



estudio previo de terrenos

# Itinerario Badajoz-Sevilla

Tramo: Monesterio - Sta. Olalla

90-02

**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  
SUBDIRECCION GENERAL DE TECNOLOGIA Y PROYECTOS  
SERVICIO DE GEOTECNIA**

**ESTUDIO PREVIO DE TERRENOS**

**ITINERARIO BADAJOZ - SEVILLA**

**TRAMO : MONESTERIO - SANTA OLALLA**

**DICIEMBRE, 1990**

# INDICE

	Pág.
1. <b>INTRODUCCION</b> .....	5
2. <b>CARACTERES GENERALES DEL TRAMO</b> .....	9
2.1. <b>CLIMATOLOGIA</b> .....	9
2.2. <b>TOPOGRAFIA</b> .....	17
2.3. <b>GEOMORFOLOGIA</b> .....	19
2.4. <b>ESTRATIGRAFIA</b> .....	23
2.5. <b>TECTONICA</b> .....	26
2.6. <b>SISMICIDAD</b> .....	28
3. <b>ESTUDIO DE ZONAS</b> .....	29
3.0. <b>DIVISION DEL TRAMO EN ZONAS DE ESTUDIO</b> .....	29
3.1. <b>ZONA 1: RELIEVE MONTAÑOSO</b> .....	29
3.1.1. <b>Geomorfología</b> .....	35
3.1.2. <b>Tectónica</b> .....	40
3.1.3. <b>Columna estratigráfica</b> .....	40
3.1.4. <b>Grupos litológicos</b> .....	43
3.1.5. <b>Grupos geotécnicos</b> .....	58
3.1.6. <b>Resumen de problemas geotécnicos que presenta la Zona</b> .....	60
3.2. <b>ZONA 2: RELIEVE MODERADO</b> .....	61
3.2.1. <b>Geomorfología</b> .....	61
3.2.2. <b>Tectónica</b> .....	66
3.2.3. <b>Columna estratigráfica</b> .....	68
3.2.4. <b>Grupos litológicos</b> .....	69
3.2.5. <b>Grupos geotécnicos</b> .....	83
3.2.6. <b>Resumen de problemas geotécnicos que presenta la Zona</b> .....	84
3.3. <b>ZONA 3: RELIEVE LLANO</b> .....	87
3.3.1. <b>Geomorfología</b> .....	87
3.3.2. <b>Tectónica</b> .....	93
3.3.3. <b>Columna estratigráfica</b> .....	93
3.3.4. <b>Grupos litológicos</b> .....	93
3.3.5. <b>Grupos geotécnicos</b> .....	103
3.3.6. <b>Resumen de problemas geotécnicos que presenta la Zona</b> .....	104

4.	<b>CONCLUSIONES GENERALES DEL ESTUDIO</b> .....	105
4.1.	<b>RESUMEN DE PROBLEMAS TOPOGRAFICOS</b> .....	105
4.2.	<b>RESUMEN DE PROBLEMAS GEOMORFOLOGICOS</b> .....	105
4.3.	<b>RESUMEN DE PROBLEMAS GEOTECNICOS</b> .....	106
4.4.	<b>CORREDORES DE TRAZADO SUGERIDOS</b> .....	108
5.	<b>INFORMACION SOBRE YACIMIENTOS</b> .....	113
5.1.	<b>ALCANCE DEL ESTUDIO</b> .....	113
5.2.	<b>YACIMIENTOS ROCOSOS</b> .....	113
5.3.	<b>YACIMIENTOS GRANULARES</b> .....	115
5.4.	<b>MATERIALES PARA TERRAPLENES Y PEDRAPLENES</b> .....	115
5.5.	<b>YACIMIENTOS QUE SE RECOMIENDA ESTUDIAR CON MAS DETALLE</b> .....	115
6.	<b>BIBLIOGRAFIA CONSULTADA</b> .....	119
7.	<b>ANEJOS</b> .....	121
7.1.	<b>ANEJO 1: SIMBOLOGIA UTILIZADA EN LAS COLUMNAS ESTRATIGRAFICAS</b> .....	123
7.2.	<b>ANEJO 2: CRITERIOS UTILIZADOS EN LAS DESCRIPCIONES GEOTECNICAS</b> .....	125

## 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 Monesterio-Santa Olalla se ubica entre las provincias de Badajoz, Huelva y Sevilla (Figura 1.1), y se reparte territorialmente en las siguientes proporciones:

- Badajoz, 75%
- Huelva, 21%
- Sevilla, 4%

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

Nº	Hoja	Cuadrantes
876	Fuente de Cantos	2 y 3
877	Llerena	3
897	Monesterio	1, 2, 3 y 4
898	Puebla del Maestre	3 y 4
918	Santa Olalla del Cala	1 y 4
919	Almadén de la Plata	4

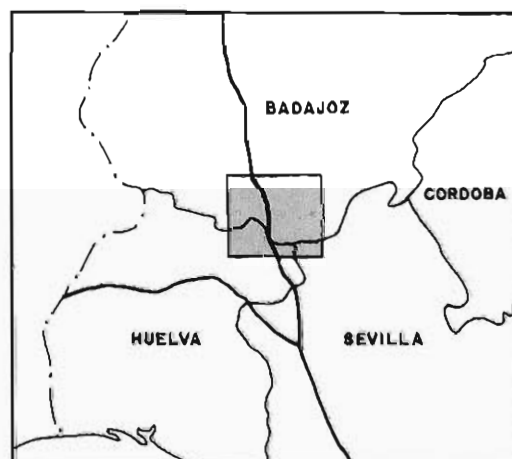


Fig. 1.1.— Esquema de situación del Tramo.

La ejecución del Estudio ha precisado del 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 fotogramas con sus correspondientes superponibles.
- Realización de los mapas litológico-estructurales, a escala 1:50.000, que forman parte de los Planos que acompañan a esta Memoria.

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, obtenidos 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 Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo.

Esta Memoria aparece dividida en una serie de capítulos que a continuación se describen de forma sucinta:

- 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 nuevas 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. Manuel Rodríguez Sánchez  
*Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos*

D. Jesús Martín Contreras  
*Licenciado en Ciencias Geológicas*

GRUTECON, S.A.:

D. Emilio Díaz Pascual  
*Ingeniero Técnico de Obras Públicas*

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 Monesterio-Santa Olalla se han consultado una serie de estaciones meteorológicas que pertenecen a la red del Instituto Nacional de Meteorología. Se trata de las estaciones de Llerena (Hoja 877, Cuadrante 3), Monesterio (Hoja 897, Cuadrante 1), Puebla del Maestre (Hoja 898, Cuadrante 4), Santa Olalla del Cala (Hoja 918, Cuadrante 2) y Almadén de la Plata (Hoja 919, Cuadrante 3). Estas dos últimas están fuera del Tramo, pero lo suficientemente próximas como para que sus datos sean representativos de la climatología del Tramo.

Según los datos aportados por dichas estaciones meteorológicas, que corresponden a un período de tiempo comprendido entre los años 1951 y 1987, el Tramo Monesterio-Santa Olalla presenta una precipitación media anual de 683 mm, valor que supera al de la media nacional. Estas precipitaciones se producen en un promedio de 57 días lluviosos al año. Estos se reparten entre un período de precipitaciones abundantes, que abarca desde Octubre hasta Mayo, otro de precipitaciones escasas, correspondiente a los meses de Junio y Septiembre y, por último, un período muy seco, en Julio y Agosto.

La Figura 2.1 muestra los diagramas de precipitación total y su distribución mensual, de cada una de las estaciones consultadas.

Las precipitaciones medias anuales recogidas en estas estaciones son muy semejantes entre sí, presentándose la máxima diferencia entre los observatorios de Puebla del Maestre que registra la mínima con 568 mm, y Almadén de la Plata, que con 782 mm registra la máxima.

La nieve, muy escasa, está presente en el Tramo durante pocos días de los meses de Diciembre a Abril, siendo más abundante en las cercanías de Puebla del Maestre.

Los días de escarcha se presentan de Noviembre a Febrero y se reparten irregularmente en las estaciones consultadas. Estos aparecen únicamente reflejados en los observatorios de Llerena y Almadén de la Plata. En esta última localidad alcanzan sus valores máximos.

Las nieblas, con un promedio anual de 6 días, se distribuyen desde los meses de Diciembre a Abril, siendo más abundantes al Norte y al Sur del Tramo (estaciones de Llerena y Almadén de la Plata, respectivamente).

En lo que respecta a las temperaturas, no han podido obtenerse datos, ya que las estaciones consultadas son solamente pluviométricas.

De forma general, y en base a los datos aportados por otras publicaciones, el clima de la región en donde se ubica el Tramo estudiado es de tipo continental, con un cierto influjo atlántico que penetra por el valle del Guadiana. Por esto, la oscilación térmica es menor que en el resto de la Meseta Sur de la Península Ibérica, de la que forma parte. La temperatura media del mes más frío (Enero) es

superior a 7°C y la del mes más cálido (Julio) supera los 25°C. Estos datos están recogidos de la publicación «Estudio Previo de Terrenos, Itinerario: Badajoz-Sevilla. Tramo: Almendralejo-Fuente de Cantos».

A continuación se muestran, en los cuadros numerados del 1 al 5, los datos medios de las estaciones pluviométricas consultadas.

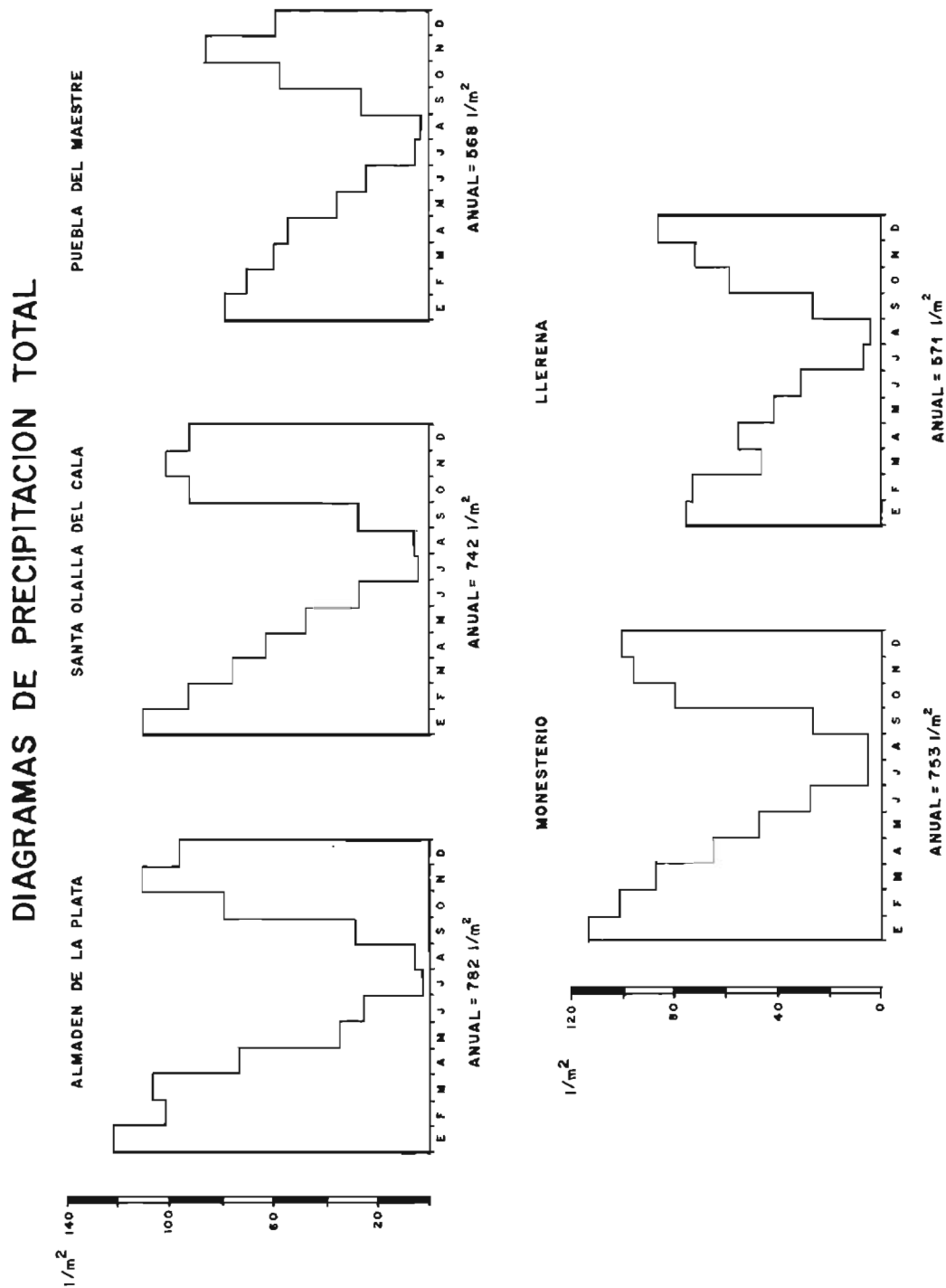


FIGURA 2.1.- DIAGRAMAS DE PRECIPITACIONES TOTALES REPRESENTATIVAS DEL TRAMO DE ESTUDIO.

ESTACION: LLERENA

MES	PRECIPITACION (en mm)				NUMERO DE DIAS DE							
	MEDIA	MAXIMA	MAXIMA 24 H.	MININA	LLUVIA	NIEVE	GRANIZO	TORMENTA	NIEBLA	ROCIO	ESCARCHA	NIEVE CUBRIENDO EL SUELO
ENE	75.0	340.5	21.3	0.3	9.6	1	0	0	2.5	—	2	1
FEB	72.0	213.8	20.9	5.1	9.7	1	1	1	1	—	1	1
MAR	46.0	130.3	16.4	4.6	7.6	1	1	1	0	—	0	1
ABR	55.0	214.4	17.6	0.2	8.6	0	1	1	0	—	0	0
MAY	41.0	118.1	13.8	4.0	7.2	0	1	1	0	—	0	0
JUN	30.4	113.2	14.8	0.9	4.6	0	0	2	0	—	0	0
JUL	6.4	57.6	4.3	1.0	1.2	0	0	1	0	—	0	0
AGO	3.8	34.3	3.5	0.5	1.0	0	1	1	0	—	0	0
SEP	26.0	124.4	15.4	0.9	3.8	0	0	2	0	—	0	0
OCT	58.0	209.1	22.0	1.6	7.6	0	1	1	2	—	0	0
NOV	71.0	180.0	25.3	1.5	8.3	0	1	1	2	—	1	0
DIC	86.0	239.3	25.5	2.5	9.5	1	1	0	3	—	3	1
ANUAL	570.6	—	25.5	—	78.7	4	8	12	8.5	—	7	4

Cuadro 1.— Datos de precipitaciones del año medio (período 1958-1987), correspondientes a la estación pluviométrica de Llerena (Badajoz).

ESTACION: MONESTERIO

MES	PRECIPITACION (en mm)				NUMERO DE DIAS DE							
	MEDIA	MAXIMA	MAXIMA 24 H.	MININA	LLUVIA	NIEVE	GRANIZO	TORMENTA	NIEBLA	ROCIO	ESCARCHA	NIEVE CUBRIENDO EL SUELO
ENE	113.0	415.4	39.3	11.6	6.4	lp	0	—	—	—	—	—
FEB	101.0	235.5	36.9	3.5	7.4	lp	0	—	lp	—	—	—
MAR	87.0	385.0	32.6	4.9	5.7	lp	0	—	—	—	—	—
ABR	65.0	246.1	22.2	4.0	4.5	0	0	—	—	—	—	—
MAY	47.0	177.9	17.6	2.9	3.9	0	0	—	—	—	—	—
JUN	27.3	110.5	14.4	1.4	2.6	0	0	—	—	—	—	—
JUL	4.7	52.8	4.1	1.5	0.5	0	0	—	—	—	—	—
AGO	5.0	22.4	4.1	4.5	0.8	0	0	lp	—	—	—	—
SEP	26.9	159.5	16.2	1.4	0.8	0	0	—	—	—	—	—
OCT	80.1	210.4	29.7	2.1	5.1	0	0	—	—	—	—	—
NOV	96.0	354.9	33.2	2.0	5.6	0	0	—	—	—	—	—
DIC	100.0	252.9	33.3	2.0	5.6	0	0	—	—	—	—	—
ANUAL	753.0	—	39.3	—	49.5	lp	0	lp	lp	—	—	—

lp = Inapreciable.

Cuadro 2.— Datos de precipitaciones del año medio (período 1952-1986), correspondientes a la estación pluviométrica de Monesterio (Badajoz).

ESTACION: PUEBLA DEL MAESTRE

MES	PRECIPITACION (en mm)				NUMERO DE DIAS DE							
	MEDIA	MAXIMA	MAXIMA 24 H.	MININA	LLUVIA	NIEVE	GRANIZO	TORMENTA	NIEBLA	ROCIO	ESCARCHA	NIEVE CUBRIENDO EL SUELO
ENE	80.0	367.5	29.5	1.0	5.8	3	0	0	-	-	-	3
FEB	69.0	186.8	24.9	9.0	6.2	1	1	0	-	-	-	1
MAR	60.0	164.0	22.7	3.0	5.7	2	3	0	-	-	-	2
ABR	60.0	211.5	20.0	1.2	5.2	1	2	2	-	-	-	1
MAY	38.0	105.0	13.6	1.0	4.3	0	3	0	-	-	-	0
JUN	24.0	111.2	12.8	1.0	2.4	0	0	0	-	-	-	0
JUL	6.0	81.5	4.8	3.0	0.6	0	0	0	-	-	-	0
AGO	4.0	36.1	3.2	0.5	0.6	0	0	0	-	-	-	0
SEP	26.0	102.0	18.4	1.0	2.1	0	0	0	-	-	-	0
OCT	58.0	198.5	24.1	2.0	4.7	0	0	0	-	-	-	0
NOV	87.0	258.5	32.4	0.6	5.9	0	0	0	-	-	-	0
DIC	60.0	202.0	25.0	4.5	5.3	0	2	0	-	-	-	0
ANUAL	568.0	-	32.4	-	48.8	7	11	2	-	-	-	7

Cuadro 3.— Datos de precipitaciones del año medio (período 1951-1985), correspondientes a la estación pluviométrica de Puebla del Maestre (Badajoz).

ESTACION: SANTA OLALLA DEL CALA

MES	PRECIPITACION (en mm)				NUMERO DE DIAS DE							
	MEDIA	MAXIMA	MAXIMA 24 H.	MININA	LLUVIA	NIEVE	GRANIZO	TORMENTA	NIEBLA	ROCIO	ESCARCHA	NIEVE CUBRIENDO EL SUELO
ENE	111.0	459.0	35.9	3.0	7.7	2	0	-	-	-	-	2
FEB	93.0	262.5	26.8	9.0	7.3	0	0	-	-	-	-	2
MAR	76.0	188.0	22.8	5.0	6.7	0	0	-	-	-	-	0
ABR	63.0	262.0	22.5	6.0	6.8	0	0	-	-	-	-	0
MAY	48.0	145.0	18.7	1.5	4.8	0	0	-	-	-	-	0
JUN	27.1	147.0	13.6	2.0	2.5	0	0	-	-	-	-	0
JUL	4.2	61.0	3.6	5.5	0.5	0	0	-	-	-	-	0
AGO	4.4	27.0	3.0	2.0	0.6	0	0	-	-	-	-	0
SEP	28.1	127.5	16.9	1.5	2.1	0	0	-	-	-	-	0
OCT	92.0	349.0	29.6	6.0	5.2	0	0	-	-	-	-	0
NOV	102.0	310.0	34.4	9.5	6.2	0	0	-	-	-	-	0
DIC	93.0	277.0	31.6	8.0	7.5	1	0	-	-	-	-	1
ANUAL	741.8	-	35.9	-	57.9	3	0	-	-	-	-	3

Cuadro 4.— Datos de precipitaciones del año medio (período 1955-1985), correspondientes a la estación pluviométrica de Santa Olalla del Cala (Huelva).

ESTACION: ALMADEN DE LA PLATA

MES	PRECIPITACION (en mm)				NUMERO DE DIAS DE							
	MEDIA	MAXIMA	MAXIMA 24 H.	MININA	LLUVIA	NIEVE	GRANIZO	TORMENTA	NIEBLA	ROCIO	ESCARCHA	NIEVE CUBRIENDO EL SUELO
ENE	122.0	448.0	33.8	11.0	6.9	1	0	0	1	0	4	1
FEB	101.0	261.2	31.2	19.8	6.4	1	0	0	2	2	8	1
MAR	106.0	238.5	30.6	6.0	6.1	0	0	0	0	0	0	0
ABR	73.5	263.0	25.3	8.0	5.8	0	0	3	2	0	0	0
MAY	34.0	172.6	17.8	2.0	3.2	0	0	1	1	0	0	0
JUN	25.0	136.0	14.2	1.5	2.4	0	0	2	0	0	0	0
JUL	2.2	25.0	1.65	1.5	0.3	0	0	2	0	0	0	0
AGO	5.0	67.0	5.8	0.2	0.7	0	0	0	0	0	0	0
SEP	28.0	211.5	17.2	0.7	2.0	0	0	1	0	0	0	0
OCT	80.0	339.4	27.5	4.5	5.0	0	0	1	1	0	0	0
NOV	110.0	298.5	34.4	18.2	6.8	0	0	1	1	0	0	0
DIC	96.0	411.8	34.0	11.4	5.6	0	0	1	2	0	2	0
ANUAL	782.7	—	34.4	—	51.2	2	0	12	10	2	14	2

Cuadro 5.— Datos de precipitaciones del año medio (período 1951-1985), correspondientes a la estación pluviométrica de Almadén de la Plata (Sevilla).

## 2.2. TOPOGRAFIA

El Tramo Monesterio-Santa Olalla se encuentra situado en la zona de confluencia de la Cordillera de Sierra Morena y la Cuenca del río Guadiana. Un área muy reducida del sur del Tramo corresponde al borde norte de la Cuenca del Guadalquivir. Estas características geográficas condicionan, en gran medida, su topografía.

Desde el punto de vista topográfico, y aunque los límites pueden resultar difusos puntualmente, pueden distinguirse tres Unidades, cuyas características más generales son las siguientes:

I) Al Suroeste y Sureste del Tramo existen dos sectores montañosos que corresponden al borde septentrional de Sierra Morena. Estas áreas, con una altura media de 900 m sobre el nivel del mar, están formadas por una serie de sierras, orientadas en dirección NO-SE, y separadas entre sí por valles y vaguadas, de dimensiones variables. Es en esta unidad en donde aparecen los picos de mayores alturas del Tramo: Tentudia, de 1.079 m, Butrera, de 1.020 m, y Morena, de 912 m, entre otros.

II) En la zona central del Tramo, con dos ramificaciones al Sur y Noreste, y limitando con la unidad anterior, hay una extensa área que corresponde a las estribaciones del macizo montañoso de Sierra Morena. Este sector tiene una altura media de 700 m sobre el nivel del mar, y está formado por una sucesión ininterrumpida de cerros, groseramente orientados según una dirección NO-SE. Estos cerros se encuentran seccionados por numerosas vaguadas y zonas deprimidas, que aumentan el aspecto accidentado del mismo.

III) Al Norte del Tramo existe una zona llana o suavemente ondulada que pertenece a la Cuenca del Guadiana. Esta unidad, con una altura media de 500 m sobre el nivel del mar, sólo ve perturbado su relieve por la presencia de valles apenas encajados que provocan la aparición de relieves aislados y de escasa elevación.

En la Figura 2.2 se muestran dos perfiles topográficos que recogen los desniveles presentes en el Tramo de estudio.



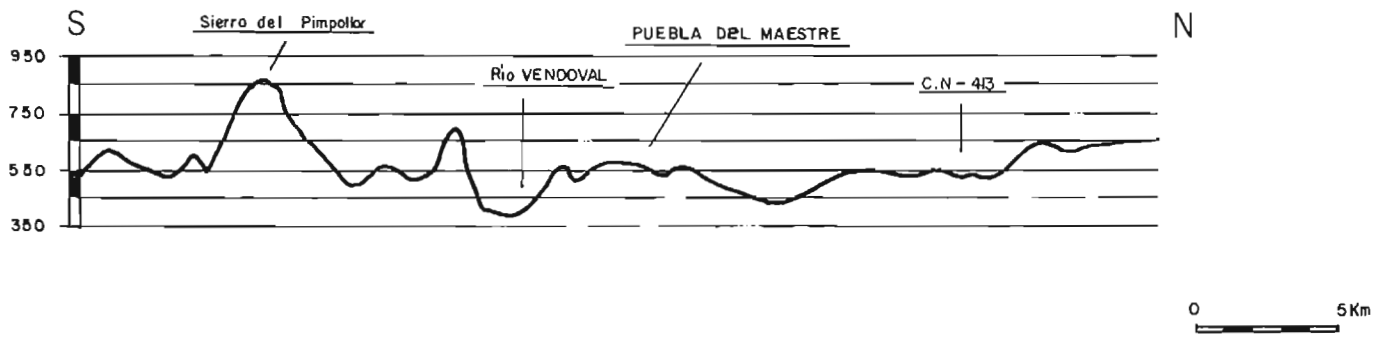
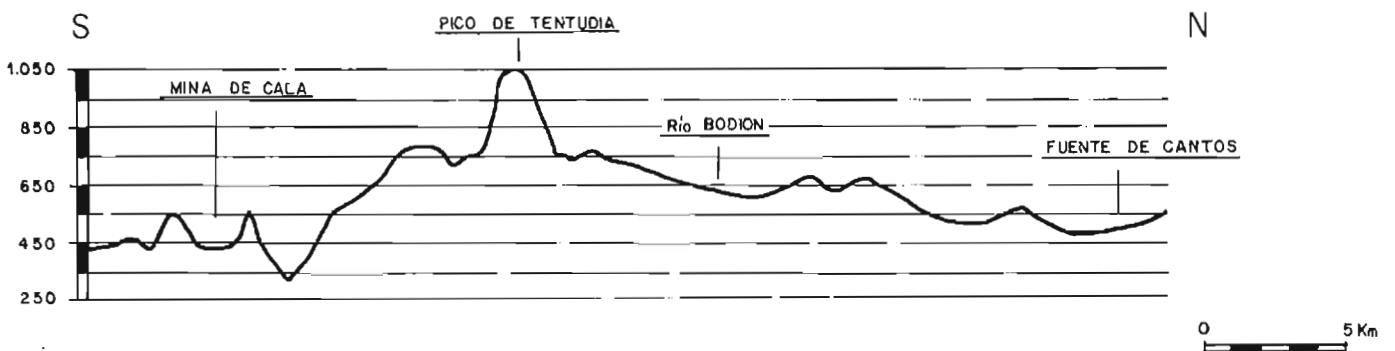


FIGURA 2.2.- PERFILES TOPOGRAFICOS REPRESENTATIVOS DEL TRAMO.

### 2.3. GEOMORFOLOGIA

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

I) **Unidad montañosa de Sierra Morena.** Está situada en la mitad meridional del Tramo, (véase Figura 2.3), y encierra un sector central, de relieve menos acusado, perteneciente a otra de las unidades diferenciadas en el Tramo estudiado.

El rasgo principal de esta unidad es la presencia de alineaciones montañosas escarpadas, que coinciden con afloramientos de rocas duras, orientados según las principales directrices estructurales. Este relieve se encuentra diseccionado por una red fluvial, encajada y con fuerte control estructural, que acentúa aún más el carácter montañoso de la región, ya que se forman interfluvios lineales y cerros aislados, de cimas agudas y con importantes desniveles.

A menor escala, y como rasgo secundario, cabe señalar la presencia de un gran número de vaguadas, torrenteras y otros cauces de aguas no permanentes, de formas agudas, que se desarrollan en las laderas de los relieves formados por las litologías de menor resistencia a la erosión.

Esta unidad montañosa, que por antigua se encuentra muy erosionada, está afectada en la actualidad por la acción fluvial que, como factor principal modelador, produce con sus procesos de erosión, transporte y sedimentación, la removilización de un gran volumen de materiales. Por otra parte, la meteorización química, así como la disgregación física de las rocas, aceleran la transformación pétreo original a un producto suelto, fácilmente erosionable, que es removilizado de forma casi inmediata por la acción de las aguas y transportado a otros puntos más alejados.

II) **Unidad de Relieve Moderado.** Está constituida por las estribaciones de los principales relieves de Sierra Morena, y se dispone según una banda de extensión variable alrededor de la Unidad anterior.

La característica morfológica primaria de este sector es la presencia de un relieve localmente accidentado, que se alinea groseramente según las directrices estructurales de la región. El relieve aparece como una sucesión de cerros redondeados y aislados entre sí. Otras veces está formado por plataformas lobuladas, que han sido degradadas por la erosión y que dan lugar a valles anchos, conformando áreas de aspecto suave. Frente a estos valles amplios, que canalizan las aguas de la red principal, aparece una densa malla de cauces secundarios, que producen interfluvios de cimas redondeadas y otros relieves menores en forma de hombreras adosadas a las laderas del relieve principal.

La evolución de los relieves de esta unidad se debe principalmente a la acción fluvial, que, tanto en su red primaria como secundaria, moviliza los materiales procedentes de la alteración química de las rocas, transportándolos hasta las zonas llanas, en donde el río al perder su capacidad de arrastre, los deposita.

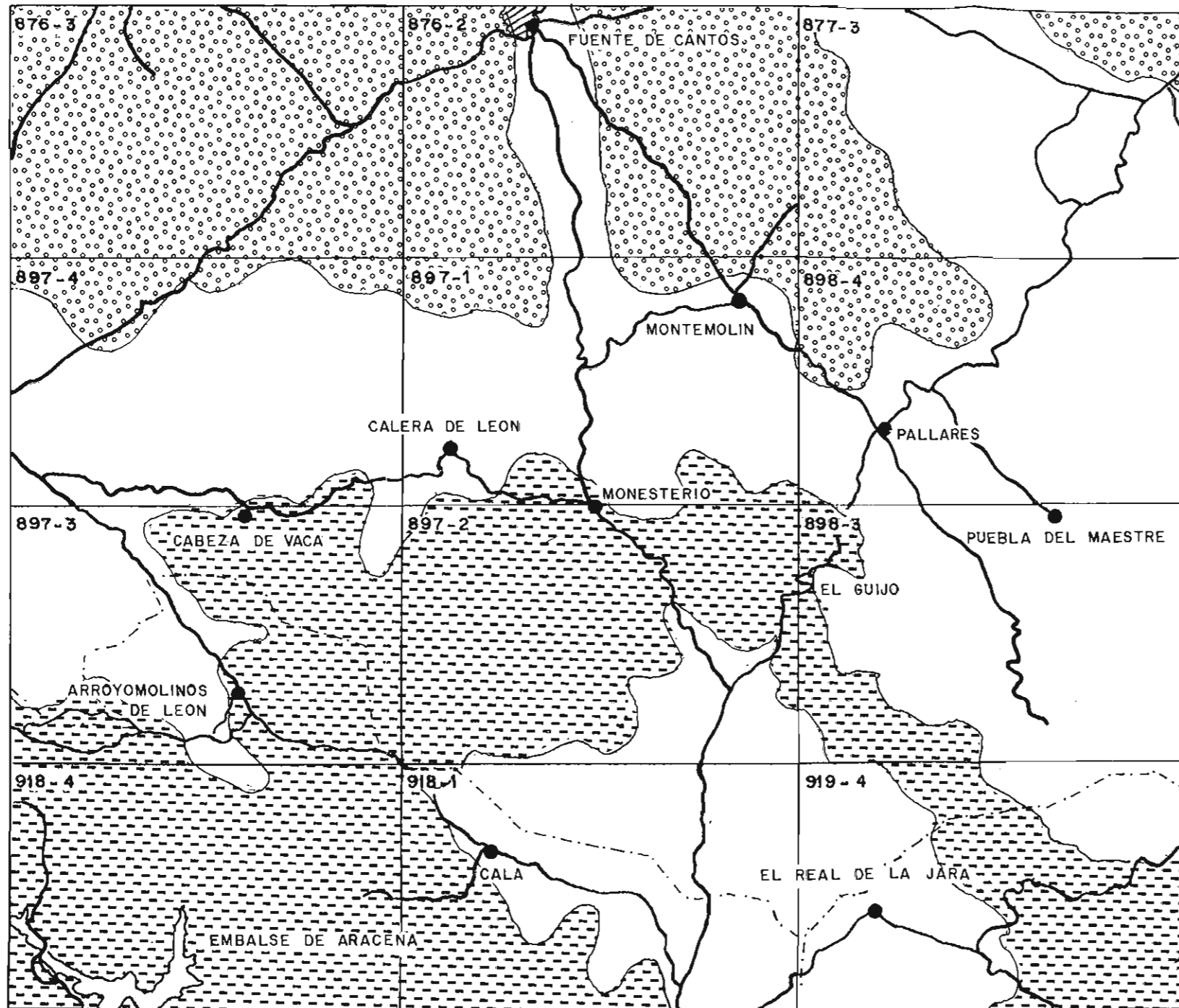
III) **Unidad de Relieve Llano.** Esta unidad corresponde a una porción muy peneplanizada del sector norte del Tramo, y se caracteriza por presentar unos rasgos geomorfológicos condicionados por la naturaleza litológica de las formaciones que la constituyen.

El principal rasgo es la presencia de un relieve muy alomado, formado por colinas bajas, redondas, y normalmente coincidentes con las litologías más duras. Estas colinas están separadas entre sí por una red fluvial apenas esbozada, cuyos valles tienen forma de «U». Localmente las suaves colinas están sustituidas por zonas llanas que se corresponden, normalmente, con afloramientos de rocas lateralmente isótropas, las cuales tienen una respuesta a la erosión similar en todas las direcciones. En estos casos se producen pequeños desniveles por la aparición de pequeñas vaguadas, poco o nada encajadas.

Al mismo tiempo, la presencia de un recubrimiento de origen eluvial, desarrollado en la mayor parte de este sector, ayuda a enmascarar las pequeñas irregularidades que pudieran producir los afloramientos de roca.

Esta unidad se presenta muy peneplanizada, por lo que la acción de los principales agentes erosivos es más lenta que en el caso de las unidades anteriores. Ante este hecho, en la evolución de los escasos relieves de este sector tiene un gran protagonismo la meteorización química, que forma suelos residuales de gran desarrollo. Estos son parcialmente movilizados hasta zonas muy próximas, creándose áreas de acumulación, llanas, que suavizan aún más el débil relieve existente.

En la Figura 2.3 aparecen representadas esquemáticamente las zonas descritas.



**LEYENDA**

--- LIMITE PROVINCIAL

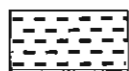
— CARRETERA

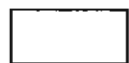
● POBLACION

ESCALA ORIGINAL : 1/200.000

ESCALA GRAFICA



 ZONA DE RELIEVE MONTAÑOSO

 ZONA DE RELIEVE MODERADO

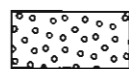
 ZONA DE RELIEVE LLANO

FIGURA 2.3.- ESQUEMA MORFOLOGICO DEL TRAMO.

## 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 son los pertenecientes al Precámbrico Superior. Aparecen con una gran variedad litológica. De una forma general, esta serie precámbrica está formada por dos secuencias diferenciadas en cuanto al grado de metamorfismo.

La primera, con metamorfismo de mayor grado, está formada por migmatitas, gneises, esquistos, cuarzo-esquistos biotíticos y anfibolitas. Todo este conjunto se encuentra interestratificado por niveles poco potentes de cuarcitas negras, meta-diabasas y mármoles, así como por rocas de silicatos cálcicos y leucogranitos cordieríticos y gneisificados, en aquellas áreas en donde el grado de metamorfismo es mayor.

La segunda, de menor grado de metamorfismo, está constituida por una sucesión de metagrauvas, pizarras y metacineritas con pizarras grises e intercalaciones, a distintos niveles, de metavulcanitas, metadiabasas, metatobas, calizas y mármoles, y riolitas.

El techo del Precámbrico, y ocupando parte del Cámbrico Inferior, está formado por una serie de carácter fundamentalmente detrítico, constituida por pizarras, grauvas y arcosas, que sirven de transición para las litologías paleozoicas posteriores.

La secuencia paleozoica comienza con el Cámbrico Inferior, que se caracteriza por presentar una gran variedad litológica. Esta serie cámbrica, eminentemente detrítica, está constituida por pizarras, filitas, areniscas, cuarcitas, conglomerados, y riolitas. El techo de esta secuencia litológica está representado por una formación de pizarras con niveles carbonatados que marca la transición a otra facies de precipitación química, formada por calizas marmóreas y mármoles. Esta formación carbonatada constituye los niveles más altos del Cámbrico Inferior.

El Cámbrico Medio está escasamente representado por un nivel de areniscas, que han sido transformadas en corneanas por medio de un metamorfismo térmico o de contacto, producido por el emplazamiento de un plutón granítico.

El Cámbrico Superior está formado por una serie pizarrosa con esquistos y, en menor proporción, grauvas.

Durante el Ordovícico continúa la sedimentación detrítica y se forman pizarras con esporádicas y delgadas intercalaciones de cuarcitas y areniscas.

En el Silúrico decrece el contenido arenoso en los sedimentos y se forman pizarras arcillosas y oscuras, con intercalaciones de lentejones calcáreos.

Durante el Devónico retorna la sedimentación detrítica, estando representado este sistema cronoestratigráfico por grauvas y pizarras.

El Carbonífero, escasamente representado en el Tramo, está formado por una sucesión de subgrauvas, limolitas y pizarras. Estos materiales forman el último episodio litológico correspondiente al Paleozoico. Este queda interrumpido por la segunda fase de mayor deformación de la Orogenia Hercínica.

Las rocas ígneas, ampliamente representadas en todo el ámbito del Tramo de Estudio, están constituidas por términos básicos (basaltos y espilitas) y ácidos (granitos y cuarzdioritas), siendo estos últimos los más abundantes.

Discordantemente, y tras un gran vacío sedimentario, se depositan los materiales terciarios, de edad miocena, que recubren localmente las litologías paleozoicas anteriormente señaladas.

El Mioceno está formado por argilitas y limolitas, rojizas y con cantos de cuarzo, y por encostramientos calcáreos de aspecto pulverulento.

El Plioceno, de reducida extensión dentro del Tramo de Estudio, está formado por afloramientos muy localizados de travertinos.

El Pliocuatrnario, presente únicamente en el borde septentrional del Tramo, está constituido por depósitos de raña, situados en la culminación de los relieves tabulares de las áreas más llanas.

Los depósitos cuaternarios están representados por las formaciones superficiales aluviales, eluviales y coluviales. Las primeras son generalmente arenosas; las segundas, arcillosas; y las terceras están formadas por depósitos caóticos de cantos con matriz areno-arcillosa, procedentes de los relieves a cuyo pie se forman.

La Figura 2.4 muestra, esquemáticamente, la columna estratigráfica general del Tramo.

COLUMNA ESTRATIGRAFICA	DESCRIPCION	EDAD	Referencia
	ARENAS CON CANTOS DISPERSOS	CUATERNARIO	A
	CANTOS ANGULOSOS Y MATRIZ ARENO-ARCILLOSA	CUATERNARIO	C
	ARCILLAS Y LIMOS	CUATERNARIO	V
	GRAVAS CUARCITICAS CON MATRIZ LIMOSA	PLIO- CUATERNARIO	350
	TRAVERTINOS	PLIOCENO	322
	ARGILITAS Y LIMOLITAS CON CANTOS	MIOCENO	321
	PIZARRAS, LIMOLITAS Y SUBGRAUVACAS	CARBONIFERO INFERIOR	151
	PIZARRAS	DEVONICO INDIFERENCIADO	140 a
	GRAUVACAS Y PIZARRAS	DEVONICO INDIFERENCIADO	140b
	PIZARRAS	SILURICO INDIFERENCIADO	130
	PIZARRAS Y CUARCITAS	ORDOVICICO INDIFERENC.	120
	PIZARRAS	CAMBRICO SUPERIOR	113
	CORNEANAS	CAMBRICO MEDIO	112
	CALIZAS Y MARMOLES	CAMBRICO INFERIOR	111a
	PIZARRAS CON NIVELES CARBONATAOS	CAMBRICO INFERIOR	111 b
	ARCOSAS Y CONGLOMERADOS	CAMBRICO INFERIOR	111c
	RIOLITAS ANTIGUAS	CAMBRICO INFERIOR	111d
	PIZARRAS	CAMBRICO INFERIOR	111 e
	PIZARRAS, ARENISCAS Y TOBAS	CAMBRICO INFERIOR	111f
	PIZARRAS, FILITAS Y CUARCITAS	CAMBRICO INDIFERENCIADO	110
	PIZARRAS, GRAUVACAS Y ARCOSAS	CAMBRICO-PRECAMBRICO	010 + 111
	GRAUVACAS, PIZARRAS, ESQUISTOS Y METATOBAS	PRECAMBRICO	010 a
	ANFIBOLITAS Y ESQUISTOS	PRECAMBRICO	010b
	CUARCITAS	PRECAMBRICO	010c
	TOBAS, METACINERITAS Y PIZARRAS	PRECAMBRICO	010d
	PIZARRAS Y ARENITAS	PRECAMBRICO	010 f
	GRANITOS Y CUARZODIORITAS	DEVONICO-CARBONIFERO	001a
	BASALTOS Y ESPILITAS	DEVONICO-CARBONIFERO	001b

Fig. 2.4.— Columna estratigráfica general del Tramo.

## 2.5. TECTONICA

El Tramo Monesterio-Santa Olalla se halla situado, geológicamente, en la Zona de Ossa-Morena, según la clasificación realizada por Lotze (1945), y más concretamente en el sector central del Dominio de Córdoba-Elvas, ocupando parcialmente el sinclinorio de Jerez de los Caballeros y el anticlinorio de Olivenza-Monesterio.

Aunque existen evidencias de movimientos prehercínicos, las principales deformaciones que han afectado a los materiales de la Zona de Estudio corresponden principalmente a la Orogenia Hercínica. Dichas deformaciones son retocadas posteriormente por una fracturación tardihercínica.

### ESTRUCTURAS PREHERCINICAS

Las fases de deformación prehercínicas se ponen de manifiesto por la existencia de varias discordancias entre distintos conjuntos sedimentarios del Proterozoico.

Las discordancias más antiguas se encuentran entre las series volcánicas y volcanoclásticas de la secuencia volcanodetrítica del Proterozoico.

La siguiente discordancia se pone de manifiesto por un nivel conglomerático de pudingas, situado entre la secuencia volcanodetrítica proterozoica y los materiales carbonatados del Cámbrico Inferior.

La acción posterior de las deformaciones hercínicas borra, o al menos enmascara, la evidencia de que estos movimientos prehercínicos generaran otro tipo de estructuras, tales como esquistosidad y plegamiento.

### ESTRUCTURAS HERCINICAS

La Orogenia Hercínica, responsable principal de las deformaciones que manifiestan los materiales presentes en el Tramo, se desarrolla en cuatro fases con características bien diferenciadas:

La 1ª Fase de deformación desarrolla zonas de cizalla sinorogénicas asociadas a grandes pliegues de orientación general N-S y vergentes al Oeste. Además tiene lugar un metamorfismo regional de media y baja presión, que produce una esquistosidad de flujo penetrativa.

Asimismo, se producen intrusiones ígneas básicas y ácidas, originadas por un magmatismo toleítico, así como el emplazamiento de cuerpos graníticos calcoalcalinos gneisificados.

La edad de esta fase se ha datado como «givetense» (Devónico Medio), por correlación con otras áreas deformadas en el territorio portugués.

Inmediatamente a esta deformación se genera una tectónica tangencial que individualiza unidades cabalgantes hacia el NE, en el borde septentrional de la zona, y hacia el SO, en el centro y Suroeste de la misma.

La 2ª Fase de deformación, de menor desarrollo que la anterior, genera pliegues de dirección N 10°-40° E, de tipo transversal y con planos axiales verticales o vergentes al Oeste.



La 3ª Fase de deformación es de gran desarrollo, similarmente a la primera, y consiste en un plegamiento sinésquitoso que deforma las estructuras anteriores.

La esquistosidad es poco penetrativa y el metamorfismo regional es de bajo grado y de presiones bajas.

Las estructuras formadas tienen una orientación general N 110°-130° E y vergencia SO, salvo en el borde nororiental del Tramo, donde se disponen subverticales o vergentes al NE.

De manera similar a la primera fase de deformación, se producen intrusiones de materiales ígneos básicos y ácidos, acompañadas por un gran número de extrusiones de rocas volcánicas y sus derivados sedimentarios.

La edad de esta fase se sitúa entre el Devónico Superior y el Namuriense (Carbonífero Medio).

La 4ª Fase de deformación, la de menor desarrollo, genera pequeñas ondulaciones y kink-bands tardíos que se suman a las megaestructuras formadas en las fases de mayor importancia.

### ESTRUCTURAS TARDIHERCINICAS

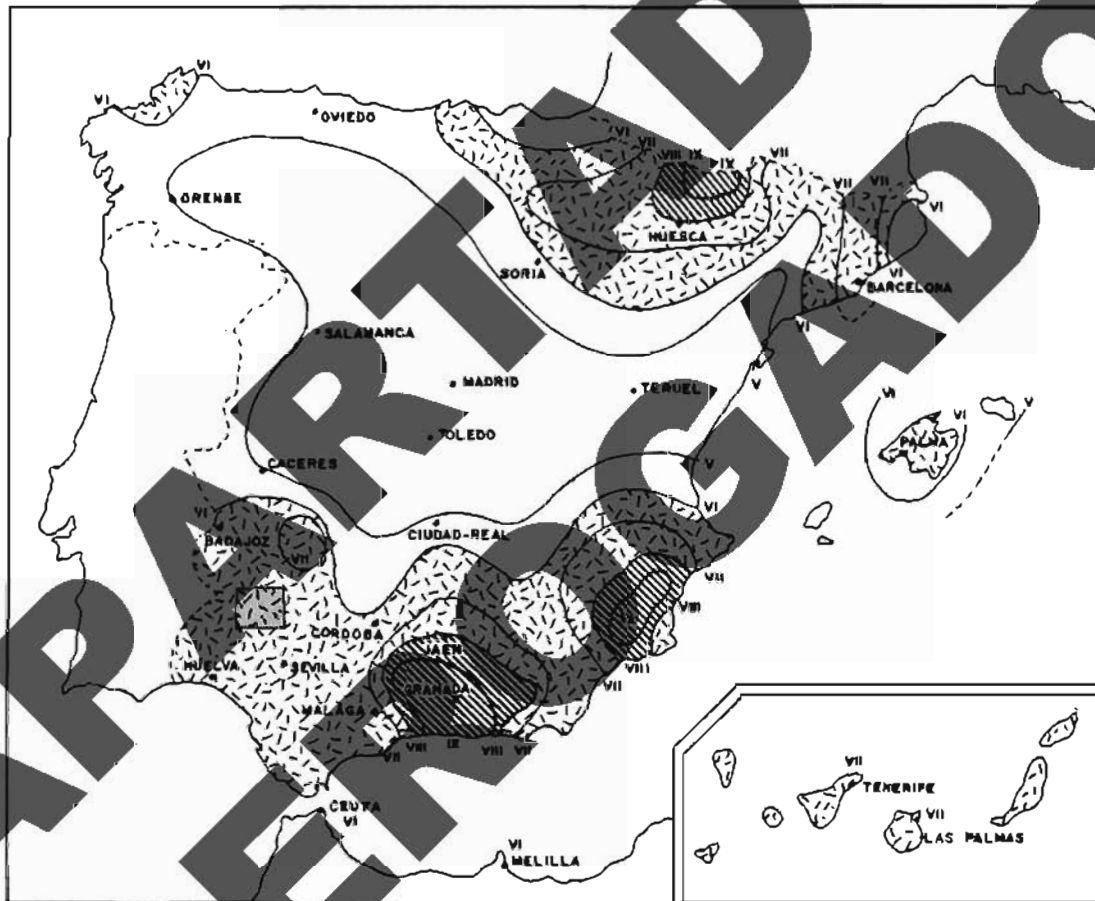
La configuración actual de la Zona de Ossa-Morena es el resultado de la tectónica de desgarre tardihercínica que debió de tener lugar entre el Estefaniense y el Autuniense (Carbonífero Superior-Pérmico Inferior, respectivamente).

Se producen preferentemente desgarres sinistros en zonas planares de cizalla dúctil y frágil, postorogénicas, a favor de las cuales se originan milonitas superficiales. Estos desgarres vuelven a metamorfizar las rocas anteriores procedentes del metamorfismo regional y del metamorfismo dinámico profundo de la primera fase (Chacón, 1974).

## 2.6. SISMICIDAD

Según la Norma Sismorresistente P.D.S.-1 de 1974, el Tramo Monesterio-Santa Olalla se encuentra situado en la Zona Segunda, de sismicidad media, como puede apreciarse en la Figura 2.5.

De acuerdo con la citada Norma, y según su epígrafe 5.6, no deben realizarse estructuras de Tipo A y sólo se considerarán las acciones sísmicas en estructuras del Tipo B. No es preceptiva la consideración de la acción sísmica en estructuras del Tipo C. Estos tipos de estructuras mencionados se encuentran relacionados en el epígrafe 5.4 de la Norma Sismorresistente.



NORMA SISMORRESISTENTE PDS-1 (1974)

ZONA INTENSIDAD:  $\bar{a}$  (Esc. MSK)

PRIMERA  $< VI$  (BAJA)

SEGUNDA  $VI \leq \bar{a} < VIII$  (MEDIA)

TERCERA  $\geq VIII$  (ALTA)

TRAMO DE ESTUDIO

Fig. 2.5.— Mapa Sismorresistente de la Península Ibérica.

### 3. ESTUDIO DE ZONAS

#### 3.0. DIVISION DEL TRAMO EN ZONAS DE ESTUDIO

Para que resulte más fácil la exposición y comprensión del Tramo Monesterio-Santa Olalla, 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 Llano

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

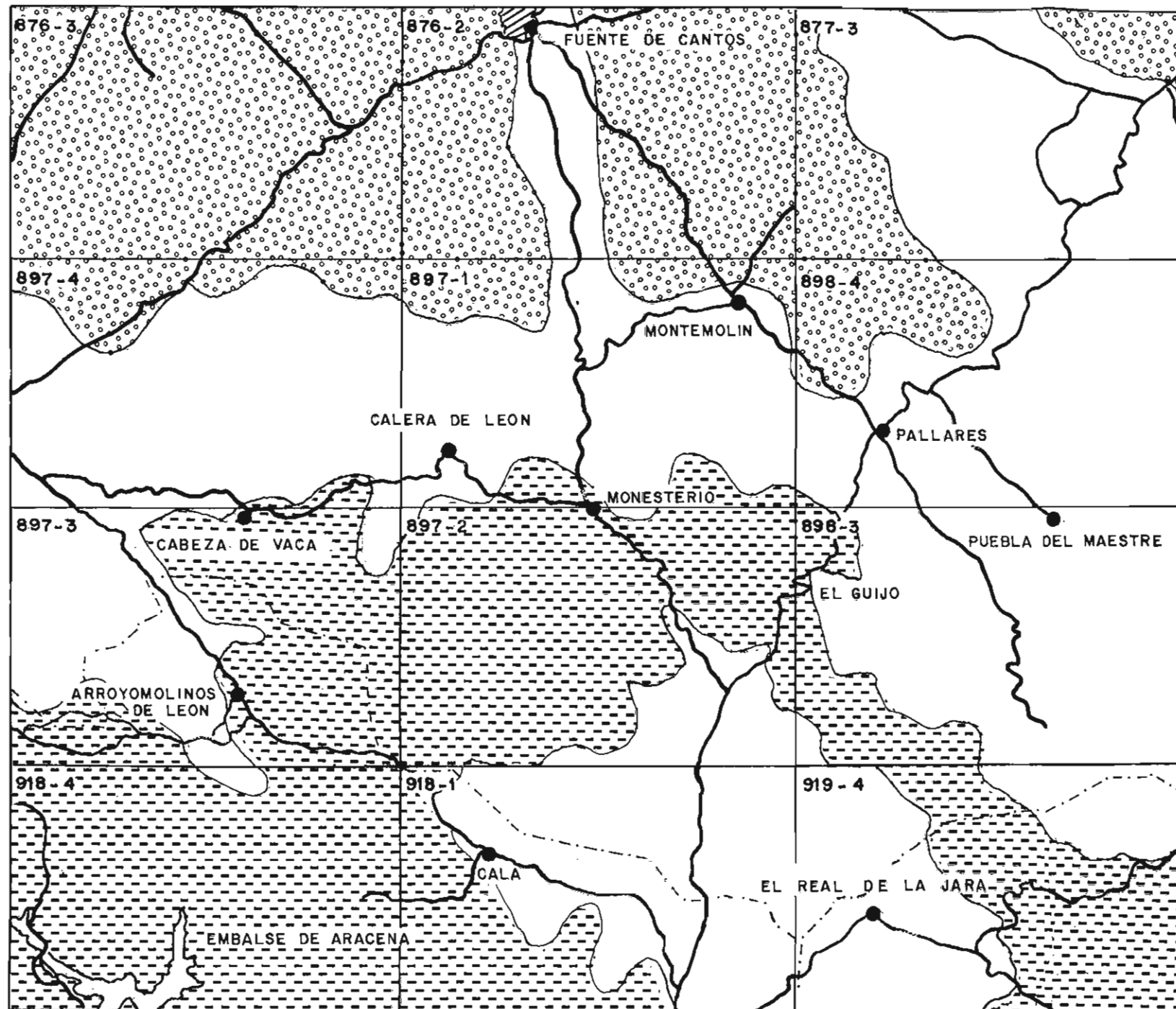
#### 3.1. ZONA 1: RELIEVE MONTAÑOSO

La Zona 1 se desarrolla por la mitad meridional del Tramo, deja dentro un sector de relieve menos acentuado, y ocupa territorios de las provincias de Huelva, Badajoz y Sevilla, en unas proporciones del 50%, 40% y 10%, respectivamente.

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

Nº	Hoja	Cuadrantes
897	Monesterio	1, 2, 3 y 4
898	Puebla del Maestre	3 y 4
918	Santa Olalla de Cala	1 y 4
919	Almadén de la Plata	4

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



**LEYENDA**

----- LIMITE PROVINCIAL

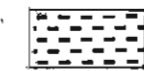
———— CARRETERA

● POBLACION

ESCALA ORIGINAL : 1/200.000

ESCALA GRAFICA

0 5 km

 ZONA 1

 ZONA 2

 ZONA 3

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

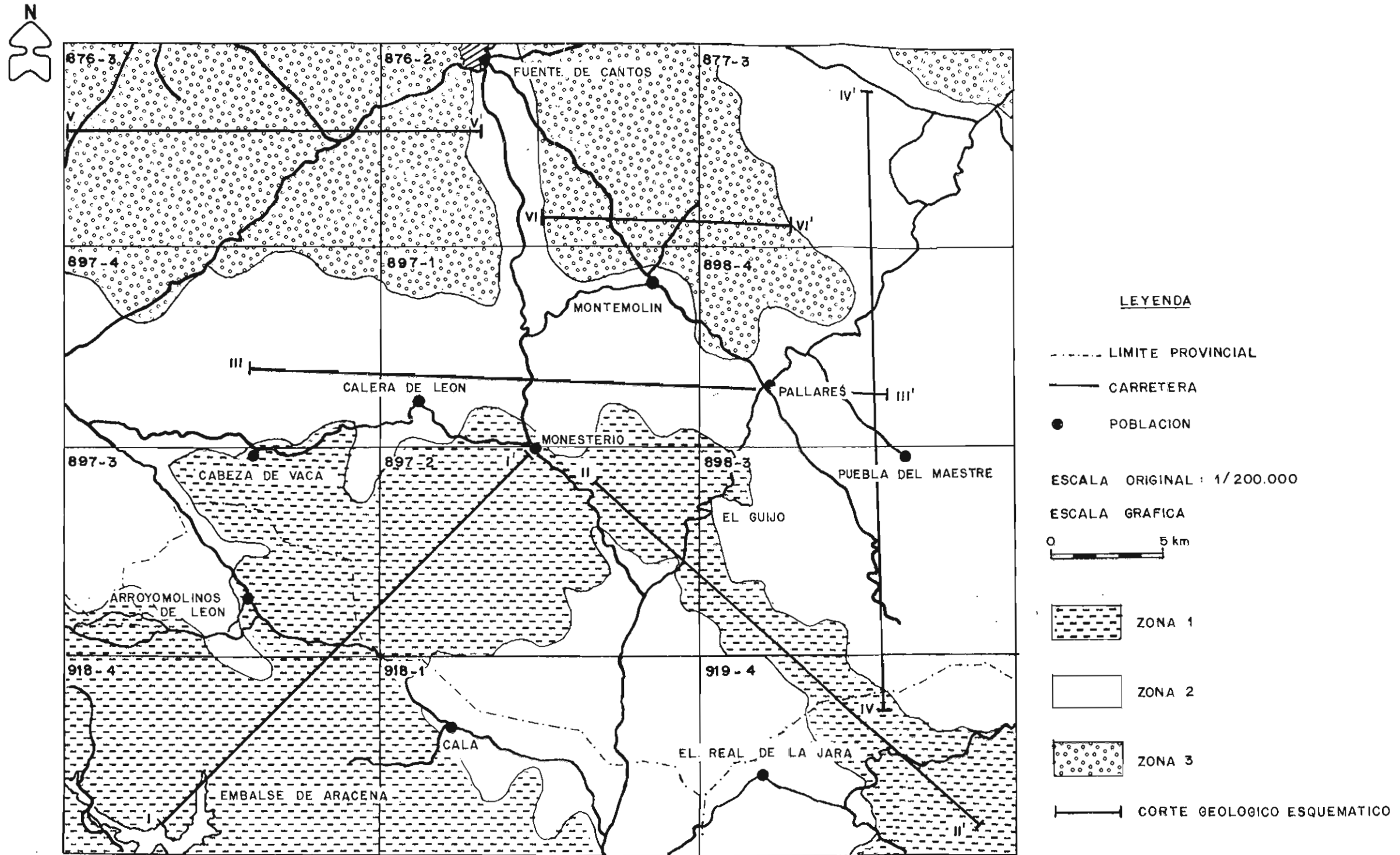


FIGURA 3.2.- SITUACION DE LOS CORTES GEOLOGICOS ESQUEMATICOS QUE APARECEN EN ESTE CAPITULO.

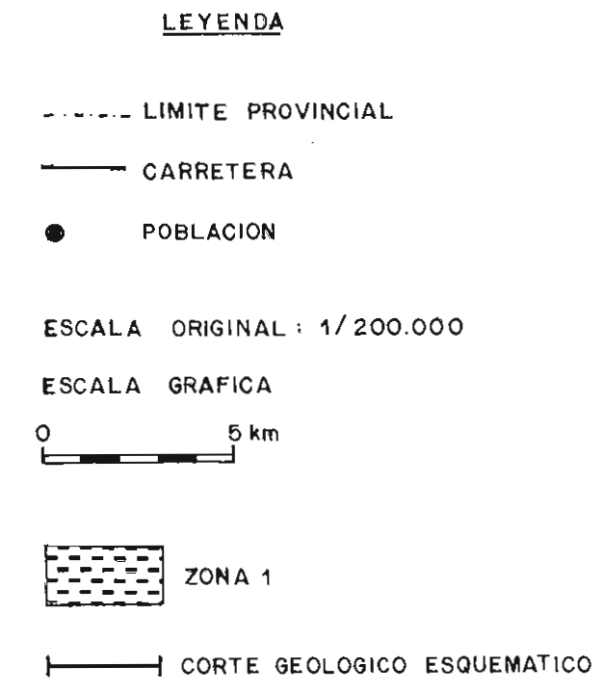
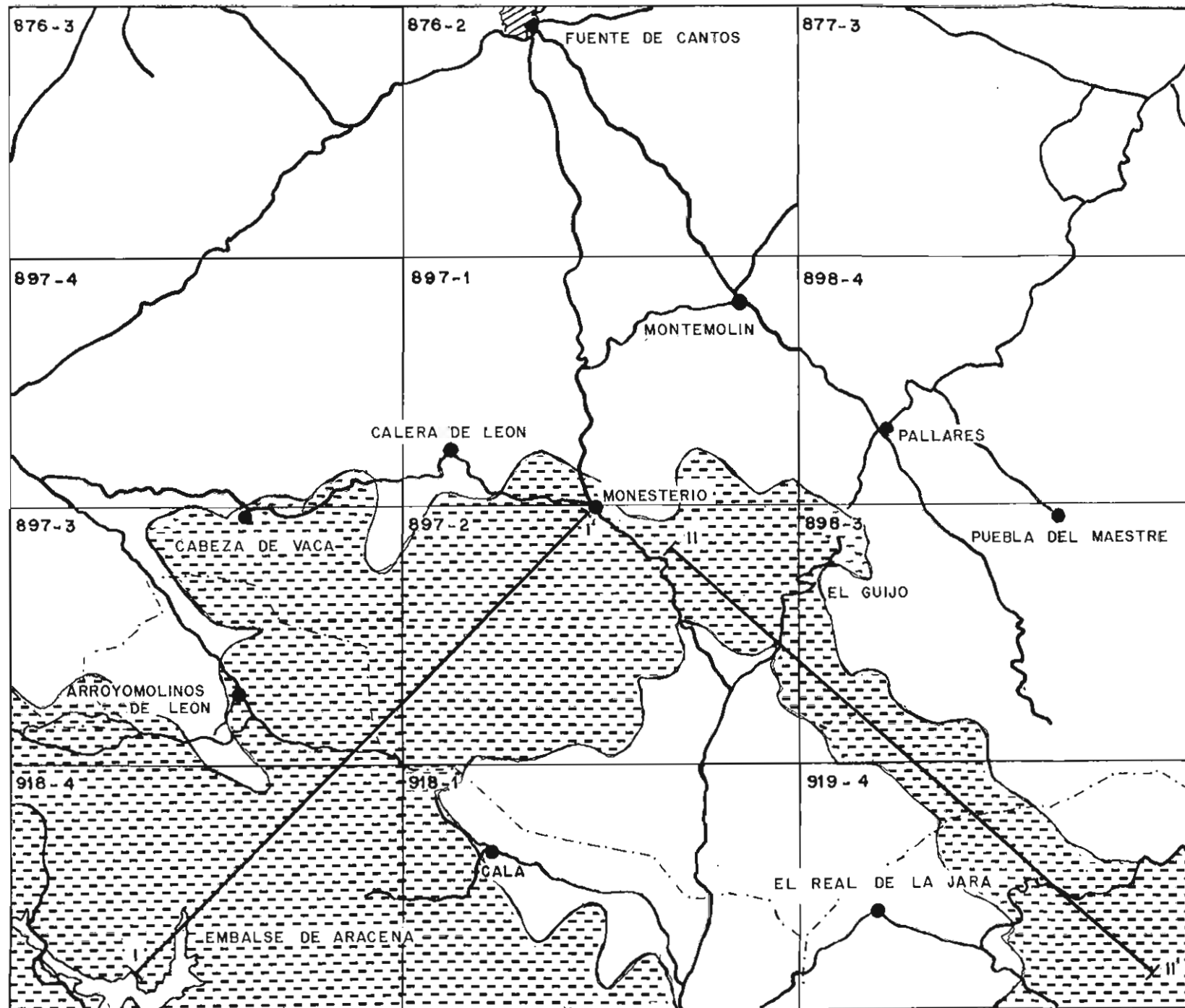


FIGURA 3.3.- ESQUEMA DE SITUACION DE LA ZONA 1 Y DE DOS CORTES GEOLOGICOS ESQUEMATICOS REALIZADOS EN LA MISMA.

### 3.1.1. Geomorfología

La configuración del relieve de esta Zona es el resultado de la interacción de los procesos tectónicos desarrollados durante la Orogenia Hercínica, que han afectado diferencialmente a rocas de distinta naturaleza litológica, y de la remodelación producida por los agentes erosivos actuantes durante los sucesivos cambios climáticos.

A escala regional, el aspecto morfológico de la Zona 1 está marcado por una sucesión de sierras orientadas según una dirección NO-SE, que coincide con las directrices de las estructuras formadas por la Orogenia Hercínica, y que constituyen la divisoria natural entre la Cuenca del Guadiana y la del Guadalquivir.

Estas sierras, desarrolladas especialmente en materiales carbonatados, están formadas por estrechas «cuerdas», de trazas lineales y de gran longitud, cuyas cimas angulosas forman interfluvios agudos.

Otras veces, el relieve está formado por asociaciones de montes que, aunque tienen una morfología menos aguda, ofrecen fuertes contrastes topográficos con las zonas adyacentes, pudiendo darse diferencias de cotas de hasta 500 m, como es el caso de los picos Tentudia (1.104 m), Aguafría (1.079 m) y Butrera (1.020 m), entre otros, que forman parte de las sierras del mismo nombre.

Dentro de este ámbito montañoso, y a menor escala, aparece un buen número de rasgos morfológicos acompañantes, condicionados por la estructura y por la heterogeneidad de las rocas metamórficas presentes en esta Zona 1.

El relieve, a esta escala local, está formado por asociaciones de crestas que, aunque no muestran orientaciones preferentes y aparecen dispuestas caóticamente, responden normalmente a la presencia de intercalaciones de rocas más resistentes a la erosión (grauvacas y cuarcitas) dentro de las formaciones pizarrosas. Estas crestas aparecen adosadas a los relieves principales formando las hombreras de los mismos.

En otras ocasiones, y cuando las litologías muestran isotropía ante la erosión, se producen montes aislados, de cimas redondeadas.

Asimismo, la red de drenaje que discurre por este relieve accidentado manifiesta, con su trazado, el fuerte control estructural y litológico a que está sometida. Por una parte, en las áreas de naturaleza metamórfica, fuertemente plegadas y fracturadas, la red de drenaje desarrolla un trazado tortuoso, buscando las zonas de menor resistencia, originadas por la presencia de fallas o de rocas blandas. El conjunto de todos los cursos fluviales, permanentes o no, produce un tipo de red pinzada, característica de este tipo de materiales. Por otra parte, en las zonas de contacto entre formaciones de distinta competencia o con fracturas ortogonales, se producen cursos fluviales rectos, con cambios de dirección de hasta 90°, que desarrollan una red de tipo angular. Estos dos tipos básicos de red de drenaje se combinan entre sí, manifestándose uno u otro según sean las condiciones geológicas (tectónicas y litológicas) del área.

La Figura 3.4 muestra un aspecto panorámico de la Zona 1.

Aunque esta Zona presenta un relieve accidentado, tiene un grado de madurez alto, desde el punto de vista morfológico, ya que se trata de una cordillera antigua, formada durante la Orogenia Hercínica, que no ha sufrido rejuvenecimientos de relieve posteriores. Por este motivo los agentes de la erosión han actuado en ella sin interrupción, suavizándola en forma relativa.

La evolución de estos relieves viene influenciada por los tres factores principales de meteorización: erosión fluvial, alteración química y disgregación física, que actúan en conjunto sobre las rocas y los detritos procedentes de las mismas.

La meteorización química, desarrollada «in situ» sobre las formaciones litológicas, va creando, en superficie, horizontes de materiales sueltos, al mismo tiempo que hace disminuir, en profundidad, la resistencia de la roca original. Estas acumulaciones eluviales hacen desaparecer los afloramientos de roca que originalmente sobresalían del terreno y dan a las vertientes un aspecto más homogéneo y una pendiente más suave.

La disgregación física, desarrollada sobre rocas duras fracturadas y favorecida por la acción de las heladas, produce acumulaciones caóticas de materiales sueltos en el pie y en las laderas de los relieves de mayor entidad. Estos depósitos contribuyen a suavizar progresivamente las fuertes pendientes originales.

Por último, y no por ello menos importante, la erosión fluvial, mediante una red de drenaje muy tupida, removiliza los materiales sueltos procedentes de la meteorización química y de la disgregación física, descritos anteriormente, iniciando de nuevo el ciclo. Los ríos que forman esta red, que tienen una gran energía en las zonas de mayor relieve y por lo tanto mayor poder erosivo, transportan estos detritos hasta áreas de menor gradiente topográfico, en donde los depositan al perder su capacidad de carga, y transforman antiguos valles angostos en vegas llanas, las cuales han sido aprovechadas históricamente para el cultivo.



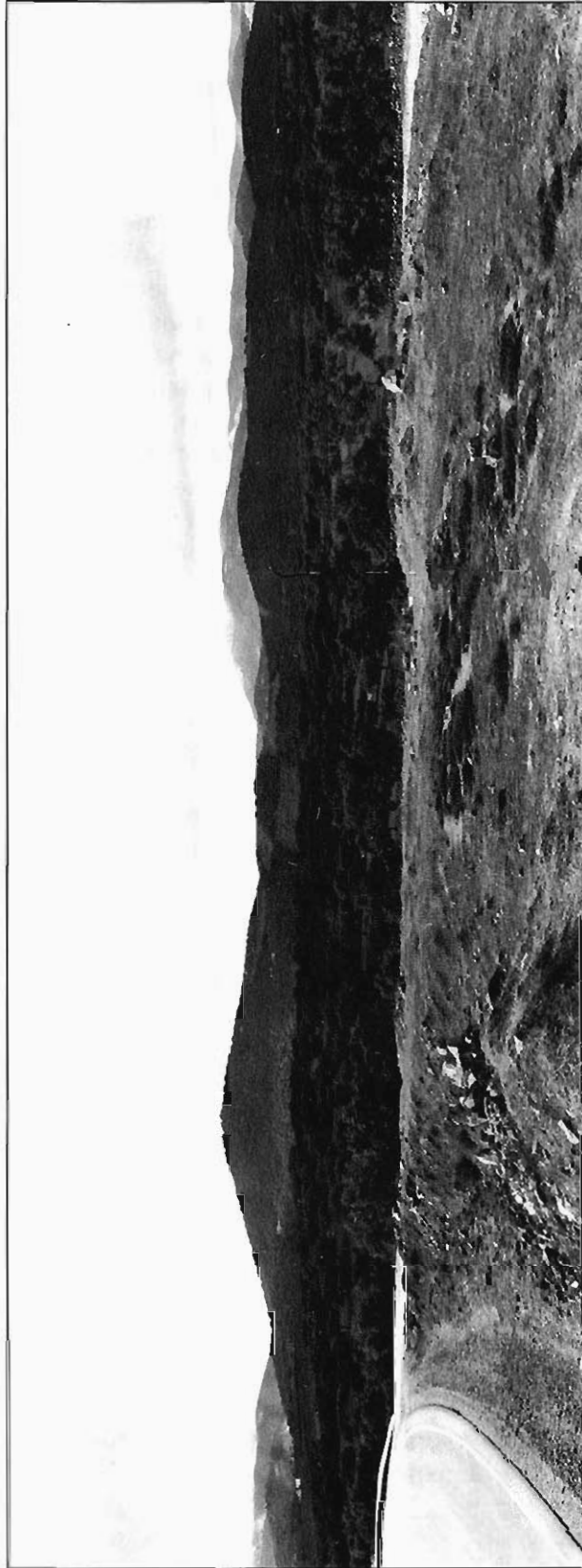


Fig. 3.4.- Visión panorámica de la Zona 1, en la que puede observarse la morfología característica de la misma.

### 3.1.2. Tectónica

La Tectónica de la Zona 1 es el resultado de la superposición de varias fases de deformación ocurridas durante la Orogenia Hercínica, aunque existen evidencias, muy borrosas, de inestabilidades corticales anteriores a esta gran deformación.

Las huellas de la orogenia más antigua, que corresponden a los movimientos prehercínicos, están definidas por criterios exclusivamente estratigráficos, ya que las estructuras que hubieran podido generarse, fueron borradas o enmascaradas, más tarde, por las sucesivas fases de deformación hercínicas.

Estos criterios estratigráficos corresponden a las distintas discordancias que aparecen definidas entre distintas series sedimentarias del Precámbrico.

La Orogenia Hercínica se desarrolla según cuatro fases sucesivas de plegamiento y según otra, tardihercínica, de fracturación.

La primera fase genera unos pliegues de gran radio, orientados según una dirección general N-S, y cuyos planos axiales presentan una vergencia dirigida al Oeste. Acompañando a estas estructuras se origina un metamorfismo regional que produce una esquistosidad de flujo totalmente penetrativa en las rocas. Durante esta fase se emplaza un gran número de rocas plutónicas, tanto ácidas como básicas, las cuales sufren, en ocasiones, las deformaciones producidas por el metamorfismo regional, gneisificándose.

La segunda fase genera un plegamiento de menor longitud de onda que la anterior. Estas estructuras tienen unas orientaciones comprendidas entre N 10° E y N 40° E y sus planos axiales son verticales o vergentes al Oeste y Noroeste.

La tercera fase, de gran desarrollo, genera un plegamiento de gran magnitud, cuyas estructuras tienen unas orientaciones comprendidas entre la N 110° E y la N 130° E y son transversales a los pliegues de la primera fase. Los planos axiales son vergentes hacia el Suroeste, excepto en el Norte, en donde lo son al Noreste. También en esta fase se desarrolla un metamorfismo regional, de bajo grado, que origina una esquistosidad poco penetrativa. Lo mismo que en la primera fase de deformación descrita, se producen intrusiones de rocas ígneas, ácidas y básicas. Además durante esta etapa se manifiestan erupciones de rocas volcánicas.

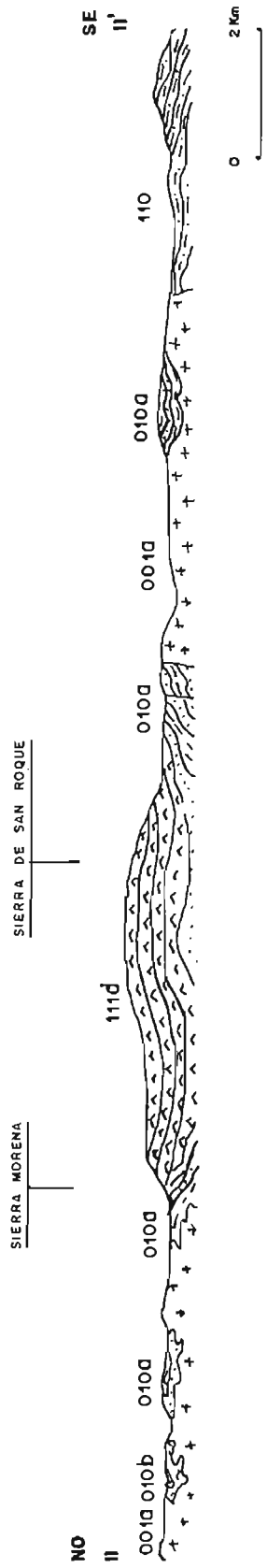
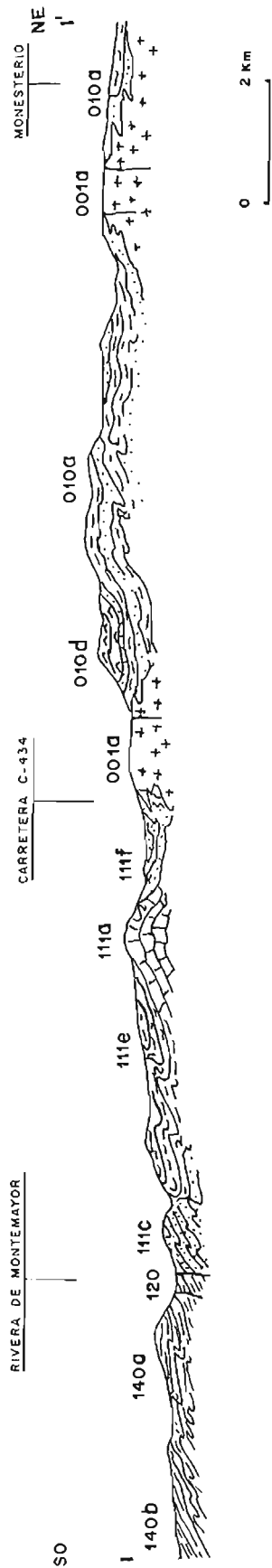
La cuarta fase, con deformaciones menores, al igual que la segunda, genera únicamente pequeñas ondulaciones y kink-bands tardíos que repliegan los flancos de las megaestructuras formadas durante las fases más importantes.

Por último, la fase tardihercínica origina desgarres con movimientos sinistralles, los cuales forman zonas milonitizadas en las rocas afectadas por esta fracturación.

En la Figura 3.5 aparecen dos cortes geológicos esquemáticos realizados en esta Zona 1.

### 3.1.3. Columna estratigráfica

Los diferentes grupos litológicos presentes en la Zona 1 se muestran en la columna estratigráfica que se expone en la Figura 3.6.



**LEYENDA**

- 140b : GRAUVACAS Y PIZARRAS
- 140d : PIZARRAS
- 120 : PIZARRAS Y CUARCITAS
- 111d : CALIZAS Y MARMOLES
- 111c : ARCOSAS Y CONGLOMERADOS
- 111d : RIOLITAS ANTIGUAS
- 111e : PIZARRAS
- 111f : PIZARRAS, ARENISCAS Y TOBAS
- 110 : PIZARRAS, FILITAS Y CUARCITAS
- 010d : GRAUVACAS, PIZARRAS, ESQUISTOS Y METATOBAS
- 010b : ANFIBOLITAS Y ESQUISTOS
- 010d : TOBAS, METACINERITAS Y PIZARRAS
- 001d : GRANITOS Y CUARZODIORITAS

FIGURA 3.5.- CORTES GEOLOGICOS ESQUEMATICOS DE LA ZONA 1










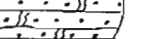

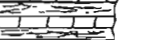


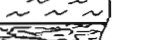




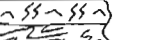
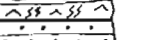
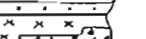
COLUMNA ESTRATIGRAFICA	DESCRIPCION	EDAD	GRUPO LITOLOGICO	GRUPO GEOTECNICO
	GRAVAS, ARENAS Y LIMOS. ALUVIAL	CUATERNARIO	A1	G1
	CANTOS, ARENAS Y LIMOS. COLUVIAL.	CUATERNARIO	C1	G1
	TRAVERTINOS	PLIOCENO	322	G2
	PIZARRAS.	DEVONICO INDIFERENCIADO	140a	G4
	GRAUVACAS Y PIZARRAS.	DEVONICO INDIFERENCIADO	140b	G4
	PIZARRAS.	SILURICO INDIFERENCIADO	130	G4
	PIZARRAS Y CUARCITAS.	ORDOVICICO INDIFERENCIADO	120	G4
	PIZARRAS.	CAMBRICO SUPERIOR	113	G4
	CORNEANAS.	CAMBRICO MEDIO	112	G4
	CALIZAS Y MARMOLES.	CAMBRICO INFERIOR	111a	G2
	PIZARRAS CON NIVELES CARBONATADOS	CAMBRICO INFERIOR	111b	G2
	ARCOSAS Y CONGLOMERADOS.	CAMBRICO INFERIOR	111c	G4
	RIOLITAS ANTIGUAS.	CAMBRICO INFERIOR	111d	G4
	PIZARRAS.	CAMBRICO INFERIOR	111e	G4
	PIZARRAS, ARENISCAS Y TOBAS.	CAMBRICO INFERIOR	111f	G4
	PIZARRAS, FILITAS Y CUARCITAS.	PALEOZOICO INDIFERENCIADO	110	G4
	GRAUVACAS, PIZARRAS, ESQUISTOS Y METATOBAS	PRECAMBRICO	010a	G4
	ANFIBOLITAS Y ESQUISTOS.	PRECAMBRICO	010b	G5
	CUARCITAS.	PRECAMBRICO	010c	G3
	TOBAS, METACINERITAS Y PIZARRAS	PRECAMBRICO	010d	G4
	GRANITOS Y CUARZODIORITAS.	DEVONICO A CARBONIFERO	001a	G3
	BASALTOS Y ESPILITAS.	DEVONICO A CARBONIFERO	001b	G3

Fig. 3.6.— Columna estratigráfica de la Zona I.

#### 3.1.4. Grupos litológicos

Las formaciones geológicas que se han individualizado en esta Zona 1 son las siguientes:

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

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

##### COLUVIAL. CANTOS CON MATRIZ ARENO-LIMOSA. (C1)

**Litología.**— Depósitos coluviales constituidos por cantos angulosos, poligénicos y heteromorfos, empastados en una abundante matriz de naturaleza arenolimososa. En las zonas con afloramientos de rocas carbonatadas, la matriz es limoarcillosa.

La Figura 3.7 muestra un aspecto de detalle de este grupo litológico.

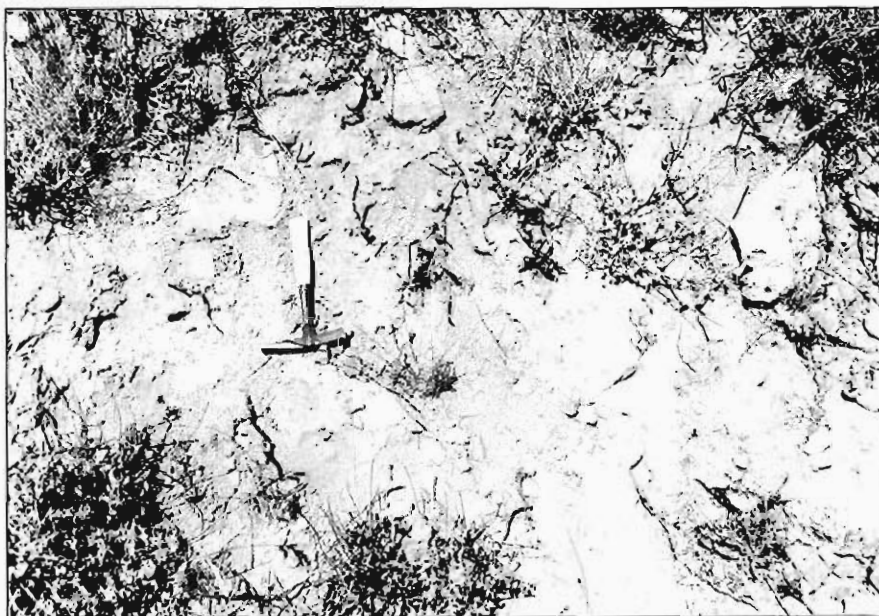


Fig. 3.7.- Detalle del grupo C1. Carretera comarcal 413, P.K. 211. (898\_4).

**Estructura.**— Se trata de depósitos caóticos depositados por gravedad al pie de los principales relieves, por lo que carecen de ordenamiento interno y tienen una disposición de adaptación a las irregularidades del terreno.

**Geotecnia.**— Los problemas geotécnicos que presenta esta formación son debidos a la escasa o nula compactación de los materiales que la forman. Por tratarse de un suelo desagregado y por ocupar zonas de ladera, puede dar lugar a

asientos y deslizamientos en los terraplenes que se apoyen en el mismo. También presenta una baja capacidad portante para la cimentación de estructuras. Debido a su gran erosionabilidad se pueden producir aterramientos de cunetas y la colmatación de otros elementos del drenaje de la carretera.

La permeabilidad es alta, lo que facilita el drenaje profundo. El drenaje superficial está favorecido por las pendientes topográficas de las áreas en donde aparece este grupo.

Estos materiales son fácilmente excavables con medios mecánicos y pueden ser utilizados para préstamos.

Las pendientes naturales se mantienen estables con inclinaciones de 25° a 30°. Por otra parte, han sido observados taludes bajos que, con inclinaciones de 65° a 75°, presentaban caídas de cantos y de matriz. Es recomendable diseñar taludes que se acerquen al ángulo de rozamiento interno de estos materiales.

### TRAVERTINOS, (322)

**Litología.**— Este grupo tiene una escasa representación en el ámbito del Tramo estudiado, ya que únicamente aparece en dos pequeños afloramientos situados en la riera de Santa Cruz, (Hoja 918-Cuadrante 3). Está constituido por calizas travertínicas microcristalinas, de color marrón claro, las cuales presentan un bandeo de distinta tonalidad que corresponde a diferentes fases en la precipitación de los carbonatos. Es frecuente encontrar, en el interior de la roca, oquedades rellenas por limos y arcillas.

La Figura 3.8 corresponde a uno de los afloramientos de este grupo.



Fig. 3.8.- Disposición de los travertinos del grupo 322 en la riera de Santa Cruz. (897-3).

**Estructura.**— La aparición de esta formación está asociada a la presencia de fuentes y manantiales, de origen kárstico, que drenan las áreas carbonatadas. Los travertinos tienen una disposición horizontal o subhorizontal y están mal estratificados en capas de 0,5 m de espesor. La potencia total estimada es de 3 a 5 m.

**Geotecnia.**— Debido al carácter oqueroso con que aparece este grupo, se pueden producir asientos al apoyar sobre él grandes estructuras. Sin embargo, puede soportar perfectamente las cargas correspondientes a pequeñas obras de fábrica. Otro problema adicional lo plantea su baja ripabilidad, en el caso de tener que realizar el desmonte de estos materiales; si bien, su escasa extensión atenúa, en parte, esta dificultad.

La permeabilidad de esta roca es alta, ya que se encuentra afectada por una gran disolución. Esta disolución produce canales, los cuales son vías favorables para el paso de las aguas que circulan en condiciones de drenaje libre. Por el contrario, el drenaje superficial se desarrolla con cierta dificultad, debido al escaso gradiente topográfico que producen los afloramientos de travertinos. En las dos zonas en donde aparece esta formación no se han observado taludes artificiales, si bien se estima que éstos pueden ser estables con diseños 1:4 (H:V), para alturas bajas.

#### PIZARRAS, (140a)

**Litología.**— Este grupo litológico está compuesto por pizarras grises y verdes, entre las que se intercalan, muy irregularmente, finos niveles de grauvacas y cuarcitas, también de color gris.

La formación está muy recubierta por un producto de alteración areno-arcilloso, por lo que no presenta afloramientos continuos, sino que aparecen pequeños resaltes rocosos en el terreno. Estos, normalmente, corresponden a los niveles de grauvacas y de cuarcitas, que son menos susceptibles a alterarse que las pizarras (Figura 3.9).

**Estructura.**— Esta formación se encuentra formando parte del flanco sur del anticlinorio Olivenza-Monesterio, por lo que su estructura general tiene una dirección NO-SE y unos buzamientos variables, que están dirigidos al SO. A escala de afloramiento, las únicas estructuras observables son la esquistosidad, desarrollada sólo en los miembros pizarrosos, y el diaclasado. La combinación de ambos tipos de discontinuidad produce la disgregación del macizo rocoso en cantos lajosos y en bloques de formas cúbicas y tabulares.

**Geotecnia.**— Esta formación aparece en una zona de fuerte contraste topográfico en relación con los grupos litológicos adyacentes, por lo que ha de ser salvada mediante la ejecución de grandes desmontes. El principal problema geotécnico, en este caso, viene marcado por el estado de fracturación y meteorización, en profundidad, del macizo rocoso, ya que se pueden originar desprendimientos de cuñas y bloques, así como deslizamientos de ladera en las zonas de mayor alteración. Aunque, en términos generales, se considera que la formación no es ripable, puede presentar una zona superficial alterada, fácilmente excavable con medios mecánicos, y otra, por debajo de ésta, que necesite un ripado previo para



Fig. 3.9.- Aspecto de un afloramiento del grupo (140a) en las proximidades de la Sierra de las Corujas. (919-4).

ser desmontada. El espesor de cada una de ellas es indeterminado, por lo que es aconsejable realizar campañas de prospección sísmica de refracción, en cada uno de los desmontes, para establecer la profundidad a partir de la cual será necesario el empleo de explosivos.

Para la cimentación de estructuras y de obras de fábrica es necesario apoyar las mismas en el firme rocoso sano, ya que el recubrimiento eluvial es un suelo de baja capacidad portante y que puede dar lugar a asientos importantes.

La permeabilidad es muy baja, lo que origina que el drenaje profundo sea difícil, desarrollándose éste muy lentamente, a través de las fisuras y discontinuidades de la roca. Por el contrario, el drenaje superficial se ve favorecido por el alto gradiente topográfico que tienen las áreas en donde aparece este grupo.

Se han observado taludes artificiales, de alturas bajas, estables y con inclinaciones de  $50^\circ$ . Para taludes altos y medios, diseñados con mayor inclinación, es recomendable la disposición de bermas intermedias.

#### GRAUVACAS Y PIZARRAS, (140b)

**Litología.**— Se trata de una serie fundamentalmente detrítica constituida por una alternancia de grauvacas negras, cuarcitas grises y pizarras de tonos grisáceos y amarillentos. Esta formación ha sido diferenciada del grupo anterior debido a la mayor abundancia de miembros arcillosos frente a los pizarrosos, los cuales quedan limitados a intercalaciones entre los bancos grauvácicos.

El grupo se encuentra recubierto, normalmente, por un suelo de alteración areno-limoso de poca potencia, quedando los afloramientos de roca relegados a apariciones fortuitas. La Figura 3.10 muestra un aspecto parcial de este grupo.



**Estructura.**— Esta serie detrítica forma parte del flanco sur del anticlinorio Olivenza-Monesterio, y presenta una estructura general de dirección NO-SE, y buzamientos muy variables dirigidos al Suroeste. Las estructuras mejor observadas, a escala de afloramiento, son la esquistosidad, desarrollada sobre todo en las pizarras, así como la fracturación por diaclasado, la cual disgrega la roca areniscosa en bloques cúbicos y la pizarrosa en cantos lajosos.

**Geotecnia.**— Las principales dificultades geotécnicas que presenta este grupo están relacionadas con su escasa ripabilidad y con su fracturación tectónica. La primera hace necesario el empleo de explosivos para su desmonte. La segunda va a producir desprendimientos de cuñas y bloques, allí donde las orientaciones de las discontinuidades y de los taludes favorezcan estos procesos.



Fig. 3.10.- Niveles de grauvacas del grupo (I40b) en las proximidades del Embalse de Aracena. (919-4).

No es de esperar que se produzcan asientos de interés, ya que la capacidad portante de las rocas que forman este grupo litológico es muy alta.

La permeabilidad es muy baja, se desarrolla por fisuración y origina un drenaje profundo difícil. El drenaje superficial es fácil, debido a la topografía.

Han sido observados taludes artificiales, de alturas bajas, que siendo subverticales se mantienen estables. Sin embargo, para el diseño de grandes taludes es

necesario llevar a cabo un estudio estadístico de las discontinuidades que afectan al macizo rocoso. Los taludes naturales son estables y tienen una inclinación de 45°, aproximadamente.

El producto de desmonte de estos materiales puede ser utilizado para préstamos, si bien hay que tener especial cuidado con los miembros pizarrosos.

#### PIZARRAS, (130)

**Litología.**— Este grupo litológico está formado por una sucesión de pizarras verdes y esquistos, con algunas intercalaciones de niveles grauváquicos. La sucesión va pasando, en la vertical, a otra constituida por pizarras arcillosas de color morado y verde, que están cruzadas por abundantes lechos de cuarzo de exudación.

Sobre estos materiales, fundamentalmente pizarrosos, se desarrolla un suelo residual de carácter limo-arcilloso, poco potente en general, que recubre total o parcialmente sus afloramientos.

La Figura 3.11 muestra un aspecto de este grupo litológico.



Fig. 3.11.- Pizarras del grupo 130 en las proximidades de Las Minas de Cala. (918-4).

**Estructura.**— Lo mismo que los grupos anteriores, éste forma parte del flanco sur del anticlinorio Olivenza-Monesterio, por lo que su estructura general presenta una orientación NO-SE. Dada la interferencia de plegamientos, tiene unos buzamientos muy variables, que se dirigen generalmente al Suroeste.

Como es normal para este tipo de formaciones, las estructuras observables, a escala de afloramiento, son la esquistosidad y el diaclasado. Estas discontinuidades disgregan el macizo rocoso en cantos de formas planas y lajosas. Esporádicamente puede ser observada la superficie de estratificación mediante la presencia de alguna intercalación grauváquica.

**Geotecnia.**— El horizonte de alteración que presenta superficialmente este grupo puede dar lugar a deformaciones y, en casos extremos, a deslizamientos en los terraplenes diseñados en zonas de ladera y apoyados sobre el mismo. Lo más recomendable es eliminar esta capa meteorizada y apoyar la base del terraplén en el terreno sano previamente escalonado. Asimismo para la cimentación de estructuras y obras de fábrica habrá que buscar los niveles rocosos más firmes, ya que éstos tienen una capacidad portante alta.

Otro problema adicional lo constituye el proceso de «toppling», que puede desarrollarse en las zonas pizarrosas con esquistosidad subvertical.

Con excepción de la capa superficial meteorizada, es previsible que la excavación de estos materiales necesite el empleo de voladuras.

La permeabilidad es muy baja y origina un drenaje profundo difícil, que discurre a través de las discontinuidades de la roca. El drenaje superficial es fácil, dada la topografía y la escasa infiltración que producen las pizarras.

Los taludes naturales, de gran altura, tienen inclinaciones comprendidas entre 15° y 25° y no manifiestan señales de inestabilidad. Los taludes artificiales observados son de alturas bajas, tienen inclinaciones de 50° y son estables, aunque sus superficies se degradan en cantos lajosos.

## PIZARRAS Y CUARCITAS. (120)

**Litología.**— Se trata de una serie eminentemente pizarrosa, aunque también están presentes, en menor medida, finas intercalaciones de areniscas.

En la base aparecen unas pizarras de color verde oscuro que van pasando, gradualmente, a pizarras arenosas y areniscas micáceas. En éstas últimas son muy frecuentes las intercalaciones de cuarcitas y areniscas silíceas. Culmina la serie con unas pizarras arcillosas, negras y bituminosas.

La Figura 3.12 muestra un aspecto parcial de esta serie pizarrosa.

**Estructura.**— Formando parte del flanco sur del anticlinorio Olivenza-Monesterio, estos materiales presentan una estructura que está orientada según una dirección general NO-SE y tienen unos buzamientos muy variables dirigidos al Suroeste. Lo mismo que en los grupos anteriores, las estructuras observables en los escasos afloramientos son la esquistosidad y la fracturación por diaclasado. La incidencia de estas dos discontinuidades produce la disgregación de la roca en cantos y bloques.



Fig. 3.12.- Aspecto de las pizarras y areniscas del grupo 120, en uno de los taludes realizados en las proximidades del Cortijo Ventas del Ciervo. (918-4).

**Geotecnia.**— La ripabilidad nula de los materiales hará necesario el empleo de explosivos para ejecutar los desmontes.

La capacidad portante de las rocas que componen esta formación es alta, por lo que no es de prever que se produzcan asentamientos para las cargas habituales.

La permeabilidad es muy baja, se origina por la fisuración de las rocas y produce un drenaje en profundidad muy lento.

Los taludes naturales tienen una inclinación de  $9^{\circ}$  a  $12^{\circ}$  y son estables. Los artificiales tienen alturas bajas y se mantienen estables con inclinaciones de  $50^{\circ}$ .

PIZARRAS, (113)

CORNEANAS, (112)

Estos dos grupos litológicos se describen en la Zona 2, al ser más característicos de la misma.

CALIZAS Y MARMOLES. (111a)

**Litología.**— Este grupo está compuesto por calizas blancas y dolomías beige, micríticas y microcristalinas, que presentan texturas granoblásticas. Los carbonatos tienen una cierta orientación según la esquistosidad principal, lo que proporciona a estas rocas un aspecto marmóreo. Dentro de esta formación carbonatada son frecuentes las intercalaciones de niveles detríticos, formados por lutitas y

areniscas, que, sin embargo, tienen una escasa continuidad lateral. Hacia la base de este grupo también son frecuentes las intercalaciones de pizarras.

La Figura 3.13 muestra un detalle de esta formación en uno de los afloramientos del Tramo.



Fig. 3.13.- Calizas del grupo (I11a) en las inmediaciones de la localidad de Llerena. (877-4).

**Estructura.**— La estructura general de los materiales tiene una orientación NO-SE, y tanto en los flancos de las megaestructuras tectónicas regionales, como en las zonas de charnela de las mismas, los buzamientos son muy variables en cuanto a su valor y sentido.

A escala de afloramiento, el grupo aparece estructurado en capas inclinadas, de 0,3 m a 1 m de espesor, las cuales se encuentran fracturadas por un diaclasadado ortogonal a la superficie de estratificación. Este hecho produce la disgregación del macizo rocoso en bloques de formas más o menos cúbicas.

Debido al carácter competente que presentan estas rocas frente a la erosión, las áreas de aparición del grupo están formadas por fuertes resaltes, de gran longitud, que se alinean según las directrices tectónicas regionales (NO-SE).

En la Figura 3.14 puede verse uno de estos relieves.

**Geotecnia.**— El primer condicionante que plantea este grupo es de índole topográfica, ya que forma estrechos relieves de hasta 200 m de desnivel y de longitudes comprendidas entre 3 y 20 Km. Este hecho condiciona en gran medida el trazado de nuevas vías de comunicación, ya que en el caso de tener que atravesar estas sierras sería necesaria la ejecución de grandes desmontes, o túneles, para salvarlas manteniendo unas pendientes adecuadas. En estos casos los problemas geotécnicos están relacionados con los siguientes factores:

— Presencia probable de fenómenos kársticos que pueden originar «golpes de agua», hundimientos y niveles freáticos irregulares en condiciones de drenaje libre.

— Ripabilidad nula, por lo que tendrán que emplearse voladuras para el desmonte del material, aumentando así los peligros de hundimientos.

— Problemas de desprendimientos de cuñas y bloques, motivados por la incidencia de los taludes con la red de fracturación.

En las carreteras abiertas en esta formación se han observado taludes artificiales bajos, que son estables con inclinaciones de 75°.

Por último, hay que señalar que estos materiales constituyen buenos yacimientos canterables.

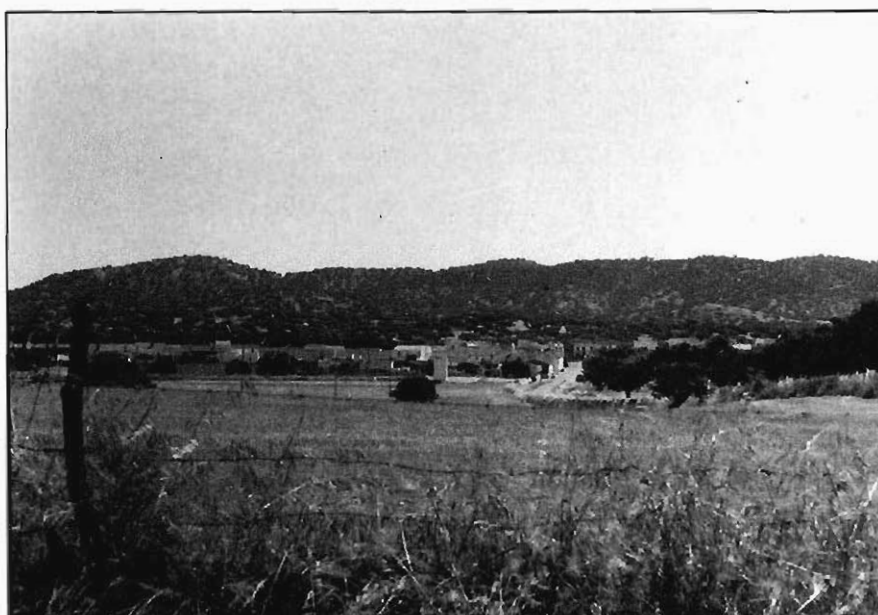


Fig. 3.14.- Panorámica del grupo (111a) en las proximidades de la localidad de Pallarés. (898-4).

#### PIZARRAS CON NIVELES CARBONATADOS, (111b)

#### ARCOSAS Y CONGLOMERADOS. (111c)

Estos dos grupos están descritos en la Zona 3, al ser más representativos de la misma.

#### RIOLITAS ANTIGUAS. (111d)

**Litología.**— Este grupo está formado por una serie compleja, caracterizada por la presencia de rocas riolíticas, en facies porfiroide, asociadas a niveles sedi-

mentarios de naturaleza detrítica. El contacto tanto horizontal como vertical entre unos materiales y otros es un tránsito gradual.

La serie comienza por un tramo potente de rocas riolíticas porfíroides, de aspecto gneísico, con fenocristales de feldespato potásico rosa, cuarzo azulado y plagioclasa. La matriz, foliada, es de grano muy fino y de colores blancos, verdosos o rosados. La sucesión continúa con pizarras arenosas, cuarcitas y grauvacas de color gris azulado, entre las que se siguen intercalando niveles porfíroides de grano más fino.

La Figura 3.15 ofrece un aspecto de este grupo.

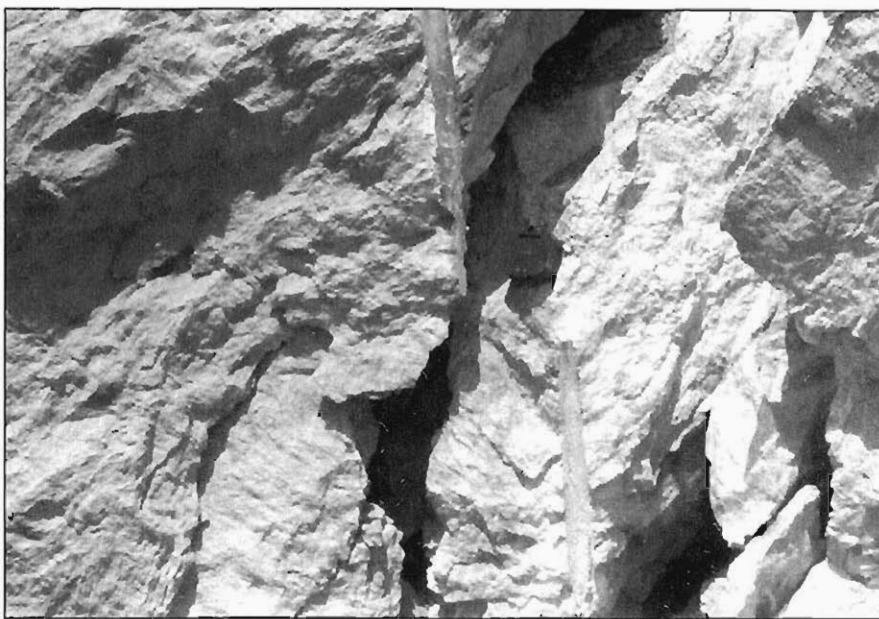


Fig. 3.15.- Detalle de las riolitas del grupo (111d) en las proximidades de la localidad de Santa María de Nava. (898-3).

**Estructura.**— Las áreas en donde aparece esta formación presentan una estructura de pliegues anticlinales y sinclinales, de orientación general NO-SE y buzamientos del orden de 50° a 60°, dirigidos hacia el Noreste y Suroeste. Es frecuente que los planos axiales de estas estructuras se encuentren tumbados, presentando entonces una vergencia generalmente dirigida hacia el Suroeste.

Las estructuras observadas a escala de afloramiento son una foliación microplegada y una fracturación tectónica importante, desarrollada por diaclasado, que disgrega la roca en cantos y bloques.

El área de influencia de estos materiales es una alineación montañosa escarpada, que forma las Sierras de San Roque y Morena. Es una barrera topográfica importante que constituye la divisoria natural, en este sector del Tramo, entre la Cuenca del Guadiana y la del Guadalquivir.

**Geotecnia.**— El obstáculo primario que presenta este grupo para el trazado de nuevas carreteras es su fuerte relieve. Este tendrá que ser salvado mediante la ejecución de grandes desmontes, los cuales han de ser excavados con el empleo

de explosivos, ya que los materiales no son ripables. El producto pétreo de la excavación de estos desmontes puede ser utilizado como material aprovechable.

Se trata de rocas con una capacidad portante muy elevada. No se producirán asientos significativos en las obras de fábrica que se apoyen en ellas.

La permeabilidad, desarrollada por fisuración, es muy baja y origina un drenaje profundo deficiente. El drenaje superficial está facilitado por el fuerte relieve de las áreas en donde aparecen estos materiales.

No existen taludes artificiales y los naturales son de gran altura y se mantienen estables con inclinaciones comprendidas entre 15° y 25°.

#### PIZARRAS, (111e)

**Litología.**— Pizarras limolíticas, de colores grises y violetas, entre las que se intercalan niveles de areniscas, de grano fino, y de espesores centimétricos y milimétricos.

Un aspecto a tener en cuenta de este grupo es que presenta un nivel con asociaciones fosilíferas importantes para la datación del conjunto. Este nivel constituye el yacimiento descubierto por Schneider (1941) y está situado al sur del cerro «El Bujo», en la carretera que une las localidades de Arroyomolinos de León y Cañaveral de León. Se trata de un área de interés geológico, desde el punto de vista científico y pedagógico, que habría que respetar en el trazado de nuevas carreteras o en la mejora de la ya existente.

La Figura 3.16 muestra un aspecto de detalle de los materiales que conforman este grupo.



Fig. 3.16.- Detalle de las pizarras del grupo (111e) en las proximidades de la localidad de Cañaveral. (897-3).



**Estructura.**— Estos materiales tienen una estructura general de plegamiento y forman parte del flanco sur del anticlinorio Olivenza-Monesterio. La orientación principal de la estructura es NO-SE. Los buzamientos son muy variables y están comprendidos entre 45° al Suroeste y la subverticalidad.

Las pizarras tienen una esquistosidad de flujo totalmente penetrativa y están afectadas, además, por varias familias de diaclasas cuyos espaciados no son muy apretados. La incidencia de estas dos discontinuidades disgrega la roca en bloques tabulares.

**Geotecnia.**— Esta formación aparece en una zona cuyo relieve no es muy accidentado, por lo que tiene áreas llanas o de escasa pendiente, sobre todo en el fondo de los valles, que recogen la escorrentía de las laderas adyacentes. Este hecho, unido a la poca capacidad de infiltración que tienen estos terrenos, hace que se formen encharcamientos, los cuales tendrán que ser evitados mediante la instalación de los drenajes necesarios.

Por otra parte, se trata de una formación no ripable, que tendrá que ser excavada con el empleo de explosivos.

La capacidad portante de las rocas de este grupo es alta, por lo que no se producirán asentamientos en las obras de fábrica y estructuras.

Las pendientes naturales son estables con grandes alturas y con inclinaciones de 25°. Los taludes artificiales observados son de alturas bajas y estables con inclinaciones de 65°. En desmontes altos pueden ocasionarse desprendimientos locales de bloques y cuñas, por lo que habrán de emplearse las correspondientes medidas correctoras.

#### PIZARRAS, ARENISCAS Y TOBAS, (111f)

Este grupo está descrito en la Zona 2, al ser más característico de la misma.

#### PIZARRAS, FILITAS Y CUARCITAS, (110)

**Litología.**— Esta formación está constituida por pizarras arcillosas de colores grises y verdes, que tienen intercalaciones de filitas y de cuarcitas negruzcas. Los niveles cuarcíticos tienen un espesor comprendido entre 0,3 y 0,8 m. En superficie estos materiales aparecen muy alterados, y dan lugar a eluviales arcillosos, con cantos de pizarra y cuarcita, que recubren prácticamente a toda la formación.

La Figura 3.17 muestra un aspecto de las pizarras y cuarcitas de esta formación.

**Estructura.**— Los materiales presentan una deformación a escala regional según una dirección NO-SE, y sus buzamientos tienen unos valores comprendidos entre 40° y 80° en sentido Noreste. A escala local el grupo aparece como una serie monoclinial, con buzamientos variables y muy fracturada tectónicamente. La combinación del diaclasado y de la esquistosidad de las pizarras y filitas produce la disgregación de la roca en cantos lajosos. Los niveles cuarcíticos, que sólo están afectados por las diaclasas, tienen una disgregación en bloques de pequeño tamaño (0,2 dm<sup>3</sup> a 8 dm<sup>3</sup>).



Fig. 3.17.- Pizarras con intercalaciones de cuarcitas del grupo 110 en las proximidades de la localidad de El Real de la Jara. (919-4).

**Geotecnia.**— El horizonte superficial de alteración de la formación es un suelo de baja capacidad portante y puede originar problemas de asentamientos en los terraplenes, estructuras y obras de fábrica que se apoyen directamente sobre él. Para evitar estas situaciones la medida recomendable es retirar esta capa meteorizada y cimentar sobre el sustrato rocoso sano.

En algunas de las áreas en donde la topografía se manifiesta con pendientes muy bajas, y dada su escasa capacidad de infiltración, se pueden originar encharcamientos.

Salvando el nivel más superficial, que es directamente excavable con medios mecánicos, el resto de la formación se considera como no ripable, por lo que hay que prever su desmonte por medio de explosivos.

Las laderas naturales tienen unas inclinaciones máximas de 25° y no muestran huellas de inestabilidad. Los taludes artificiales encontrados son de alturas bajas y se mantienen estables con inclinaciones de 65°. En desmontes de mayores alturas hay que prever la caída continua de cantos lajosos.

#### GRAUVACAS, PIZARRAS, ESQUISTOS Y METATOBAS. (010a)

**Litología.**— Este grupo tiene una amplia representación en el ámbito del Tramo estudiado, y se desarrolla según una ancha franja que cruza el mismo de Noroeste a Sureste.

Está formado por una serie compleja de grauvacas, pizarras, esquistos y metatobas, entre las que se intercalan niveles lenticulares de metacineritas, cuarcitas negras, calizas dolomíticas, anfibolitas y metavulcanitas.

Las pizarras y grauvacas son las rocas dominantes de la serie. Las grauvacas están constituidas por granos de cuarzo, feldespato y fragmentos de roca, menores en general de 1 a 2 mm, inmersos en una matriz rica en cuarzo y micas.

Las pizarras están formadas por elementos micáceos y tienen una marcada estructura esquistosa, por lo que el tránsito con los esquistos se produce de forma gradual, apenas apreciable.

Las metatobas aparecen intercaladas entre las grauvacas y pizarras en lechos decimétricos a métricos. Son rocas porfídicas, de colores claros, cuyos fenocristales son de plagioclasa y cuarzo, y la matriz está formada por un agregado de sericita y clorita, de grano fino.

El resto de las litologías mencionadas aparece dentro de esta serie de una forma esporádica.

En la Figura 3.18 se muestra el aspecto superficial de uno de los afloramientos de este grupo.

**Estructura.**— Esta formación está fuertemente replegada por los efectos de varias fases de deformación, y constituye el núcleo precámbrico del anticlinorio Olivenza-Monesterio.

La estructura general está formada por una sucesión de pliegues anticlinorios y sinclinorios, orientados según una dirección NO-SE. Los flancos de estos pliegues tienen unos buzamientos comprendidos entre 30° y 50° y están dirigidos generalmente al Noroeste, por lo que se trata de una serie monoclinial.

Localmente la orientación de las estructuras puede ser diferente a la general. En estos casos, la tendencia es que se acerquen a una dirección N-S.



Fig. 3.18.- Afloramiento del grupo (O10a) en el que destacan los niveles de grauvacas.

**Geotecnia.**— La zona central del área en donde aflora este conjunto litológico está formada por un relieve montañoso, el cual, en el caso de que sea afectado por el trazado de una carretera, tiene que ser salvado mediante la ejecución de grandes desmontes y potentes terraplenes. Para la excavación de los primeros será necesario el empleo de explosivos, ya que los materiales no son ripables. En la construcción de los segundos, y especialmente los diseñados en zonas de ladera, hay que evitar que las capas superficiales alteradas puedan producir deformaciones y deslizamientos. Para la construcción de estos terraplenes pueden ser utilizados los materiales procedentes de la excavación de los desmontes, si bien es conveniente realizar en los productos pizarrosos los ensayos de durabilidad oportunos.

La capacidad portante de los materiales es alta, excepto en los niveles superficiales de alteración, donde es media-baja. En estos horizontes se pueden producir asentamientos diferenciales, por lo que la cimentación de estructuras y obras de fábrica ha de realizarse en el sustrato rocoso más firme.

En las áreas con menor relieve no son previsible otros problemas que los encharcamientos, derivados de una permeabilidad baja y un gradiente topográfico escaso.

Los taludes naturales son estables con inclinaciones de 35° a 40°, y los artificiales, de alturas bajas e inclinaciones de 75°, presentan desplomes de bloques rectangulares.

#### ANFIBOLITAS Y ESQUISTOS, (010b)

Este grupo está descrito en la Zona 3, al ser más característico de la misma.

#### CUARCITAS, (010c)

Este grupo está descrito en la Zona 2, al ser más característico de la misma.

#### TOBAS, METACINERITAS Y PIZARRAS, (010d)

Este grupo está descrito en la Zona 3, al ser más característico de la misma.

#### GRANITOS Y CUARZODIORITAS, (001a)

#### BASALTOS Y ESPILITAS, (001b)

Estos dos grupos están descritos en la Zona 2, al ser más característicos de la misma.

#### 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 formado por depósitos cuaternarios y terciarios constituidos por materiales detríticos finos y de tamaño medio.**— Son suelos blandos, fácilmente excavables con medios mecánicos, y erosionables. Tienen una capacidad portante baja y su cohesión depende de la proporción de materiales finos que tengan localmente. Pueden presentar problemas de asentamientos diferenciales, tener niveles freáticos altos en las zonas próximas a los ríos y originar aterramientos en las obras de drenaje. Pertenecen a este grupo geotécnico las formaciones A1 y C1.

**G2.- Grupo constituido por formaciones carbonatadas.**— Está formado por rocas duras y coherentes, no ripables, que pueden presentar procesos de karstificación. Estos hacen posible la existencia de «golpes de agua», durante la excavación, y de hundimientos en el caso de una cimentación.

Los taludes, de grandes alturas y con inclinaciones fuertes, pueden presentar desprendimientos de bloques y cuñas.

Comprende los grupos 322, (111a) y (111b).

**G3.- Granitos, cuarzodioritas, basaltos, espilitas y rocas cuarcíticas.**— Son rocas duras, cristalinas y no ripables, que tienen una capacidad portante muy alta. Se trata de materiales impermeables que, sin embargo, pueden desarrollar por fisuración un drenaje profundo muy débil.

No tienen problemas importantes de inestabilidad gravitacional y sus taludes, en general, son estables.

Las formaciones (010c), (001a) y (001b) pertenecen a este grupo geotécnico.

**G4.- Grupo formado por rocas pizarrosas con intercalaciones irregulares de otras litologías metamórficas.**— Son materiales afectados por una deformación tectónica importante, que ha desarrollado en las litologías pelíticas una pizarrosidad y una esquistosidad muy marcadas, así como una gran fracturación. En los materiales de granulometría más gruesa, o de origen volcánico, que se encuentran intercalados entre los niveles pizarrosos, es la fracturación la estructura principal. Su dureza es media en los tramos pizarrosos, y alta en las intercalaciones de areniscas y coladas volcánicas, pero en conjunto son rocas no ripables. Normalmente presentan un horizonte superficial de alteración que puede dar lugar a asentamientos diferenciales. Al tener una permeabilidad muy baja, se pueden producir encharcamientos en las áreas de menor gradiente topográfico.

Los taludes de grandes alturas y de fuertes inclinaciones pueden tener desprendimientos permanentes de cantos y bloques.

Las formaciones (140a), (140b), 130, 120, 113, 112, (111c), (111d), (111e), (111f), 110, (010a) y (010d) pertenecen a este grupo geotécnico.

**G5.- Grupo formado por rocas anfíbolíticas.**— Son rocas recristalizadas, muy duras, coherentes y no ripables, que no presentan grandes procesos de alteración, ni problemas de inestabilidad. Como tienen una permeabilidad muy baja, se pueden producir encharcamientos en las áreas más llanas y deprimidas topográficamente. Sus taludes son en general estables.

La formación (010b) es el único representante de este grupo geotécnico.

### 3.1.6. Resumen de problemas geotécnicos que presenta la Zona

Esta Zona, en su mayor parte, está constituida por materiales metamórficos de litología muy variada, precámbricos y paleozoicos, e ígneos, los cuales están representados por granitoides y rocas basálticas y espilíticas. Sobre estas rocas se desarrollan algunas formaciones superficiales de tipo coluvial y aluvial.

El primer factor a tener en cuenta es la presencia en la Zona de un relieve accidentado, especialmente en las áreas formadas por materiales carbonatados y grauváquicos, lo cual impone la necesidad de tener que salvar desniveles importantes mediante la realización de grandes estructuras y desmontes.

Un segundo obstáculo geotécnico planteado en esta Zona se debe a la baja ripabilidad que tienen los materiales que conforman el macizo rocoso, 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, aunque localmente tengan que ser retirados los horizontes superficiales de alteración.

El tercer problema, específico de las rocas carbonatadas del grupo (111a), viene determinado por el probable desarrollo de karstificaciones en el interior de las mismas. Los conductos y galerías de este karst pueden estar rellenos por arcillas de decalcificación y producir hundimientos importantes en el macizo rocoso. En otros casos, pueden ser los canalizadores de la escorrentía subterránea, en condiciones de drenaje libre, y producir apariciones bruscas de grandes caudales de agua durante las excavaciones («golpes de agua») que pueden dar lugar a accidentes graves.

El último problema reseñable está representado por la aparición de fenómenos de inestabilidad gravitacional, desarrollados a favor de las distintas superficies de discontinuidad que afectan al macizo rocoso, y que provocan deslizamientos de cuñas y bloques en aquellos taludes cuya orientación e inclinación inciden negativamente sobre estos planos.

Los materiales cuaternarios, representados por los depósitos coluviales y aluviales, plantean como principal problema su baja capacidad portante, lo que puede dar lugar a asentamientos de tipo alto y medio, que dañen tanto a las obras de fábrica como a los terraplenes. En las áreas más deprimidas, y especialmente en los depósitos aluviales, pueden aparecer niveles freáticos altos.

### 3.2. ZONA 2: RELIEVE MODERADO

La Zona 2 se distribuye por las partes central y oriental del Tramo estudiado, y tiene una franja hacia el Norte, hasta Fuente de Cantos. Además comprende un sector situado al Sur del Tramo, que queda aislado del resto por estar rodeado por los relieves de la Zona 1.

Esta Zona ocupa territorios de las provincias de Badajoz, Huelva y Sevilla, en unas proporciones aproximadas del 85%, 10% y 5%, respectivamente. Asimismo se extiende de forma parcial por las siguientes hojas y cuadrantes del Mapa Topográfico Nacional, a escala 1:50.000.

Nº	Hoja	Cuadrantes
876	Fuente de Cantos	2
877	Llerena	3
897	Monesterio	1, 2, 3 y 4
898	Puebla del Maestre	3 y 4
918	Santa Olalla del Cala	1 y 4
919	Almadén de la Plata	4

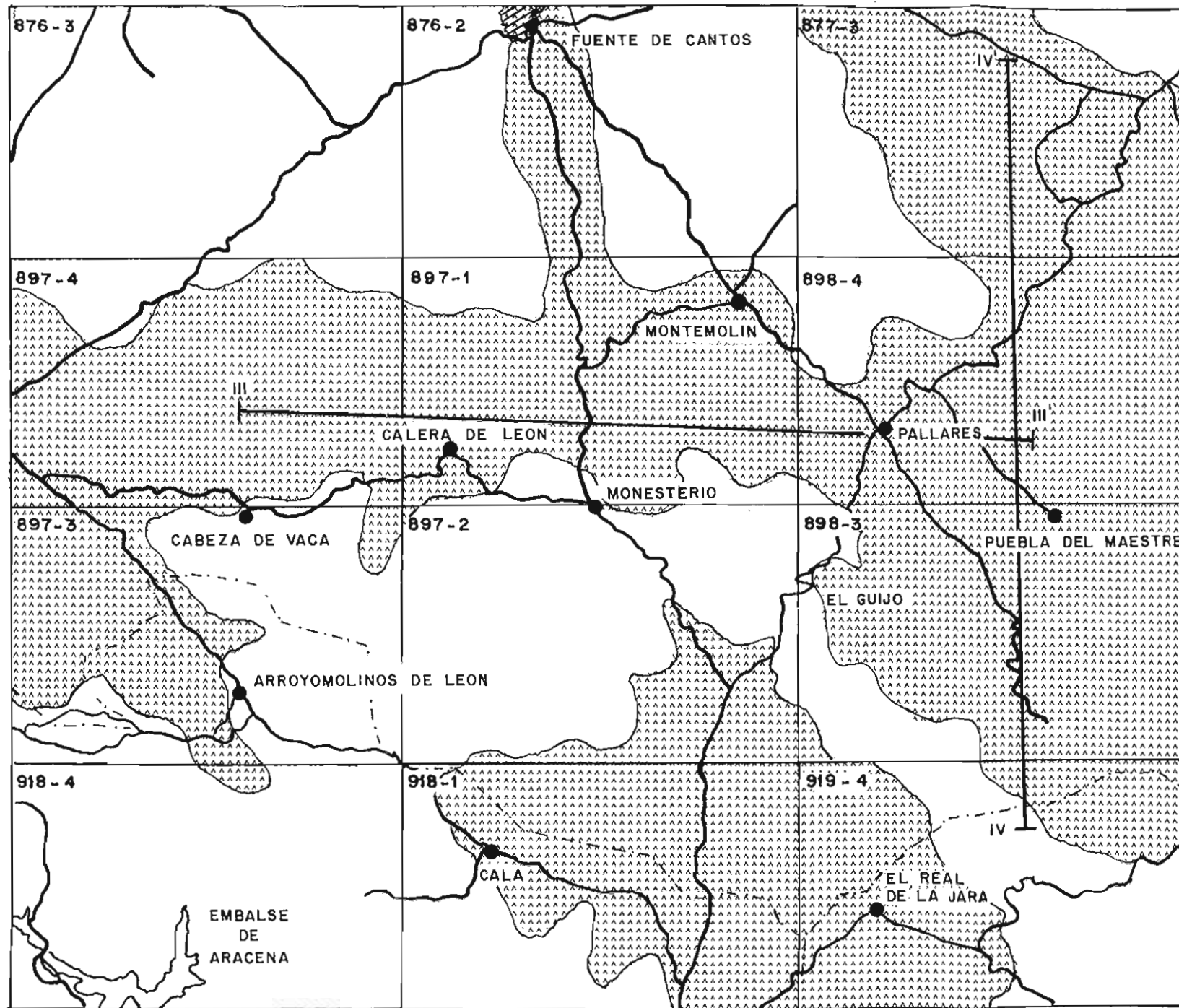
En la Figura 3.19 se muestra la ubicación y extensión de la Zona 2 dentro del Tramo, así como la situación de los dos cortes geológicos esquemáticos realizados en la misma, que están representados en la Figura 3.20.

#### 3.2.1. Geomorfología

Desde el punto de vista morfológico, la Zona 2 se caracteriza por estar formada por las estribaciones del macizo montañoso de Sierra Morena. Aunque la Zona ha sido afectada por procesos tectónicos desarrollados durante la Orogenia Hercínica, la configuración del relieve está determinada, en su mayor parte, por la naturaleza litológica de las formaciones que afloran en esta región.

La mayor parte del área ocupada por la Zona 2 está formada por rocas de naturalezas ígnea (granitoides y basaltos) y metamórfica de grado medio y bajo (pizarras y esquistos), aunque localmente aparecen afloramientos de mármoles que constituyen apófisis de los relieves montañosos propios de la Zona 1.

Regionalmente la configuración del relieve está determinada por asociaciones de montes que se orientan de forma grosera según una dirección NO-SE, que coincide con las directrices estructurales hercínicas. Estos conjuntos montañosos tienen en general escasa longitud y quedan cortados por valles fluviales o por zonas



LEYENDA

----- LIMITE PROVINCIAL

— CARRETERA

● POBLACION

ESCALA ORIGINAL : 1/200.000

ESCALA GRAFICA



 ZONA 2


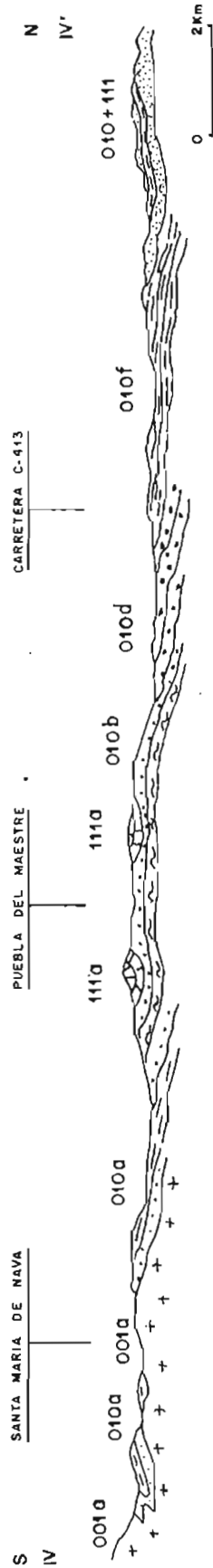
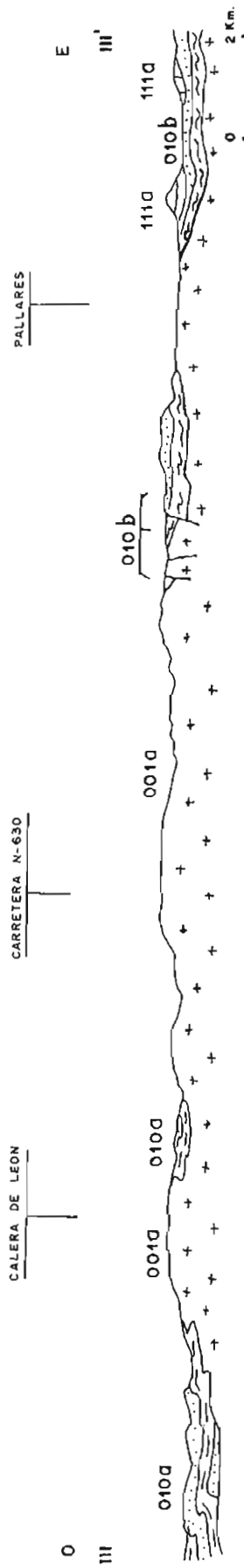
 CORTE GEOLOGICO ESQUEMATICO

FIGURA 3.19.- ESQUEMA DE SITUACION DE LA ZONA 2 Y DE DOS CORTE GEOLOGICOS ESQUEMATICOS REALIZADOS EN LA MISMA.





**LEYENDA**

- 111g : CALIZAS Y MARMOLES
- 010+111 : PIZARRAS, GRAUVACAS Y ARCOSAS
- 010d : GRAUVACAS, PIZARRAS, ESQUISTOS Y METATOBAS
- 010b : ANFIBOLITAS Y ESQUISTOS
- 010d : TOBAS, METACINERITAS Y PIZARRAS
- 010f : PIZARRAS Y ARENITAS
- 001g : GRANITOS Y CUARZODIRITAS

FIGURA 3.20.-CORTES GEOLOGICOS ESQUEMATICOS DE LA ZONA 2

llanas. Por otra parte, existen alineaciones montañosas bien definidas, constituidas por formaciones carbonatadas y que producen interfluvios agudos.

A menor escala y en el sector central de la Zona, el relieve toma un aspecto intrincado, debido a la aparición de un gran número de montes, que van acompañados en todas las direcciones por crestas que forman las hombreras de los mismos. Estas crestas tienen generalmente formas redondeadas, aunque pueden ser agudas en algunos casos. La red fluvial, de tipo pinzado, aparece muy encajada, formando vaguadas estrechas y trazados angulosos, los cuales están marcados por un fuerte control estructural.

En los sectores sur y oeste, el relieve es muy suave y se caracteriza por tener forma alomada y por la profusión de plataformas lobuladas. Sobre este relieve se desarrolla una red de drenaje de tipo angular, definida por la existencia de fracturas ortogonales en los materiales rocosos del área. La degradación de estos relieves está determinada principalmente por la acción fluvial, que arrastra los materiales que se han ido depositando en sus vertientes y que han sido erosionados por las meteorizaciones física y química.

La Figura 3.21 ofrece una visión panorámica de la Zona 2.

La evolución geomorfológica de esta Zona 2 tiene dos facetas diferenciadas. Por una parte se desarrollan los procesos de erosión normales que actúan sobre cualquier tipo de relieve (erosión fluvial, meteorizaciones química y física). Por otro lado, toda la Zona y especialmente aquellas áreas de topografía más suave, reciben los aportes sedimentarios que han sido arrancados de la Zona 1. Estos aportes, transportados por los ríos desde las áreas montañosas limítrofes, se van acumulando progresivamente en cuencas locales, y rellenan depresiones originalmente angostas. Este fenómeno origina una suavización del relieve más rápida que la producida por la erosión del mismo.

### 3.2.2. Tectónica

Las características tectónicas de esta Zona 2 están producidas, lo mismo que en la Zona 1, por la superposición de cuatro fases de deformación, desarrolladas durante la Orogenia Hercínica.

La primera fase origina un plegamiento isoclinal de grandes dimensiones, cuyas estructuras tienen una orientación regional N-S y una vergencia de planos axiales dirigida al Oeste. Durante esta deformación se produce en las rocas una esquistosidad de flujo totalmente penetrativa que va acompañada por una etapa de metamorfismo. Asimismo se emplazan numerosas intrusiones de rocas ígneas.

Durante la segunda fase de deformación se producen pliegues menores que deforman, en parte, las macroestructuras de primera generación.

La tercera fase, responsable de los principales rasgos cartográficos de la Zona, origina un plegamiento de dirección N 110°-130° E, que al ser transversal al primero le impone sus directrices. Los pliegues así formados son de amplio radio y tienen una complejidad estructural notable al estar sus elementos deformados. También durante esta etapa se produce una esquistosidad de flujo penetrativa, un metamorfismo regional de bajo grado y emplazamientos de rocas ígneas.

Por último, la cuarta fase, de escaso desarrollo, genera un plegamiento consistente en pequeñas ondulaciones y «kink-bands» que deforman las estructuras formadas previamente.



Fig. 3.21.- Vista panorámica de la Zona 2, en la que se observa la morfología característica de la misma.

Con posterioridad a las fases de deformación dúctil hercínicas, se produce una etapa de fracturación tardihercínica, la cual desarrolla grandes fallas de desplazamiento que separan la región en dominios con litologías diferenciadas.

### 3.2.3. Columna estratigráfica

Los diferentes grupos litológicos presentes en la Zona 2 se citan en la columna estratigráfica que se muestra en la Figura 3.22.



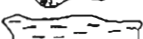
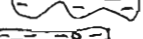
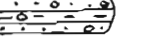

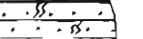
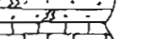
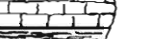

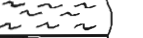

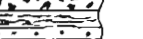



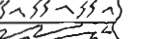
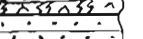
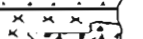
COLUMNA ESTRATIGRAFICA	DESCRIPCION	EDAD	GRUPO LITOLOGICO	GRUPO GEOTECNICO
	GRAVAS, ARENAS Y LIMOS. ALUVIAL.	CUATERNARIO	A1	G1
	CANTOS, ARENAS Y LIMOS. COLUVIAL.	CUATERNARIO	C1	G1
	ARCILLAS Y LIMOS. ELUVIAL.	CUATERNARIO	V1	G1
	ARGILITAS Y LIMOLITAS CON CANTOS.	MIOCENO	321	G1
	PIZARRAS.	CAMBRICO SUPERIOR	113	G4
	CORNEANAS.	CAMBRICO MEDIO	112	G4
	CALIZAS Y MARMOLES.	CAMBRICO INFERIOR	111a	G2
	PIZARRAS CON NIVELES CARBONATADOS.	CAMBRICO INFERIOR	111b	G2
	RIOLITAS ANTIGUAS.	CAMBRICO INFERIOR	111d	G4
	PIZARRAS, ARENISCAS Y TOBAS.	CAMBRICO INFERIOR	111f	G4
	PIZARRAS, FILITAS Y CUARCITAS.	CAMBRICO INDIFERENCIADO	110	G4
	PIZARRAS, GRAUVACAS Y ARCOSAS.	CAMBRICO-PRECAMBRICO	010+111	G4
	GRAUVACAS, PIZARRAS, ESQUISTOS Y METATOBAS.	PRECAMBRICO	010a	G4
	ANFIBOLITAS Y ESQUISTOS.	PRECAMBRICO	010b	G5
	CUARCITAS.	PRECAMBRICO	010c	G3
	TOBAS, METACINERITAS Y PIZARRAS.	PRECAMBRICO	010d	G4
	PIZARRAS Y ARENITAS.	PRECAMBRICO	010f	G4
	GRANITOS Y CUARZODIORITAS.	DEVONICO A CARBONIFERO	001a	G3
	BASALTOS Y ESPILITAS.	DEVONICO A CARBONIFERO	001b	G3

Fig. 3.22.— Columna estratigráfica de la Zona 2.

### 3.2.4. Grupos litológicos

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

**Litología.**— Este grupo está constituido por depósitos aluviales formados por gravas redondeadas de granito, cuarcita, grauvaca, pizarra y otras rocas metamórficas (Figura 3.23).

La matriz es arenosa, de grano medio y grueso, y puede estar formando niveles independientes de las gravas. En este caso, los cantos aparecen de forma dispersa.

Recubriendo a estos materiales, normalmente aparece un nivel de limos que tiene su origen en la deposición producida durante las épocas de avenidas, cuando las márgenes del río quedan total o parcialmente inundadas, recibiendo la carga de sedimentos que transporta en suspensión la corriente.



Fig. 3.23.- Detalle de las gravas del grupo A1.

**Estructura.**— Estos materiales presentan una disposición horizontal o subhorizontal, adaptándose a las irregularidades del sustrato sobre el que se depositan. La estructura interna de la formación es el resultado de la imbricación de niveles de gravas y arenosos, o mixtos, que tienen una geometría lenticular.

La Figura 3.24 muestra un aspecto parcial de uno de los depósitos aluviales presentes en el Tramo.

**Geotecnia.**— Este grupo tiene una baja capacidad portante y una gran facilidad para erosionarse, por lo que la cimentación de las estructuras y obras de fábrica ha de estar apoyada en el sustrato rocoso subyacente. Por otra parte, presentará niveles freáticos altos que estarán marcados por el nivel del río en cada temporada.

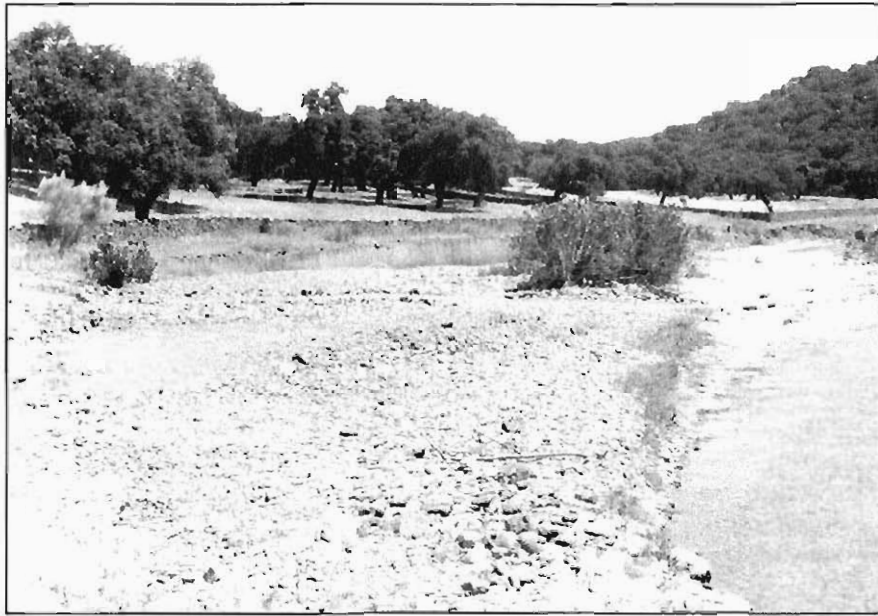


Fig. 3.24.- Aspecto general del grupo A1 en el arroyo Astillero. (897-4).

Estos materiales son fácilmente excavables con medios mecánicos y pueden ser aprovechados como yacimientos granulares, aunque, dada su escasa extensión y su poca potencia, sólo proporcionarán volúmenes útiles para obras locales.

#### COLUVIAL. CANTOS ANGULOSOS Y MATRIZ ARENO-ARCILLOSA, (C1)

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

#### ELUVIAL. ARCILLAS Y LIMOS, (V1)

Este grupo litológico está descrito en la Zona 3, al tener mayor representación dentro de la misma.

#### ARGILITAS Y LIMOLITAS CON CANTOS, (321)

**Litología.**— Este grupo, de escasa representación en el ámbito del Tramo de Estudio, aparece en dos pequeños retazos que constituyen la culminación de algunas de las áreas más llanas de esta Zona 2.

La presencia de este grupo parece indicar la existencia de antiguas cubetas intramontanas, que fueron rellenadas por los materiales miocenos procedentes de la denudación del Macizo Hespérico. Estas cuencas fueron parcialmente erosionadas más tarde, quedando monteras-testigo de los materiales que las colmataban.

Litológicamente se trata de argilitas y limolitas, de colores rojos, en las que se encuentran un gran número de cantos dispersos de calizas y de otras rocas

metamórficas. Es frecuente la existencia de encostramientos carbonáticos de aspecto pulverulento, debidos a la acción de las aguas calcáreas.

Superficialmente estas argilitas y limolitas se transforman en un producto residual de arcillas y limos con cantos dispersos, en el cual se realizan las faenas agrícolas. La Figura 3.25 muestra un detalle de la superficie de este grupo.

**Estructura.**— Este grupo tiene una estructura horizontal y es totalmente discordante con el sustrato subyacente.

**Geotecnia.**— El principal problema que plantea este grupo es la presencia de un horizonte de alteración fundamentalmente arcilloso. Estas arcillas, si se utilizan como material de explanada, pueden presentar cambios de volumen, como consecuencia de las variaciones de humedad. Estos cambios de volumen producirán deformaciones en los firmes. Asimismo, la posibilidad de aparición de asientos diferenciales hace necesario cimentar las estructuras en el terreno firme, subyacente al horizonte superficial alterado.



Fig. 3.25.- Detalle de la superficie del grupo 321 en las proximidades de la localidad de Fuente de Cantos. (876-2).

Es un conjunto con una permeabilidad baja-media, por porosidad intergranular, que origina un drenaje profundo deficiente y una escasa infiltración, lo que, unido al bajo gradiente topográfico, produce la aparición de encharcamientos.

No se han observado taludes artificiales, pero debido a sus características litológicas se puede indicar la posibilidad de caídas de bloques, por descalce de los niveles más cementados. Las superficies de los taludes son susceptibles de sufrir erosiones.

## PIZARRAS, (113)

**Litología.**— Este grupo aparece exclusivamente en una zona situada al Sur de la localidad de El Real de la Jara. Se trata de una potente serie de pizarras arcillosas verdes, en ocasiones bandeadas, que alternan con grauvacas de color gris-verdoso, a veces micáceas. Sobre este conjunto se forma, por alteración, un suelo limo-arcilloso con cantos.

**Estructura.**— Aparece con una estructura de plegamiento que tiene una dirección general N80°E y unos buzamientos comprendidos entre 50° y 70°, dirigidos al Norte.

Los afloramientos de esta serie presentan el aspecto de la Figura 3.26, en la que se observa el gran desarrollo de la esquistosidad de flujo alcanzado en las pizarras, frente a la escasa penetración de la misma en los niveles grauváquicos.

**Geotecnia.**— La ripabilidad es nula en general. Se precisará el empleo de explosivos o preparar con medios mecánicos su excavación.

La presencia de una esquistosidad de flujo, totalmente penetrativa en los miembros pizarrosos y poco o nada desarrollada en los grauváquicos, provoca la disgregación diferencial del macizo rocoso. Este fenómeno, cuyo resultado es la aparición de erosiones diferenciales, puede producir caídas gravitacionales de grandes bloques de grauvaca y de cantos lajosos.

El horizonte superficial de alteración, desarrollado en los niveles pelíticos, habrá de ser retirado en las zonas de apoyo de terraplenes que discurran por laderas y en los puntos de cimentación de las estructuras, ya que posee una capacidad portante baja. Por el contrario, las rocas sanas, tanto las pizarras como los niveles de grauvacas, tienen una capacidad portante alta.

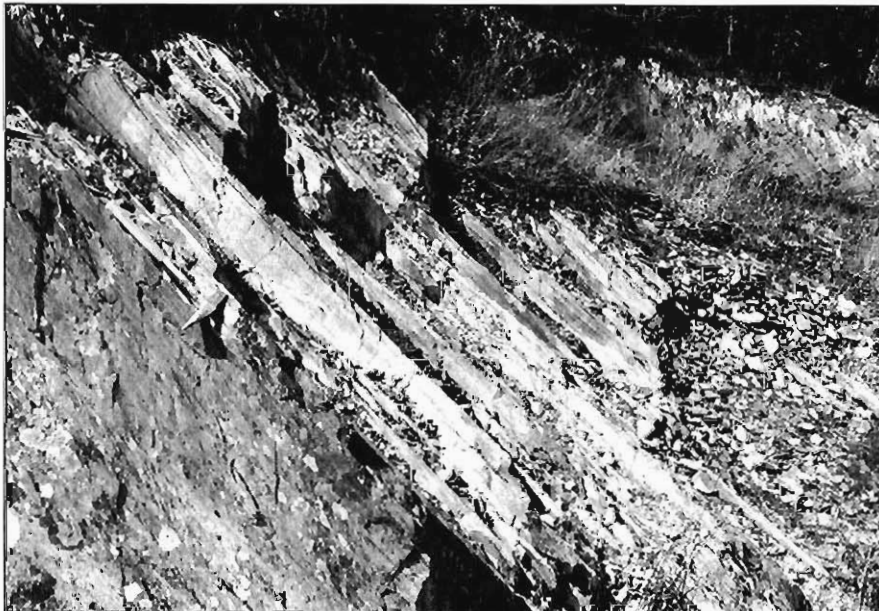


Fig. 3.26.- Detalle de los materiales del grupo 113 en las proximidades de la localidad de El Real de la Jara. (919-4).



La permeabilidad es muy baja, se desarrolla por la fisuración y el diaclasado de las rocas, y genera un drenaje profundo difícil. El drenaje superficial discurre con facilidad por las áreas de aparición de este grupo.

Los taludes observados son estables con inclinaciones de 50° y 60°, aunque la estabilidad dependerá de la disposición estructural que localmente tengan estas rocas.

#### CORNEANAS, (112)

**Litología.**— Este grupo está únicamente representado por un afloramiento situado en los alrededores de la localidad de El Real de la Jara.

Se trata de unas rocas que han sido afectadas por el metamorfismo de contacto producido por el batolito granítico de El Real de la Jara-Santa Olalla del Cala. El grado de este metamorfismo aumenta de Norte a Sur. En la zona más septentrional se encuentran pizarras mosqueadas con cuarzo, moscovita, biotita y andalucita, y cuando se trata de rocas originalmente carbonatadas, éstas se transforman en corneanas calcosilicatadas y ricas en clinopiroxenos, epidotas y carbonatos. Hacia el Sur aparecen corneanas de hornblenda, que son las rocas con mayor grado de metamorfismo de contacto encontradas en la Zona.

En la Figura 3.27 puede observarse un aspecto parcial de uno de los afloramientos de esta formación.

**Estructura.**— Este grupo forma parte de una estructura anticlinal tumbada, que tiene una dirección aproximada N 110° E y cuyos flancos se disponen con unos buzamientos de 50° a 70° en dirección al Noreste.



Fig. 3.27.- Detalle de las corneanas del grupo 112 en las inmediaciones de la localidad de El Real de la Jara. (919-4).

Además de este macroplegamiento, el macizo rocoso se encuentra afectado por una red de diaclasas de pequeños espaciados, la cual produce una disgregación de la roca en cantos.

**Geotecnia.**— El estado de fracturación que presentan los materiales favorece que la excavación de los mismos pueda llevarse a cabo, al menos en zonas superficiales, mediante la utilización de medios mecánicos.

La capacidad portante es alta, en los niveles de pizarras mosqueadas, y muy alta, en los de corneanas.

La permeabilidad es baja y se desarrolla por la fracturación de la roca, por lo que el drenaje profundo es deficiente. El drenaje superficial es fácil, dadas las pendientes topográficas de las áreas en donde aparece este grupo.

Los taludes naturales observados tienen alturas medias, son estables y tienen inclinaciones de 20° a 25°. Los taludes artificiales son de pequeña altura, tienen inclinaciones subverticales, y presentan caídas permanentes de cantos.

#### CALIZAS Y MARMOLES, (111a)

Este grupo se ha descrito en la Zona 1, al aparecer en ella con mayor extensión.

#### PIZARRAS CON NIVELES CARBONATADOS, (111b)

Este grupo está descrito en la Zona 3, al ser más característico de la misma.

#### RIOLITAS ANTIGUAS, (111d)

Este grupo se ha descrito en la Zona 1, al aparecer en ella con mayor extensión.

#### PIZARRAS, ARENISCAS Y TOBAS, (111f)

**Litología.**— Este grupo está formado por una sucesión de pizarras versicolores y areniscas grauváquicas, arcósicas y volcanoclásticas. Intercalándose entre todo el conjunto hay niveles de tobas ácidas y niveles espilíticos.

Las pizarras son de colores violáceos, grises y verdosos, tienen una textura esquistosa, y sus minerales esenciales son cuarzo, sericita y clorita. En el techo de la formación aparecen fuertemente laminadas y con huellas de una intensa bioturbación.

Las areniscas grauváquicas y arcósicas son de grano medio y grueso, presentan una granulometría mal seleccionada y están afectadas por una esquistosidad poco penetrativa, definida por cristalizaciones orientadas de sericita y clorita. Las areniscas volcanoclásticas tienen abundantes cristales de plagioclasa, envueltos en una matriz orientada de clorita.

Las tobas aparecen intercaladas esporádicamente en niveles métricos y tienen una granulometría generalmente fina. Las espilitas son también esporádicas y se encuentran formando lechos decimétricos.

La Figura 3.28 muestra una intercalación tobácea entre pizarras y la disposición irregular que adopta entre las mismas.



Fig. 3.28.- Aspecto de detalle de una intercalación de tobas, del grupo (I11f), en las proximidades de Arroyomolinos de León. (897-3).

**Estructura.**— Formando parte del flanco suroeste del anticlinorio Olivenza-Monesterio, este conjunto tiene una estructura general dirigida según una orientación N 135° E. Los buzamientos están comprendidos entre 30° y 70° en dirección Noreste, aunque pueden existir zonas en donde la estructura es horizontal. Lo mismo que en otros casos de características litológicas semejantes, se desarrolla una esquistosidad totalmente penetrativa en los miembros pizarrosos, que en combinación con el diaclasado, produce un intenso lajamiento. Los miembros areniscosos, más compactos, se fracturan en cantos y bloques de formas cúbicas.

**Geotecnia.**— Esta serie metamórfica aparece en una zona con relieve variado, coexistiendo áreas montuosas con otras más llanas. Para salvar las primeras mediante desmontes hay que prever la utilización de explosivos para la excavación de los materiales.

En las áreas más llanas la principal dificultad estriba en un drenaje superficial deficiente, dado el escaso gradiente topográfico y la poca infiltración que tienen estos materiales, ya que su permeabilidad es muy baja.

La capacidad portante del conjunto es alta.

Los taludes naturales tienen inclinaciones de 15° a 20° y no presentan huellas de inestabilidad. Los taludes artificiales observados son de alturas bajas y se mantienen estables con inclinaciones de 55°. En taludes con alturas medias y altas

es de prever la caída de bloques de rocas compactas (tobas, espilitas y areniscas) y de lajas pizarrosas.

#### PIZARRAS, FILITAS Y CUARCITAS, (110)

Este grupo ha sido descrito previamente en la Zona 1 al ser más representativo de la misma.

#### PIZARRAS, GRAUVACAS Y ARCOSAS, (010+111)

**Litología.**— Este grupo está constituido por una monótona sucesión de pizarras y filitas de colores oscuros, entre las cuales aparecen niveles poco potentes de arenitas, de composición arcósica y aspecto cuarcítico.

Las pizarras y filitas están formadas por cuarzo, sericita, clorita y biotita, y presentan una textura granolepidoblástica.

**Estructura.**— La estructura regional que presenta este grupo está formada por una sucesión de pliegues sinformas y antiformas, que tienen una dirección NO-SE y cuyos flancos se disponen con unos buzamientos de 60° a 80°, en sentido Suroeste y Noreste.

Los afloramientos aparecen marcados por una esquistosidad muy penetrativa, de escaso espaciado, cuyo buzamiento está comprendido entre 75° y la verticalidad.

En la Figura 3.29 puede observarse un aspecto parcial y de detalle de la esquistosidad que afecta especialmente a las rocas pizarrosas.



Fig. 3.29.- Esquistosidad desarrollada en las pizarras del grupo 010+111. Proximidades de la localidad de Los Molinos. (877-3).

**Geotecnia.**— El área que ocupa esta formación tiene un relieve accidentado, compuesto por una sucesión ininterrumpida de cerros y vaguadas. Este hecho haría necesaria la realización de importantes desmontes en combinación con grandes estructuras, si carreteras de trazado suave la surcaran. En la excavación de dichos desmontes será necesario el empleo de voladuras, ya que estos materiales no son ripables.

La capacidad portante de este conjunto litológico es alta. En los niveles más superficiales de las pizarras la capacidad de carga disminuye, debido a la alteración que pueden presentar. En estos casos hay que eliminar el horizonte de alteración y apoyar la cimentación en el sustrato rocoso sano.

La permeabilidad es muy baja y está producida por la fracturación y fisuración de las rocas. El drenaje profundo es muy deficiente, mientras que el superficial está favorecido por la escasa infiltración y por las pendientes topográficas.

Los taludes excavados son de alturas bajas y se mantienen estables con la subverticalidad, si bien pueden originarse localmente deslizamientos de cuñas y bloques, en las zonas en donde la orientación de las discontinuidades y la del talud favorezca este proceso.

#### GRAUVACAS, PIZARRAS, ESQUISTOS Y METATOBAS, (010a)

Este grupo está descrito en la Zona 1, al ser más representativo de la misma.

#### ANFIBOLITAS Y ESQUISTOS, (010b)

Este grupo está descrito en la Zona 3, ya que es más característico de la misma.

#### CUARCITAS, (010c)

**Litología.**— Esta formación, de reducida representación en el ámbito del Tramo estudiado, está constituida por metacuarcitas negras y grises. Son rocas compactas que muestran fracturas concoideas y que aparecen con un bandeo característico, producido por la presencia de lechos milimétricos claros en una masa de color oscuro. Son de grano fino a muy fino, y tienen textura granoblástica bandeada.

**Estructura.**— Los afloramientos de las cuarcitas aparecen generalmente en forma de estrechas bandas que tienen una cierta orientación NO-SE y una estructura isoclinal, fuertemente plegada. Estas rocas se encuentran estratificadas en lechos centimétricos y decimétricos, y están afectadas por una densa red de diaclasas ortogonales y oblicuas. La combinación de las superficies de discontinuidad provoca la disgregación de la roca en cantos de forma tabular.

La Figura 3.30 muestra un aspecto de detalle de la cuarcita que compone esta formación.

**Geotecnia.**— Debido a la escasa extensión del grupo y a que aparece normalmente en la cima de algunos cerros, su incidencia en las nuevas vías de comunicación es improbable.

Hay que prever la necesidad de utilizar explosivos para su desmonte, ya que se trata de materiales no ripables.

La capacidad portante es muy alta.

La permeabilidad es baja, por fisuración y no plantea problemas de drenaje superficial, ya que normalmente se encuentran estas rocas en zonas elevadas.

Aunque se han observado taludes artificiales de alturas bajas y verticales, que se mantienen estables, la gran fracturación de la roca, con el efecto añadido de las voladuras, puede ocasionar caídas permanentes de cantos en los desmontes de mayores dimensiones. En estos casos, es recomendable el diseño de cunetones para la recogida de piedras desprendidas. Las laderas naturales son estables con inclinaciones de 60°.



Fig. 3.30.- Cuarzitas del grupo (010c) afectadas por un denso diaclasado, en el P.K. 404,5 de la carretera nacional 630. (919-1).

#### TOBAS, METACINERITAS Y PIZARRAS. (010d)

Este grupo litológico está descrito en la Zona 3, al presentar mayor extensión dentro de la misma.

#### PIZARRAS Y ARENITAS. (010f)

**Litología.**— Este grupo ocupa una amplia banda situada en el sector noreste del Tramo y está constituido, litológicamente, por una sucesión de pizarras y arenitas de tipo grauváquico y de grano fino. Ambas rocas tienen textura clástica poco transformada y una esquistosidad poco penetrativa, que afecta especialmente a los niveles pelíticos.

La Figura 3.31 muestra un detalle de los miembros areníticos de este grupo.

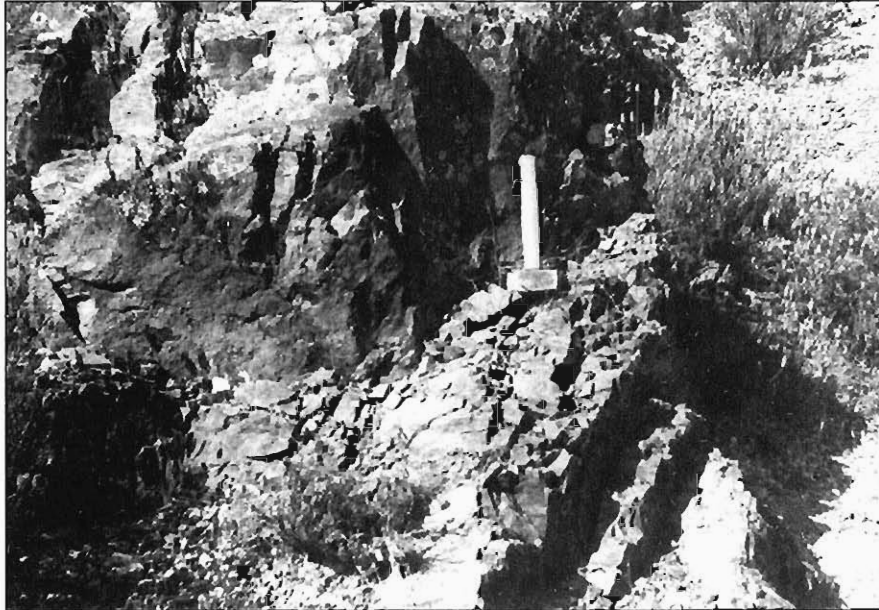


Fig. 3.31.- Aspecto de detalle de un paquete de arenitas del grupo (010f), en la carretera comarcal 413 (P.K. 192,5). (877-3).

**Estructura.**— Esta formación está afectada por una tectónica de plegamiento, que da lugar a una sucesión de un gran número de estructuras sinformas y anti-formas, que se orientan según una dirección NO-SE. Los buzamientos de los flancos de estos pliegues están comprendidos entre  $15^{\circ}$  y  $70^{\circ}$  y están dirigidos al Sureste y Noroeste.

La fracturación tectónica actúa de forma diferencial en las pizarras y en las areniscas. En las primeras, en combinación con la esquistosidad, produce un lajamiento generalizado. En las segundas, origina una separación de bloques irregulares, generalmente de grandes dimensiones.

**Geotecnia.**— Este grupo presenta una zona con un relieve acusado, formado por una sucesión ininterrumpida de montes y vaguadas. No obstante, existen algunos valles fluviales que atraviesan esta zona perpendicularmente, los cuales pueden ser aprovechados para el trazado de nuevas carreteras.

La excavación de los desmontes tendrá que ser realizada mediante voladuras porque los materiales no son ripables.

La capacidad portante es muy alta en los miembros de arenitas grauváquicas, y alta en los niveles de pizarras. Las zonas superficiales, que normalmente están recubiertas por un suelo residual de baja capacidad portante, pueden plantear problemas en los terraplenes que discurran a media ladera, así como en la cimentación de estructuras.

La permeabilidad del conjunto es muy baja, por lo que el drenaje profundo es deficiente. El drenaje superficial se realiza sin dificultad, debido a los relieves que forman estas rocas.

Han sido observados taludes de pequeñas alturas, estables y con inclinaciones de  $70^{\circ}$ .

## GRANITOS Y CUARZODIORITAS, (001a)

**Litología.**— Esta formación tiene amplia representación en el Tramo. Se trata de un conjunto de rocas plutónicas ácidas que comprende desde términos graníticos (en sentido estricto) hasta cuarzodioríticos. Esta variedad, que se manifiesta por medio de las distintas composiciones mineralógicas, también queda patente en las características particulares de las rocas que forman el grupo.

La Figura 3.32 muestra un aspecto de detalle de estas rocas graníticas.



Fig. 3.32.- Granito del grupo (001a) en las proximidades de la localidad de Monesterio. (897-1).

En general estas rocas tienen un tamaño de grano muy variado, encontrándose miembros microgranudos de aspecto aplítico, y otros de grano muy grueso, con apariencia pegmatítica. Entre estos dos tipos extremos también son frecuentes las rocas de grano medio.

Normalmente estas rocas tienen una textura granular cataclástica o deformada, producida como consecuencia de haber estado sometidas a los esfuerzos tectónicos hercínicos. Localmente pueden presentar texturas porfídicas, apareciendo entonces gruesos cristales de ortosa, rodeados por una masa de cuarzo, feldespato y micas.



Los minerales principales de estas rocas son cuarzo, feldespatos (ortosa y microclina), plagioclasas (oligoclasa y anortita), moscovita y biotita. En algunas zonas en que la deformación ha sido mayor, se han formado además minerales típicos de metamorfismo, como sillimanita, cordierita y andalucita.

Hay que señalar que en el Tramo estudiado estas rocas aparecen frecuentemente alteradas en superficie y transformadas, por meteorización, en un producto residual o «jabre granítico», que tiene las propiedades físicas de un suelo (Figura 3.33).



Fig. 3.33.- Un aspecto de la alteración del macizo rocoso granítico, del grupo (001a).

**Estructura.**— La mayor parte de los afloramientos de este complejo plutónico está formada por intrusiones de rocas ígneas que se han encajado entre las formaciones precámbricas y paleozoicas. En estos casos, los contactos entre los granitoides y las rocas-caja son bastante netos. En otras ocasiones, por tratarse de granitos de anatexia, no existen unos límites bien definidos con las formaciones gneísicas de las que provienen, sino que se producen cambios graduales de litología.

Aparte de esta disposición tectónica que adopta el grupo con respecto a las rocas encajantes, éste tiene una estructura masiva que se ve rota únicamente por la presencia de filones y de las diaclasas, las cuales disgregan el macizo rocoso en grandes bloques.

**Geotecnia.**— La principal característica geotécnica que ofrece este grupo está relacionada con la alteración que de una forma generalizada presentan los afloramientos del mismo. Los «jabres graníticos», formados por la meteorización química de la roca, no tienen la resistencia suficiente para la cimentación directa de grandes estructuras. Asimismo, pueden presentar problemas de asentamientos en los terraplenes que, apoyados sobre estos jabres, discurran por la mitad de las lade-

ras. Para establecer los parámetros adecuados en el diseño de estructuras y terraplenes es necesario realizar los ensayos correspondientes.

Los desmontes proyectados en estos materiales de alteración pueden ser excavados directamente con medios mecánicos, ya que se trata de materiales ripables. Los taludes, que a corto plazo se mantienen estables con inclinaciones casi verticales, a largo plazo presentan fenómenos de desmoronamientos, que son debidos a la hidratación superficial y que pueden ocasionar aterramientos de las cunetas.

En las zonas en donde las rocas graníticas aparecen sanas, ya sea en superficie o por debajo del horizonte superficial de alteración, la excavación de las mismas ha de ser realizada con explosivos. En los desmontes en que el macizo rocoso sano se encuentre a una profundidad indeterminada, es conveniente la realización de sondeos mecánicos para establecer el volumen de tierras que puede ser excavado mecánicamente, frente al de roca que ha de ser extraído mediante voladuras.

Los taludes abiertos en roca sana son estables con inclinaciones subverticales.

La permeabilidad está influenciada por el grado de calidad de los materiales. En los «jabres graníticos» se desarrolla una permeabilidad por porosidad intergranular, que es directamente proporcional al grado de alteración de los mismos. En estos casos el drenaje profundo es moderado o fácil. Cuando los granitos están sanos la permeabilidad se desarrolla a través de las fisuras y se origina un drenaje profundo deficiente. El contacto formado por «jabre granítico» y roca sana actúa como una vía favorable para la circulación de las aguas.

El drenaje superficial normalmente se desarrolla con facilidad, ya que las pendientes topográficas son suficientes. Sin embargo, existen zonas llanas locales, asociadas a «jabres graníticos», en que este drenaje se produce con mayor dificultad, aunque no llegan a formarse encharcamientos.

## BASALTOS Y ESPILITAS, (001b)

**Litología.**— Este conjunto volcánico está representado por un único afloramiento situado en el sector occidental del Tramo. Está constituido por rocas básicas duras, de color verde azulado o verde oscuro, y de composición basáltica y espilitica. Las rocas tienen textura porfídico-vacuolar. Los fenocristales, que son de plagioclasa sódica (albita), pueden presentarse también en forma de finos microlitos agrupados en haces. Es frecuente la aparición en la roca de filoncillos de calcita y de plagioclasa.

Los minerales principales son plagioclasas cálcicas (en los basaltos) y sódicas (en las espilitas), clorita y carbonatos.

La Figura 3.34 muestra un detalle de una roca espilitica.

**Estructura.**— Se trata de un importante episodio volcánico que aparece discordante sobre las formaciones del Cámbrico Inferior, y que presenta una notable disminución de extensión de Oeste a Este. Tiene una estructura regional de plegamiento, al acompañar al resto de las formaciones paleozoicas en la deformación general hercínica. La orientación general es NO-SE y los buzamientos están comprendidos entre 45° y 80° en sentido Noreste y Suroeste.

La estructura interna de la roca es la de coladas magmáticas, con formación local de lavas almohadilladas e intercalaciones ocasionales de tobas espilíticas.

**Geotecnia.**— Son rocas no ripables, y por tanto, será necesario el empleo de explosivos en la excavación de los desmontes. Los problemas producidos por este grupo son fundamentalmente topográficos. Las rocas de este episodio ígneo constituyen una zona de relieve muy accidentado, y por tanto, inadecuada para el trazado de carreteras.



Fig. 3.34.- Detalle de una roca espilítica del grupo (001b), en las inmediaciones de la localidad de Arroyomolinos de León. (897-3).

La capacidad portante de estas rocas es muy alta y, excepto en los niveles superficiales de alteración, no es de prever la aparición de asentamientos.

La permeabilidad es muy baja, por fisuración. El drenaje profundo es difícil, mientras que el superficial es fácil, dadas las pendientes topográficas del relieve.

Las laderas naturales son estables y tienen una inclinación máxima de 40°. En taludes artificiales con inclinaciones de 70° y alturas bajas, se han observado caídas de cantos y bloques.

### 3.2.5. Grupos geotécnicos

Los diferentes grupos litológicos definidos en esta Zona se han agrupado, en función de sus características geotécnicas, en unos denominados «grupos geotécnicos» que se describen a continuación:

**G1.- Grupo formado por depósitos cuaternarios y terciarios constituidos por materiales detríticos finos y de tamaño medio.**— Son suelos blandos y erosionables, fácilmente excavables con medios mecánicos. Tienen una capacidad portante baja

y su cohesión depende de la proporción de materiales finos que tengan localmente. Pueden presentar asientos diferenciales, tener niveles freáticos altos en las zonas próximas a los ríos y originar aterramientos en las obras de drenaje.

Pertenece a este grupo geotécnico las formaciones A1, C1, V1 y 321.

**G2.- Grupo constituido por formaciones carbonatadas.**— Está formado por rocas duras y coherentes, no ripables, que pueden presentar procesos de karstificación. Estos hacen posible la existencia de «golpes de agua» durante la excavación y de hundimientos en el caso de que se realice alguna cimentación.

Los taludes de gran altura y con inclinaciones fuertes pueden presentar desprendimientos de bloques y cuñas.

Comprende los grupos (111a) y (111b).

**G3.- Granitos, cuarzodioritas, basaltos, espilitas y rocas cuarcíticas.**— Son rocas duras, cristalinas y no ripables, que tienen una capacidad portante muy alta. Se trata de materiales impermeables, que sin embargo pueden desarrollar, por fisuración, un drenaje profundo muy débil.

No existen problemas importantes de inestabilidad gravitacional, y sus taludes en general son estables.

Las formaciones (010c), (001a) y (001b) pertenecen a este grupo geotécnico.

**G4.- Grupo formado por rocas pizarrosas con intercalaciones irregulares de otras litologías metamórficas.**— Son materiales afectados por una deformación tectónica importante, que ha desarrollado en ellos una esquistosidad muy marcada y una gran fracturación. Su dureza es media en los tramos pizarrosos, y alta en las intercalaciones grauváquicas y cuarcíticas, pero en conjunto son rocas no ripables. Normalmente presentan un horizonte superficial de alteración que puede dar lugar a asientos diferenciales. Al tener una permeabilidad muy baja, se pueden producir encharcamientos en las áreas de menor gradiente topográfico.

Los taludes de grandes alturas y de fuertes inclinaciones pueden presentar desprendimientos permanentes de cantos y bloques.

Las formaciones 113, 112, (111d), (111f), 110, 010+111, (010a), (010d) y (010f) pertenecen a este grupo geotécnico.

**G5.- Grupo formado por rocas anfíbolíticas.**— Son rocas recristalizadas, muy duras, coherentes y no ripables, que no presentan grandes procesos de alteración, ni problemas de inestabilidad. Como tienen una permeabilidad muy baja, se pueden producir encharcamientos en las áreas más llanas y deprimidas topográficamente. Sus taludes son en general estables.

La formación (010b) es el único representante de este grupo geotécnico.

### 3.2.6. Resumen de problemas geotécnicos que presenta la Zona

Lo mismo que en el caso de la Zona 1, esta Zona 2 está constituida por rocas metamórficas de variada litología que pertenecen a los períodos Precámbrico y Cámbrico. Los materiales ígneos, plutónicos y volcánicos, están también ampliamente representados en este sector. Finalmente aparecen las formaciones super-

ficiales cuaternarias (aluviales, coluviales y eluviales), que recubren parcialmente los grupos litológicos anteriores.

Los principales problemas geotécnicos que pueden aparecer en esta Zona 2 derivan de la existencia de áreas con relieves accidentados. Ello implica para las vías de comunicación la necesidad de ejecutar grandes desmontes, altos terraplenes e importantes estructuras.

Los desmontes de grandes alturas tendrán que ser excavados mediante el empleo de voladuras, ya que la mayor parte de las formaciones que caracterizan a la Zona 2 no son ripables.

En general, y debido a la fracturación tectónica y a la esquistosidad que tienen la mayor parte de los grupos litológicos, los taludes de estos desmontes presentarán caídas gravitacionales de bloques de roca y degradación en lajas de sus superficies. Por este motivo hay que prever las medidas correctoras adecuadas en cada caso (cunetones de recogida de piedras, mallas metálicas y bermas).

Los terraplenes, que previsiblemente tendrán grandes alturas, pueden presentar problemas si al discurrir por la mitad de las laderas se apoyan directamente sobre el horizonte de alteración superficial. Estos materiales de alteración, generalmente arcillosos y con agua, sufren un proceso de compresión y consolidación, como resultado de la carga sobrepuesta, que produce el asiento de los mismos y como consecuencia de ello la deformación del terraplén. En estos casos, se recomienda la retirada de los materiales inestables para apoyar la base del terraplén en terreno firme.

En el caso de las estructuras habrá que proceder a retirar el horizonte de alteración hasta la roca, para la cimentación directa de las mismas, o si éste es muy potente, habrá que diseñar cimentaciones profundas.

En las áreas de menor relieve de esta Zona 2, los problemas descritos anteriormente disminuyen, pero sin embargo pueden aparecer dificultades de drenaje derivadas de la escasa capacidad de infiltración de los materiales rocosos y de una topografía poco favorable. Además, las zonas próximas a los ríos pueden tener niveles freáticos altos y ser localmente inundables.

### 3.3. ZONA 3: RELIEVE LLANO

La Zona 3 se extiende por el sector septentrional del Tramo de una forma discontinua, y así se reparte en tres áreas aisladas entre sí y limitadas por terrenos pertenecientes a la Zona 2. Esta Zona se desarrolla en su totalidad por territorios pertenecientes a la provincia de Badajoz.

Geográficamente se distribuye, de forma parcial, en las siguientes hojas y cuadrantes del Mapa Topográfico Nacional, a escala 1:50.000.

Nº	Hoja	Cuadrantes
876	Fuente de Cantos	2 y 3
877	Llerena	3
897	Monesterio	1 y 4
898	Puebla del Maestre	4

En la Figura 3.35 se muestra la ubicación de la Zona 3 en el ámbito del Tramo estudiado, así como la situación de los dos cortes geológicos realizados en la misma, que están representados en la Figura 3.36.

#### 3.3.1. Geomorfología

Esta Zona está constituida por las áreas marginales, peneplanizadas, que rodean a la Cordillera de Sierra Morena. Aunque en el ámbito del presente Estudio está representada por tres sectores aislados de extensión reducida, se extiende hacia el Norte con una gran superficie.

La característica morfológica principal de la Zona 3 es la de tener un relieve llano, interrumpido únicamente por suaves lomas, que normalmente corresponden a intercalaciones de rocas duras, situadas entre otras de carácter menos resistente ante la erosión. Estas lomas producen pequeños interfluvios redondeados que están separados entre sí por vaguadas muy abiertas y de reducidas dimensiones. Las vaguadas canalizan la escorrentía superficial hacia la red de drenaje principal. Esta red fluvial tiene una capacidad de erosión reducida, ya que discurre por áreas de escaso gradiente topográfico.

El hecho de que la Zona 3 esté muy peneplanizada indica que el relieve tiene un alto grado de evolución, y por tanto que pueda considerarse que ha llegado a una gran madurez en su desarrollo. Bajo esta circunstancia y teniendo en cuenta la poca erosión fluvial que producen los ríos, la suavización actual del relieve se desarrolla principalmente mediante la meteorización química. Este proceso de alteración forma suelos residuales a partir de las formaciones rocosas, recubriéndolas prácticamente en su totalidad y limando las asperezas que producen los afloramientos de roca. El resultado es la suavización progresiva de las vertientes.

La Figura 3.37 muestra una vista panorámica del relieve característico de la Zona 3.

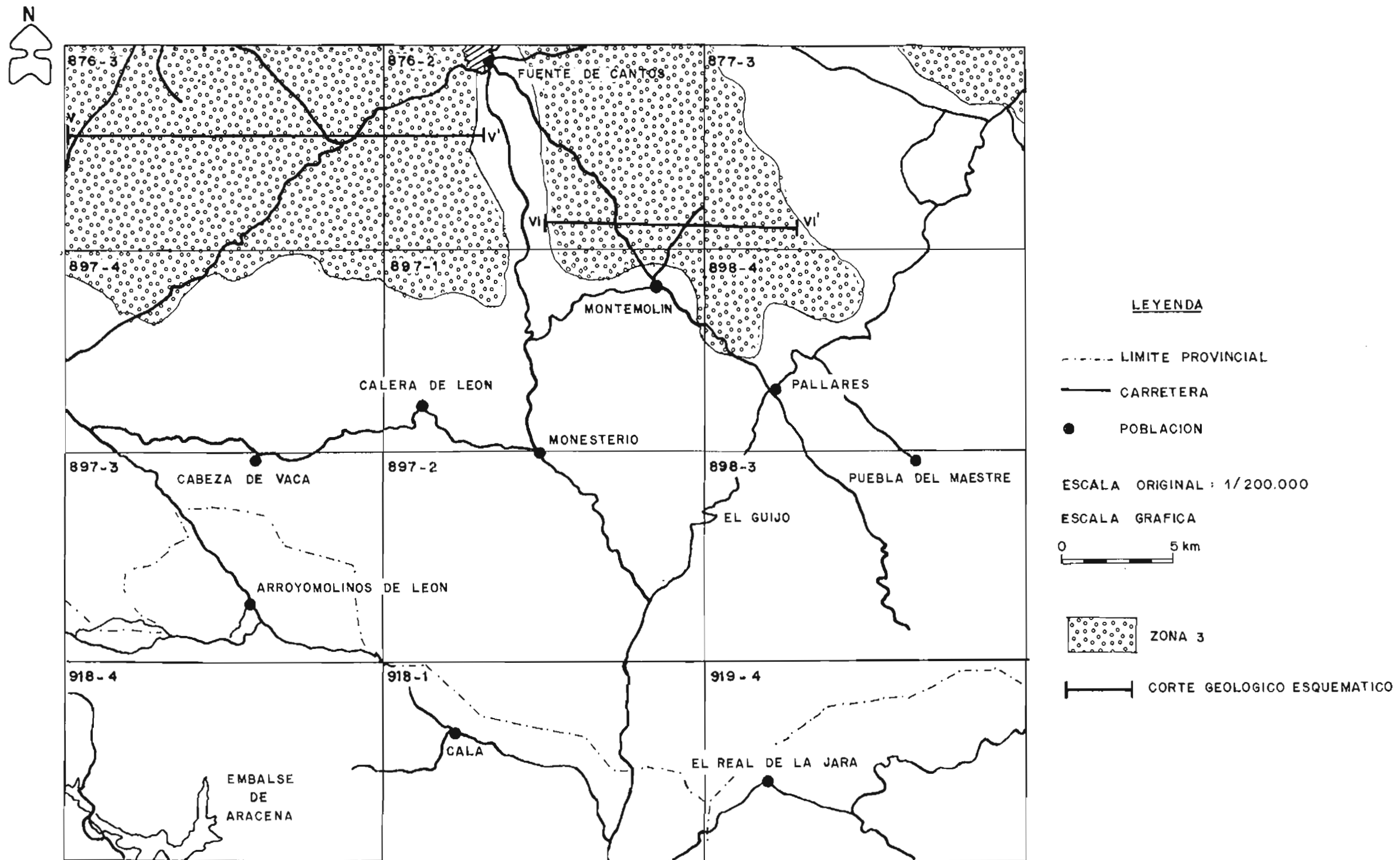
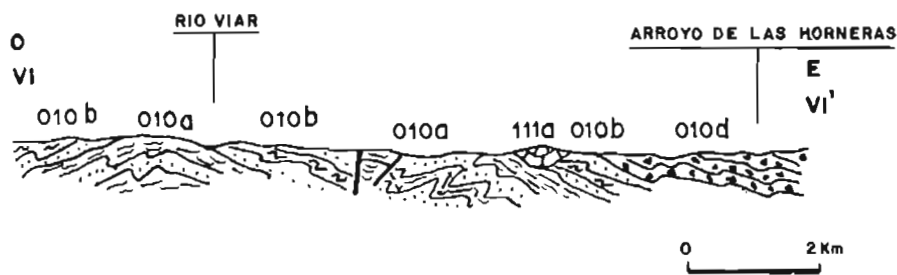
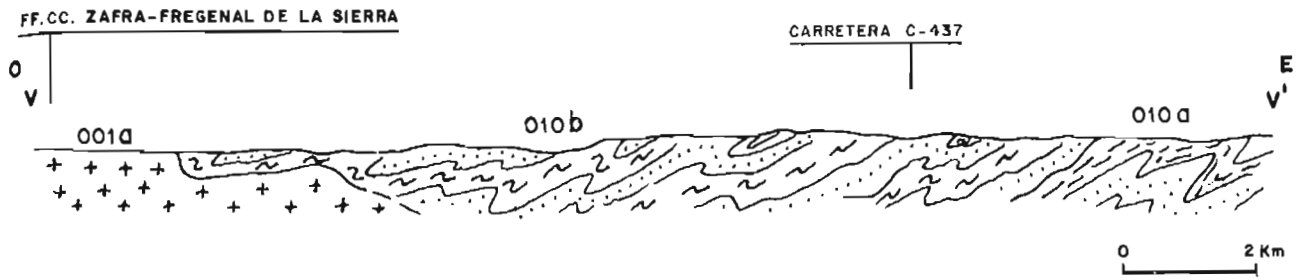


FIGURA 3.35.- ESQUEMA DE SITUACION DE LA ZONA 3 Y DE DOS CORTE GEOLÓGICOS ESQUEMÁTICOS REALIZADOS EN LA MISMA.



**LEYENDA**

- 111a : CALIZAS Y MARMOLES
- 010a : GRAUVACAS, PIZARRAS, ESQUISTOS Y METATOBAS
- 010b : ANFIBOLITAS Y ESQUISTOS
- 010d : TOBAS, METACINERITAS Y PIZARRAS
- 001a : GRANITOS Y CUARZODIORITAS

**FIGURA 3.36 -CORTES GEOLOGICOS ESQUEMATICOS DE LA ZONA 3.**



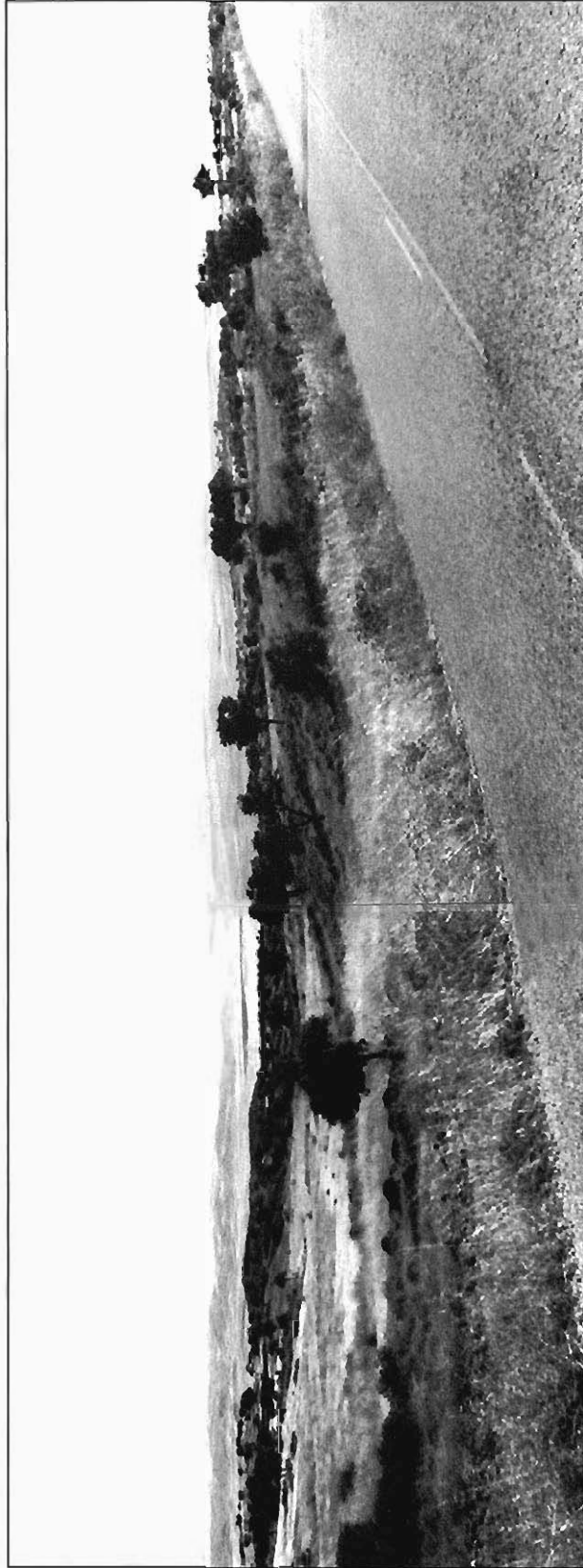


Fig. 3.37.- Vista panorámica de la Zona 3, en la que se observa la morfología característica de la misma.

### 3.3.2. Tectónica

Las características tectónicas de esta Zona 3 son iguales a las descritas anteriormente en las Zonas 1 y 2, ya que ha sido afectada de la misma forma por las deformaciones que tuvieron lugar durante la Orogenia Hercínica.

A modo de recordatorio y de una forma resumida, estas características son las siguientes:

**1ª Fase de deformación:** Es origen de un plegamiento isoclinal de gran radio y de orientación N-S. La vergencia de los planos axiales de los pliegues está dirigida al Oeste. Formación de planos de esquistosidad en la roca, que son totalmente penetrativos. Generación de un metamorfismo regional y emplazamientos de rocas plutónicas.

**2ª Fase de deformación:** De efectos secundarios, produce pliegues menores, que acompañan y repliegan a las estructuras de la primera Fase.

**3ª Fase de deformación:** Es la responsable de los principales rasgos estructurales de la región. Origina pliegues de dirección N 100°-130° E, que repliegan a todas las estructuras anteriores. Se forma una esquistosidad penetrativa de flujo, un metamorfismo regional de bajo grado e intrusiones de rocas ígneas.

**4ª Fase de deformación:** De escaso desarrollo, produce un microplegamiento de las esquistosidades, consistente en pequeñas ondulaciones y «kink-bands».

**Fase de fracturación tardihercínica:** Genera grandes fallas de desplazamiento que separan a la región en dominios con rasgos litológicos diferenciados.

### 3.3.3. Columna estratigráfica

Los grupos litológicos que aparecen en la Zona 3 son los que se muestran en la columna estratigráfica que se expone en la Figura 3.38.

### 3.3.4. Grupos litológicos

ALUVIAL. GRAVAS, ARENAS Y LIMOS, (A1)

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

COLUVIAL. CANTOS, ARENAS Y LIMOS, (C1)

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

ELUVIAL. ARCILLAS Y LIMOS, (V1)

**Litología.**— Este grupo está formado por el suelo residual procedente de la meteorización química superficial de las rocas que constituyen el sustrato. Se trata

COLUMNA ESTRATIGRAFICA	DESCRIPCION	EDAD	GRUPO LITOLOGICO	GRUPO GEOTECNICO
	GRAVAS, ARENAS Y LIMOS. ALUVIAL.	CUATERNARIO	A1	G1
	CANTOS, ARENAS Y LIMOS. COLUVIAL.	CUATERNARIO	C1	G1
	ARCILLAS Y LIMOS ELUVIAL.	CUATERNARIO	V1	G1
	GRAVAS, CUARCITAS Y MATRIZ LIMOSA.	PLIOCUATERNARIO	350	G1
	PIZARRAS, LIMOLITAS Y SUBGRAUVACAS.	CARBONIFERO INFERIOR	151	G4
	CALIZAS Y MARMOLES.	CAMBRICO INFERIOR	111a	G2
	PIZARRAS CON NIVELES CARBONATADOS.	CAMBRICO INFERIOR	111b	G2
	ARCOSAS Y CONGLOMERADOS.	CAMBRICO INFERIOR	111c	G4
	PIZARRAS, GRAUVACAS Y ARCOSAS.	CAMBRICO- PRECAMBRICO	010+111	G4
	GRAUVACAS, PIZARRAS, ESQUISTOS Y METATOBAS.	PRECAMBRICO	010a	G4
	ANFIBOLITAS Y ESQUISTOS.	PRECAMBRICO	010b	G5
	TOBAS, METACINERITAS Y PIZARRAS.	PRECAMBRICO	010d	G4
	PIZARRAS Y ARENITAS.	PRECAMBRICO	010f	G4
	GRANITOS Y CUARZODIORITAS..	DEVONICO A CARBONIFERO	001a	G3

Fig. 3.38.— Columna estratigráfica de la Zona 3.

de arcillas y limos, de colores rojizos, marrones y negruzcos. Normalmente aparecen cantos dispersos de la misma naturaleza que la de la roca subyacente. Estos cantos van apareciendo con mayor abundancia a medida que se profundiza en el horizonte de suelo residual.

La Figura 3.39 es un detalle superficial de los materiales que forman el grupo.

**Estructura.**— Como consecuencia de su génesis, son materiales que carecen de estructura interna, y aunque en general forman un horizonte paralelo al techo de la roca, pueden presentar potencias diferenciales que modifiquen su geometría.

**Geotecnia.**— Este grupo, que aparece formando áreas de topografía llana, tiene una permeabilidad muy baja dada su naturaleza arcillosa. La combinación de estos dos factores origina la aparición de zonas frecuentemente encharcadas, que están condicionadas por el deficiente drenaje en profundidad que tienen estos materiales arcillosos.

Otro problema adicional que pueden presentar estos suelos, derivado de su baja capacidad portante, es la posibilidad de que se produzcan asentamientos en las



Fig. 3.39.- Aspecto de la superficie del grupo VI, en las proximidades de la localidad de Fuente de Cantos. (876-2).

obras apoyadas sobre los mismos. En estos casos es recomendable eliminarlos en todo su espesor. Para ello pueden ser utilizados medios mecánicos, ya que son materiales ripables.

No han sido observados taludes que indiquen su grado de estabilidad.

#### GRAVAS CUARCITICAS Y MATRIZ LIMOSA, (350)

**Litología.**— Esta formación corresponde a dos retazos de antiguos depósitos de raña que han sido respetados por la erosión y que aparecen, únicamente, en el borde septentrional del Tramo.

Litológicamente está formada por gravas de composición cuarcítica, subangulosas y con unos tamaños comprendidos entre 3 y 10 cm. La matriz que engloba a estas gravas es fundamentalmente limosa, aunque también están presentes las fracciones arenosa y arcillosa.

**Estructura.**— Se trata de unos materiales postorogénicos formados a partir de la denudación de los relieves más montañosos, y que se han depositado subhorizontalmente en las áreas marginales de los mismos, en forma de extensos abanicos aluviales de pendientes muy suaves. La estructura interna es la de cuerpos sedimentarios de geometría lenticular, que se acuñan lateralmente de una forma muy suave.

La Figura 3.40 ofrece un aspecto parcial y de detalle que muestra, superficialmente, esta formación.

**Geotecnia.**— El carácter limoso de la matriz que engloba a los materiales más gruesos hace que la permeabilidad de este grupo sea baja. Este hecho, unido al



Fig. 3.40.- Aspecto superficial de los materiales del grupo 350, en el paraje denominado "Dehesa de la Hinchona". (876-3).

escaso gradiente topográfico que tienen las áreas en donde aparece el grupo, produce la aparición de fenómenos de encharcamiento de larga duración. Asimismo, la baja capacidad portante de estos materiales hace desaconsejable la cimentación de obras de fábrica sobre los mismos.

No han sido observados taludes que indiquen sus condiciones de estabilidad.

#### PIZARRAS, LIMOLITAS Y SUBGRAUVACAS, (151)

**Litología.**— Esta formación tiene un sólo afloramiento, de reducida extensión, en el borde nororiental del Tramo. Este afloramiento se encuentra muy recubierto por las formaciones aluviales y coluviales adyacentes, así como por el producto de su propia alteración.

La formación es una alternancia de subgrauvacas, limolitas y pizarras, en cuya base aparece un nivel de conglomerados poligénicos que tienen una matriz de carácter microconglomerático.

Fuera del ámbito del Tramo estudiado, esta formación es objeto de estudios mineros detallados, debido a la presencia de carbón en sus niveles estratigráficos más altos.

**Estructura.**— El afloramiento aparece con una estructura en pliegue sinclinal, de orientación NO-SE, y cuyos flancos tienen unos buzamientos comprendidos entre 50° y 70°, en dirección Suroeste y Noreste.

El plegamiento que ha afectado a esta serie ha producido una esquistosidad de flujo, totalmente penetrativa, que es la causante de la disgregación en lascas que presentan estas rocas en su zona alterada y de descompresión (Figura 3.41).

**Geotecnia.**— La incidencia de este grupo en los trazados de nuevas carreteras es escasa, debido a la posición y a la poca extensión que ocupa dentro del Tramo. Aparece en un área topográficamente deprimida y, al contar con una permeabilidad muy baja, constituye zonas de drenaje deficiente, que estarán encharcadas durante largos períodos de tiempo.

Las obras de fábrica que se apoyen en esta zona deprimida tendrán que ser cimentadas sobre el sustrato de roca sana, eliminando el recubrimiento de alteración que tiene superficialmente la misma.

Los desmontes o excavaciones que se realicen tendrán que ser llevados a cabo con explosivos.

No han sido observados taludes que muestren sus condiciones de estabilidad.



Fig. 3.41.- Detalle de la esquistosidad de las pizarras del grupo 151. (877-4).

#### CALIZAS Y MARMOLES, (111a)

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

#### PIZARRAS CON NIVELES CARBONATADOS, (111b)

**Litología.**— Se trata de una serie depositada en un medio marino con influencias continentales, y que está constituida por una alternancia irregular de pizarras y calizas.

Las pizarras, de colores amarillo-verdosos, son de naturaleza lutítica, aunque en ocasiones el tamaño de grano aumenta y se hacen arenosas, llegando incluso a ser verdaderas areniscas.

Entre los niveles pelíticos se intercalan numerosos bancos calcáreos que tienen, en general, geometría lenticular y de barras. Estas calizas son biohermos formados por la asociación de arqueociatos, algas y oolitos. Tienen una textura de biomicroesparita nodulosa y presentan frecuentes recristalizaciones esparíticas en forma de vetas. Sobre esta litología calcárea se desarrolla una dolomitización secundaria, que borra parcialmente las características texturales y paleontológicas de la roca.

En la Figura 3.42 se puede observar la distribución irregular de los miembros calcáreos en relación con los niveles pizarrosos.

**Estructura.**— Esta formación presenta un plegamiento apretado, que da lugar a una sucesión de anticlinales y sinclinales que tienen una orientación general NO-SE. Los buzamientos de los flancos de estas estructuras están comprendidos entre 40° y 80° y están dirigidos al Suroeste y al Noreste.

A escala de afloramiento puede ser observada una esquistosidad penetrativa que se ha desarrollado únicamente en los niveles pelíticos de la formación. Los miembros carbonatados, que no están afectados por la esquistosidad, manifiestan un diaclasado poco intenso, cuyo espaciado está comprendido entre 0,3 m y 0,8 m.

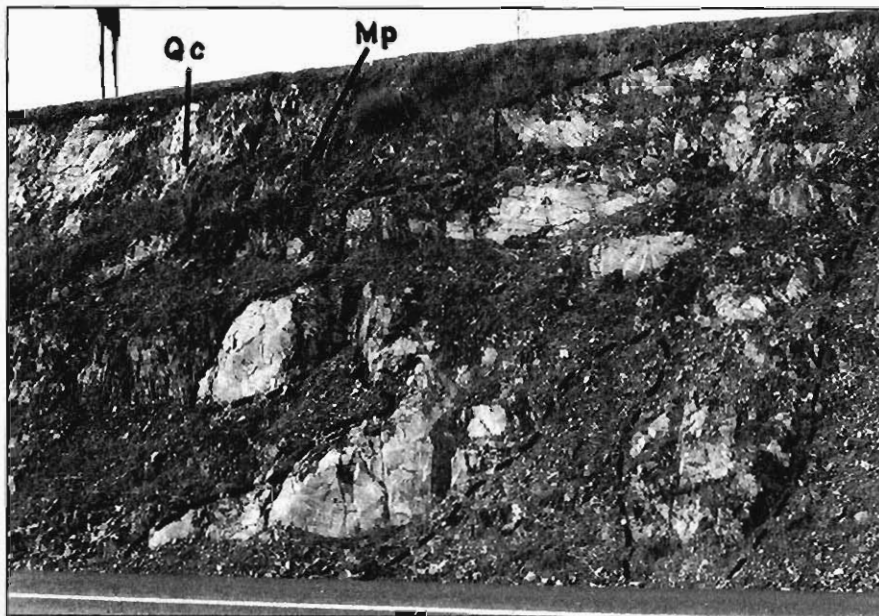


Fig. 3.42.- Aspecto del grupo (I11b) en uno de los taludes excavados en las cercanías de la localidad de Fuente de Cantos. Qc: Calizas. Mp: Pizarras. (876-2).

**Geotecnia.**— La existencia de bancos calcáreos hace posible la presencia de zonas de karstificación, que sin embargo tendrán un desarrollo muy localizado, dadas las limitaciones espaciales de dichos bancos. En estas zonas kársticas el agua fluye libremente (condiciones de drenaje libre), mientras que fuera de ellas el drenaje profundo se realiza muy lentamente, a través de las fisuras de la roca. El drenaje superficial es fácil y no es de prever la posibilidad de encharcamientos.

La capacidad portante es alta, si bien en la cimentación de estructuras hay que tener en cuenta la probable presencia de los conductos kársticos.

Las excavaciones que se realicen necesitarán el empleo de explosivos.

Los taludes artificiales observados son de alturas bajas y se mantienen estables con inclinaciones de 70°.

#### ARCOSAS Y CONGLOMERADOS, (111c)

**Litología.**— Formación constituida por un conglomerado poligénico que contiene cantos redondeados de cuarcitas grises y negras, areniscas feldespáticas, arcosas de grano muy fino y rocas volcánicas. La matriz de estos conglomerados es arenosa y está estructurada por una cierta esquistosidad, que se manifiesta por la orientación de sus minerales.

Sobre estos niveles conglomeráticos se apoya un potente tramo formado por arcosas y subarcosas, de colores blanquecinos y pardos, bien estratificadas y estructuradas en un bandeado composicional.

La alteración superficial produce sobre estos materiales un suelo de carácter arenoso, con cantos dispersos, de 1 a 1,5 m de potencia.

**Estructura.**— La formación tiene una estructura general de orientación NO-SE y buzamientos variables, dirigidos al Noroeste y Sureste. No se presenta en afloramientos de gran continuidad lateral, bien por haber sido desmantelada por la erosión, o bien por haber tenido originalmente un desarrollo local.

Los materiales de esta serie detrítica se encuentran muy fracturados, por lo que el macizo rocoso formado por los mismos se halla muy disgregado, al menos superficialmente, en elementos de pequeño tamaño.

**Geotecnia.**— Se trata de una formación parcialmente ripable, debido a la gran fracturación de sus materiales.

La Figura 3.43 corresponde a un talud excavado en este grupo litológico, en donde puede observarse el estado de fracturación de la roca.

La permeabilidad es baja-media, se desarrolla por la fisuración de la roca, y origina un drenaje en profundidad moderado. El drenaje superficial es fácil, debido a las características topográficas de las zonas en donde aparecen estos materiales.

La capacidad portante es alta, aunque puede disminuir en las zonas de mayor fracturación. En el diseño de estructuras habrá que tener en cuenta el índice de calidad de la roca (RQD), obtenido mediante sondeos con testigo continuo, para establecer la profundidad y el tipo de cimentación de las mismas.

Se han observado taludes artificiales bajos con inclinaciones de 75° que presentan caídas locales de cantos.

En los desmontes de grandes alturas y fuertes inclinaciones de sus taludes, se producirán caídas permanentes de cantos. En estos casos, se recomienda el empleo de mallas metálicas o cunetones de recogida de piedras.

#### PIZARRAS, GRAUVACAS Y ARCOSAS, (010+111)

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





Fig. 3.43.- Aspecto parcial de los materiales del grupo (111c) en un talud de carretera, en la Sierra León. (918-4).

#### GRAUVACAS, PIZARRAS, ESQUISTOS Y METATOBAS, (010a)

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

#### ANFIBOLITAS Y ESQUISTOS, (010b)

**Litología.**— Este grupo está formado por una serie metamórfica de medio y alto grado, compuesta por rocas anfibolíticas, esquistos y cuarzo-esquistos biotíticos.

Las anfibolitas son rocas duras, de colores verdes y negros, grano fino, y que suelen presentar un bandeo marcado por la presencia de lechos milimétricos, ricos en plagioclasa y anfíboles. Tienen una textura granonematoblástica bandeadada, que es debida a la orientación de los anfíboles y que se encuentra frecuentemente microplegada. Los minerales principales de estas rocas son anfíbol (actinolita-hornblenda) y plagioclasas (oligoclasa), y los accesorios son cuarzo, biotita, opacos, esfena, grafito y feldespato potásico.

El miembro esquistoso de la serie está constituido por esquistos y cuarzo-esquistos, que pueden llegar a ser gneises biotíticos. Son rocas de colores oscuros (marrones a negros), que se caracterizan por tener una fina esquistosidad microplegada y por presentar un bandeado milimétrico de cuarzo, feldespato y biotita. La textura de estos esquistos es granolepidoblástica bandeada, y los minerales principales son el cuarzo, la biotita, la moscovita y la plagioclasa.

Las rocas de esta serie metamórfica normalmente están recubiertas por un suelo limo-arcilloso, de color marrón oscuro y de escasa potencia.

En la Figura 3.44 puede observarse un aspecto de detalle de las rocas anfibolíticas de este grupo litológico.



Fig. 3.44.- Detalle de las anfibolitas del grupo (010b), en el P.K. 18 de la carretera que une las localidades de Pallarés y Montemolín. (898-4).

**Estructura.**— Se trata de una serie fuertemente plegada que da lugar a una sucesión de sinformas y antiformas orientadas según una dirección general NO-SE. Las superficies de estratificación originales de estas rocas han sido borradas por el metamorfismo que han sufrido, y así la estructura viene marcada por la esquistosidad, la cual tiene una dirección general N 120° E y unos buzamientos comprendidos entre 40° y 80°, y dirigidos, normalmente, hacia el Noreste.

**Geotecnia.**— Las rocas de este grupo litológico no son ripables. Su excavación deberá realizarse mediante el empleo de explosivos.

La capacidad portante de las anfibolitas y de los esquistos es muy elevada, pero hay que tener en cuenta que ambas rocas se hallan recubiertas por un suelo limo-arcilloso, que puede dar lugar a asentamientos en las estructuras y en los terraplenes que discurran por las laderas.

La permeabilidad es muy baja y se produce por fisuración. Este hecho provoca que el drenaje profundo sea deficiente. La escorrentía superficial se desarrolla con facilidad, debido a las pendientes topográficas.

Las rocas anfibolíticas constituyen buenos materiales para su empleo como áridos para carreteras, si bien es necesario realizar un estudio detallado del emplazamiento de los yacimientos, ya que pueden aparecer niveles esquistosos que hagan disminuir la calidad de aquéllos.

Se han observado taludes artificiales bajos y estables con inclinaciones de 60°.

#### TOBAS, METACINERITAS Y PIZARRAS, (O10d)

**Litología.**— Se trata de un conjunto de rocas originalmente piroclásticas que aparecen interestratificadas entre formaciones sedimentarias y que han sido afectadas por un metamorfismo regional.

Son rocas esquistosas y de aspecto gnéusico que están formadas por fenoclastos de cuarzo azulado, feldespato rosa y plagioclasa, englobados en una matriz de grano muy fino, y de colores blancos, verdosos y rosados. Con frecuencia presentan un bandeado centimétrico, originado por la presencia de lechos detríticos de color rojizo, ricos en óxidos.

Estos materiales vulcanoclásticos tienen intercalaciones pizarrosas, que son más abundantes en la base de la formación.

En la Figura 3.45 puede observarse un detalle de uno de los afloramientos de este grupo litológico.



Fig. 3.45.- Paquete de tobas del grupo (O10d) en las inmediaciones de la localidad de Cabeza de Vaca. (897-4).

**Estructura.**— Esta serie adopta una disposición general según bandas que se orientan paralelamente a las directrices tectónicas hercínicas (NO-SE). Las rocas presentan una esquistosidad con la misma dirección y unos buzamientos de 40° a 80°, dirigidos al Noreste.

Lo mismo que todas las formaciones rocosas presentes en el Tramo, está afectada por un diaclasado que produce la disgregación del macizo rocoso en bloques.

**Geotecnia.**— Se trata de rocas duras, que han de ser excavadas mediante el empleo de voladuras. Su capacidad portante es alta.

La permeabilidad es pequeña, y el drenaje profundo, deficiente. El drenaje superficial es fácil.

Los taludes observados son de alturas bajas y se mantienen estables con inclinaciones de 60°. La combinación de los planos de esquistosidad y los del diaclasado puede dar lugar, en grandes taludes, a la aparición local de caídas gravitacionales de bloques.

PIZARRAS Y ARENITAS, (010f)

GRANITOS Y CUARZODIORITAS, (001a)

Estos dos grupos litológicos han sido descritos en la Zona 2, al ser más representativos de la misma.

### 3.3.5. Grupos geotécnicos

Los grupos litológicos definidos en esta Zona se agrupan, en función de sus características geotécnicas, en los denominados «grupos geotécnicos», que se describen a continuación. Con esto se pretende resumir las propiedades geotécnicas de las formaciones geológicas de esta Zona.

**G1.- Grupo formado por depósitos cuaternarios y pliocuaternarios, constituidos por materiales detríticos finos y de tamaño medio.**— Son suelos blandos, fácilmente excavables con medios mecánicos, y erosionables. Tienen una capacidad portante baja, y su cohesión depende de la proporción de materiales finos que tengan localmente. Pueden presentar problemas de asentamientos diferenciales, tener niveles freáticos altos en las zonas próximas a los ríos, y originar aterramientos en las obras de drenaje.

Pertenecen a este grupo geotécnico las formaciones A1, C1, V1 y 350.

**G2.- Grupo constituido por formaciones carbonatadas.**— Está formado por rocas duras, coherentes y no ripables, que pueden presentar fenómenos de karstificación. Estos hacen posible la existencia de «golpes de agua» durante la excavación, y de hundimientos en caso de realizar alguna cimentación.

Los taludes de grandes alturas y con inclinaciones fuertes pueden presentar desprendimientos de bloques y cuñas.

Las formaciones (111a) y (111b) son los representantes en esta Zona de este grupo geotécnico.

**G3.- Granitos y cuarzodioritas.**— Son rocas duras, cristalinas y no ripables, que tienen una capacidad portante muy alta. Se trata de materiales impermeables, que

sin embargo pueden desarrollar, por fisuración, un drenaje profundo muy débil. No tienen problemas importantes de inestabilidad gravitacional y sus taludes, en general, son estables.

En esta Zona este grupo está representado por la serie de rocas ígneas (001a).

**G4.- Grupo formado por rocas pizarrosas con intercalaciones irregulares de otras litologías metamórficas.**— Son materiales afectados por una deformación tectónica importante, que ha desarrollado en ellos una esquistosidad muy marcada y una gran fracturación. Su dureza es media en los tramos pizarrosos, y alta en las intercalaciones grauváquicas y cuarcíticas, pero en conjunto son rocas no ripables. Normalmente presentan un horizonte superficial de alteración que puede dar lugar a asientos diferenciales. Al tener una permeabilidad muy baja se pueden producir encharcamientos en las áreas de pequeño gradiente topográfico.

Los taludes de grandes alturas y de fuertes inclinaciones pueden tener desprendimientos permanentes de cantos y bloques.

Las formaciones 151, (111c), 010+111, (010a), (010d) y (010f) pertenecen a este grupo geotécnico.

**G5.- Grupo formado por rocas anfibolíticas.**— Son rocas recrystalizadas, muy duras, coherentes y no ripables, que no presentan grandes procesos de alteración, ni problemas de inestabilidad. Como tienen una permeabilidad muy baja, se pueden producir encharcamientos en las áreas más llanas y deprimidas topográficamente. Sus taludes son en general estables.

La formación (010b) es el único representante de este grupo geotécnico en esta Zona.

### 3.3.6. Resumen de problemas geotécnicos que presenta la Zona

Lo mismo que en el caso de las Zonas anteriormente descritas, ésta está formada por rocas metamórficas muy variadas, pertenecientes a los períodos Precámbrico y Paleozoico. También están presentes los materiales ígneos ácidos. Recubriendo parcialmente a estas litologías aparecen esporádicamente las formaciones cuaternarias y pliocuaternarias.

Los principales problemas geotécnicos que aparecen en esta Zona están vinculados al escaso gradiente topográfico de la misma, combinado con la baja permeabilidad de sus formaciones geológicas. Este hecho va a condicionar el diseño de las obras de drenaje de las carreteras.

Los escasos desmontes que habrán de diseñarse para salvar los pocos desniveles existentes en la Zona, van a plantear dificultades de excavación, dado el carácter no ripable de las formaciones rocosas, y problemas puntuales de desprendimientos de cantos y bloques. Estos problemas se ven paliados por las pequeñas alturas que tendrán los desmontes.

Por último, hay que señalar que la cimentación de las estructuras deberá realizarse sobre terreno firme, retirando previamente el horizonte de alteración.

## **4. CONCLUSIONES GENERALES DEL ESTUDIO**

### **4.1. RESUMEN DE PROBLEMAS TOPOGRAFICOS**

Topográficamente, el Tramo se caracteriza por presentar un aumento gradual de cota desde el borde norte hasta su sector central, en donde aparece el sistema montañoso de Sierra Morena. Desde esta cordillera hasta el extremo sur del Tramo se produce una disminución de altitud. En algunos casos, como en las proximidades del Embalse de Aracena, dicha disminución es brusca.

Con estas características generales, la principal dificultad topográfica consiste en el paso de los relieves de Sierra Morena por las carreteras de dirección Norte-Sur, ya que en el área de influencia de esta cordillera se producen desniveles de hasta 400 m en distancias de pocos kilómetros. Para aminorar esta dificultad, la red viaria actual atraviesa oblicuamente estos relieves, aprovechando puertos y siguiendo los trazados lineales de los valles fluviales que recorren este sector con dirección Norte-Sur y Noroeste-Sureste.

En las áreas septentrional y meridional del Tramo los desniveles son menores y se desarrollan generalmente en mayores distancias, por lo que las pendientes son menores y asimismo las dificultades de trazado de nuevas carreteras. En estas zonas los corredores de dirección Este-Oeste no ofrecen dificultades importantes.

### **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.

Las rocas de este Tramo tienen un grado de dureza diferente entre sí, y se puede considerar que constituyen, tanto a nivel de formación como a escala regional, alternancias irregulares de materiales blandos y duros. Estas rocas, que han sido plegadas por varias fases de deformación durante la Orogenia Hercínica, presentan estructuras orientadas según una dirección general NO-SE. Bajo estas directrices tectónicas y esas condiciones litológicas se produce una erosión diferencial entre las capas más duras y las más blandas, y se originan cuerdas montuosas, en las primeras, y valles lineales, en las segundas. Ambas formas de relieve tienen un grado de desarrollo variable, en función de su situación dentro de cada una de las Zonas en que ha sido dividido el Tramo, pero es en el sector central del mismo donde tienen mayor entidad.

Los principales problemas geomorfológicos se presentan en las Zonas 1 y 2 (relieve montañoso y moderado, respectivamente), ya que están afectadas por una red fluvial de fuerte poder erosivo, y por los procesos gravitacionales de la meteorización física.

### 4.3. RESUMEN DE PROBLEMAS GEOTECNICOS

Los materiales que aparecen en el Tramo de Estudio van a plantear los siguientes problemas geotécnicos:

Los materiales pizarrosos que tienen intercalaciones de otras litologías, se caracterizan por su acusada deformación tectónica, lo que produce en estas formaciones un desarrollo intenso de superficies de discontinuidad, las cuales aminoran la resistencia general del macizo rocoso. Este hecho provoca la aparición de deslizamientos de cuñas y bloques en los taludes que presentan unas condiciones (orientación e inclinación) favorables para que se produzcan estos fenómenos gravitacionales. La Figura 4.1 muestra este proceso en uno de los taludes observados en el Tramo. Otras veces, la gran fracturación tectónica produce una disgregación intensa del macizo rocoso y, como consecuencia, caídas de cantos y bloques pequeños, los cuales se acumulan al pie de los taludes (Figura 4.2). Estos mismos materiales y los graníticos están afectados por un proceso de meteorización química superficial que produce suelos residuales de desarrollo variable.



Fig. 4.1.- Cuña producida en un talud de pizarras por la intersección de dos discontinuidades.



Fig. 4.2.- Talud excavado en roca muy fracturada, que presenta una caída permanente de cantos.

En los lugares donde son abundantes las litologías metamórficas, los suelos desarrollados sobre ellas son de naturaleza arcillosa, mientras que en las zonas de influencia granítica, éstos tienen un carácter arenoso. En el primer caso, los problemas más importantes van a producirse en las cimentaciones de las estructuras y en los apoyos de los terraplenes que discurran por las laderas de los relieves más grandes, y serán debidos a la baja capacidad portante de los materiales arcillosos. En el caso de los suelos de origen granítico, la resistencia es algo mayor, si bien pueden producirse asentamientos, especialmente en los niveles más superficiales. Cuando estos horizontes de alteración son excavados con fuertes inclinaciones, se originan pequeñas conchas de deslizamiento en las superficies de los taludes. La Figura 4.3 muestra un ejemplo de este fenómeno.

Otro factor geotécnico de gran importancia lo constituye la probable existencia de karstificaciones en los grupos litológicos carbonatados, especialmente el (111a). Estos procesos kársticos dan lugar a la aparición de galerías y cámaras en el interior de los macizos calcáreos, lo que puede producir hundimientos y asentamientos en los apoyos de las obras, y «golpes de agua» durante la excavación de los desmontes. La problemática de ambos fenómenos puede incrementarse con la utilización de explosivos.

A todas las formaciones rocosas que se hallan presentes en el Tramo, además de los problemas descritos, hay que añadir, por una parte, su ripabilidad nula, y por tanto, será necesaria la utilización de voladuras para la ejecución de los desmontes, y por otra, su baja permeabilidad, que va a producir zonas de drenaje deficiente en las áreas más llanas.

En lo que se refiere a las formaciones terciarias y cuaternarias, hay que señalar su baja capacidad portante y su erosionabilidad. Probablemente se originarán asentamientos diferenciales, y aterramientos en las obras de drenaje. Además el grupo A1 presentará niveles freáticos altos.





Fig. 4.3.- Pequeño deslizamiento producido en un talud ejecutado en un horizonte de alteración de metatobas.

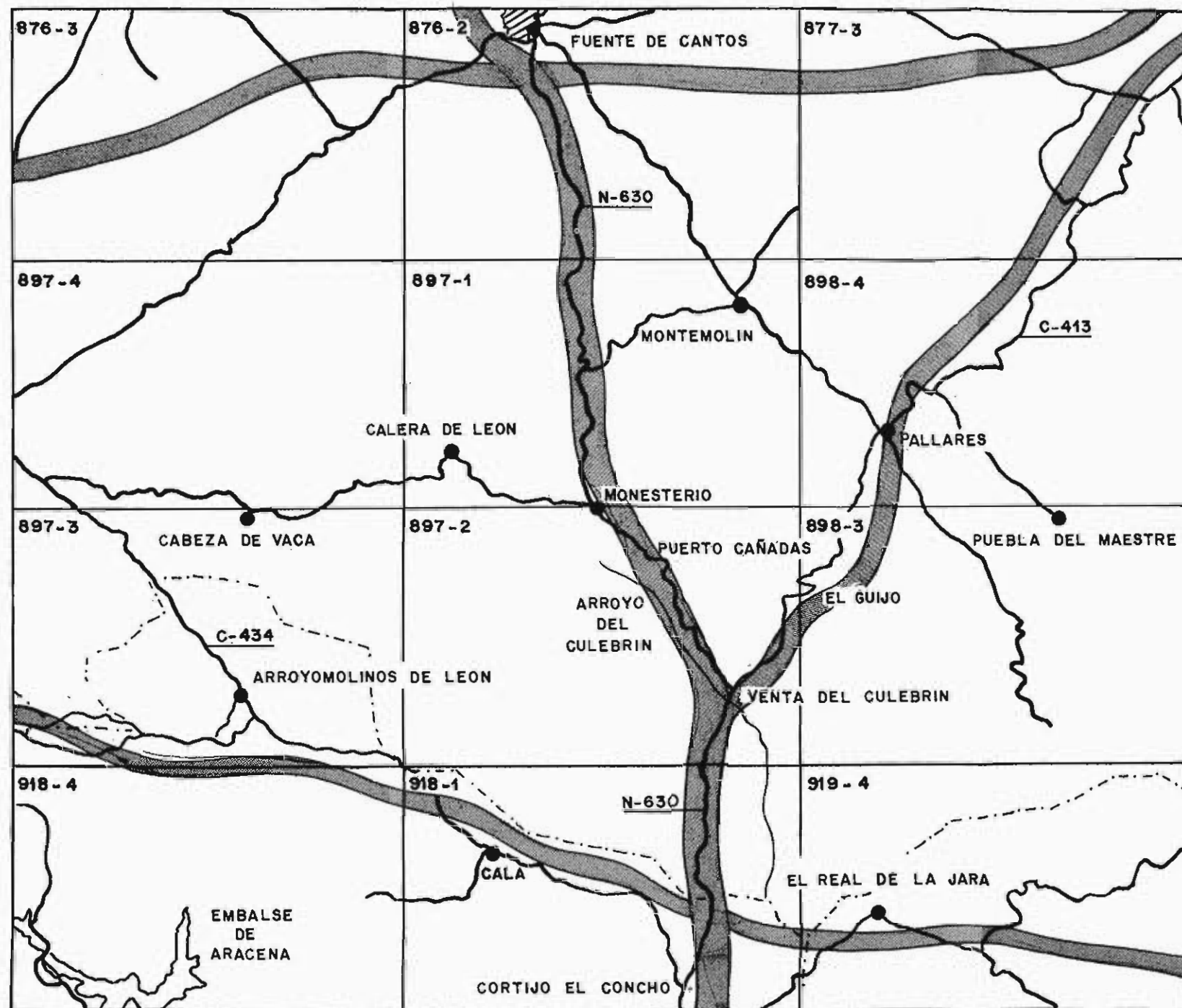
#### 4.4. CORREDORES DE TRAZADO SUGERIDOS

Como resultado del análisis topográfico, geomorfológico y geotécnico del Tramo de Estudio, se llega a la consideración de una serie de corredores que enlazan los sectores de Monesterio y Santa Olalla del Cala, y sus zonas adyacentes.

En la Figura 4.4 se muestran esquemáticamente estos corredores.

El primer corredor corresponde en su mayor parte con el ocupado en la actualidad por la carretera N-630 y recorre de Norte a Sur el Tramo estudiado. Su inicio por el Norte se realiza a 2 Km al Oeste de la localidad de Fuente de Cantos, la cual es salvada mediante una variante. Desde un punto situado a 1 ó 1,5 Km al Sur de Fuente de Cantos, hasta las proximidades del Cortijo El Concho (borde sur del Tramo de Estudio), el corredor discurre por la misma zona en donde se asienta la carretera N-630, si bien habría que realizar localmente las correspondientes mejoras en el trazado de la misma. A partir del Cortijo El Concho, este corredor discurre paralelamente a la carretera mencionada, saliendo por el borde meridional del Tramo.

El principal problema que plantea este corredor es la necesidad de salvar los relieves de Sierra Morena, próximos a la localidad de Monesterio. No obstante, una vez traspasado el puerto de Cañadas, el valle formado por el arroyo del Culebrín puede ser aprovechado para desarrollar un trazado con menor dificultad que el de la carretera N-630 y acceder a otras zonas meridionales de menor orografía. Las dificultades geotécnicas que ofrece este corredor son, por una parte, la necesidad de realizar grandes desmontes mediante voladuras en la zona de mayor relieve, y por otra, los fenómenos de inestabilidad que pueden presentar los horizontes superficiales de alteración en las zonas de apoyo de estructuras y terraplenes que discurren a media ladera.



**LEYENDA**

----- LIMITE PROVINCIAL

———— CARRETERA

● POBLACION

~ ARROYO

ESCALA ORIGINAL 1:200.000

ESCALA GRAFICA

0 5 km

☐ CORREDOR DE TRAZADO

FIGURA 4.4.- ESQUEMA DE CORREDORES DE TRAZADO SUGERIDOS EN EL TRAMO.

Un segundo corredor, de orientación aproximada Noreste-Suroeste, entraría en el Tramo por su extremo Noreste, después de salvar la localidad de Llerena (fuera del ámbito del Estudio) por medio de una variante. Este corredor se propone como mejora del trazado de la carretera C-413 que une la N-630 con la N-432. Desde su entrada en el Tramo y hasta la localidad de Pallarés discurre paralelamente al trazado de la carretera C-413. Salvando con una variante esta localidad, sigue hacia el Sur con dirección NNE-SSO, pasa por el paraje denominado El Guijo, y enlaza con el corredor anterior en la Venta del Culebrín. Lo mismo que el corredor sugerido en primer lugar, éste presenta problemas de índole topográfica, al tener que atravesar parte de los relieves de Sierra Morena. La diferencia con el corredor anterior es que éste, debido a la orientación que tiene (NE-SO), atraviesa transversalmente tanto las zonas montañosas como los valles que las separan. Este hecho, aparte de los problemas geotécnicos mencionados en el primer corredor, plantea un condicionante económico muy importante por la cantidad de desmontes, terraplenes y estructuras que hay que construir para salvar los relieves, teniendo en cuenta, además, que se trata de un corredor de segundo orden que uniría la carretera N-432 (fuera del Tramo) y la N-630.

El tercer corredor, propuesto para comunicar las carreteras N-432, N-630 y N-435, atraviesa el Tramo de Este a Oeste y se desarrolla por el extremo septentrional del mismo. Entra en el Tramo por el vértice noreste, y proviene de la carretera N-432 (fuera del Tramo). Desde aquí se dirige hacia un punto situado a 1,5 Km al Sur de la localidad de Fuente de Cantos, en donde enlaza con el primer corredor propuesto, atravesándolo. Desde este nudo discurre hacia el Oeste y sale del Tramo por el borde occidental del mismo, con dirección a la localidad de Fregenal de la Sierra (fuera del Tramo). En este corredor el único problema reseñable es la necesidad de emplear voladuras para realizar los desmontes que sean precisos.

El cuarto corredor atraviesa el Tramo por su extremo meridional y tiene una orientación ONO-ESE. Con él se pretende comunicar las zonas mineras de Almadén de la Plata (fuera del Tramo), El Real de la Jara y Cala, con la carretera N-630 y con la N-435 (fuera del Tramo), siendo esta última la que canaliza todo el transporte procedente de las minas ubicadas en la Serranía de Huelva. Entra en el Tramo por la esquina sureste, se dirige hacia la localidad de El Real de la Jara, salvando a ésta por medio de una variante, y enlaza con el primer corredor propuesto en un punto situado a 3 Km al Norte del Cortijo El Concho. Desde aquí discurre en dirección a las localidades de Cala y de Arroyomolinos de León, las cuales son salvadas por medio de variantes. Sale del Tramo por el borde oeste para enlazar con la carretera N-435 (fuera del Tramo del Estudio). La única dificultad que ofrece este corredor es la necesidad de tener que utilizar voladuras para desmontar los materiales que hayan de ser excavados.

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

## **5. INFORMACION SOBRE YACIMIENTOS**

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

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, una información general sobre los yacimientos existentes en el área del Estudio, recogida durante la ejecución del mismo. Estos datos, que no tratan de ser 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 carreteras. Corresponden a los sistemas Precámbrico y Cámbrico, y su naturaleza litológica es cuarcítica, anfíbolítica y calcárea.

Este Tramo carece de grandes explotaciones. Las que hay corresponden a pequeñas canteras de escasa importancia, que han sido utilizadas para mejoras de carreteras locales y que en la actualidad se encuentran abandonadas (Figuras 5.1 y 5.2).

El grupo litológico que presenta mayores reservas y más altos volúmenes de material aprovechable es el constituido por la formación de calizas y mármoles (111a), que aparece abundantemente en la mitad meridional del Tramo. No obstante, en muchas ocasiones, su inaccesibilidad y lejanía de las principales vías de comunicación, hacen desaconsejable su explotación. Por este motivo se han seleccionado sólo seis zonas con buenos accesos, que han de estudiarse con detalle para determinar su grado de aprovechamiento.

Asimismo, el grupo de anfíbolitas y esquistos (010b) presenta una gran extensión dentro del sector septentrional del Tramo, si bien únicamente son aprovechables los miembros anfíbolíticos del mismo. Bajo esta circunstancia se han seleccionado solamente dos zonas, que, en espera de estudios de detalle, pueden constituir yacimientos de anfíbolita con escasas intercalaciones de otros materiales no aprovechables.

Por último, el grupo litológico constituido por cuarcitas (010c) presenta la particularidad de que, teniendo una buena calidad de la roca, aparece en las zonas

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



Fig. 5.1.- Pequeña cantera abierta en el grupo (111a), en las proximidades de Calera de León. (897-1).



Fig. 5.2.- Cantera abierta en el grupo (111a), en las proximidades de la localidad de Arroyomolinos de León. (897-3).

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

más altas de algunas sierras locales, por lo que su acceso es difícil. En otras ocasiones, además de su inaccesibilidad, la roca se encuentra muy mezclada con otros materiales no aprovechables. De este grupo litológico sólo se ha seleccionado un área, que, aunque no tiene acceso directo, ofrece un volumen alto de material de buena calidad.

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

- Precámbrico: O1Ob (anfíbolitas) y O1Oc (cuarcitas).
- Cámbrico: 111a (calizas y mármoles).

### **5.3. YACIMIENTOS GRANULARES**

El Tramo Monesterio-Santa Olalla no tiene buenos yacimientos granulares, debido al pronunciado encajamiento que presentan sus ríos, lo que impide la formación de extensas áreas de deposición.

El grupo A1 es el único que podría ser utilizado como yacimiento granular, pero debido a su escasa extensión y representación dentro del Tramo estudiado, tiene el inconveniente de aportar un volumen reducido. No obstante, se han seleccionado tres áreas, en donde este grupo aparece con una mayor extensión.

### **5.4. MATERIALES PARA TERRAPLENES Y PEDRAPLENES**

En este apartado, además del grupo A1 hay que añadir las formaciones C1, 350 y 321. Estos grupos, por su composición y litología, serán válidos para utilizarlos en la construcción de terraplenes.

Para la ejecución de pedraplenes en el Tramo estudiado podrán utilizarse, como materiales adecuados, aquellos productos pétreos procedentes de la excavación de basaltos y espilitas, granitos y cuarzodioritas, riolitas, cuarcitas, areniscas arcóscicas y conglomerados, y calizas y mármoles.

Requerirán un estudio especial las pizarras, anfíbolitas, esquistos, corneanas, grauvacas y argilitas. Estos materiales pueden dar lugar a problemas en el comportamiento del pedraplén, por lo que será necesario realizar los ensayos correspondientes.

Otro material que puede ser empleado en la construcción de pedraplenes es el procedente de las escombreras de las minas de Cala, que son fundamentalmente calcáreas y ofrecen un gran volumen. (Figura 5.3).

### **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 el Cuadro 6, cuya situación geográfica está señalada en la Figura 5.4.

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

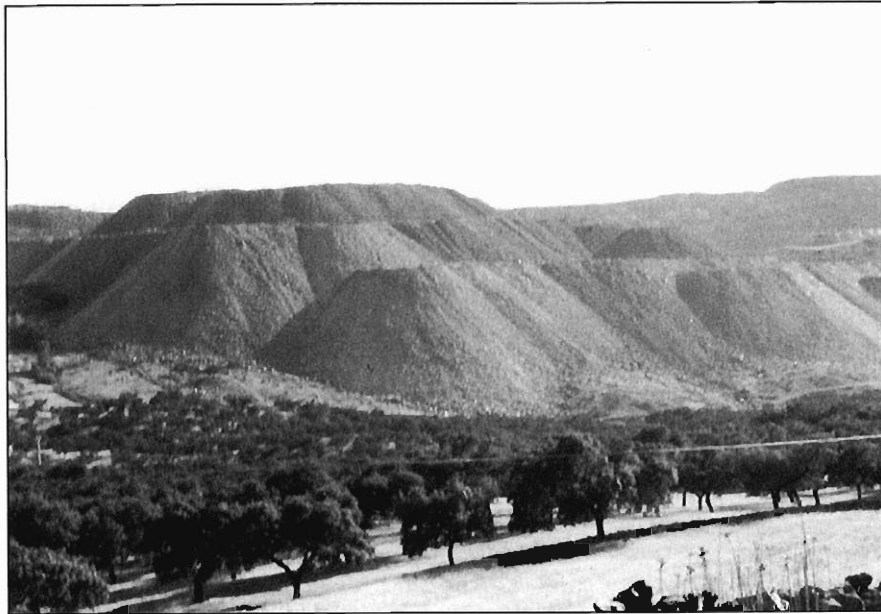


Fig. 5.3.- Vista panorámica de las escombreras de las minas de Cala. (918-4).

**Cuadro 6**

YACIMIENTO	TIPO DE YACIMIENTO	GRUPO LITOLÓGICO	SITUACION		LITOLOGIA	ACCESO
			HOJA Y CUADRANTE	COORDENADAS UTM		
YG-1	Granular	A1	876-3	726-4228,5	Gravas y arenas	Carretera C-437, P.K. 49.
YR-2	Rocoso	010c	897-4	725-4226	Cuarcita	Sin acceso directo.
YR-3	Rocoso	010b	897-1	738-4227	Anfibolita	Carretera N-630, P.K. 373.
YR-4	Rocoso	010b	897-1	745-4225,6	Anfibolita	Carretera de Montemolín a Pallarés.
YG-5	Granular	A1	897-1	735-4222	Gravas y arenas	Calera de León
YR-6	Rocoso	111a	898-4	751-4223	Calizas	Carretera C-413, P.K. 207.
YR-7	Rocoso	111a	898-4	757-4219	Calizas	Puebla del Maestre.
YG-8	Granular	A1	898-3	755-4216	Gravas y arenas	Camino vecinal Pallarés-Santa María de Nava.
YR-9	Rocoso	111a	897-3	728-4211	Calizas	Carretera N-434, P.K. 20.
YR-10	Rocoso	111a	897-3	724-4210	Calizas	Carretera local Arroyomolinos de León-Cañaveral de León.
YR-11	Rocoso	111a	918-1	734-4205	Calizas	Camino vecinal Cala-mina de Cala.
YP-12	Préstamo	—	918-1	733-4204	Escombrera calcárea	Mina de Cala.
YR-13	Rocoso	111a	919-4	756-4204	Calizas	Carretera local El Real de la Jara-Cazalla de la Sierra.

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

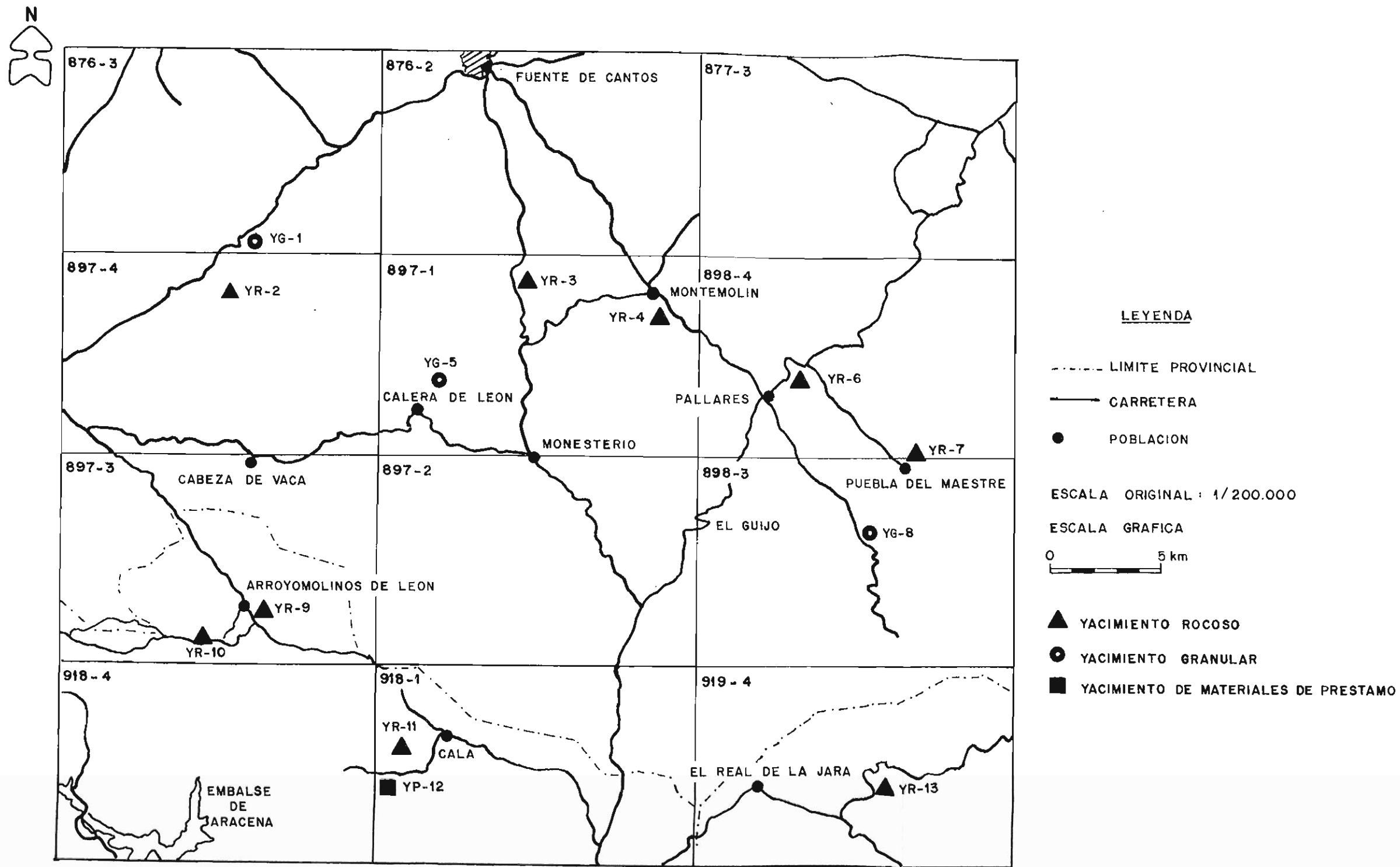


FIGURA 5.4.-SITUACION DE YACIMIENTOS ROCOSOS Y GRANULARES, Y DE MATERIALES DE PRESTAMO.



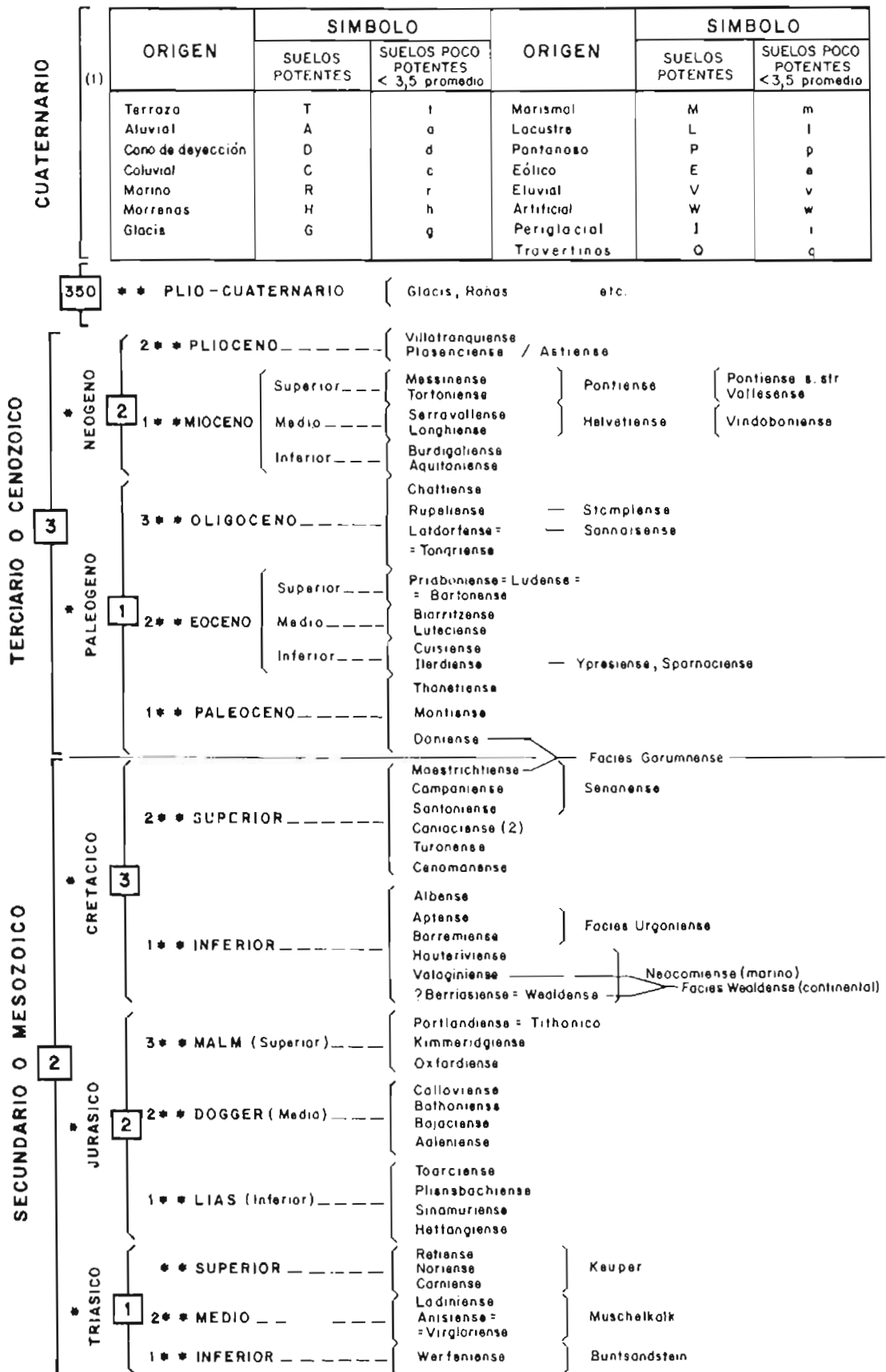
## 6. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

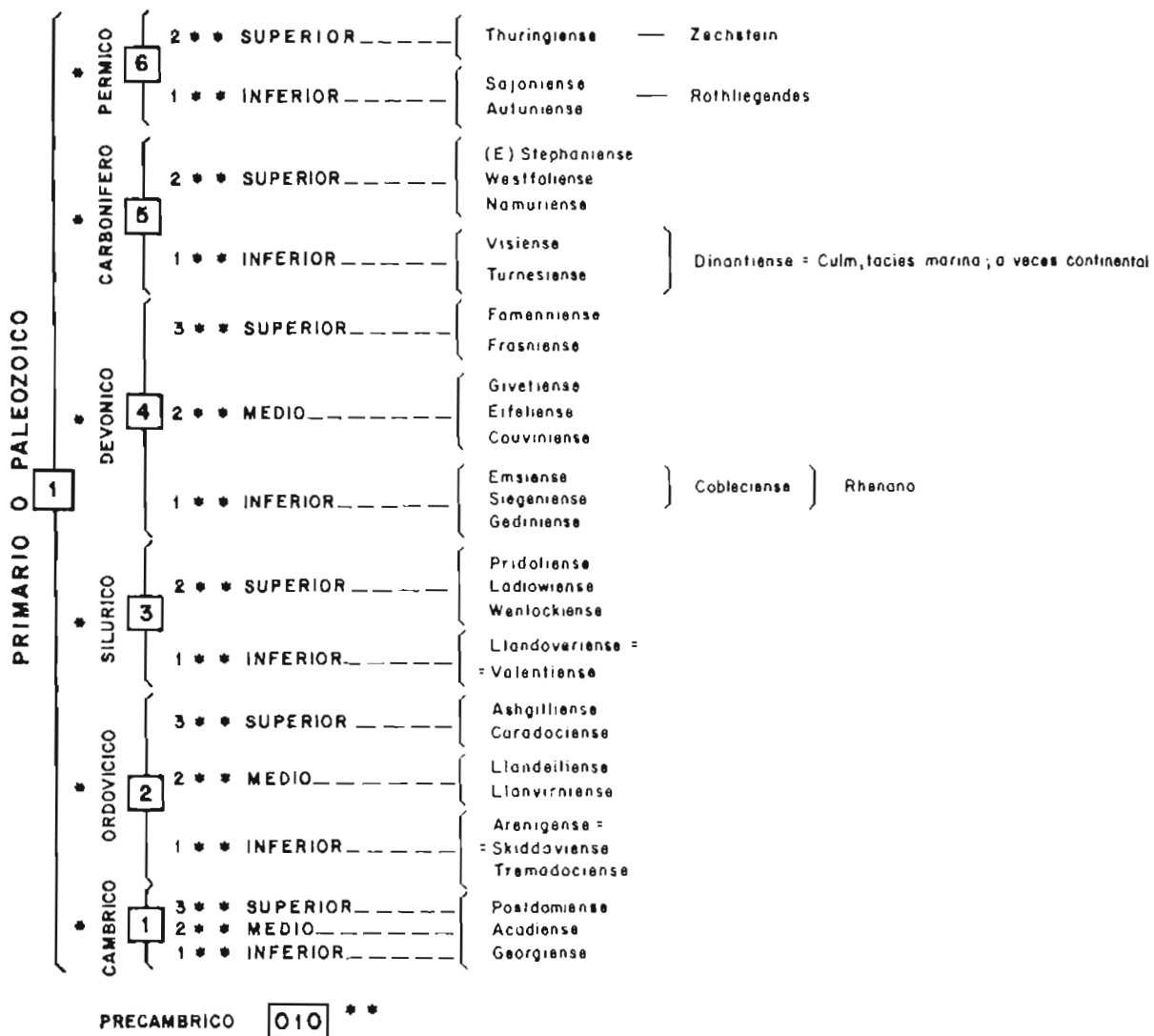
- CADAVID CAMIÑA, S. y GUTIERREZ ELORZA, M. (1971).— «El Precámbrico de Puebla del Maestre (Badajoz)». Bol. del I.G.M.E., tomo LXXXII, Madrid.
- CHACON, J., OLIVEIRA, V., RIBEIRO, V. y OLIVEIRA, J.T. (1971).— «La estructura de la Zona de Ossa-Morena». Libro Jubilar J.Mª. Ríos — Geología de España —, Tomo 1, pp. 490-504. I.G.M.E.
- CORRETGE, L.G. (1971).— «Las rocas graníticas y granitoides del Macizo Ibérico». Libro Jubilar J.Mª. Ríos — Geología de España —, Tomo 1, pp. 569-592. I.G.M.E.
- GUTIERREZ ELORZA, M., HERNANDEZ ENRILE, J.L. y VEGAS, R. (1971).— «Los grandes rasgos geológicos del Sur de la provincia de Badajoz y Norte de la de Huelva». Bol. del I.G.M.E., tomo LXXXII, Madrid.
- HERNANDEZ ENRILE, J.L. (1971).— «El límite Cámbrico-Precámbrico en el flanco meridional del Anticlinorio Olivenza-Monesterio (Badajoz)». Bol. del I.G.M.E., tomo LXXXII, Madrid.
- HERNANDEZ ENRILE, J.L. (1971).— «Las rocas porfiroides del límite Cámbrico-Precámbrico en el flanco meridional del Anticlinorio Olivenza-Monesterio (Badajoz)». Bol. del I.G.M.E., tomo LXXXII, Madrid.
- HERRANZ ARAUJO, P. (1971).— «El Precámbrico de la Zona de Ossa-Morena». Libro Jubilar J.Mª. Ríos — Geología de España —, Tomo 1, pp. 100-108. I.G.M.E.
- I.G.M.E. (1983).— «Mapa Geológico de España a escala 1:50.000. Hoja nº 876: Fuente de Cantos».
- I.G.M.E. (1983).— «Mapa Geológico de España a escala 1:50.000. Hoja nº 877: Llerena».
- I.G.M.E. (1983).— «Mapa Geológico de España a escala 1:50.000. Hoja nº 897: Monesterio».
- I.G.M.E. (1974).— «Mapa Geológico de España a escala 1:50.000. Hoja nº 919: Almadén de la Plata».
- VEGAS, R. (1968).— «Sobre la existencia del Precámbrico en la Baja Extremadura». Estudios Geológicos, Vol. 24, pp. 85-89.
- VEGAS, R. (1970).— «Formaciones precámbricas de la Sierra Morena Occidental. Relación con las series anteordovícicas de Almadén, Don Benito y Cáceres». Estudios Geológicos, Vol. 26, pp. 225-231.

## 7. ANEJOS

7.1. ANEJO 1: SIMBOLOGIA UTILIZADA EN LAS COLUMNAS ESTRATIGRAFICAS

COLUMNA ESTRATIGRAFICA





- Los materiales cristalinos de edad indeterminada se denominarán (001)\*\* para racas masivas y (002) para diques
- (1) Los materiales cuaternarios se cartografiarán con la letra correspondiente a suelas potentes o poco potentes
  - (2) Es discutido la pertenencia del Conraciense 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, el contenido de la descripción geotécnica de los materiales del Tramo, se indican a continuación los criterios utilizados en la exposición de las características del terreno tales como ripabilidad, estabilidad de taludes, capacidad portante y niveles freáticos.

Para evaluar las características geotécnicas sólo se ha dispuesto de las observaciones 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.). Por tanto, sólo se puede dar una valoración cualitativa de dichas características.

### 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/cm<sup>2</sup>), 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 (De 0 a 5 m de altura)
- M: Medios (De 5 a 20 m de altura)
- A : Altos (De 20 a 40 m de altura)

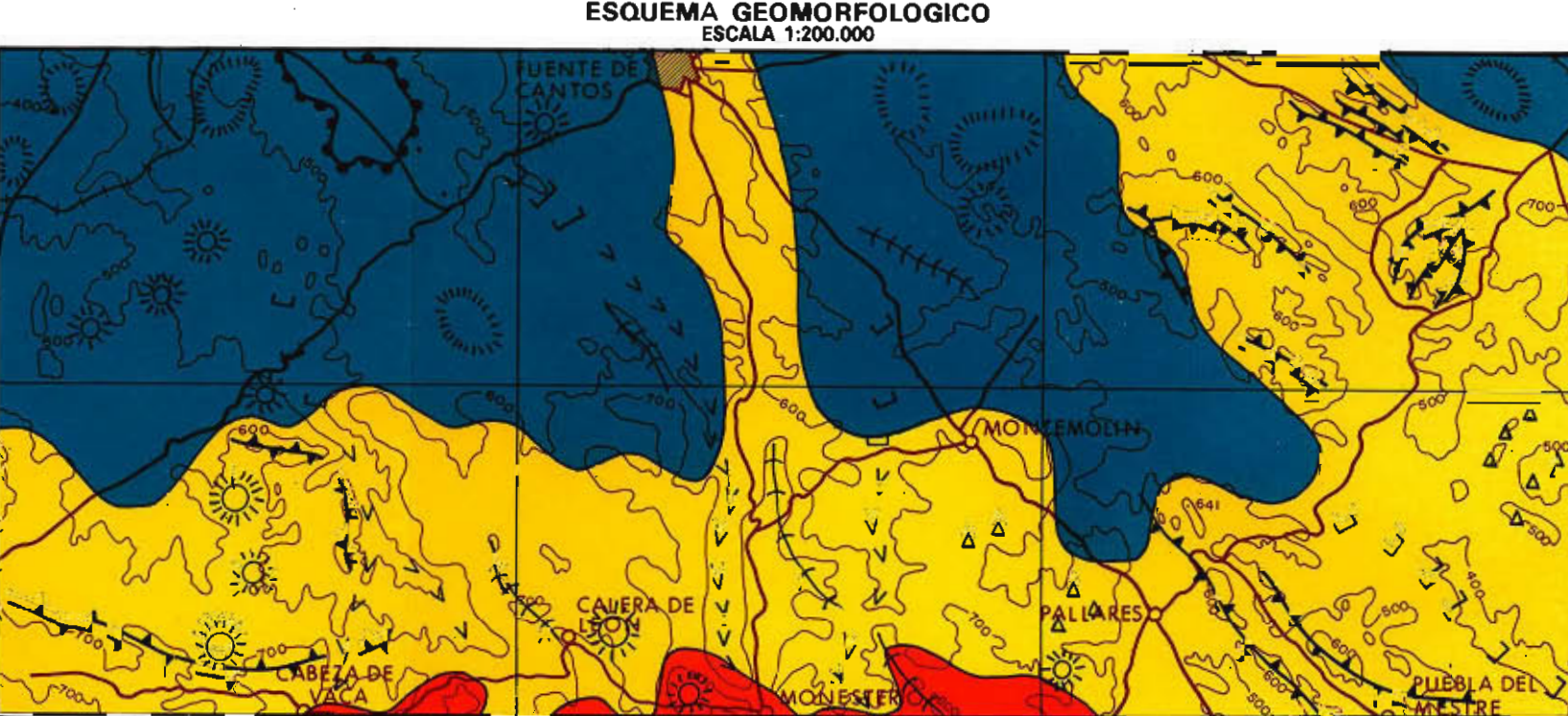
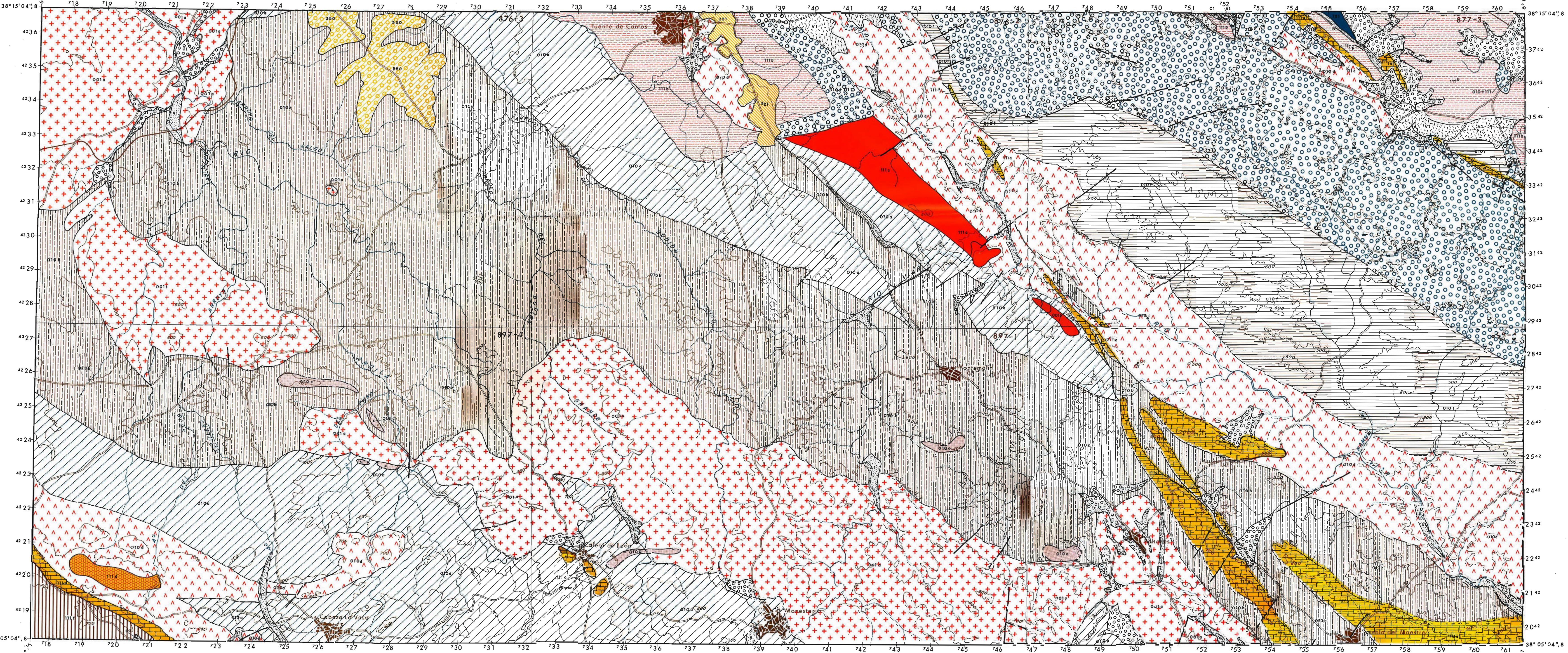
Para indicar la inclinación de los taludes, salvo en los casos en que se especifica su valor, se han utilizado las palabras «subvertical» (ángulo de más de 65°) y «subhorizontal» (ángulo de menos de 10°).

Se han considerado formaciones con problemas de estabilidad de taludes, aquéllas 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.

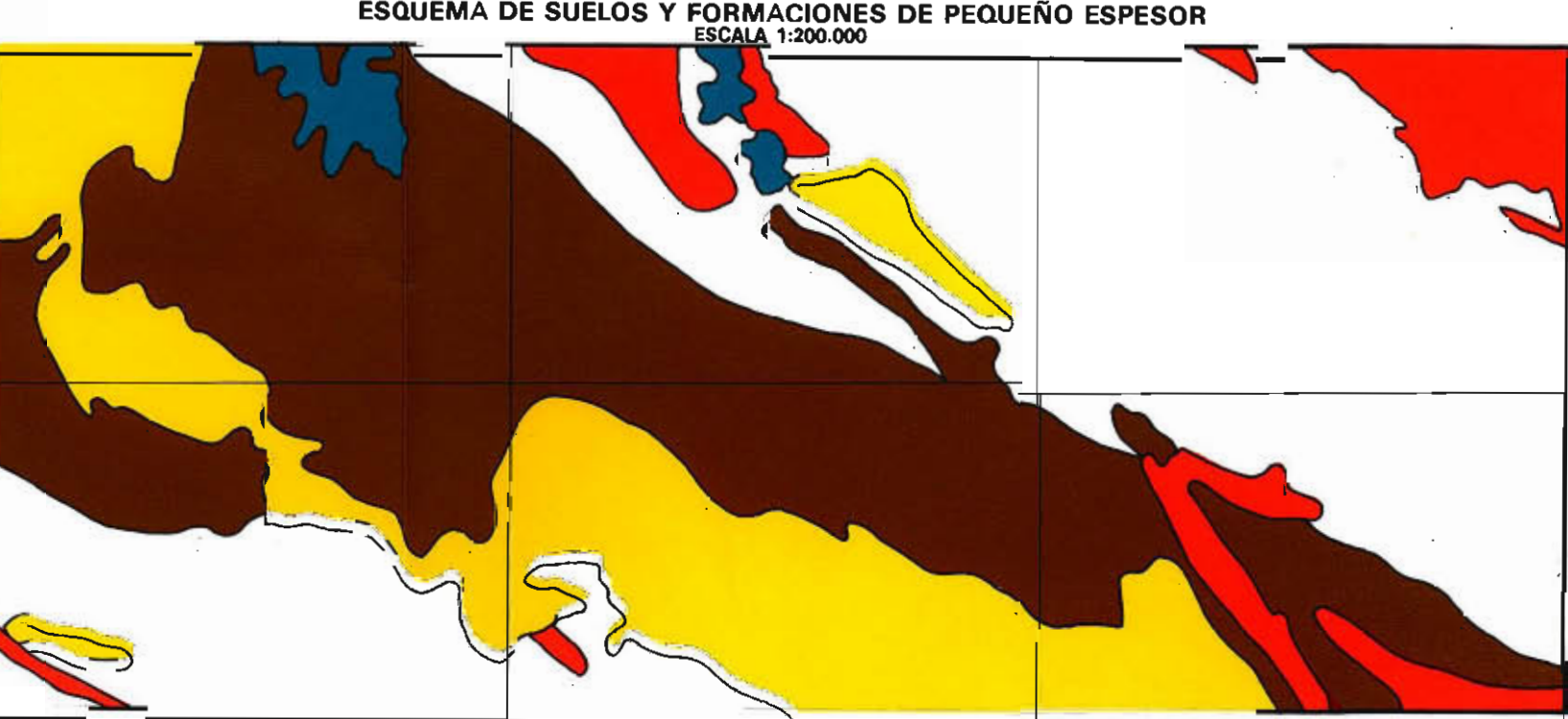
## DRENAJE

La escorrentía superficial y profunda de las aguas de lluvia se reseña 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 sólo han permitido dar unas ideas generales sobre el movimiento del agua a través de las formaciones.

MAPA LITOLÓGICO-ESTRUCTURAL  
ESCALA 1:50.000



LEYENDA and SIMBOLOS for the geomorphic schema, including symbols for relief zones, drainage types, and population nuclei.



LEYENDA for the soil and thin formations schema, detailing soil types and their characteristics.

LEYENDA

DEPOSITOS RECIENTES

Table of recent deposits (A1, C1, V1, 3.0.0, 3.2.1) with their respective symbols and descriptions.

FORMACIONES ROCOSAS

Table of rock formations (1.5.1, 1.1.1a, 1.1.1b, 1.1.1c, 1.1.1d, 1.1.1f) with their respective symbols and descriptions.

GRUPOS IGNEOS

Table of igneous groups (O10+III, O10.0, O10.0b, O10.0c, O10.0d, O10.0f, O01.0, O01.0b) with their respective symbols and descriptions.

SIMBOLOGIA

Table of symbols for geological features like contacts, faults, and supposed faults.

ABREVIATURAS UTILIZADAS EN LA LEYENDA

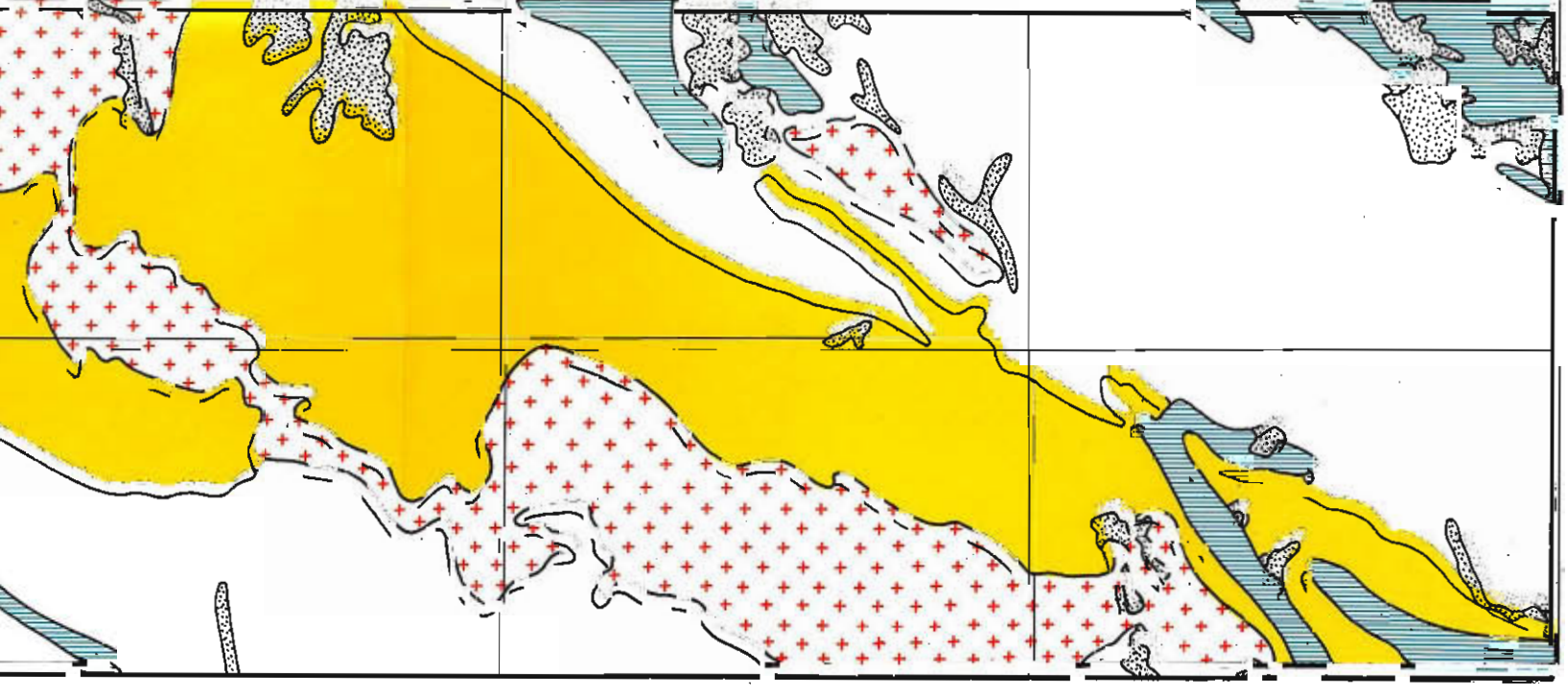
Table of abbreviations used in the legend, such as A, M, B, P.

ESQUEMA GEOLÓGICO



LEYENDA for the geological schema, including rock ages (CUATERNARIO, Terciario, Carbonífero, Cambrio, etc.) and igneous rocks.

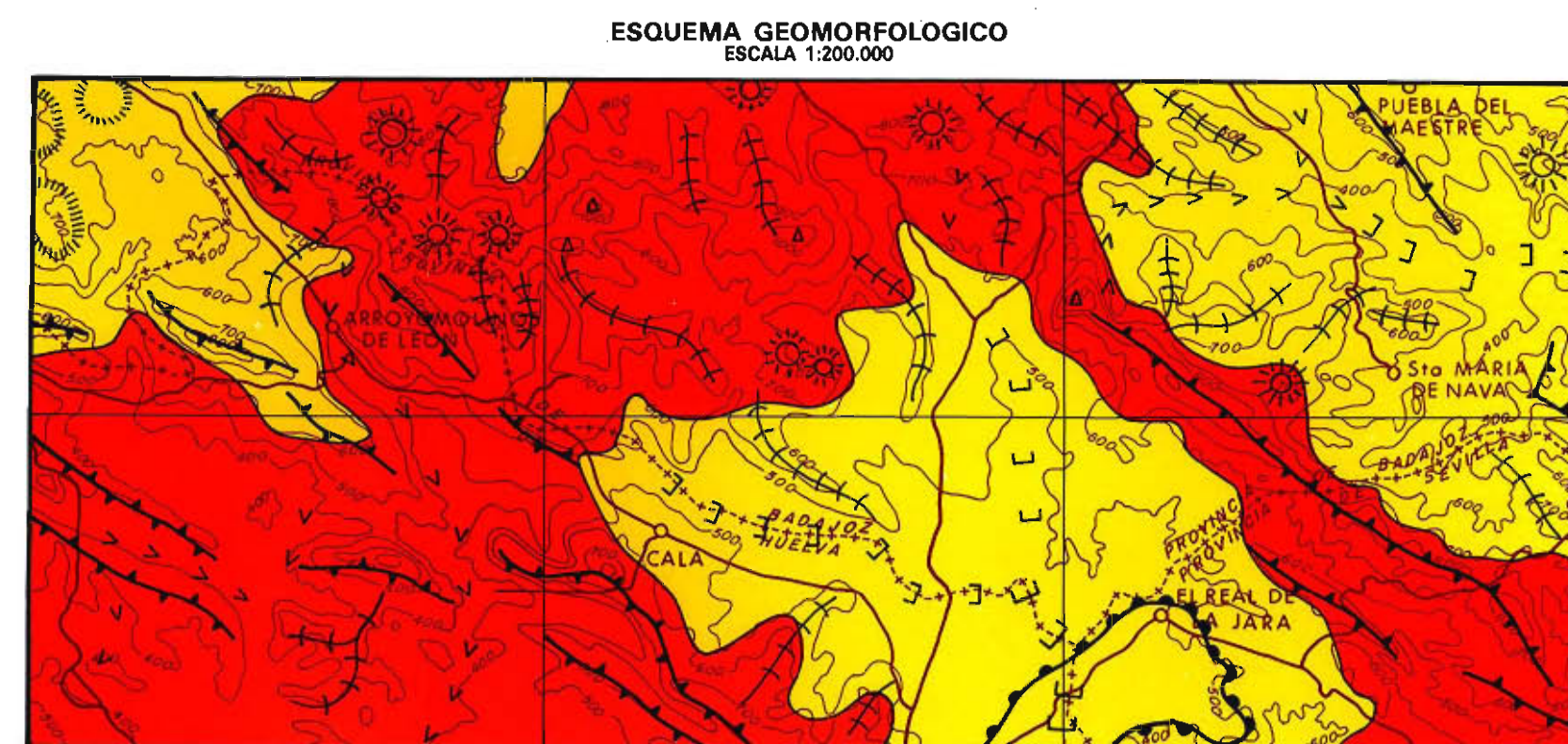
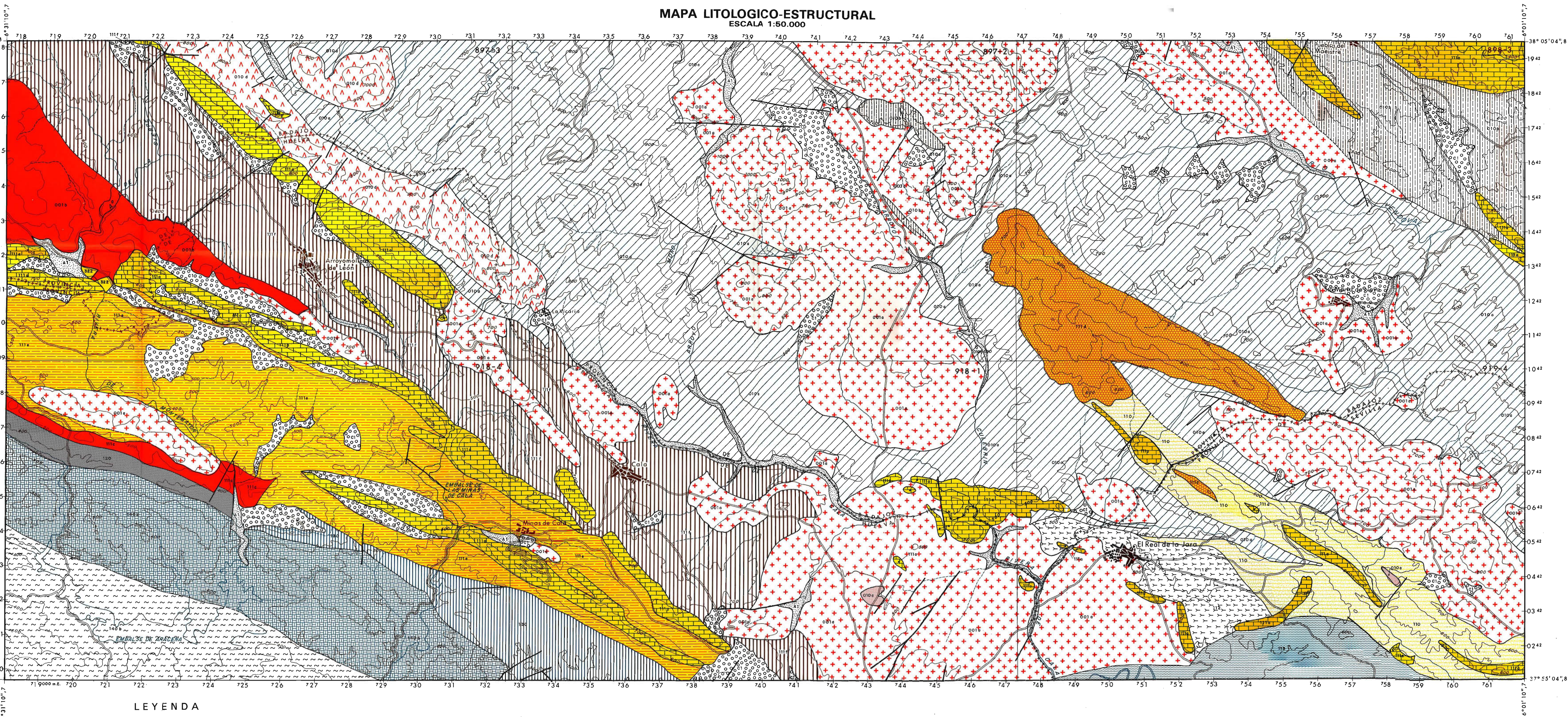
ESQUEMA GEOTÉCNICO



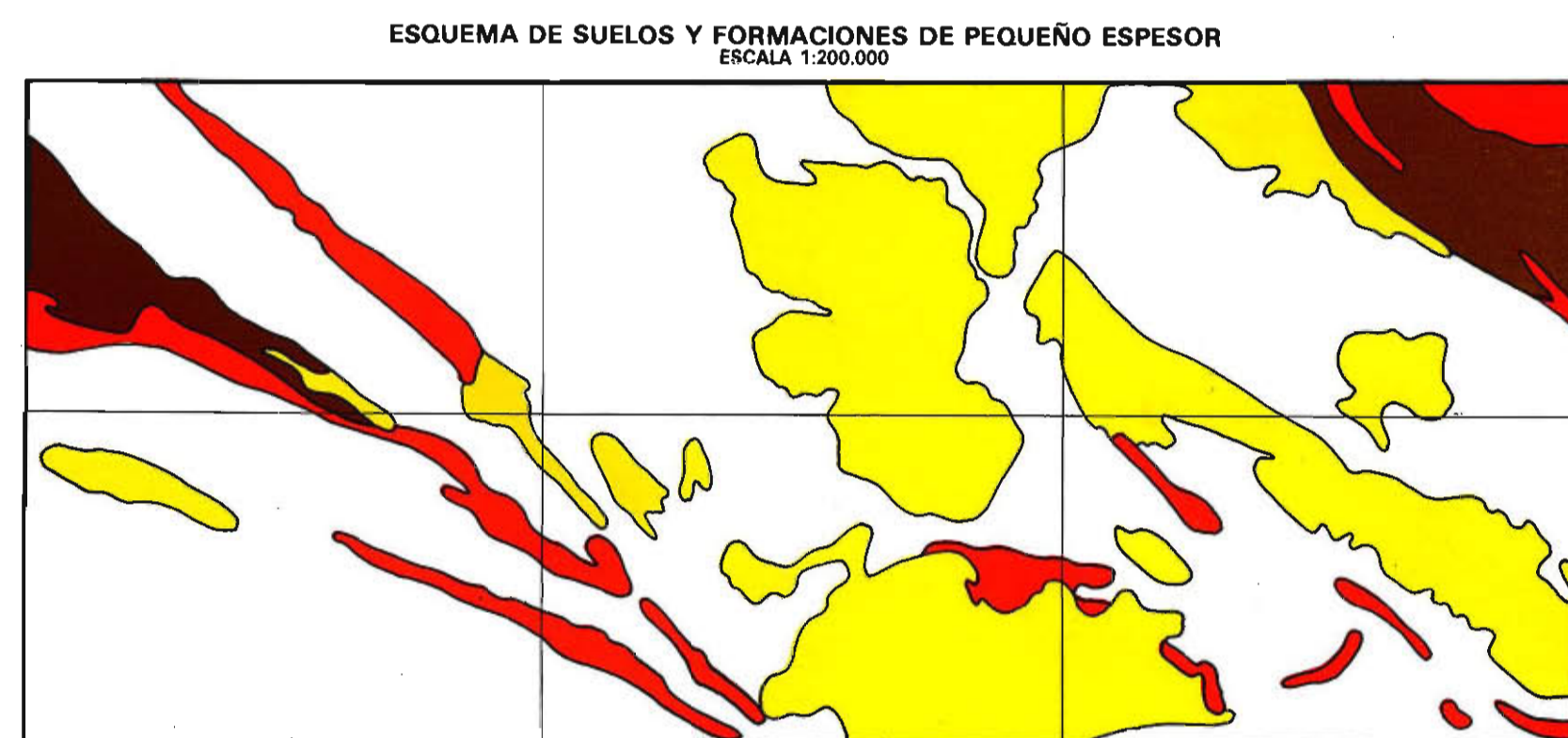
LEYENDA for the geotechnical schema, detailing soil types and their geotechnical properties.



MAPA LITOLOGICO-ESTRUCTURAL  
ESCALA 1:50.000



LEYENDA and SIMBOLOS for the geomorphological map, including symbols for valley types, relief, and population.



Legend for soil and thin formations, describing soil types like 'Suelos residuales' and 'Suelos masales'.

LEYENDA

DEPOSITOS RECIENTES and FORMACIONES ROCOSAS legends with detailed descriptions of geological units like 'Depositos aluviales' and 'Pizarras grises y verdes'.

GRUPOS IGNEOS legend with descriptions of igneous groups like 'Riolitas en facies porfiroica' and 'Pizarras laminadas'.

SIMBOLOGIA legend for geological contacts and faults, including symbols for 'Contacto litológico' and 'Falla'.

ABREVIATURAS UTILIZADAS EN LA LEYENDA, defining codes for talud heights and potencies.

