuya orientación e inclinación incidan negativamente sobre esas superficies.

Los materiales cuaternarios, representados por los depósitos aluviales, de terraza, de conos de deyección, coluviales y eluviales, plantean como principal problema su baja capacidad portante, lo que puede dar lugar a asentamientos de tipo alto y medio, dependiendo de su densidad. En las áreas más deprimidas pueden dar lugar a encharcamientos, que, por su carácter puntual, carecen de importancia.

3.3. ZONA 3: RELIEVE LLANO

La Zona 3 se halla situada en el sector septentrional del Tramo de Estudio, y se caracteriza por tener una escasa representación dentro del mismo y por presentar una distribución alargada, en sentido E-O, aproximadamente. Se ubica en toda su extensión en la provincia de Salamanca y ocupa parcialmente los cuadrantes 2 y 3 de la Hoja 528, de Guijuelo, y una pequeña área del cuadrante 1 de la Hoja 553, de Béjar, del Mapa Topográfico Nacional a escala 1/50.000.

En la Figura 3.44 se muestra la ubicación y extensión de la Zona 3 dentro del Tramo, así como la situación del bloque-diagrama y de los dos cortes geológicos esquemáticos realizados en la misma y que aparecen en la Figura 3.45.

3.3.1. Geomorfología

La geomorfología que muestra esta Zona está estrechamente relacionada con el tipo de litología que presenta: pizarras, esquistos y granitos, éstos últimos en muy escasa proporción.

Como consecuencia de la gran disgregación que sufren estos materiales, a favor de las superficies de esquistosidad y de las diaclasas existentes, y como no hay intercalaciones importantes de materiales con distinta resistencia a la erosión, se produce una denudación homogénea del relieve, cuyo resultado es la formación de una amplia llanura suavemente alomada, con desniveles topográficos poco relevantes, y pendientes suaves y uniformes.

La Figura 3.46 muestra un aspecto morfológico parcial de esta Zona 3.

La cota máxima de esta Zona 3 se sitúa en su sector occidental, y corresponde al cerro denominado Monreal, 1.084 m, el cual está constituido por un afloramiento de mármoles muy compactos, que se han explotado como roca ornamental.

Esporádicamente aparecen pequeñas lomas aisladas, de dimensiones hectométricas y forma alargada, que corresponden a diques de cuarzo que se hallan intercalados entre los materiales pizarrosos. La presencia de estos cerros es la respuesta lógica a una mayor resistencia frente a la erosión de estos materiales con respecto a los adyacentes.

La llanura aparece seccionada por numerosos arroyos que constituyen una red de drenaje de tipo subparalelo, condicionada, en gran medida, por accidentes estructurales. Los valles por donde discurren estos arroyos se caracterizan por ser poco profundos y por presentar vertientes bastante suaves. El curso de agua más importante corresponde al río Tormes, el cual aparece en el extremo Este de la zona, y da lugar al Embalse de Santa Teresa.

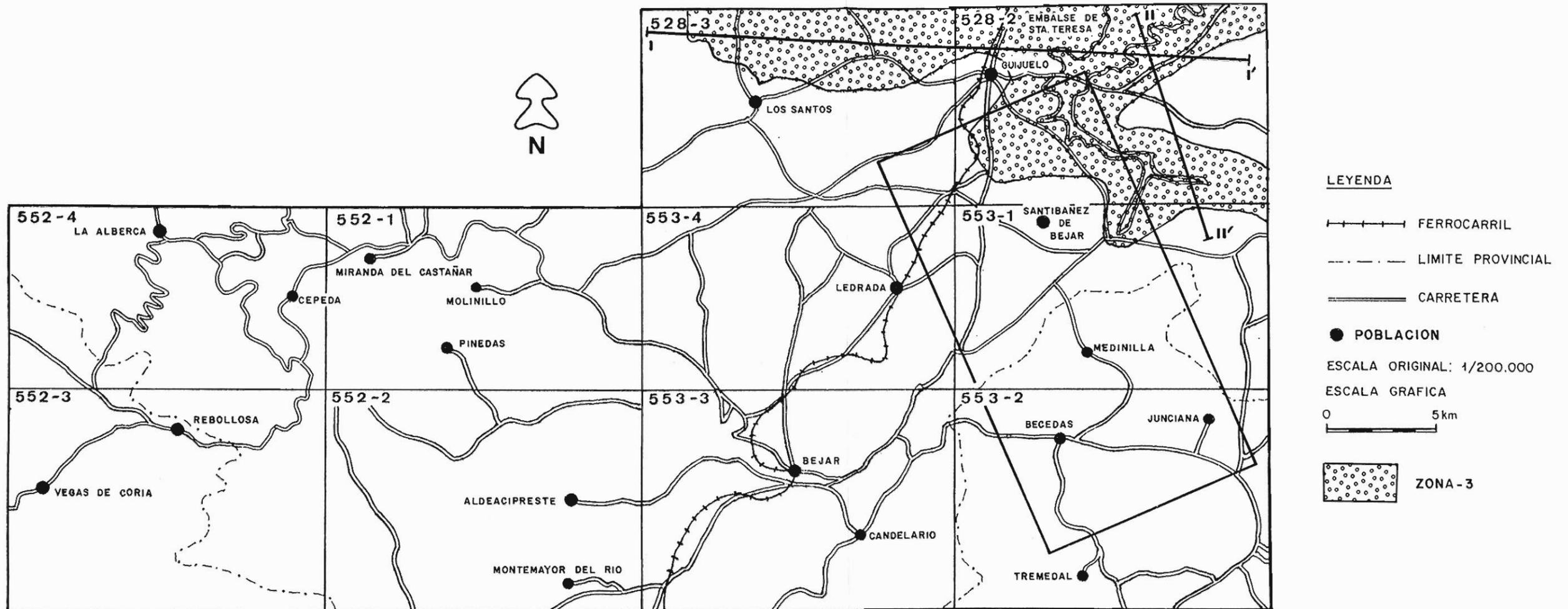
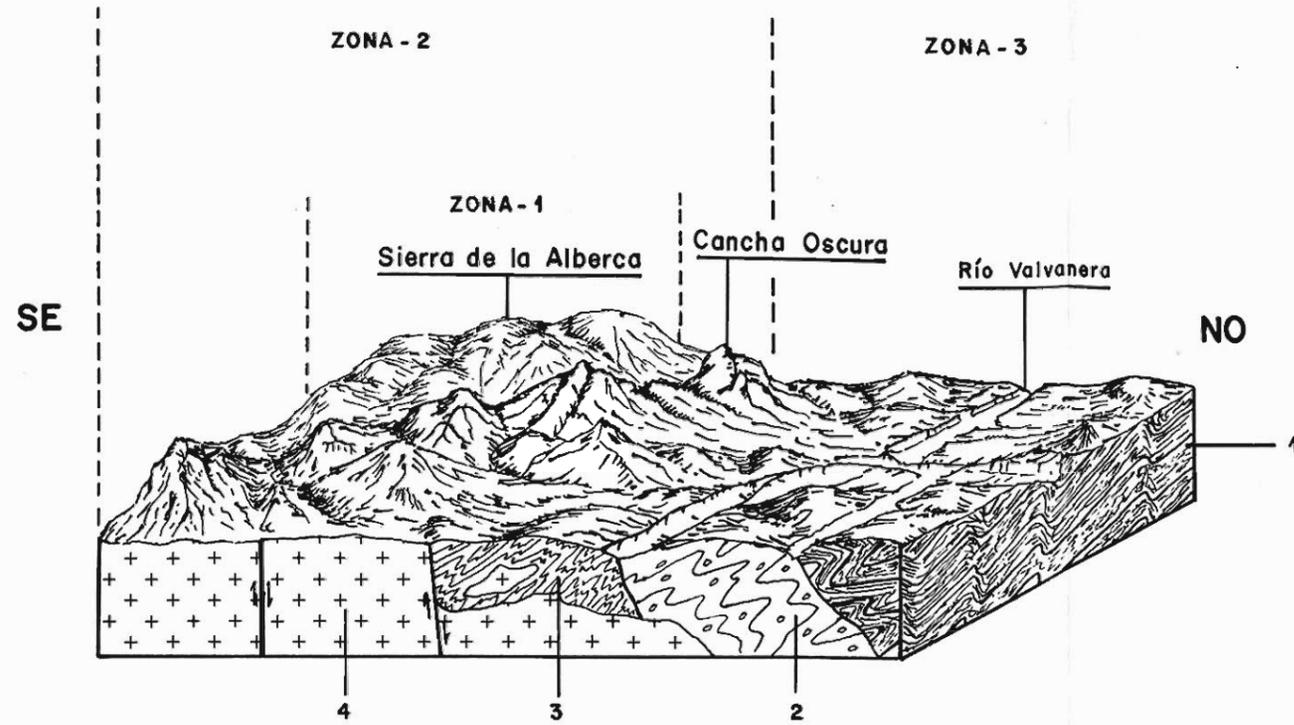


FIGURA 3.44.- ESQUEMA DE SITUACION DE LA ZONA 3, DE UN BLOQUE-DIAGRAMA Y DE DOS CORTES GEOLOGICOS ESQUEMATICOS REALIZADOS EN LA MISMA.

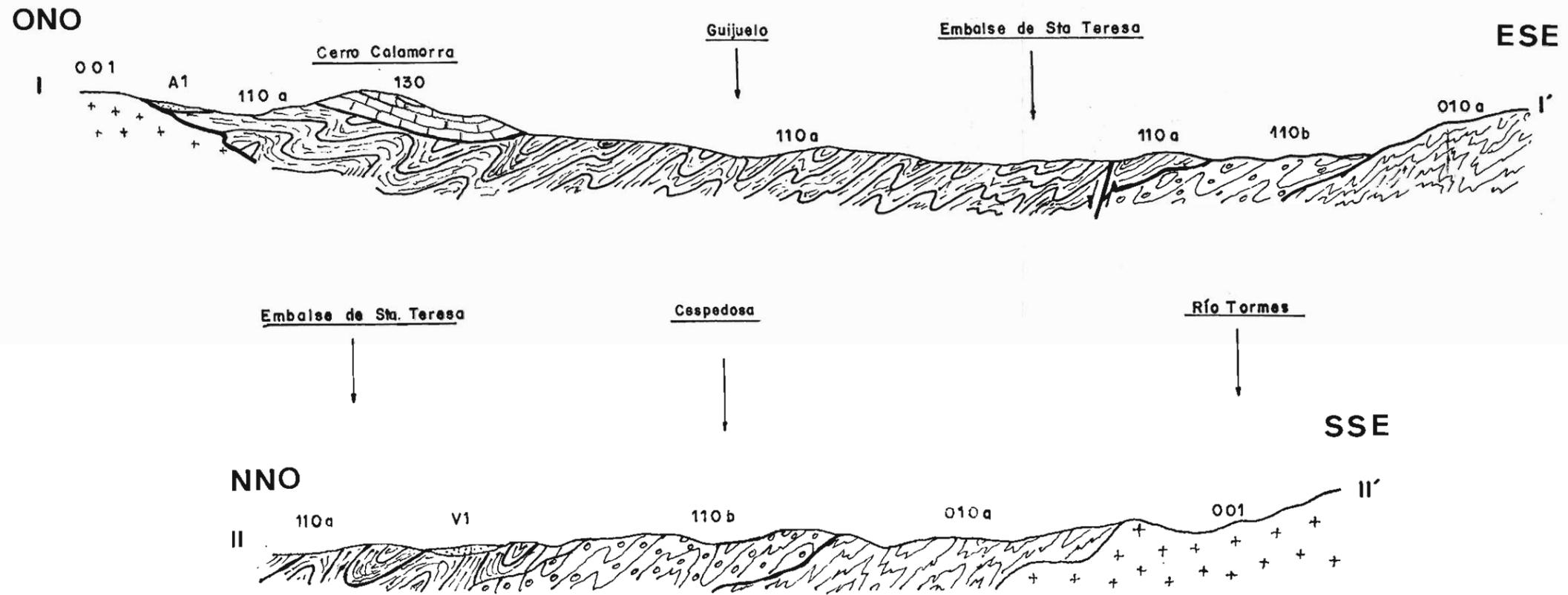


LEYENDA

- A1: Aluvial
- V1: Eluvial
- 130: Mármoles
- 110a: Pizarras
- 110b: Esquistos micáceos
- 010a: Gneises y granitos de transformación
- 001: Granitos

1:110a/2:110b/3:010a/4:001

BLOQUE-DIAGRAMA ESQUEMATICO PARCIAL DE LAS ZONAS 1, 2 Y 3



CORTES GEOLOGICOS ESQUEMATICOS DE LA ZONA 3.

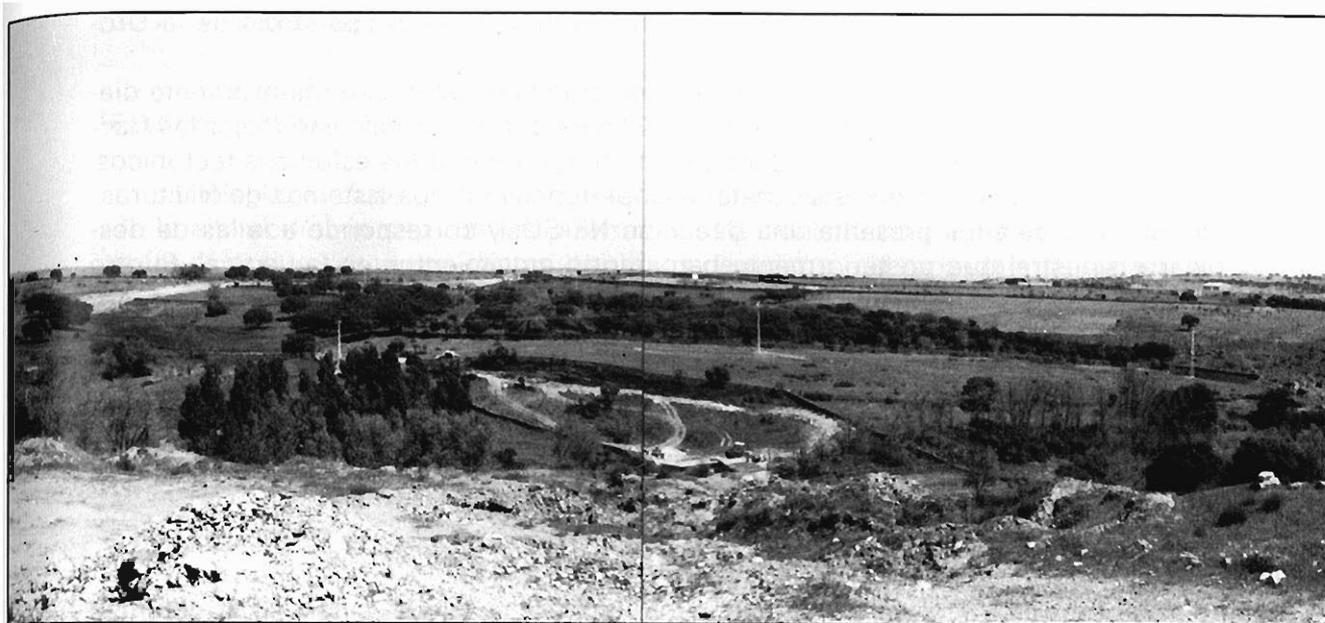


Fig. 3.46.— Vista panorámica parcial de la Zona 3.

Es frecuente la presencia de recubrimientos de origen eluvial (suelo residual producto de la alteración «in situ» de la roca), que ayudan a suavizar, aún más, la morfología de esta región.

3.3.2. Tectónica

Los materiales que constituyen esta Zona aparecen intensamente tectonizados por las sucesivas fases de deformación de la Orogenia Hercínica, la cual dio lugar a un sistema complejo de esquistosidades, pliegues y fracturas, reflejadas desigualmente en las pizarras y en los escasos afloramientos de granito aquí presentes.

A escala regional, la estructura dominante de esta Zona presenta una dirección NO-SE, que es la dirección de las deformaciones originadas en las principales fases tectónicas de la Orogenia Hercínica.

En los materiales pizarrosos se han distinguido dos tipos de esquistosidades con las siguientes características: la primera de ellas presenta una dirección que varía entre NNO-SSE y N-S aproximadamente, y se trata de una esquistosidad penetrativa, originada posiblemente durante la primera fase de deformación de la Orogenia Hercínica, dada la orientación que presenta. La segunda esquistosidad observada es de crenulación, y solo se distingue a escala de afloramiento; su origen debe de corresponder, seguramente, a una fase tardía de la deformación hercínica, ya que pliega a la primera esquistosidad mencionada.

En las pizarras, los pliegues aparecen escasamente definidos, debido a la intensa erosión y a los recubrimientos que esta Zona tiene, si bien se han observado pliegues anticlinales, cuyos ejes presentan una dirección NE-SO, y series monoclinales, con un buzamiento comprendido entre 30° y 60° y una dirección paralela a los pliegues anteriormente mencionados. De acuerdo con la dirección que

presentan, estos pliegues debieron originarse durante una fase tardía de la Orogenia Hercínica.

Tanto las pizarras como los materiales graníticos aparecen intensamente diaclasados y fracturados, pero es en estos últimos donde se observan mejor las fracturas o fallas, debido a su comportamiento frágil frente a los esfuerzos tectónicos. Las fallas observadas en estos materiales pertenecen a dos sistemas de fracturas: el primero de ellos presenta una dirección NE-SO, y corresponde a fallas de desgarre sinistral que posteriormente han sufrido movimientos en la vertical. El otro sistema de fallas muestra una dirección NO-SE, y posiblemente se originaron durante la primera fase de deformación de la Orogenia Hercínica, ya que coincide prácticamente la dirección de estas fallas con la de los ejes de los pliegues producidos en dicha fase. Algunas de estas fracturas aparecen rellenas por diques de cuarzo.

3.3.3. Columna estratigráfica

Los grupos litológicos presentes en esta Zona 3 se reseñan en la columna estratigráfica que se muestra en la Figura 3.47.

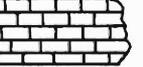
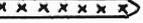
COLUMNA ESTRATIGRAFICA	DESCRIPCION	EDAD	GRUPO LITOLOGICO	GRUPO GEOTECNICO
	Eluvial. Limos y arcillas con cantos de pizarra.	Cuaternario	V1	G5
	Mármoles y calcoesquistos.	Silúrico	130	G4
	Esquistos micáceos.	Cámbrico indiferenciado	110b	G2
	Pizarras.	Cámbrico indiferenciado	110a	G2
	Filones de cuarzo.	Post-Ordovícico	002a	G1

Fig. 3.47.— Columna estratigráfica de la Zona 3.

3.3.4. Grupos litológicos

ELUVIAL. LIMOS, ARCILLAS Y CANTOS DE PIZARRA, (V2).

Litología.— Este grupo litológico corresponde a materiales eluviales producto de la alteración «in situ» de las pizarras, y está constituido por limos y arcillas de color rojo, que contienen cantos dispersos de pizarra meteorizada, que todavía no han sido «digeridos» totalmente, y de cuarzo, procedentes de venas y diques.

La Figura 3.48 muestra un aspecto de detalle de la naturaleza litológica de este grupo.



Fig. 3.48.— Aspecto del eluvial pizarroso del grupo V2 en las inmediaciones de Guijuelo (528-2).

Los cantos de pizarra presentan formas lajosas, tamaños comprendidos entre grava y bolo, y aparecen distribuidos caóticamente dentro de la matriz, si bien son más abundantes cerca del contacto con el sustrato pizarroso. Los cantos de cuarzo son relativamente escasos, y presentan formas angulosas y un tamaño medio de 5 cm. La potencia de este grupo está comprendida entre 2 y 3 m.

Estructura.— Esta formación presenta una estructura masiva, sin ordenación interna alguna y con una disposición irregular. Fundamentalmente se desarrolla en zonas horizontales o ligeramente deprimidas (Figura 3.49).

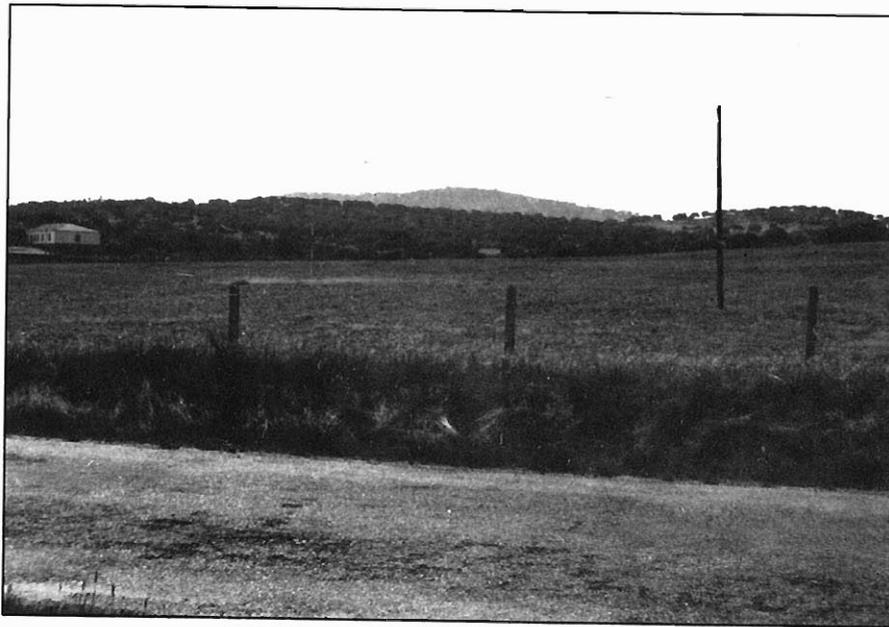


Fig. 3.49.— Aspecto general del grupo V2 en las proximidades de Cespedosa, junto al Embalse de Santa Teresa (528-2).

Geotecnia.— Estos materiales son erosionables, alterables, y fácilmente ripables. Su permeabilidad es pequeña y el drenaje superficial deficiente debido al escaso gradiente topográfico que presentan; por este motivo es frecuente que se produzcan encharcamientos en zonas deprimidas. El conjunto tiene una capacidad portante baja, y los asentamientos a que puede dar lugar son de tipo medio-alto. Se han observado taludes artificiales estables, bajos y con inclinaciones de 60° , cuyo aspecto puede ser observado en la Figura 3.50.

MARMOLES GRISES Y BLANCOS, (130).

Litología.— Este grupo está constituido por mármoles de tonos grises y blancos, con intercalaciones de bandas verdosas y grisáceas. La Figura 3.51 ofrece un aspecto de detalle. Hay unos mármoles microcristalinos y otros mesocristalinos, y aparecen estratificados en bancos de 2 a 4 m de potencia. Hay niveles decimétricos intercalados de calcoesquistos verdosos y de rocas de silicatos cálcicos.

Se observan grietas de karstificación que, desarrolladas a favor de fracturas, están rellenas de arcillas de decalcificación.

La potencia de este grupo se calcula que está comprendida entre 60 y 100 m aproximadamente.



Fig. 3.50.— Taludes excavados en el grupo V2, en las proximidades de Guijuelo, para la carretera de Salamanca a Cáceres.

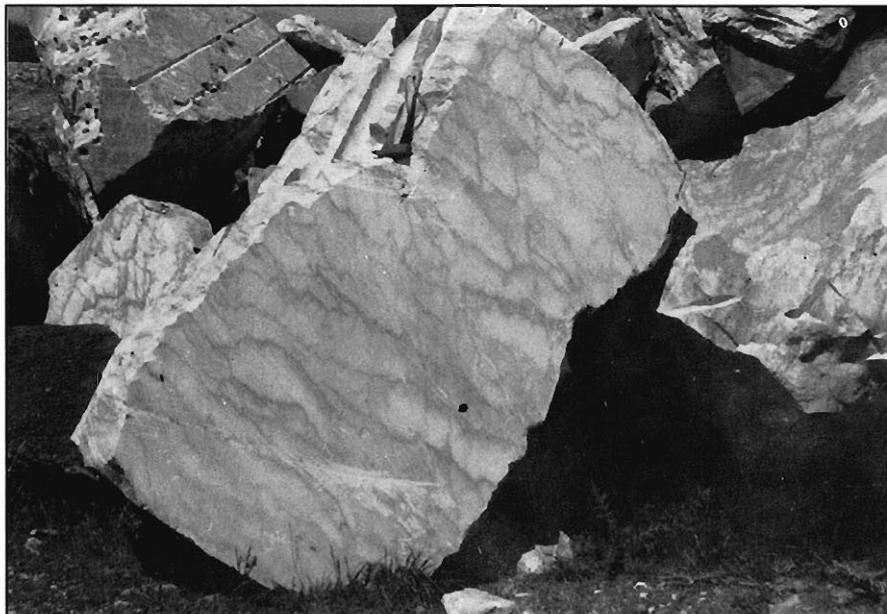


Fig. 3.51.— Mármoles blancos bandeados, silúricos.

Estructura.— Esta formación aparece plegada por la Orogenia Hercínica, y su estructura general presenta una dirección NO-SE, si bien se han distinguido series monoclinales con una dirección NE-SO y un buzamiento hacia el SE comprendido entre 30° y 60° . Los calcoesquistos presentan una esquistosidad penetrativa escasamente deformada.

A pesar de que este grupo litológico presenta una cierta fracturación, ésta no es muy intensa, y se producen bloques cuyas dimensiones son superiores a 1 m³.

Geotecnia.— Los materiales de este grupo se caracterizan por no ser erosionables ni ripables, y por ser alterables a largo plazo por fenómenos de disolución. La escorrentía superficial es medianamente fácil debido a las pendientes medias que presenta el terreno, mientras que su permeabilidad está exclusivamente condicionada por las fracturas y por los posibles conductos kársticos. Son materiales muy compactos y que tienen una capacidad portante elevada, si bien hay que tener en cuenta la posibilidad de que se produzcan hundimientos por la existencia de posibles zonas huecas por disolución de los carbonatos.

En la ejecución de los desmontes de cierta consideración podrán darse problemas de estabilidad, debido a la caída de cantos y a la posible existencia de deslizamientos de bloques y cuñas, delimitadas por las superficies de fracturación, esquistosidad y estratificación. En este último caso habrá que tener en cuenta la circunstancia desfavorable de la presencia de rellenos arcillosos en las superficies de discontinuidad, como puede apreciarse en la Figura 3.52.

Se han observado taludes artificiales altos, semiestables (por caída de bloques) y con inclinaciones de 80°. Los taludes naturales son altos, estables y tienen una inclinación de 20°.

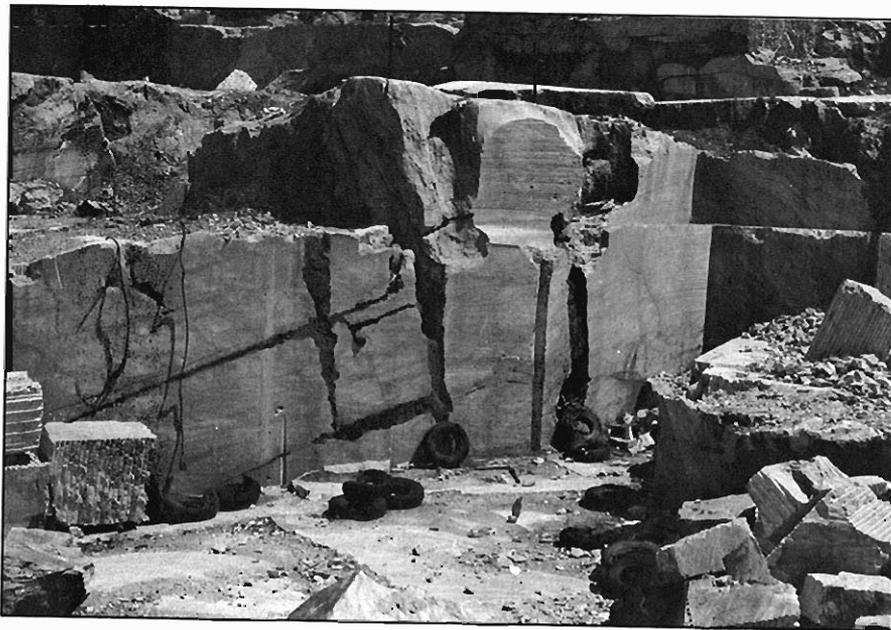


Fig. 3.52.— Relleno arcilloso, como consecuencia de la karstificación, en los mármoles silíceos.

ESQUISTOS MICACEOS, (110b).

Litología.— Esta formación está constituida por esquistos micáceos de color grisáceo, y rojizo en estado de alteración, de grano grueso, textura lepidoblástica y fuertemente recrystalizados. Existen finas intercalaciones de pizarras de tonos grises oscuros y pizarrosidad muy marcada. Estos niveles de pizarras se hacen más abundantes hacia el borde Noroeste de la Zona.

La Figura 3.53 ofrece un aspecto de uno de los afloramientos correspondientes a este grupo.



Fig. 3.53.— Pequeño talud en los esquistos del grupo (110b), en las inmediaciones de Céspedes (528-2).

Estructura.— Estos materiales se hallan afectados por la Orogenia Hercínica, y por tanto presentan una orientación preferente de deformación NO-SE. Se han distinguido también pliegues menores orientados según una dirección NE-SO, y dos tipos de esquistosidades (una de ellas, de crenulación) originadas en distintas fases de deformación. Estos materiales se hallan intensamente diaclasados y presentan dos sistemas de fracturación preferentes, cuyas direcciones son NE-SO y NO-SE. Algunas de estas fracturas aparecen rellenas por diques de cuarzo.

La potencia de este grupo es difícil de calcular debido al intenso plegamiento que presenta, pero se supone que es superior a los 200 m.

Geotecnia.— Este grupo presenta generalmente una permeabilidad baja, lo que unido a la morfología relativamente llana que muestra, puede dar lugar a fenómenos de encharcamiento originados por una escorrentía superficial deficiente. Los materiales no son ripables, excepto en las zonas superficiales meteorizadas. Son

alterables a largo plazo y difícilmente erosionables. La capacidad portante que presentan es alta, si bien hay que tener en cuenta el buzamiento de la esquistosidad, ya que éste es vertical.

No se han observado taludes de interés, pero en la ejecución de desmontes hay que tener en cuenta la posibilidad de que se produzcan deslizamientos y caídas de cuñas, delimitadas por los planos de esquistosidad y de fractura. En los casos en que la esquistosidad presente un fuerte buzamiento, podrán ocurrir desprendimientos debido al proceso de «toppling» o «cabeceo».

PIZARRAS ARCILLOSAS, (110a).

Litología.— Esta formación está constituida por pizarras arcillosas de color gris, que tienen intercalaciones de pizarras y sericitas ligeramente arenosas. Las pizarras presentan recristalizaciones de andalucita y cordierita, y en las proximidades del contacto con los materiales graníticos, adquieren una textura «mosqueada». En superficie estos materiales aparecen altamente alterados, y dan lugar a la formación de eluviales arcillosos con cantos de pizarra (grupo V2), que recubren prácticamente a todo este grupo.

Estructura.— Estos materiales presentan una deformación a escala regional según una orientación NO-SE, y a escala local presentan, además, pliegues y series monoclinales con buzamientos al Noroeste y valores comprendidos entre 30° y 60°. El intenso metamorfismo que ha afectado a esta Zona 3 ha dado lugar a dos tipos de esquistosidades: la primera de ellas, muy penetrativa, y la segunda, de crenulación, que pliega a la anterior, como puede apreciarse en la Figura 3.54.

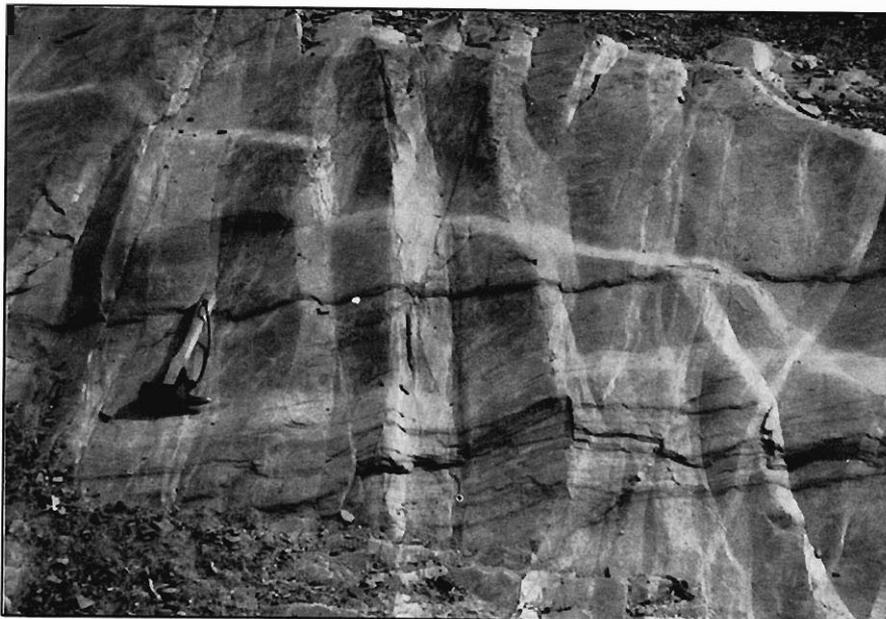


Fig. 3.54.— Superposición de las esquistosidades de flujo y de crenulación en las pizarras del grupo (110a).

Los materiales aparecen fuertemente tectonizados, distinguiéndose dos sistemas de fracturas de direcciones NE-SO y NO-SE. Algunas de estas fracturas están rellenas por diques de cuarzo. Todas estas estructuras se han originado durante sucesivas fases de deformación de la Orogenia Hercínica.

Geotecnia.— Son materiales no ripables (excepto en zonas superficiales meteorizadas), alterables a largo plazo, y no erosionables. Presentan una permeabilidad pequeña, por lo que pueden originarse encharcamientos en zonas llanas o deprimidas. La capacidad portante es elevada, pero habrá que tener en cuenta aquellas zonas en que la esquistosidad presente un buzamiento vertical.

Se han observado taludes artificiales bajos, estables y con inclinaciones de 60°. Para taludes altos habrá que considerar los posibles problemas de estabilidad que puedan originarse por deslizamientos de bloques y cuñas, delimitados por los planos de esquistosidad y de fractura. También pueden surgir problemas de estabilidad en aquellas zonas en que la esquistosidad presente un fuerte buzamiento, ya que se podrán producir desprendimientos debidos al proceso de «toppling» o cabeceo.

DIQUES DE CUARZO, (002a).

Este grupo litológico ha sido descrito en la Zona 2, al ser más representativo de la misma.

3.3.5. Grupos geotécnicos

Los diferentes grupos litológicos definidos en esta Zona se han agrupado, en función de sus características geotécnicas, de la siguiente forma:

G1.— **Filones de cuarzo.** Aunque aparecen representados en esta Zona de una forma reducida, se señalan las características geotécnicas que presenta el grupo al cual pertenecen. Se trata de materiales duros, coherentes y no ripables. La capacidad portante es muy alta, y la permeabilidad es baja por fisuración. No plantean problemas de inestabilidad, siendo los taludes, en general, estables.

G2.— **Materiales esquistosos y pizarrosos.** Rocas afectadas por una deformación tectónica importante, esquistosadas y fracturadas, con dureza en general alta, y coherentes. No son ripables. La capacidad portante es alta, y la permeabilidad es baja por fisuración y diaclasado. Se pueden presentar problemas puntuales de inestabilidad gravitacional en taludes diseñados con inclinaciones fuertes. Comprende los grupos (110a) y (110b).

G4.— **Mármoles y calcoesquistos.** Rocas duras y coherentes, no ripables. Los miembros marmóreos tienen una fracturación media, y los calcoesquistos presentan planos de esquistosidad. La capacidad portante es alta. La permeabilidad alcanza valores medios por fisuración y disolución. Los mármoles están afectados por procesos kársticos que producen bolsones rellenos de arcillas de decalcificación, que pueden originar asentamientos. Los taludes con inclinaciones fuertes son en general esta-

bles, si bien pueden presentar desprendimientos de bloques muy puntuales. Comprende el grupo 130.

G5.— Suelos residuales pizarrosos. Son suelos blandos, ripables a difícilmente ripables en función de su densidad, con cohesión media, alterables por hidratación y con permeabilidad media. Tienen capacidad portante media-alta, en función de su densidad. No hay problemas de inestabilidad gravitacional, aunque la erosión e hidratación actúan eficazmente sobre estos materiales, particularmente en sus taludes, que, aunque admiten inclinaciones fuertes, se degradan con rapidez y pueden producirse deslizamientos de ladera superficiales. El grupo V2 es el representante, en esta Zona, de este grupo geotécnico.

3.3.6. Resumen de problemas geotécnicos que presenta la Zona

La Zona 3 está constituida fundamentalmente por rocas paleozoicas metamórficas: pizarras, esquistos y mármoles. La presencia de materiales cuaternarios, por su escasa extensión, tiene un carácter testimonial.

El principal obstáculo que presenta la Zona está determinado por la dureza de los materiales que la forman, ya que se trata de rocas no ripables, que harán necesaria la utilización de voladuras para desmontarlas, tanto en obras lineales como puntuales. Por el contrario, la capacidad portante en general es alta, lo que favorece la ausencia de asientos significativos. Sin embargo, localmente los asientos pueden alcanzar un valor medio o alto en zonas de alteración, constituidas por suelos residuales, o en zonas marmóreas karstificadas.

Otro factor a tener en cuenta, impuesto por las características litológicas y morfológicas de la Zona, es la aparición esporádica y local de áreas con riesgos de encharcamientos, dada la escasa permeabilidad de las rocas y el bajo gradiente topográfico de este territorio.

Un último factor, controlado por la estructura, es la aparición probable de fenómenos de inestabilidad gravitacional, con la producción de deslizamientos de cuñas y bloques a favor de las discontinuidades, y en las áreas en donde éstas se verticalizan se pueden desarrollar procesos de «pandeo» y de «cabeceo», que pueden afectar a las obras diseñadas. Estos efectos pueden ser controlados mediante el conveniente estudio geológico-estructural detallado, previo a la ejecución de la obra proyectada.

4. CONCLUSIONES GENERALES DEL ESTUDIO

4.1. RESUMEN DE PROBLEMAS TOPOGRAFICOS

Topográficamente el Tramo Guijuelo-Béjar presenta una notable variedad, existiendo desde áreas prácticamente llanas hasta otras sumamente agrestes y accidentadas. Así pueden distinguirse las siguientes áreas:

I.— Una zona suroriental y noroccidental, ocupada por el Sistema Central y la Sierra de Gata, y caracterizada por presentar un relieve muy accidentado. En ella se encuentran las mayores alturas del Tramo (comprendidas entre 1.400 y 2.000 m). Muestra numerosos problemas de acceso y constituye una barrera natural a las comunicaciones entre los sectores noroeste y sureste del Tramo.

II.— Una zona central articulada en torno a los ríos Alagón, Sangusín y Cuerpo de Hombre, y que está limitada por la unidad anterior mediante un cambio brusco de relieve. Se caracteriza por tener un relieve moderadamente accidentado, producido más por el encajamiento de los ríos que por la presencia de grandes elevaciones.

III.— Una zona septentrional, ocupada por el borde sur de la Cuenca del Duero y caracterizada por su extrema homogeneidad paisajística. Se trata de un área extremadamente llana, con ocasionales relieves alomados, que no presenta ningún tipo de dificultad orográfica para el trazado de nuevas carreteras.

De estas tres zonas, las dos últimas son las que van a plantear menores problemas topográficos al ejecutar nuevas carreteras, a diferencia de la primera, que presenta en su mayor parte, barreras prácticamente infranqueables al paso de las vías de comunicación.

4.2. RESUMEN DE PROBLEMAS GEOMORFOLOGICOS

La naturaleza de los problemas geomorfológicos que presenta el Tramo está en estrecha relación con las características litológicas y con el grado de deformación tectónica desarrollado en el mismo.

En el sector Noroeste de la Zona 1, la formación de grandes pliegues en litologías duras (cuarcita armoricana) provoca la aparición de importantes cresterías, que son difíciles de salvar debido a su gran longitud. Estos pliegues van acompañados por otros, de menores dimensiones, que desarrollan «crestas» sinuosas, separadas entre sí por numerosos valles y vaguadas angostas. Estas depresiones han

sido excavadas en las formaciones pizarrosas, de menor resistencia a la erosión que las cuarcíticas, y muestran, con su complicado trazado, el fuerte control estructural impuesto por la Deformación Hercínica.

En el sector Sureste de la Zona 1, de naturaleza granítica, la fracturación alpina produce el escalonamiento en bloques del mismo y se forman macizos tectónicos de grandes dimensiones, como es el caso de la Sierra de Candelario. Estos macizos tectónicos son atravesados actualmente por algunas carreteras de montaña, que han sido realizadas aprovechando los puertos naturales.

Cuando los bloques producidos por la fracturación alpina son de carácter local (Zona 2), se origina una continua alternancia de montes graníticos y de «cubetas», lo que provoca frecuentes variaciones de altitud.

La Zona 3 es una penillanura formada en rocas metamórficas, en la cual aparecen algunos relieves residuales que corresponden a afloramientos de rocas con alto contenido en sílice (cuarzo, aplita, microconglomerado silíceo) o carbonatadas (mármoles). Estos relieves son de escasa entidad y fáciles de salvar.

Con respecto a la red fluvial que drena el Tramo, hay que señalar que los ríos principales que atraviesan las Zonas 1 y 2 discurren muy encajados entre las litologías graníticas y metamórficas, desarrollando una gran erosión y aprovechando las fracturas presentes en estos materiales. Por el contrario, en la Zona 3 los ríos fluyen por valles abiertos y por vaguadas poco profundas.

4.3. RESUMEN DE PROBLEMAS GEOTECNICOS

Los materiales que aparecen en el Tramo Guijuelo-Béjar van a plantear los siguientes problemas geotécnicos:

Los materiales pizarrosos con intercalaciones de areniscas y cuarcitas, pertenecientes al Precámbrico, Cámbrico y Ordovícico Inferior, se caracterizan por su acusada deformación tectónica, lo que produce en estas formaciones un desarrollo intenso de superficies de discontinuidad (estratificación replegada, esquistosidades de flujo y crenulación, fallas y diaclasas) que aminoran la resistencia general del macizo rocoso. Este hecho provoca la aparición de deslizamientos de cuñas y bloques, a favor de estas discontinuidades, en los taludes que presentan unas condiciones (orientación e inclinación) favorables para que se desarrollen estos fenómenos gravitacionales. La Figura 4.1 muestra este proceso en uno de los taludes observados en el Tramo. Para controlar este proceso es necesaria la realización de un estudio detallado de discontinuidades en cada uno de los desmontes proyectados, para diseñar los taludes más favorables en cada caso.

Los materiales graníticos, de amplia representación en el Tramo, aparecen con un grado de fracturación menor que las rocas metamórficas entre las que se encajan. Aunque pueden presentar problemas locales de inestabilidad gravitacional a favor de las diaclasas (Figura 4.2), éstos son escasos, siendo sus taludes en general estables con inclinaciones fuertes.

En todas estas formaciones rocosas mencionadas, además de los problemas concretos de cada una de ellas, hay que añadir su ripabilidad nula, que hace necesaria la utilización de voladuras para la ejecución de sus desmontes.

En lo que se refiere a las formaciones superficiales cuaternarias, los coluviales se caracterizan por su alta inestabilidad, dadas las fuertes pendientes que tienen los relieves en donde se depositan, y por tratarse de materiales sueltos y con



Fig. 4.1.— Deslizamiento en cuña de materiales pizarrosos.

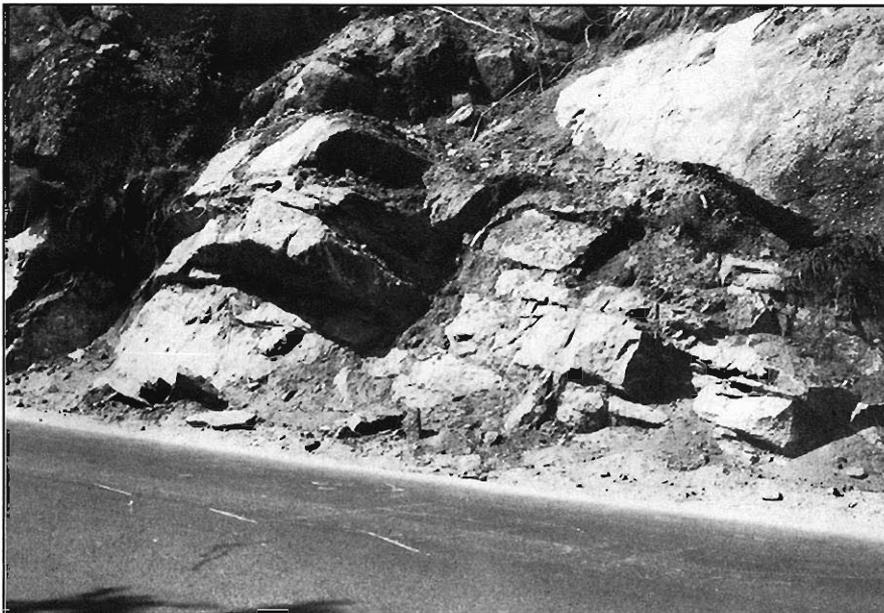


Fig. 4.2.— Desprendimientos de bloques en materiales graníticos.

cohesión baja. Presentan deslizamientos de ladera que, si bien son superficiales, pueden movilizar un alto volumen de material, y caer directamente en las calzadas. En las carreteras existentes en el Tramo estos movimientos se sujetan parcialmente mediante la ejecución de muros de contención (Figura 4.3) que, en muchas ocasiones, resultan insuficientes al tratarse de obras artesanales.



Fig. 4.3.— Muro de contención sujetando un pequeño deslizamiento superficial de materiales correspondientes al grupo C3.

A estos procesos de inestabilidad hay que añadir la baja capacidad portante que presentan estas formaciones, lo que puede dar lugar a la aparición de asentos de grado medio y alto.

Los materiales eluviales, producidos por la alteración (a suelo residual) de la roca, no van a plantear problemas de inestabilidad gravitacional, si bien dada la facilidad con que actúan los procesos de alteración e hidratación en estos materiales, los taludes abiertos en los mismos pueden presentar deslizamientos de ladera superficiales y de carácter local (Figura 4.4).

Otra característica que presentan estos materiales, relacionada con la alterabilidad, es la posibilidad de producción de blandones en las calzadas. Este efecto puede ser observado en la Figura 4.5.

La capacidad portante, relacionada con la densidad local que presenta el material, es media a alta, por lo que pueden originarse asentos de grado medio.

En el resto de los depósitos cuaternarios, representados por formaciones aluviales, de terraza y de conos de deyección, los problemas geotécnicos vienen marcados por su baja capacidad portante, que puede dar lugar a asentos grandes, y por su fácil erosionabilidad, que puede originar aterramientos de cunetas locales.

4.4. CORREDORES DE TRAZADO SUGERIDOS

Como resultado del análisis topográfico y geomorfológico del Tramo de Estudio, se llega a la consideración de una serie de corredores que enlazan los sectores de Guijuelo y Béjar, y sus zonas adyacentes.

En la Figura 4.6 se muestran esquemáticamente estos corredores.

El primer corredor corresponde sensiblemente con el ocupado en la actualidad por la carretera N-630, y recorre de Norte a Sur el Tramo estudiado, según la



Fig. 4.4.— Deslizamiento de ladera superficial desarrollado en el grupo VI.



Fig. 4.5.— Blandones producidos en una de las carreteras del Tramo.

dirección Salamanca-Cáceres. Su inicio, por el Norte, se realiza a 3 Km de la localidad de Guijuelo, en las proximidades del cruce de Cabezuela de Salvatierra. Discurre paralelo a la actual carretera N-630 hasta el kilómetro 50 de la misma, en donde desviándose hacia el SO, se dirige hacia las localidades de Fuentes de Béjar, Peromingo, La Calzada de Béjar y, cruzando el río Cuerpo de Hombre, llega hasta Puerto de Béjar, en donde vuelve a tomar el trazado marcado por la carretera N-

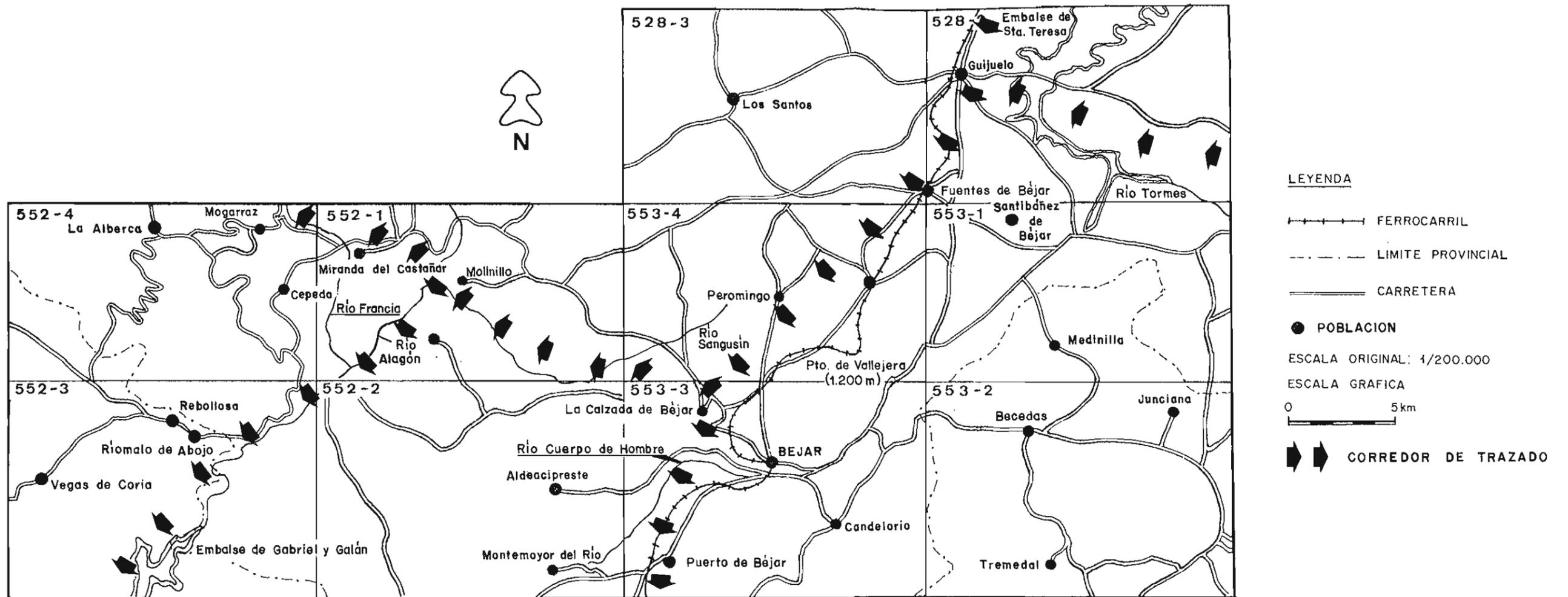


FIGURA 4.6.- ESQUEMA DE CORREDORES DE TRAZADO SUGERIDOS EN EL TRAMO.

630 y sale del Tramo de Estudio por su borde Sur, en dirección a Cáceres. Todas estas poblaciones se comunican con este corredor, por medio de las carreteras que actualmente llegan a ellas. Esta variación con respecto al trazado actual de la carretera N-630 evita el Puerto de Vallejera (1.200 m de altitud), elimina la travesía de la localidad de Béjar y, en general, discurre por una zona que tiene el relieve más llano que la actual. La mayor dificultad geotécnica que plantea este corredor está relacionada con el grado de ripabilidad de los materiales que atraviesa. Estos son fundamentalmente graníticos y metamórficos, por lo que en su excavación se hace necesaria la utilización de voladuras.

Un segundo corredor comienza en las inmediaciones de la localidad de Guijuelo, enlazando en esta zona con el corredor descrito anteriormente. Discurre con dirección ESE, cruzando el Embalse de Santa Teresa, y continúa paralelamente al valle del Río Tormes y al trazado de la carretera local que une las poblaciones de Guijuelo y Piedrahita. En esta última localidad, y fuera del Tramo estudiado, enlazaría con el tramo de la carretera N-110 comprendido entre Avila y Plasencia. Este corredor no plantea ningún tipo de problema topográfico ni geomorfológico, quedando las dificultades geotécnicas reducidas a la aparición de deslizamientos de cuñas y bloques, de carácter puntual, y a la ripabilidad nula de los materiales metamórficos que afectan al corredor. Estos fenómenos se ven paliados por la escasez de desmontes a realizar en esta zona, dada su morfología llana.

El tercer trazado propuesto, enlaza con el primer corredor descrito en una zona situada entre los kilómetros 9 y 10 de la carretera comarcal 515, al Norte de la localidad de La Calzada de Béjar y, dirigiéndose hacia el NO, cruza el río Sanguisín, discurre paralelamente a su valle, hasta las proximidades de la localidad de Molinillo. Allí atraviesa el valle del río Alagón, y bordeando por el Norte el municipio de Miranda del Castañar, aprovecha, en parte, la suavidad del relieve creado por el río Francia, saliendo del Tramo de Estudio por una zona cercana a la localidad de Mogarraz, con dirección a Ciudad Rodrigo y a la frontera portuguesa.

Este corredor plantea problemas topográficos debido a que se inicia en un área con una topografía moderada y se va adentrando en las estribaciones de la Sierra de Gata, teniendo que salvar, mediante las oportunas estructuras, los numerosos valles de un relieve accidentado, especialmente en su último tramo, a partir de la localidad de Molinillo. Desde el punto de vista geotécnico, este corredor presenta las dificultades de excavación propias de los materiales que se ven afectados por él (granitos y rocas metamórficas). Asimismo, la presencia de riesgos locales de deslizamientos de cuñas y bloques, a favor de las discontinuidades del macizo rocoso, hace necesario un estudio detallado de las mismas.

El cuarto corredor, propuesto como mejora en el trazado de la actual carretera comarcal 512, enlaza con el anterior en las inmediaciones de la localidad de Molinillo y se dirige hacia el SO, aprovechando el valle del río Alagón, hasta las cercanías de Riomalo de Abajo. A partir de este municipio se desarrolla el trazado en una zona de relieve suave, paralela a la «cola» del Embalse de Gabriel y Galán, por donde sale del ámbito del Tramo estudiado. Los problemas que plantea este corredor son de índole topográfica, dado lo accidentado del relieve, y geotécnica, al tratarse de materiales no ripables y con riesgos locales de inestabilidad gravitacional.

5. INFORMACION SOBRE YACIMIENTOS

5.1. ALCANCE DEL ESTUDIO

En el presente trabajo no se incluye un estudio detallado de los yacimientos de materiales existentes en el Tramo, ya que dicho estudio desborda, por su amplitud y metodología, el alcance de los Estudios Previos de Terrenos.

Sin embargo, se ha considerado oportuno presentar, de la forma más ordenada posible, la información sobre los yacimientos existentes en el área de estudio, recogida durante la ejecución del mismo. Estos datos, que no tratan de ser ni exhaustivos ni sistemáticos, pueden servir de punto de partida para futuros trabajos.

La información que a continuación se expone está referida exclusivamente a yacimientos de materiales utilizables en obras de carretera (canteras, graveras y materiales de préstamo para terraplenes y pedraplenes).

5.2. YACIMIENTOS ROCOSOS

En el Tramo estudiado aparecen una serie de formaciones rocosas susceptibles de ser explotadas para la obtención de áridos para carretera. En su mayor parte corresponden a la serie precámbrica y paleozoica (Cámbrico, Ordovícico y Silúrico), si bien existen formaciones canterables de otras edades y naturaleza (filones post-ordovícicos).

La naturaleza litológica es muy variada, pudiéndose encontrar materiales carbonatados, cuarcíticos, migmatíticos, y los filonianos, ya mencionados, constituidos por cuarzo y aplita.

Es este un Tramo que carece de grandes explotaciones, quedando éstas reducidas a pequeñas canteras de escasa importancia y abandonadas en la actualidad (Figuras 5.1 a 5.5).

El grupo litológico que presenta mayores reservas y más altos volúmenes de material aprovechable es el constituido por la formación de «cuarcita armoricana» (121a), que aparece en el sector Noroeste del Tramo. No obstante, en muchas ocasiones, su inaccesibilidad y su lejanía de las principales vías de comunicación, hace desaconsejable su explotación.

Asimismo, aunque el grupo (002a), constituido por filones de cuarzo, aparece con profusión en todo el ámbito del Tramo, su escaso espesor proporciona volúmenes bajos, por lo que su utilización puede ser únicamente de carácter puntual.

Como resumen, pueden ser considerados útiles como yacimientos rocosos, algunos afloramientos de los siguientes grupos:

- Precámbrico: 010a

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



Fig. 5.1.— Cantera de migmatitas del grupo (110c), al Este de la localidad de Fuentes de Béjar (Hoja 528-2).



Fig. 5.2.— Cantera de migmatitas del grupo (010a), al Sur de la localidad de Candenario (Hoja 553-3).

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



Fig. 5.3.— Cantera de mármol del grupo 130, al Norte de la población de Los Santos (Hoja 528-3).



Fig. 5.4.— Cantera de aplita del grupo (002b), al Suroeste de la localidad de Santibáñez de Béjar.

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



Fig. 5.5.— Pequeña explotación de un filón de cuarzo, situada al Noroeste del municipio de Cristóbal (Hoja 552-1).

- Cámbrico: 110c
- Ordovícico: 121a
- Silúrico: 130
- Post-Ordovícico: 002a y 002b.

5.3. YACIMIENTOS GRANULARES

El Tramo Guijuelo-Béjar no presenta buenos yacimientos granulares, debido al pronunciado encajamiento que tienen sus ríos, lo que impide la formación de extensas áreas de deposición.

Los grupos A1 y T1 son los únicos que podrían ser utilizados como yacimientos granulares, pero debido a su escasa extensión y representación dentro del Tramo estudiado, tienen el inconveniente de aportar un volumen reducido.

5.4. MATERIALES PARA TERRAPLENES Y PEDRAPLENES

En este apartado se incluyen los mismos grupos de materiales que los mencionados en el anterior, añadiendo las formaciones coluviales C1, C2 y C3. Por su composición y litología, son válidos para utilizarlos en la construcción de terraplenes.

Para la ejecución de pedraplenes en el Tramo estudiado pueden utilizarse como materiales adecuados, aquellos productos pétreos procedentes de la excavación de rocas graníticas, cuarcíticas y gneísicas. Son válidas también para este fin las intercalaciones de grauvacas y areniscas que presentan las formaciones

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

pizarrosas paleozoicas. Para utilizar las pizarras será necesario realizar los ensayos oportunos que indiquen su validez.

5.5. YACIMIENTOS QUE SE RECOMIENDA ESTUDIAR CON MAS DETALLE

Con vistas al emplazamiento de nuevas explotaciones, o a la puesta en marcha de las ya existentes, se recomienda un estudio detallado de las áreas y yacimientos indicados en la Figura 5.6.

CUADRO-RESUMEN DE YACIMIENTOS ROCOSOS

YACIMIENTO	LOCALIZACION	GRUPO LITOLOGICO	TIPO DE ROCA	ACCESOS
Y-1	528-3 5° 40' 45" O 40° 34' 45" N	130	Mármol	Carretera local a Casafranca (P.K. 10)
Y-2	528-2 5° 40' 05" O 40° 30' 37" N	110c	Migmatita	Carretera N-630 (P.K. 52,7)
Y-3	552-4 6° 08' 00" O 40° 28' 30" N	121a	Cuarcita	Carretera local a Las Batuecas (El Portillo)
Y-4	552-4 6° 07' 15" O 40° 28' 20" N	121a	Cuarcita	Carretera local a Las Batuecas (El Portillo)
Y-5	552-1 5° 54' 30" O 40° 28' 30" N	002a	Cuarzo	Carretera C-515 (P.K. 6)
Y-6	553-1 5° 39' 15" O 40° 28' 30" N	002b	Aplita	Carretera local a Santibáñez de Béjar (P.K. 6)
Y-9	553-3 5° 44' 30" O 40° 21' 40" N	010a	Migmatita	Carretera local al Mirador de la Sierra (P.K. 1)

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

**CUADRO-RESUMEN DE YACIMIENTOS GRANULARES
Y DE MATERIALES DE PRESTAMO**

YACIMIENTO	LOCALIZACION	GRUPO LITOLOGICO	MATERIALES	ACCESOS
Y-7	552-3 6° 04' 05" O 40° 24' 00" N	T1	Gravas	Carretera C-512 (P.K. 22)
Y-8	553-3 5° 49' 00" O 40° 23' 08" N	A1	Gravas	Carretera local a Aldeacipreste (P.K. 5,5)
Y-10	553-2 5° 33' 00" O 40° 20' 05" N	A1	Gravas	Carretera N-110 (P.K. 65)
Y-11	553-2 5° 31' 30" O 40° 20' 45" N	T1	Gravas	Carretera local a Los Llanos de Tormes (P.K. 1)

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

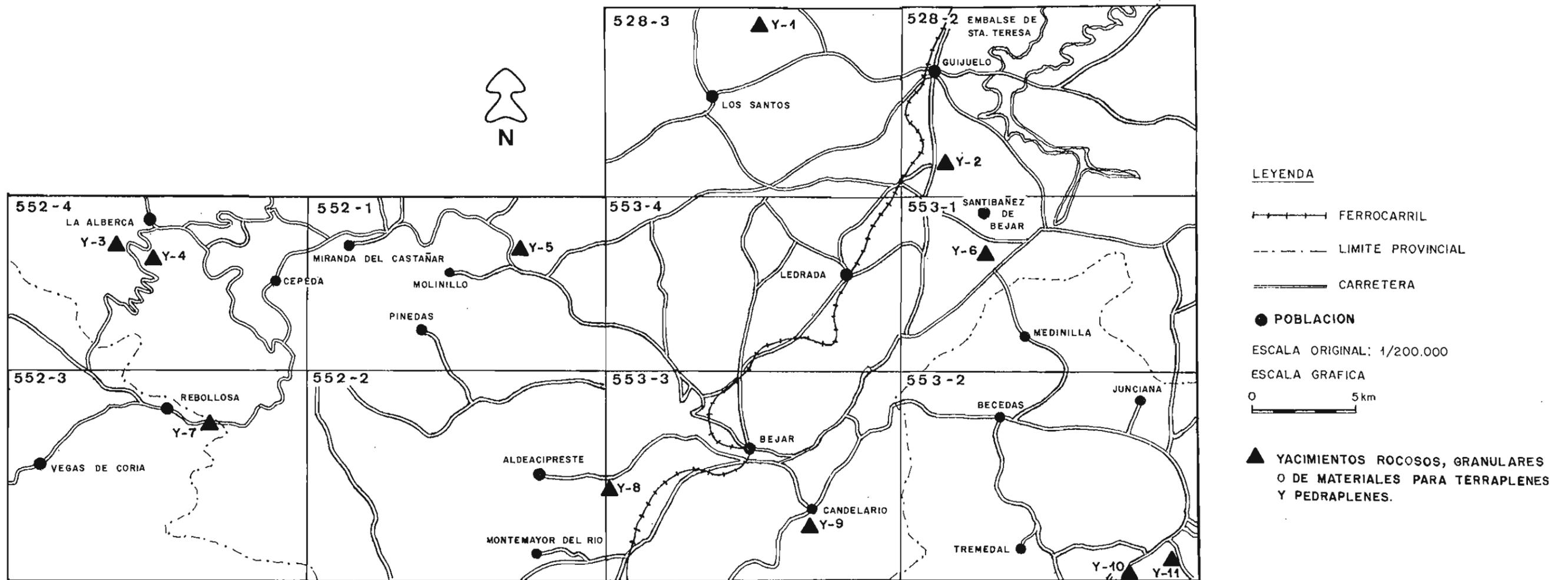


FIGURA 5.6.- SITUACION DE YACIMIENTOS Y DE MATERIALES DE PRESTAMO

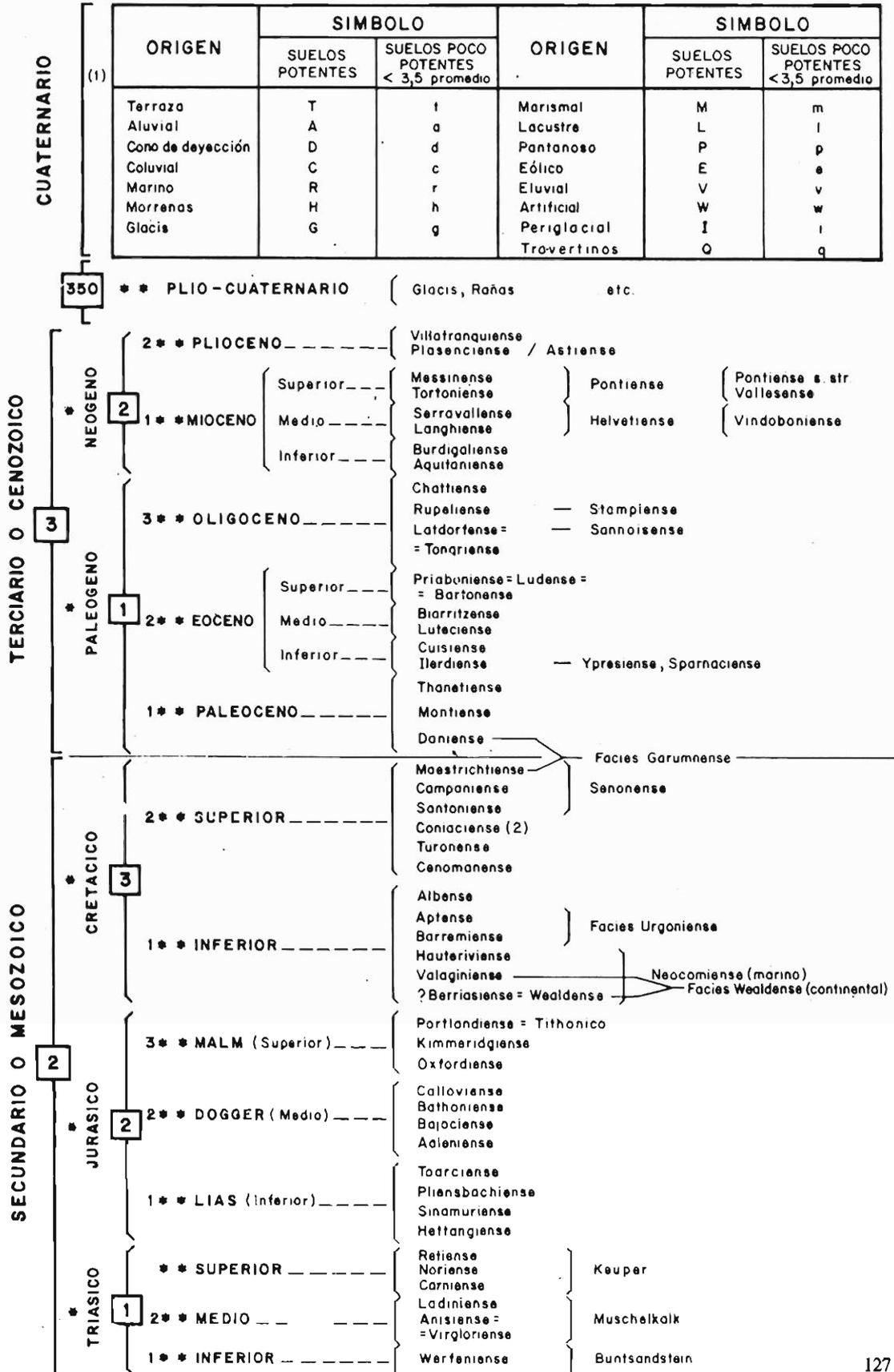
6. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

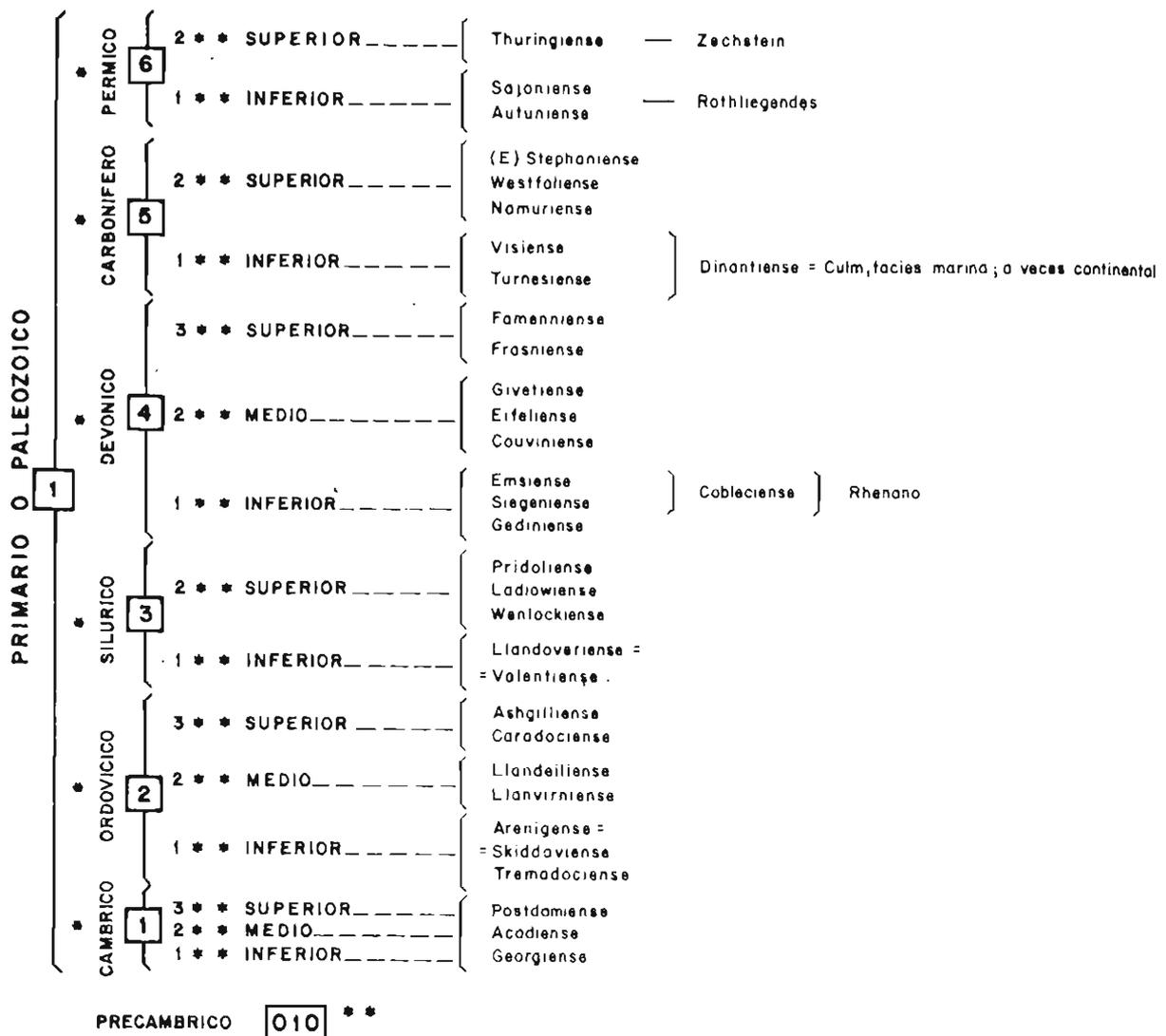
- CAPOTE, R.; GUTIERREZ ELORZA, M. y VEGAS, R. (1971).— «Observaciones sobre la tectónica de las series precámbricas y paleozoicas del Este de la provincia de Cáceres». Boletín Geológico y Minero, tomo 82, fasc. 2.
- CORRETGE, L.G. (1971).— «Las rocas graníticas y granitoides del Macizo Ibérico». Libro jubilar J.M. Ríos —Geología de España—, Tomo I, pp. 569-592. I.G.M.E.
- DE PEDRAZA GILSANZ, J. (1976).— «Algunos procesos morfogenéticos recientes en el valle del río Alberche (Sistema Central español). La depresión de Aldea del Fresno-Almorox». Boletín Geológico y Minero, tomo 87, fasc. I, pp. 1-12.
- DIEZ BALDA, M^a A. (1982).— «El Complejo Esquisto-Grauváquico, las series paleozoicas y la estructura hercínica al Sur de Salamanca». Tesis doctoral Universidad de Salamanca.
- GARCIA DE FIGUEROLA, L.C. (1971).— «La existencia de pliegues en el Complejo Esquisto-Grauváquico de la provincia de Salamanca». Acta Geológica Hispánica, tomo V, pp. 105-108.
- I.G.M.E. (1970).— «Mapa Geológico de España a escala 1:200.000, Hoja nº 43: Plasencia».
- I.G.M.E. (1982).— «Mapa Geológico de España a escala 1:200.000, Hoja nº 44: Avila».
- I.G.M.E. (1987).— «Mapa Geológico de España a escala 1:50.000, 2ª Serie. Hoja nº 598: Plasencia».
- I.G.M.E. (1988).— «Mapa Geológico de España a escala 1:50.000, 2ª Serie. Hoja nº 575: Hervás».
- PARGA, J.R. (1969).— «Sistema de fracturas tardihercínicas del Macizo Hespérico». Trabajos de Lab. de Lage, nº 37, pp. 1-15.
- PARGA, J.R. y VEGAS, R. (1971).— «El Precámbrico en el cinturón hercínico de la Península Ibérica». Real Sociedad Española de Historia Natural. Volumen extraordinario del primer centenario. Tomo I (1891-1971).
- PEREZ GONZALEZ, A.; BASCONES ALVIRA, L.; MARTIN HERRERO, D. y CARBALLEIRA, J. (1984).— «El Terciario continental de Extremadura». Libro jubilar J.M. Ríos —Geología de España— I.G.M.E.
- RODRIGUEZ ALONSO, M^a D. (1985).— «El Complejo Esquisto-Grauváquico en el área de Las Hurdes-Sierra de Gata (Prov. de Salamanca-Cáceres, España)». Cuadernos de Geología Ibérica, nº 9.
- SANZ DONAIRE, J.J. (1979).— «El corredor de Béjar». C.S.I.C. Instituto de Geología Aplicada.
- UGIDOS, J.M^a. (1974b).— «Metasomatismo y granitización en el complejo metamórfico de Béjar-Barco de Avila-Plasencia. Petrogénesis de los granitos de tendencia alcalina». Studia Geológica, nº 8, pp. 27-46.
- UGIDOS, J.M^a. (1981a).— «Sobre el metamorfismo de los sectores occidentales de Gredos». Cuadernos Lab. xeol. de Laxe, nº 2, pp. 117-122.
- VEGAS, R.; ROIG, J.M. y MORENO, F. (1977).— «Significado del Complejo Esquisto-Grauváquico en relación con otras series *prearenig* de España Central». Studia Geológica, nº XII, pp. 207-215.

7. ANEJOS

7.1. ANEJO 1: SIMBOLOGIA UTILIZADA EN LAS COLUMNAS ESTRATIGRAFICAS

COLUMNA ESTRATIGRAFICA





- Los materiales cristalinos de edad indeterminada se denominarán (001)** para rocas masivas y (002) para diques
- (1) Los materiales cuaternarios se cartografiarán con la letra correspondiente a su potencia o poco potentes.
 - (2) Es discutida la pertenencia del Coniaciense al Senonense.
- * Los grupos litológicos indeterminados estratigráficamente se denominarán con la primera cifra correspondiente a la era añadiendo dos ceros como signo de indeterminación para el periodo y época.
En caso de indeterminación de la época, se denominarán los grupos litológicos con las cifras correspondientes a la era y periodo añadiendo un cero como signo de indeterminación.
 - ** Cuando existan varios grupos litológicos dentro de la misma época, se denominarán con el número estratigráfico correspondiente, al que se agregará la letra (a, b, c, ...etc) para diferenciarlos entre si.

7.2. ANEJO 2: CRITERIOS UTILIZADOS EN LAS DESCRIPCIONES GEOTECNICAS

INTRODUCCION

Con objeto de precisar, en lo posible, los conceptos más importantes utilizados en las descripciones geotécnicas de los materiales del Tramo, a continuación se exponen los criterios utilizados en lo que se refiere a parámetros del terreno tales como ripabilidad, estabilidad de taludes, capacidad portante, niveles freáticos, etc.

Al no disponer de ensayos, se ha buscado apoyo en los resultados correspondientes a otros materiales geotécnicamente equivalentes a los aquí estudiados, y se ha hecho una evaluación comparativa entre ambos. Para ello se han tenido en cuenta los datos de campo (datos sobre taludes naturales y desmontes, comportamiento geotécnico de los mismos, escorrentía de las aguas superficiales, permeabilidad de las formaciones, observaciones sobre el estado de los firmes de las carreteras existentes en la zona, alterabilidad y erosionabilidad de los materiales, etc.). Con estos datos, recogidos sobre el terreno, se ha pretendido dar un orden de magnitud de los valores y parámetros de estos conceptos geotécnicos, que servirán de base a futuros estudios.

RIPABILIDAD

En lo que a ripabilidad de los materiales del Tramo se refiere, se han considerado los tres niveles o grados que a continuación se indican:

- a) Se considera ripable todo material (roca natural o suelo) que pueda ser directamente excavado con un ripper de potencia media, sin previa preparación del terreno mediante explosivos u otros medios. Cuando no se indica espesor ripable alguno, se considera que toda la masa es ripable, al menos en el espesor afectado por posibles desmontes en las variantes o modificaciones de un trazado.
- b) Se consideran de ripabilidad media a aquellos materiales que no son ripables utilizando maquinaria de potencia media, pero que sí lo serían empleando maquinaria de mayor potencia. Estos materiales son los «llamados terrenos de transición», que se encuentran en la mayor parte de las formaciones rocosas, y que son semirripables en su zona de alteración o ripables mediante una ligera preparación con voladuras.
- c) Se consideran no ripables aquellas formaciones que necesitan para realizar su excavación el empleo de explosivos u otros materiales violentos que produzcan su rotura.

CAPACIDAD PORTANTE

En relación con la capacidad portante de los distintos materiales del Tramo, al no poder contar con resultados de ensayos «in situ», se ha adoptado el siguiente criterio:

- a) Capacidad portante alta o elevada es la que corresponde a una formación constituida por materiales compactos y preconsolidados, o bien a formaciones rocosas estables y resistentes, de excelentes características como cimiento de un firme de carretera o de una obra de fábrica.
- b) Capacidad portante media es la de aquellas formaciones constituidas por materiales compactos y preconsolidados, que tienen sus capas superficiales algo alteradas y que, por tanto, determinan un suelo en el que la aplicación de cargas moderadas superficiales (2 a 3 kg/cm²), produce asientos tolerables de las obras de fábrica. En este caso, la estabilidad del material considerado como explanada del firme es suficiente en general, sin que sea necesaria la mejora del suelo.
- c) Capacidad portante baja es la correspondiente a materiales de suelos desagregados en los que la aplicación de cargas moderadas produce asientos inadmisibles para las obras de fábrica con cimentación superficial. La ejecución de firmes en este tipo de materiales requerirá fuertes espesores estructurales, colocación de explanadas mejoradas, retirada de los suelos plásticos si son poco potentes o cimentación de las obras de fábrica en la formación subyacente.

ESTABILIDAD DE TALUDES

La evaluación de la estabilidad de taludes se ha apoyado, exclusivamente, en las medidas y observaciones de campo realizadas sobre los taludes naturales y desmontes existentes en el Tramo. Esto confiere a los ángulos de estabilidad de los taludes, asignados a los distintos materiales del Tramo, un carácter puramente estimativo y expresa sólo el orden de magnitud de los taludes existentes en la zona y su comportamiento geotécnico. En cuanto a las alturas de los taludes, se ha seguido el criterio o clasificación que a continuación se indica:

- B : Bajos (0-5 m de altura)
- M: Medios (5-20 m de altura)
- A : Altos (20-40 m de altura)

Para indicar la inclinación de los taludes, salvo en los casos en que se especifica su valor, se han utilizado las palabras «subvertical» (ángulo de más de 65°) y «subhorizontal» (ángulo de menos de 10°).

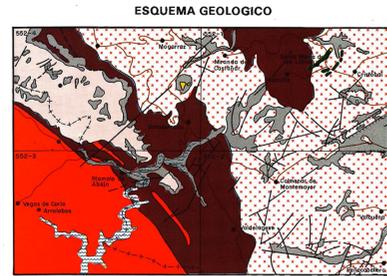
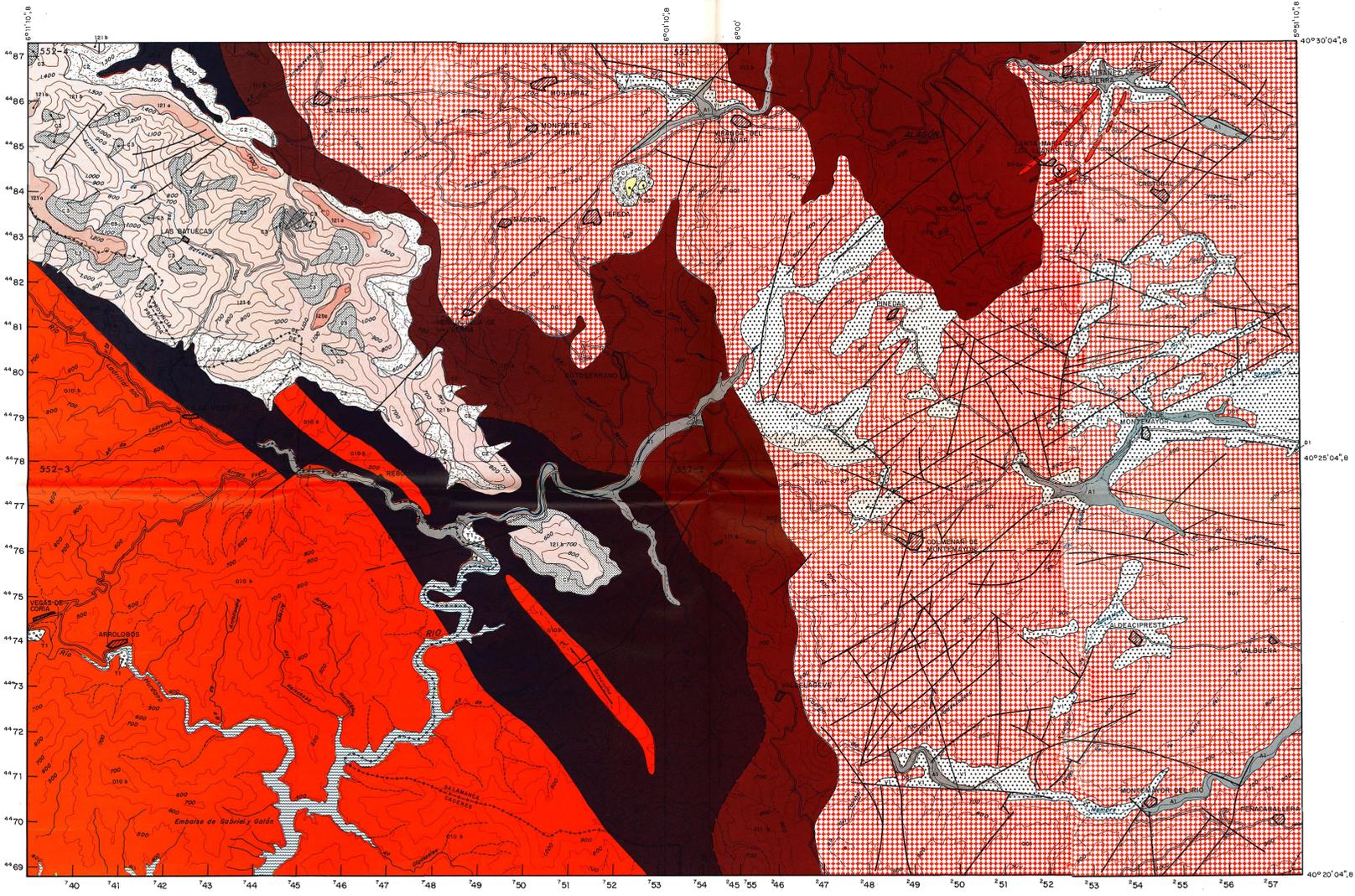
Se han considerado formaciones con problemas de estabilidad de taludes, aquellas en las que bien sea porque el ángulo de estabilidad natural del material es muy tendido, bien porque la formación está integrada por materiales de diferente comportamiento geotécnico, pueden producirse derrumbamientos, desprendimientos o deslizamientos de ladera. En general, para cada material y talud, se indica el tipo de problemas que pueden presentarse.

DRENAJE

La escorrentía superficial y profunda de las aguas de lluvia, se reseña con suficiente claridad en la descripción de las distintas formaciones litológicas. Conviene resaltar que los datos disponibles para una correcta localización de los niveles freáticos del Tramo y sus periódicas variaciones en relación con las distintas épocas del año, son escasos. Las observaciones realizadas sobre el terreno han permitido dar unas ideas generales sobre el movimiento del agua a través de las formaciones.

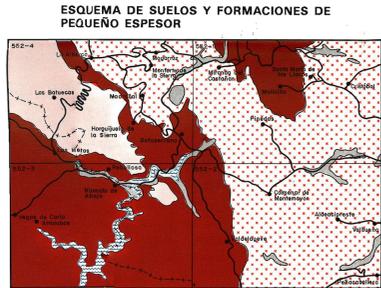
PLANOS

MAPA LITOLÓGICO-ESTRUCTURAL



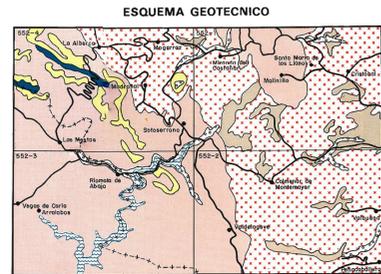
LEYENDA

	Quaternario		Contacto litológico
	Plio-Cuaternario		Falla
	Ordovícico		Falla con indicación de labio hundido
	Cámbrico		Falla supuesta
	Precámbrico		
	Granito		
	Diques de cuarzo y apilita		



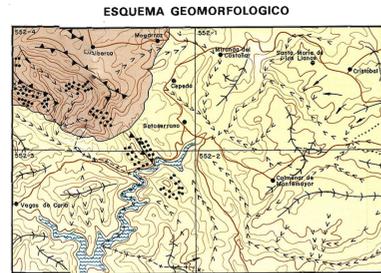
LEYENDA

	Suelos dispersos con fracción detrítica gruesa y media, desarrollados sobre rocas ígneas y metamórficas de alto grado. Densidad media o floja. Materiales no cementados. Permeabilidad media-alta.
	Coluviales y eluviales de escasa entidad, desarrollados sobre pizarras y grauwacas, y formados por arenas, limos, arcillas y cantos. Materiales no cementados y con densidad floja. Permeabilidad alta.
	Coluviones y eluviales de escaso desarrollo, formados por cantos cuarcíticos y pizarrosos, con escasa matriz arenosa. Materiales no cementados y con densidad floja. Permeabilidad alta.
	Suelos dispersos sobre depósitos cuaternarios y terciarios, formados predominantemente por limos y proporciones variables de arenas y cantos. No cementados, blandos y con permeabilidad media-alta.



LEYENDA

	Rocas ígneas y metamórficas de alto grado. No ripables. Sin problemas reparables de inestabilidad.
	Pizarras y grauwacas. Materiales duros, no ripables y con problemas locales de inestabilidad gravitacional.
	Cuarcita americana y microconglomerados silíceos. Rocas muy duras, y no ripables. Problemas locales por inestabilidad gravitacional. Escarpes topográficos fuertes.
	Jabales graníticos. Materiales blandos y en general ripables. Procesos locales de inestabilidad por deslizamientos de ladera superficiales y asientos diferenciales.
	Depósitos coluviales cuarcíticos y pizarrosos. Materiales sueltos, ripables y con problemas de inestabilidad gravitacional y por deslizamientos de ladera.
	Materiales cuaternarios detríticos. Blandos, ripables y sin problemas de inestabilidad.



LEYENDA

	Zona de relieve montañoso
	Zona de relieve moderado
	Divisoria fluvial en cresta
	Divisoria fluvial atornada
	Valle en uve
	Inciación de torrentes
	Derrubios de ladera
	Límite de superficie estructural

LEYENDA DEPOSITOS RECIENTES

	Depósitos aluviales constituidos por arenas graníticas (cuarzo, feldespato y mica), de grano medio a grueso y de color claro, con cantos dispersos de granito, pizarras y cuarcitas, redondeados con un tamaño medio comprendido entre 3 y 5 cm, que son mayoritarios en los cauces actuales al haber sido lavado el componente arenoso. Los depósitos más modernos son limosos de color gris. Disposición horizontal y subhorizontal. Formación erosional y fácilmente ripable. Permeabilidad alta. Capacidad portante baja. Localmente inmundable, y posibilidad de encontrar niveles freáticos altos. No han sido observados taludes de interés. (Cuaternario, P.a.: > 2 m).
	Depósitos de terraza constituidos por arenas de grano fino y medio, de color gris, con cantos heteromorfos y heterométricos de cuarzo, pizarra, arenisca y granito. Disposición horizontal y subhorizontal. Formación erosional, fácilmente ripable, y con capacidad portante baja. Presencia permeabilidad alta. Localmente inmundable, con posibilidad de encontrar niveles freáticos altos. No han sido observados taludes de interés. (Cuaternario, P.a.: 1 a 4 m).
	Conos de deyección constituidos por arenas graníticas (cuarzo, feldespato y mica), de grano fino a medio, con cantos dispersos de granito, heteromorfos y heterométricos. Ocasionalmente aparecen finos niveles arcillosos, producidos por la alteración de los filossilicatos. Su disposición depende de la inclinación de las laderas sobre las que se deposita. Formación erosional, fácilmente ripable, y alterable. Permeabilidad alta a media. Drenaje superficial fácil a moderado, y en profundidad, bueno. Capacidad portante baja. Localmente inmundable y con posibilidad de presentar niveles freáticos altos en zonas deprimidas. Taludes naturales estables A-15°-20°. (Cuaternario, P.a.: > 2 m).
	Depósitos coluviales constituidos por cantos de cuarcita, angulosos o subangulosos, con un tamaño medio comprendido entre 3 y 5 cm, empastados en una matriz limo-arenosa de color amarillo-arenoso. Su disposición está en función de la inclinación de las laderas sobre las que se deposita. Formación erosional y ripable. Permeabilidad media-baja. Drenaje superficial fácil, y profundo, deficiente. Capacidad portante baja-media. Taludes naturales semiestables B-85°. (Cuaternario, P.a.: 0.5 a 3 m).
	Depósitos coluviales constituidos por cantos, bolos y bloques de arenisca, cuarcita y pizarra, angulosos y heterométricos (coexisten bloques de 1 m con pedruzcos inferiores a 1 cm), y por una matriz limo-arenosa de color marrón-olivo, en un régimen ordenamiento interno, en función de la inclinación de las laderas sobre las que se deposita. Formación erosional y ripable. Permeabilidad alta. Drenaje superficial facilitado por los pendientes topográficos, y profundo, fácil. Capacidad portante baja. Formación peligrosa por deslizamientos de ladera superficiales y desplazamientos de bloques. Taludes artificiales inestables B-40°. (Cuaternario, P.a.: > 2 m).
	Depósitos coluviales constituidos por cantos, bolos y bloques de cuarcita, arenisca y pizarra, angulosos y heterométricos, con ausencia total de matriz. Presentan una disposición de adaptación al relieve preexistente, en forma de pedreras. Formación erosional y ripable. Permeabilidad alta. Drenaje superficial facilitado por los pendientes topográficos, y profundo, fácil. Capacidad portante baja. Formación peligrosa por deslizamientos de ladera superficiales y desplazamientos de bloques. Taludes artificiales inestables A-45°. (Cuaternario, P.a.: 2 a 5 m).
	Eluviales constituidos por jabales graníticos (roca alterada entre grados IV -altamente meteorizada- y VI -suelo residual-), de grano grueso a medio, con enclaves escasos de roca que, por tener fracturas microgranudas, presentan un grado de alteración menor. Los minerales fundamentales constituyentes de esta roca son cuarzo, feldespato y mica, siendo estos dos últimos los que presentan una transformación a materiales arcillosos. Estructura masiva, desarrollándose sobre rocas graníticas de texturas macrogranudas y porfíricas, y en zonas de fracturas. Formación erosional, alterable y con ripabilidad alta a media. Permeabilidad baja. Drenaje superficial, fácil a moderado, y profundo, difícil. Capacidad portante alta a media, en función de su densidad. Taludes artificiales semiestables a corto e inestables a largo plazo B-85°. (Cuaternario, P.a.: 0.3 a 15 m).
	Depósitos de raíz, constituidos por gravas, bolos y bloques, de composición cuarcítica, heterométricos y heteromorfos, subangulosos y angulosos, y por una matriz limo-arenosa de color rojo. Hay intercalaciones limo-arcillosas de color rojo-olivo arenosas y con ausencia total de cantos. Estructura horizontal o subhorizontal, adaptadas a la superficie de erosión previa a su deposición. Formación erosional y ripable. Permeabilidad media. Drenajes superficial y profundo dificultados por el escaso gradiente topográfico que presentan las áreas en donde aparece este grupo. Capacidad portante media. Taludes artificiales semiestables B-85°. (Plio-Cuaternario, P.a.: 2 a 5 m).

FORMACIONES ROCOSAS

	Cuarcitas blancas, grises y rojizas, estratificadas en lechos de 0.2 m y en capas de hasta 2 m de espesor, con intercalaciones de lutitas y limolitas, de aspecto laxo, con potencias de 0.5 m, aunque ocasionalmente pueden tener hasta 10 m de espesor. Conjunto disectado perpendicularmente a la estratificación y surcado por pequeñas venas de cuarzo. Grupo internamente pliegado según una dirección dominante NO-SE, y con buzamientos comprendidos entre la subhorizontalidad, en zonas próximas a la charnela de los pliegues, y la verticalidad, en los flancos de los mismos. Formación impermeable. Drenaje superficial fácil, y profundo, deficiente. No ripable, y capacidad portante muy alta. Problemas locales de desplazamientos de grandes bloques. Taludes naturales semiestables A-75°. (Ordovícico inferior, P.a.: 100 a 125 m).
	Alternancia irregular de microconglomerados y conglomerados, areniscas grises de grano fino, cuarcitas y pizarras lutíticas y limolíticas, generalmente arenosas y de color negro. Los miembros detríticos más gruesos presentan una estratificación en capas de 0.5 a 6 m de espesor, mientras que los niveles pelíticos aparecen en lechos de 0.1 a 0.5 m de potencia. Estructura muy repicada y fracturada, con una orientación general NO-SE y con buzamientos muy variables tanto en valor como en sentido, debido a la complejidad estructural. Formación impermeable o con una permeabilidad muy baja, por fisuración. Drenaje superficial fácil, y profundo, deficiente. No erosional, y no ripable. Capacidad portante alta. Formación peligrosa con posibilidades de desplazamientos locales a favor de los planos de pizarrosidad y otras discontinuidades. Taludes artificiales semiestables A-70°-80°. (Ordovícico inferior, P.a.: 300 a 350 m).
	Pizarras grises, verdosas y negras, con niveles ocasionales de mayor contenido arenoso que pueden dar lugar a un bandado composicional. Hay intercalaciones de areniscas y grauwacas, de grano fino a medio, y en general de color negro, estratificadas en capas de 0.5 a 1 m de espesor y que se presentan en bancos de hasta 15 m de potencia. En la base de este grupo, e interestratificadas entre las pizarras, aparecen niveles de conglomerados potimórficos, con matriz limo-arenosa, y de geometría lenticular. Conjunto internamente fracturado y pliegado según una dirección general NO-SE, y con buzamientos comprendidos entre 50° y 85° en sentido NE-SO. Formación no erosional, y no ripable. Los miembros pelíticos son alterables. Permeabilidad baja, por fisuración. Drenaje superficial fácil, y profundo, difícil. Capacidad portante alta, y riesgo de desplazamientos locales de bloques. Taludes artificiales semiestables B-50°. (Cámbrico inferior, P.a.: > 500 m).
	Alternancia irregular de pizarras grises y negras, arenosas, y areniscas y grauwacas negras, de grano fino a medio. El conjunto presenta una textura "mosaica" por estar afectado de un metamorfismo de contacto. Grupo internamente fracturado y pliegado según una dirección general NO-SE, y buzamientos comprendidos entre 50° y 85° en sentido NE-SO. Formación no erosional, y no ripable. Los miembros pizarrosos son alterables. Permeabilidad baja, por fisuración. Drenaje superficial fácil, y profundo, difícil. Capacidad portante alta, y riesgo de desplazamientos locales de bloques. Taludes artificiales semiestables B-50°. (Cámbrico inferior, P.a.: > 200 m).
	Pizarras lutíticas, de color gris y negro, estratificadas en lechos de espesor centimétrico y decimétrico, y con presencia esporádica de superficies rubefactadas. Hay intercalaciones de grauwacas de grano fino, color negro, estratificadas en capas de 2 a 3 m de espesor, y cuya presencia se hace más abundante hacia el techo del grupo. Localmente, en la base de esta formación aparecen niveles conglomeráticos, arenosos, de geometría lenticular y escaso desarrollo lateral. Conjunto internamente fracturado y pliegado según una dirección general NO-SE, con buzamientos variables entre 60° y 85° al NE y SO. Grupo no erosional, y no ripable, pero sí alterable. Permeabilidad baja, por fisuración. Drenaje superficial fácil, y profundo, difícil. Capacidad portante alta. Formación peligrosa por presentar desplazamientos de bloques y curvas. Taludes artificiales inestables M-60°. (Precámbrico Superior, P.a.: > 500 m).
	Granitos de grano fino, medio y grueso, con cuarzo, ortosa, plagioclasa, biotita, moscovita y cordierita como minerales esenciales. Textura irregular y equigranular. Recuentos de cuarzo con fenocristales de feldespato potásico que pueden alcanzar tamaños de hasta 6 cm. Son frecuentes los enclaves de rocas formadas por minerales ferromagnesianos, y en las zonas de bordes de estos enclaves se presentan fragmentos de rocas con estructura masiva y orientado según una dirección general NE-SO. Conjunto no erosional, no ripable, y no alterable. Permeabilidad baja, por fisuración. Drenaje superficial fácil, y profundo, deficiente. Capacidad portante alta. Formación con problemas locales por desplazamientos de bloques y curvas. Taludes artificiales estables B-60° y A-90°, dependiendo de la fracturación del macizo. (Post-Ordovícico, P.a.: indeterminada).
	Cuarzo blanco, ocasionalmente rosado, constituido por placas anhédrales de cuarzo, como mineral esencial, y hematites, apatito, ortita, albita y moscovita, como accesorios (< 5%). Diques centimétricos y decimétricos, y filones métricos. Empastamiento a través de fracturas preexistentes en la roca encajante según una orientación general NE-SO y buzamientos subverticales. Grupo muy fracturado, localmente, se presenta subredondeado lateralmente. Formación no erosional, no ripable, y no alterable. Permeabilidad baja, por fisuración. Drenaje superficial fácil, y profundo, deficiente. Capacidad portante alta. Taludes naturales semiestables B-85°. (Post-Ordovícico, P.a.: 5 a 15 m).

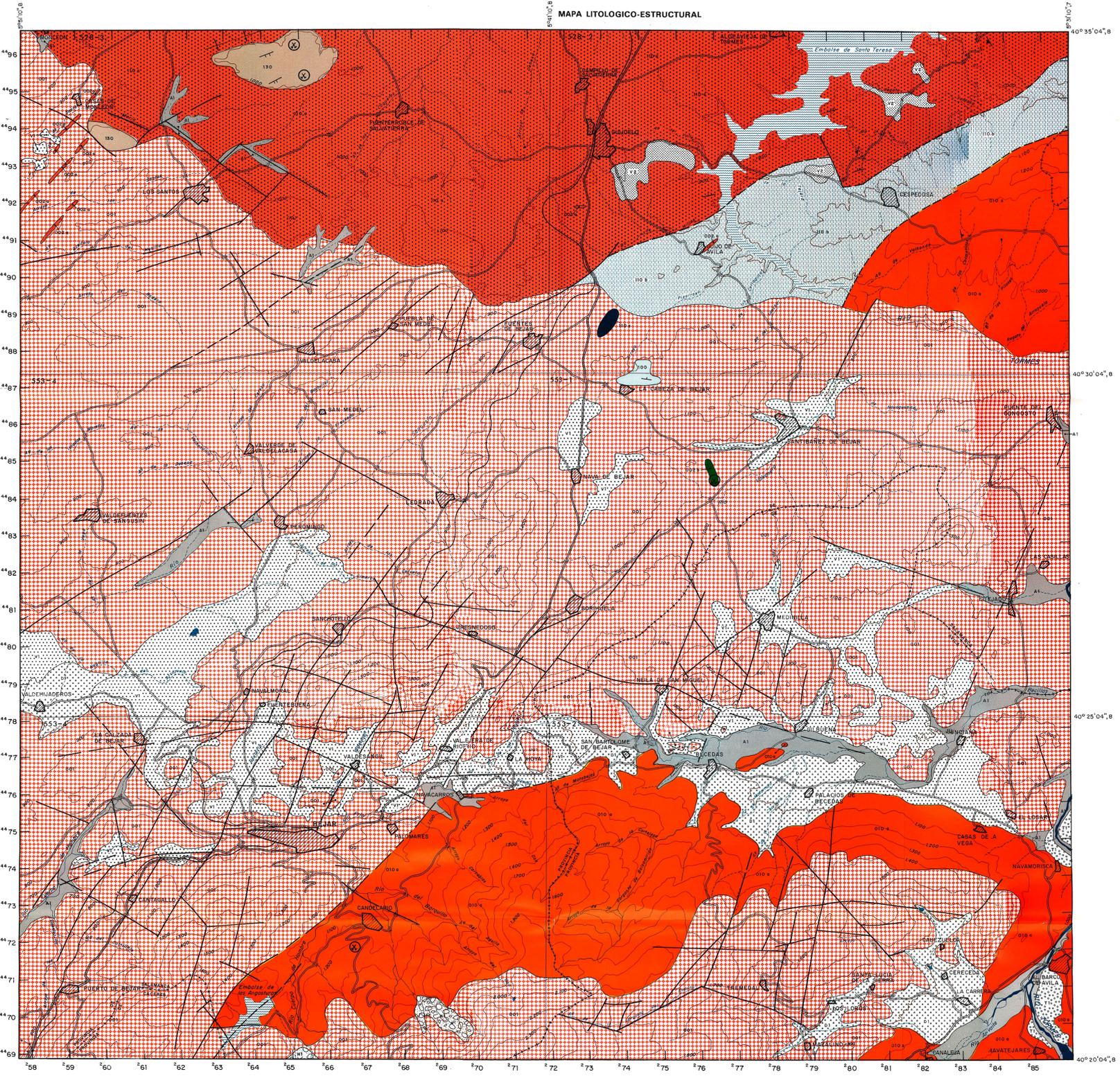
SIMBOLOGIA

	Contacto litológico
	Falla
	Falla supuesta
	Falla con indicación de labio hundido
	Cantera

ABREVIATURAS UTILIZADAS EN LA LEYENDA

A:	Taludes altos, de 20 a 40 m de altura
M:	Taludes medios, de 5 a 20 m de altura
B:	Taludes bajos, de menos de 5 m de altura
P.a.:	Potencia aproximada

MAPA LITOLOGICO-ESTRUCTURAL



LEYENDA

DEPOSITOS RECIENTES

- A1 Depósitos aluviales constituidos por arenas graníticas (gr. med. y fino), de grano medio a grueso y de color claro, con cantos dispersos de granito, pizarra cuarcosa, redondeada y con un tamaño medio comprendido entre 3 y 5 cm, que son mantos de cauces actuales al haber sido lavados el material arenoso. Los depósitos más modernos son limos de color gris. Disposición horizontal y subhorizontal. Formación erosionable, fácilmente ripable, y con capacidad baja. Permeabilidad alta. Localmente inundable, y posibilidad de encontrar niveles freáticos altos. No han sido observados taludes de interés. (Cuaternario, P.a.: > 2 m).
- T1 Depósitos de terraza constituidos por arenas (gr. fino y medio), de color gris, con cantos heteromorfos y heterométricos de cuarzo, pizarra, arenisca granítica. Disposición horizontal y subhorizontal. Formación erosionable, fácilmente ripable, y con capacidad baja. Permeabilidad alta. Localmente inundable, y posibilidad de encontrar niveles freáticos altos. No han sido observados taludes de interés. (Cuaternario, P.a.: 1 a 4 m).
- D1 Conos de dirección constituidos por arenas gráficas (cuarcas, feldespato y mica), de grano fino a medio, con cantos dispersos de granito, heterométricos heterométricos. Ocasionalmente aparecen limos niveles arcillosos, producidos por la alteración de los feldespato y de los filocitos. Su disposición depende de la inclinación de las laderas sobre las que se deposita. Formación erosionable, fácilmente ripable, y alterable. Permeabilidad alta a media. Drenaje superficial fácil, moderado, y en profundidad, bueno. Capacidad portante baja. Localmente inundable y con posibilidad de encontrar niveles freáticos altos en zonas deprimidas. Taludes naturales estables A-15-20' (Cuaternario, P.a.: > 2 m).
- V1 Eluviales constituidos por jabres graníticos (roca alterada entre grados IV —altamente meteorizada— y VI —suelo residual—), de grano grueso a medio, con enclaves microgranulados, presentan un grado de alteración menor, es mineralogicamente constituyentes de esta roca son cuarzo, feldespato y mica, siendo estos últimos los que presentan una transformación a materiales arcillosos. Estructura masiva, desmenuzándose sobre rocas graníticas de texturas megacrónicas y porfíridas, y en zonas de fracturas. Formación erosionable, alterable y con ripabilidad alta a media. Permeabilidad baja. Drenaje superficial: fácil a moderado, y profundo, difícil. Capacidad portante baja a media en función de su densidad. Taludes artificiales semiestables A-15-20' (Cuaternario, P.a.: 0,3 a 15 m).
- V2 Eluviales producto de la alteración in situ de pizarras, constituidos por limos y arcillas, de color rojo y verdoso, con cantos dispersos de pizarras alteradas y de cuarzo procedente de venas y filones. Estructura masiva y disposición irregular. Se desarrolla en sort de drenaje superficial deficiente. Formación erosionable, fácilmente ripable, y alterable. Permeabilidad baja, y drenaje superficial escaso debido al bajo gradiente topográfico que presentan las áreas en donde agotan este grupo. Posibilidad de encharcamientos, sobre todo en zonas más deprimidas. Capacidad portante/baja. Taludes artificiales estables B-60' (Cuaternario, P.a.: 2 a 3 m).
- H1 Depósitos glaciares de morrena, constituidos por bloques pétreos de granito, que coexisten con bloques, bolos y cantos, de formas esféricas, y con marcos en arena, producidos por el rozamiento de los cantos entre sí. Su disposición es de adaptación al relieve presentando carencia de ordenamiento interno. Formación erosionable, sobre todo en las zonas con materiales de menor tamaño. Dificilmente ripable en su conjunto, debido a las grandes dimensiones de sus bloques. Irregularidad muy alta. Drenaje superficial deficiente, y profundo, fácil. Posibilidad de freáticos altos en zonas más deprimidas y ocupadas por arroyos. Capacidad portante baja. Formación peligrosa por presentar depósitos de grandes bloques. Taludes naturales inestables A-60' (Cuaternario, P.a.: 100 a 120 m).

FORMACIONES ROCOSAS

- 130 Mármol gris y blanco, con bandas verdosas gráficas, microcristalinos a mesocristalinos, estratificados en bancos de 2 a 4 m, con intercalaciones de color verde, y de rocas de silicatos cálcicos. Presenta una karstificación, dada la falta de fracturas que aproximen relieves de arcillas de descalcificación. La dirección general de la estructura es N-50° y el buzamiento está comprendido entre 30° y 60° al SE. Fracturación escasa. Formación erosionable, no ripable, y alterable a largo plazo por disolución. Permeabilidad baja, por fracturación. Drenaje superficial fácil, y profundo, difícil. Capacidad portante elevada. Rasgo de hundimiento localizado en bolsones de arcillas de descalcificación. Taludes artificiales semiestables A-80' (Silúrico indiferenciado, P.a.: 60 a 100 m).
- 110 c Pizarras arcillosas, de color gris, con recristalizaciones de andalucita y cordierita, e intercalaciones de pizarras y sericitas, algo arenosas. Adquieren textura "mosaizada" en las zonas más próximas al contacto con los materiales graníticos. Conjunto inhomogéneo fracturado y plegado según una dirección general N-50°. Formación no erosionable, y no ripable, pero sí alterable. Permeabilidad baja. Drenaje superficial dificultado por la escasa pendiente, y drenaje en profundidad, deficiente. Capacidad portante alta. Taludes artificiales estables B-60' (Cambriaco indiferenciado, P.a.: > 200 m).
- 100 Microcongomerados silíceos de color rosado, parcialmente recristalizados, con un tamaño de cantos comprendido entre 2 y 4 mm. Los cantos están empastados en una masa matriz limo-arcillosa y repletos por un cemento silíceo. Estructura con una orientación E-O y un buzamiento de 30° al Norte. Formación no erosionable, no ripable, y no alterable. Permeabilidad baja-media, por fracturación. Drenaje superficial fácil, y profundo, bajo. Capacidad portante alta. Taludes naturales estables A-45' (Paleozoico indiferenciado, P.a.: 20 a 25 m).
- 110 s Esquistos micáceos, con textura lepidoblástica, y de color grisáceo en muestra seca y rojo en alteración, con finas intercalaciones pizarrosas que se hacen más abundantes en el borde Noroeste del afloramiento. Ocasionalmente presentan inclusiones de rocas metamórficas sin transformar. Grupo con estructura masiva, que aparece en un único afloramiento de orientación general NNE-S50. Conjunto no erosionable, no ripable, y no alterable. Permeabilidad baja, por fracturación. Tanto el drenaje superficial como el profundo son eficientes. Capacidad portante alta. No han sido observados taludes de interés. (Cambriaco indiferenciado, P.a.: > 200 m).
- 110 c Migmatitas formadas por un telocoma constituido por cuarzo y feldespato, y por un melanosoma de minerales ferromagnesianos (biotita, cordierita y hornblenda), y estructuradas en bandas de espesor milimétrico a centimétrico. Ocasionalmente presentan inclusiones de rocas metamórficas sin transformar. Grupo con estructura masiva, que aparece en un único afloramiento de orientación general NNE-S50. Conjunto no erosionable, no ripable, y no alterable. Permeabilidad baja, por fracturación. Drenaje superficial fácil, y profundo, difícil. Capacidad portante alta. Taludes artificiales semiestables B-85' (Cambriaco indiferenciado, P.a.: 15 a 20 m).
- 010 a Gneises de grano medio a grueso, con ausencia total de porfiroblastos de feldespato, y con una marcada foliación puesta de manifiesto por una estructura bandada formada por la orientación diferencial de minerales de cuarzo y feldespato frente a la biotita. Este miembro gráfico pasa, lateral e inhomogéneamente, a gneises de transformación, de color oscuro, textura heterogénea, ocasionalmente orientada, y con enclaves de rocas metamórficas sin transformar. Estructura masiva. Orientación general E-O. Conjunto no erosionable, no ripable, y no alterable. Permeabilidad baja, por fracturación. Drenaje superficial fácil, y profundo, moderado. Capacidad portante alta. Taludes artificiales semiestables B-85' y naturales estables A-30'-40' (Precámbrico, P.a.: indeterminada).
- 001 Granitos de grano fino, medio y grueso, con cuarzo, ortosa, plagioclasa, biotita, moscovita y cordierita como minerales esenciales. Textura inequigranular y equigranular, frecuentemente porfírica con fenocristales de feldespato plagioclasa que pueden alcanzar tamaños de hasta 8 cm. Son frecuentes los enclaves de rocas formadas por minerales ferromagnesianos, y las zonas de borde, de restos de rocas metamórficas sin "rigor". Grupo con estructura masiva y orientada según una dirección general NE-S0. Conjunto no erosionable, no ripable, y no alterable. Permeabilidad baja, por fracturación. Drenaje superficial fácil, y profundo, deficiente. Capacidad portante alta. Formación con problemas locales por desprendimientos de bloques y cuñas. Taludes artificiales estables B-60' y A-90', dependiendo de la fracturación del macizo. (Post-Ordovícico, P.a.: indeterminada).
- 002 a Cuarzo blanco, ocasionalmente rosado, constituido por placas anhedralas de cuarzo, como mineral esencial, y hematitas, apatita, clorita, albita y moscovita, como accesorios (< 5%). Diques centimétricos y decimétricos, y filones milimétricos. Empastamiento a través de fracturas preexistentes en la roca encajante según una orientación general NE-S0 y buzamientos subverticales. Grupo muy fracturado tectónicamente, se presenta rabudado lateralmente. Formación no erosionable, no ripable, y no alterable. Permeabilidad baja, por fracturación. Drenaje superficial fácil, y profundo, deficiente. Capacidad portante alta. Taludes naturales semiestables B-85' (Post-Ordovícico, P.a.: 5 a 15 m).
- 002 b Filón de albita, con cuarzo y feldespato como minerales esenciales, y moscovita como accesorio principal. Textura microgranular. En las zonas de borde aparecen enclaves de granito de grano medio. El único afloramiento cartografiado, de este grupo, tiene una estructura según una orientación general NNE-S50 y un buzamiento subvertical. Formación no erosionable, no ripable, y no alterable. Permeabilidad baja por fracturación. Drenaje superficial fácil, y profundo, deficiente. Taludes artificiales semiestables B-85' (Post-Ordovícico, P.a.: 50 m).

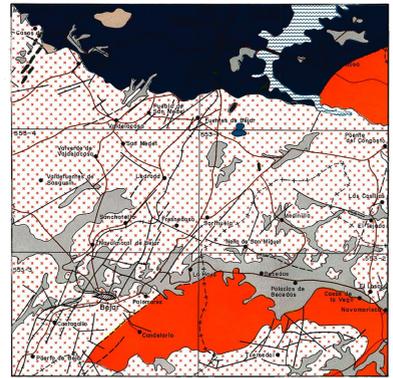
SIMBOLOGIA

- Contacto litológico
- Falta
- Falta supuesta
- Falta con indicación de labio hundido
- Anticinal
- Dirección y buzamiento entre 0° y 30°
- Dirección y buzamiento entre 30° y 60°
- Dirección y buzamiento de la esquistosidad
- ⊗ Centra

ABREVIATURAS UTILIZADAS EN LA LEYENDA

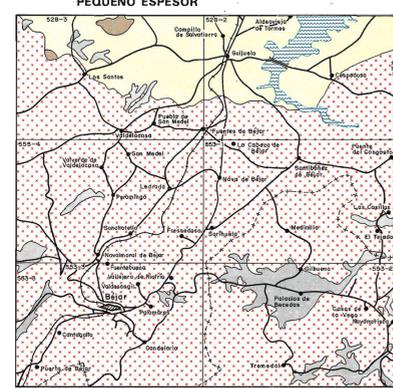
- A. Taludes altos, de 20 a 40 m de altura
- M. Taludes medios, de 5 a 20 m de altura
- B. Taludes bajos, de menos de 5 m de altura
- P.a.: Potencia aproximada

ESQUEMA GEOLOGICO



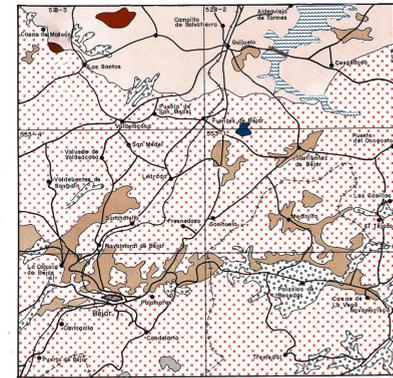
- LEYENDA**
- Cuaternario
 - Silúrico
 - Cámbrico
 - Paleozoico indiferenciado
 - Precámbrico
 - Granito
 - Diques de cuarzo y apatita
 - Contacto litológico
 - Falta
 - Falta con indicación de labio hundido
 - Falta supuesta
 - Anticinal

ESQUEMA DE SUELOS Y FORMACIONES DE PEQUEÑO ESPESOR



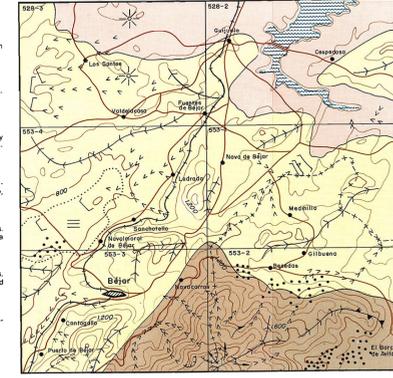
- LEYENDA**
- Suelos dispersos con fracción dérmica gruesa y media, depositados sobre rocas ígneas y metamórficas de alto grado. Densidad media o floja. Materiales no cementados. Permeabilidad media-alta.
 - Eluviales de escasa entidad, formados predominantemente por limos arcillosos, sobre formaciones de pizarras y esquistos. Suelos silíceos, no cementados y con densidad media o floja. Permeabilidad media-alta.
 - Suelos dispersos sobre depósitos cuaternarios y terciarios, formados predominantemente por limos y porciones variables de arena y arena. No cementados, blandos y con permeabilidad media-alta.
 - Eluviales de escasa entidad, constituidos por arcillas de decalcificación, originadas a expensas de una formación carbonatada. Suelos cohesivos, no cementados y blandos. Permeabilidad baja.

ESQUEMA GEOTECNICO



- LEYENDA**
- Rocas ígneas y metamórficas de alto grado. No ripables. Sin problemas resables de inestabilidad.
 - Pizarras y grauwacas. Materiales duros, no ripables y con problemas locales de inestabilidad gravitacional.
 - Cuarzo armónico y microcongomerados silíceos. Rocas muy duras, y no ripables. Problemas locales de inestabilidad gravitacional. Escarpes topográficos fuertes.
 - Mármol y calco-esquistos. Rocas duras, y no ripables. Problemas de karstificación, que pueden dar lugar a hundimientos y puntualmente, a procesos de inestabilidad gravitacional.
 - Jabres graníticos. Materiales blandos y en general ripables. Procesos locales de inestabilidad por deslizamientos de ladera superficial y asentamientos diferenciales.
 - Depósitos de morrena glacial. Materiales con grandes bloques, difícilmente ripables y con problemas locales de inestabilidad gravitacional.
 - Materiales cuaternarios dérmicos. Blandos, ripables y sin problemas de inestabilidad.

ESQUEMA GEOMORFOLOGICO



- LEYENDA**
- Zona de relieve montañoso
 - Zona de relieve moderado
 - Zona de relieve llano
 - Divisoria fluvial en cresta
 - Divisoria fluvial alomada
 - Valles en "u"
 - Valles en "v"
 - Incisión en arena
 - Incisión de torrentes
 - Circo glaciar
 - Derribos de ladera
 - Superficie estructural
 - Límite de superficie estructural
 - Cerro testigo

