

Estudio Previo de Terrenos

Itinerario Madrid - Valencia
Tramo: Cuenca - Utiel



**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.

serie monografías

Estudio Previo de Terrenos

Itinerario Madrid - Valencia
Tramo: Cuenca - Utiel



Ministerio de Obras Públicas, Transportes
y Medio Ambiente

Secretaría General para las Infraestructuras del Transporte Terrestre
Dirección General de Carreteras

1994

INDICE

	Pag.
1. INTRODUCCION.....	7
2. CARACTERES GENERALES DEL TRAMO.....	11
2.1. CLIMATOLOGIA.....	11
2.2. TOPOGRAFIA.....	12
2.3. GEOMORFOLOGIA.....	19
2.4. ESTRATIGRAFIA.....	21
2.5. TECTONICA.....	23
2.6. SISMICIDAD.....	26
3. ESTUDIO DE ZONAS.....	27
3.0. DIVISION DEL TRAMO EN ZONAS DE ESTUDIO.....	27
3.1. ZONA 1: RELIEVE MONTUOSO.....	27
3.1.1. Geomorfología.....	27
3.1.2. Tectónica.....	33
3.1.3. Columna estratigráfica.....	33
3.1.4. Grupos litológicos.....	34
Aluvial. Arenas y gravas, (A1).....	34
Terrazas. Gravas y arenas, (T1).....	37
Conos de deyección. Gravas y arenas, (D1).....	38
Glacis. Cantos y matriz limo-arcillosa, (G1).....	40
Eluvial. Arcillas de decalcificación, (V1).....	41
Rañas. Conglomerados y arenas microconglomeráticas, (350)..	43
Arenas, limos y travertinos, (322b).....	44
Travertinos, areniscas y limos, (322a).....	46
Arcillas carbonatadas y calizas, (321b).....	48
Conglomerados, (313b).....	53
Arcillas, areniscas y conglomerados, (313a).....	54
Margas, (232d).....	57

Brechas calcáreas, (232c).....	59
Dolomías y margas, (232b).....	60
Dolomías y calizas, (232a).....	62
Arenas blancas caoliníferas, (231c).....	64
3.1.5. Grupos geotécnicos.....	67
3.1.6. Resumen de problemas geotécnicos que presenta la Zona.....	70
3.2. ZONA 2: RELIEVE DE SERRANIA.....	71
3.2.1. Geomorfología.....	71
3.2.2. Tectónica.....	76
3.2.3. Columna estratigráfica.....	77
3.2.4. Grupos litológicos.....	77
Aluvial-Coluvial. Arenas y cantos, (AC1).....	78
Coluvial. Cantos y matriz areno-limosa, (C1).....	80
Travertinos, (Q1).....	81
Areniscas y arcillas rojas, (231b).....	83
Calizas, arcillas y areniscas, (231a).....	84
Carniolas, dolomías, calizas, calcarenitas y margas, (220)..	89
Arcillas yesíferas y yesos, (213).....	92
Dolomías, arcillas y calizas, (212).....	97
Areniscas y microconglomerados, (211d).....	100
Limolitas y arcillas versicolores, (211c).....	101
Lutitas, areniscas y conglomerados, (211b).....	103
Conglomerados, (211a).....	105
Brechas pizarrosas y cuarcíticas, (161).....	107
Cuarcitas, pizarras y niveles carbonatados, (141b).....	109
Cuarcitas, (141a).....	111
Pizarras y cuarcitas, (132).....	114
Pizarras, (131).....	116
3.2.5. Grupos geotécnicos.....	118
3.2.6. Resumen de problemas geotécnicos que presenta la Zona.....	121
4. CONCLUSIONES GENERALES DEL ESTUDIO.....	123
4.1. RESUMEN DE PROBLEMAS TOPOGRAFICOS.....	123
4.2. RESUMEN DE PROBLEMAS GEOMORFOLOGICOS.....	123
4.3. RESUMEN DE PROBLEMAS GEOTECNICOS.....	125
4.4. CORREDORES DE TRAZADO SUGERIDOS.....	125

5. INFORMACION SOBRE YACIMIENTOS	129
5.1. ALCANCE DEL ESTUDIO.....	129
5.2. YACIMIENTOS ROCOSOS.....	129
5.3. YACIMIENTOS GRANULARES.....	130
5.4. MATERIALES PARA TERRAPLENES Y PEDRAPLENES.....	130
5.5. YACIMIENTOS QUE SE RECOMIENDA ESTUDIAR CON MAS DETALLE.....	130
6. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA	135
7. ANEJOS	137
7.1. ANEJO 1: SIMBOLOGIA UTILIZADA EN LAS COLUMNAS ESTRATIGRAFICAS.....	139
7.2. ANEJO 2: CRITERIOS UTILIZADOS EN LAS DESCRIPCIONES GEOTECNICAS.....	141

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 Cuenca-Utiel (Figura 1.1) ocupa una extensión de 1345 km², y está situado íntegramente en la provincia de Cuenca.

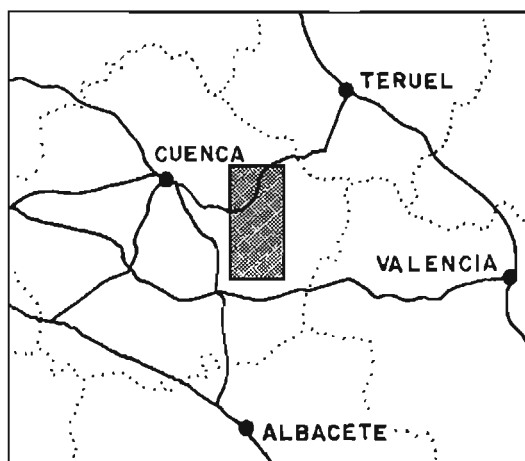


Figura 1.1.- Esquema de situación del tramo.

El área estudiada comprende las siguientes Hojas y cuadrantes del Mapa Topográfico Nacional, a escala 1:50.000.

Nº	Hoja	Cuadrantes
611	Cañete	2 y 3
636	Villar del Humo	1, 2, 3 y 4
664	Eguídanos	1, 2, 3 y 4

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.

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

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

Los resultados finales, obtenidos de la ejecución del Estudio, han quedado plasmados en la presente Memoria y en los Planos.

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

- 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 los puntos de vista geológico-geotécnico, de las mismas.
- Capítulo 4: En base a los problemas topográficos, geomorfológicos y geotécnicos reconocidos en el tramo, se sugieren aquellos corredores que parecen reunir mejores condiciones para la construcción de vías de comunicación.
- Capítulo 5: Se indican los yacimientos de roca, granulares y de materiales de préstamos, 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.

Cada uno de los Planos que acompañan a esta Memoria consta de un mapa litológico-estructural a escala 1:50.000, y cuatro esquemas complementarios a escala 1:200.000, denominados: Geológico, Geomorfológico, Geotécnico, y de Suelos y Formaciones de Pequeño Espesor.

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

Por parte de la DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS

D. Jesús Santamaría Arias.
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.

D. Jesús Martín Contreras.
Licenciado en Ciencias Geológicas.

Por parte de la EMPRESA GRUTECON, S.A.

D. Emilio Díaz Pascual
Ingeniero Técnico de Obras Públicas

D. Antonio Moral Vacas.
Licenciado en Ciencias Geológicas.

2. CARACTERES GENERALES DEL TRAMO

2.1. CLIMATOLOGIA.

Con el fin de estudiar las características climáticas generales del tramo Cuenca-Utiel se han consultado una serie de estaciones meteorológicas que pertenecen a la red del Instituto Nacional de Meteorología. Se trata de las estaciones pluviométricas de Cañete (Hoja 611-2), Campillos-Paravientos (Hoja 636-1), Carboneras de Guadazaón (Hoja 636-3), Cardenete (Hoja 664-4), y Enguñanos (Hoja 664-2). Estas estaciones han sido elegidas porque cubren de una forma general todo el ámbito del tramo, a la vez que cubren un amplio período de tiempo (1953-1991).

Según los datos aportados por dichas estaciones meteorológicas, el tramo Cuenca-Utiel tiene una pluviometría media anual de 518,3 l/m², cantidad algo superior que la media nacional. Estas precipitaciones se producen en un promedio de 57,9 días lluviosos al año. Hay un período de precipitaciones relativamente abundantes, que abarca desde Septiembre hasta Junio, y otro de precipitaciones escasas correspondiente a los meses de Julio y Agosto.

Las precipitaciones medias anuales recogidas en estas estaciones tienen una ligera variación desde el Norte al Sur. La máxima diferencia se presenta entre el observatorio de Campillos-Paravientos, que registra la máxima con 561,8 l/m², y el de Enguñanos, que registra la mínima con 488,9 l/m².

La nieve está presente en el tramo durante un promedio de 4 días de los meses de Noviembre a Abril, siendo más abundante en las proximidades del borde nororiental del tramo y en el mes de Febrero. El suelo se cubre de nieve en un promedio de 2,2 días al año.

Las tormentas se producen en un promedio de 6,7 días al año, de los que 1,1 días corresponden a precipitaciones en forma de granizo. Estas tormentas son más abundantes en el período estival, y se originan con mayor abundancia en el borde nororiental del tramo, en las proximidades de la localidad de Campillos-Paravientos.

Las nieblas aparecen en un promedio anual de 1,1 días y se forman irregularmente a lo largo de todo el año, si bien el valor máximo registrado corresponde al mes de Enero.

El rocío y la escarcha se dan durante 14,2 y 11 días, respectivamente, y son muy frecuentes en las inmediaciones de la localidad de Campillos-Paravientos.

En lo que respecta a las temperaturas, no han podido obtenerse datos directos, 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, es decir tiene veranos calurosos e inviernos fríos, y las precipitaciones son medias o escasas. El mes más frío corresponde a Enero, que tiene un promedio de temperaturas mínimas de $-0,6^{\circ}$ C y una media de máximas de $6,2^{\circ}$ C. El mes más caluroso es Julio. Tiene una temperatura mínima media de $10,7^{\circ}$ C y una máxima promedio de $22,3^{\circ}$ C. Estos datos están recogidos de la publicación "Estudio Previo de Terrenos, Itinerario: Madrid-Valencia. Tramo: Villares del Saz-Cuenca".

En los cuadros 1 al 5 se muestran los datos medios de las estaciones meteorológicas consultadas.

2.2. TOPOGRAFIA

El tramo Cuenca-Utiel está situado íntegramente en el borde occidental de la Cordillera Ibérica, y se extiende de Norte a Sur por los relieves más meridionales de la Serranía de Cuenca.

El tramo está formado en general por un relieve montañoso, que se desarrolla en su mayor parte entre las cotas de 1000 m y 1200 m, y cuya altura media es del orden de 1100 m sobre el nivel del mar. Este relieve montañoso es a veces muy accidentado, especialmente en el sector nororiental del tramo, en donde la Sierra de las Cuerdas y la parte más abrupta de la Serranía de Cuenca proporcionan altitudes de 1400 m a 1500 m. La Cabeza de Don Pedro (1488 m) y los cerros Cuerda (1402 m), Muela (1397 m), Mortero II (1397 m) y Mortero I (1393 m), son las principales elevaciones de este sector de serranía.

Las áreas más deprimidas del tramo, y de topografía generalmente más suave, corresponden a los valles fluviales formados por el río Cabriel y su afluente el Guadazaón. Ambos discurren de Norte a Sur entre las cotas de 1000 m y 700 m, respectivamente, y son tributarios, junto con otros cursos fluviales menores, del embalse de Contreras, que se encuentra en el borde meridional del tramo. Estos valles tienen unas dimensiones muy variables. Existen zonas muy abruptas en donde el valle tiene anchuras de 250 m y desniveles de 100 a 200 m, y otras en donde la topografía se abre, y se alcanzan anchuras aproximadas de 1.500 m y diferencias de cotas comprendidas entre 60 y 80 m.

Las Figuras 2.1 y 2.2 muestran respectivamente dos perfiles topográficos, que recogen algunos de los desniveles presentes en el tramo, y la planta de situación de los mismos.

MES	PRECIPITACION (en l/m2)			NUMERO DE DIAS DE							
	MEDIA	MAXIMA	MAXIMA 24 H.	LLUVIA	NIEVE	GRANIZO	TORMENTA	NIEBLA	ROCIO	ESCARCHA	NIEVE CUBRIENDO EL SUELO
ENE	46,7	132	35	5	0,8	0	0	0	0	0	0,8
FEB	49,8	145	50	5,3	0,9	0	0	0	0	0	0,8
MAR	45,5	184	37	5,8	0,2	0	0	0	0	0	0,2
ABR	45,3	151	65	5,8	0,2	0	0	0	0	0	0,1
MAY	56,1	141	65	6,5	0	0,1	0	0	0	0	0
JUN	44,9	118	40	4,8	0	0	0	0	0	0	0
JUL	15,7	77	45	1,7	0	0	0	0	0	0	0
AGO	20,7	98	51	2,5	0	0	0,1	0	0	0	0
SEP	37,3	155	48	3,9	0	0	0	0	0	0	0
OCT	49,2	187	50	5,3	0	0,1	0	0	0	0	0
NOV	46,4	153	32	5,1	0,1	0	0	0	0	0	0,1
DIC	59,6	276,5	70	5,6	0,4	0	0	0	0	0	0,3
ANUAL	517,2	-	-	57,3	2,6	0,2	0,1	0	0	0	2,3

ESTACION: CAÑETE
PERIODO: 1953-1991

Cuadro 1.- Datos de precipitaciones del año medio (período 1953-1991), correspondientes a la estación pluviométrica de Cañete (Cuenca).

MES	PRECIPITACION (en l/m2)			NUMERO DE DIAS DE							
	MEDIA	MAXIMA	MAXIMA 24 H.	LLUVIA	NIEVE	GRANIZO	TORMENTA	NIEBLA	ROCIO	ESCARCHA	NIEVE CUBRIENDO EL SUELO
ENE	44,9	133,4	38,8	6	1,4	0	0	1,4	0,6	11,4	1
FEB	62,3	147,2	39,3	5,2	2,9	0,1	0,2	0,6	0,8	7,5	1,3
MAR	49,8	156,9	30	6,2	1,6	0,2	0,3	0,4	2,1	5,7	1
ABR	50,9	136,8	48	6,1	0,7	0,2	0,3	0,1	3,8	1,5	0,4
MAY	48,1	129,5	47	6,4	0,1	0,6	2	0	9,1	0,6	0
JUN	49,7	125,2	41	6,6	0	0,3	3,1	0,4	9,1	0	0
JUL	12,7	50,5	31	2,2	0	0,5	2,3	0,2	11,1	0	0
AGO	27	82,6	49	3,4	0	0,4	2,8	0,3	12,9	0	0
SEP	38,1	97,1	32,5	4,8	0	0,2	2	0,4	7,6	0,3	0
OCT	58,4	152,3	52,5	7	0	0	0,7	0,7	10	2	0
NOV	63,9	144,8	39,1	7	0,6	0	0,3	0,3	2,3	7,9	0,3
DIC	56	181,8	36,7	5,6	2,2	0	0,1	0,5	0,5	10,2	1,1
ANUAL	561,8	-	-	66,5	9,5	2,5	14,1	5,3	69,9	47,1	5,1

ESTACION: CAMPILLOS-PARAVIENTOS
PERIODO: 1956-1991

Cuadro 2.- Datos de precipitaciones del año medio (período 1951-1991), correspondientes a la estación pluviométrica de Campillos-Paravientos (Cuenca).

MES	PRECIPITACION (en l/m2)			NUMERO DE DIAS DE							
	MEDIA	MAXIMA	MAXIMA 24 H.	LLUVIA	NIEVE	GRANIZO	TORMENTA	NIEBLA	ROCIO	ESCARCHA	NIEVE CUBRIENDO EL SUELO
ENE	43,4	142,9	41,6	5,2	0,6	0	0,3	0	0	0	0,3
FEB	57,8	128,5	35,7	5,6	0,5	0	0,2	0	0	0	0,3
MAR	46,5	190	100	4,9	0,2	0	0,1	0	0	0	0,1
ABR	47,1	150,1	67,7	5,2	0	0	0,3	0	0	0	0
MAY	62	232,1	76	5	0	0,1	0,5	0	0	0	0
JUN	36,5	138,6	41,7	3,5	0	0	0,3	0	0	0	0
JUL	11,5	78,9	61,2	1,1	0	0	0,1	0	0	0	0
AGO	17,8	85,2	55	1,3	0	0	0,4	0	0	0	0
SEP	34	189	57,8	2,6	0	0	0,2	0	0	0	0
OCT	53,5	166,7	79,4	4,7	0	0	0,3	0,1	0	0	0
NOV	56,9	197,7	64	4,8	0,1	0	0	0,1	0	0	0,1
DIC	53,6	188,4	75	5,3	0,3	0	0,3	0	0	0	0,3
ANUAL	520,6	-	-	49,2	1,7	0,1	3	0,2	0	0	1,1

ESTACION: CARBONERAS DE GUADAZAON
PERIODO: 1953-1991

Cuadro 3.- Datos de precipitaciones del año medio (período 1953-1991), correspondientes a la estación pluviométrica de Carboneras de Guadazaón (Cuenca).

MES	PRECIPITACION (en l/m ²)			NUMERO DE DIAS DE							
	MEDIA	MAXIMA	MAXIMA 24 H.	LLUVIA	NIEVE	GRANIZO	TORMENTA	NIEBLA	ROCIO	ESCARCHA	NIEVE CUBRIENDO EL SUELO
ENE	46,5	169,4	32	5	0,8	0	0	0,1	0	3,2	0,3
FEB	55	107,3	30	5,3	0,8	0	0	0,1	0	0,3	0,1
MAR	43,3	116	70	4,6	0,7	0,2	0	0	0	0,4	0,2
ABR	53,9	92,1	30,7	6,1	0,2	0,2	0,1	0	0	0,3	0,1
MAY	40,3	163	64,7	4,9	0	0,2	0,3	0	0	0,1	0,1
JUN	49,1	120	34,4	5,4	0	0,3	0,4	0	0,6	0	0
JUL	10,3	78,9	35,4	0,9	0	0,4	0,6	0	0	0	0
AGO	12,2	64,7	26,5	1,9	0	0,1	0,9	0	0	0	0
SEP	33,8	84	46	3,9	0	0,2	0,7	0	0,2	0	0
OCT	57,1	157,3	51,2	5,3	0	0,1	0,4	0,1	0,1	0	0
NOV	54,8	160,2	30,2	6	0,2	0	0,2	0	0	1,3	0,1
DIC	46,1	185,8	35,4	4,2	0,8	0	0	0,1	0	1,7	0,7
ANUAL	502,4	-	-	53,5	3,5	1,7	3,6	0,4	0,9	7,3	1,6

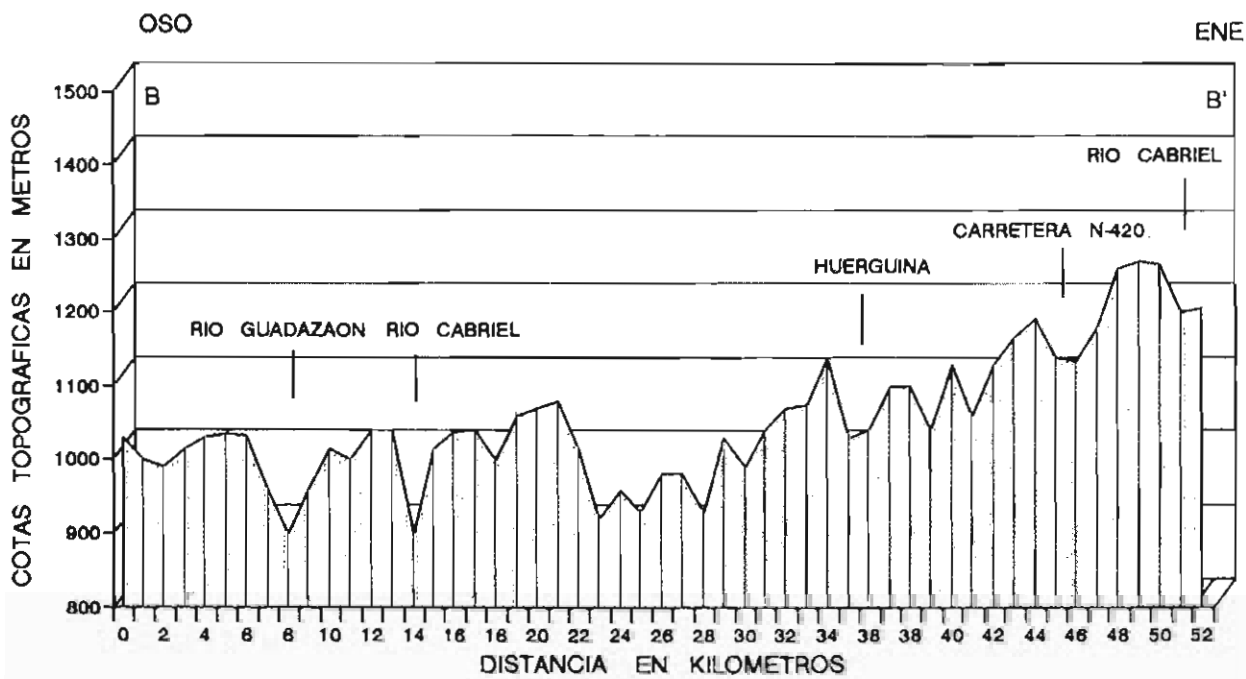
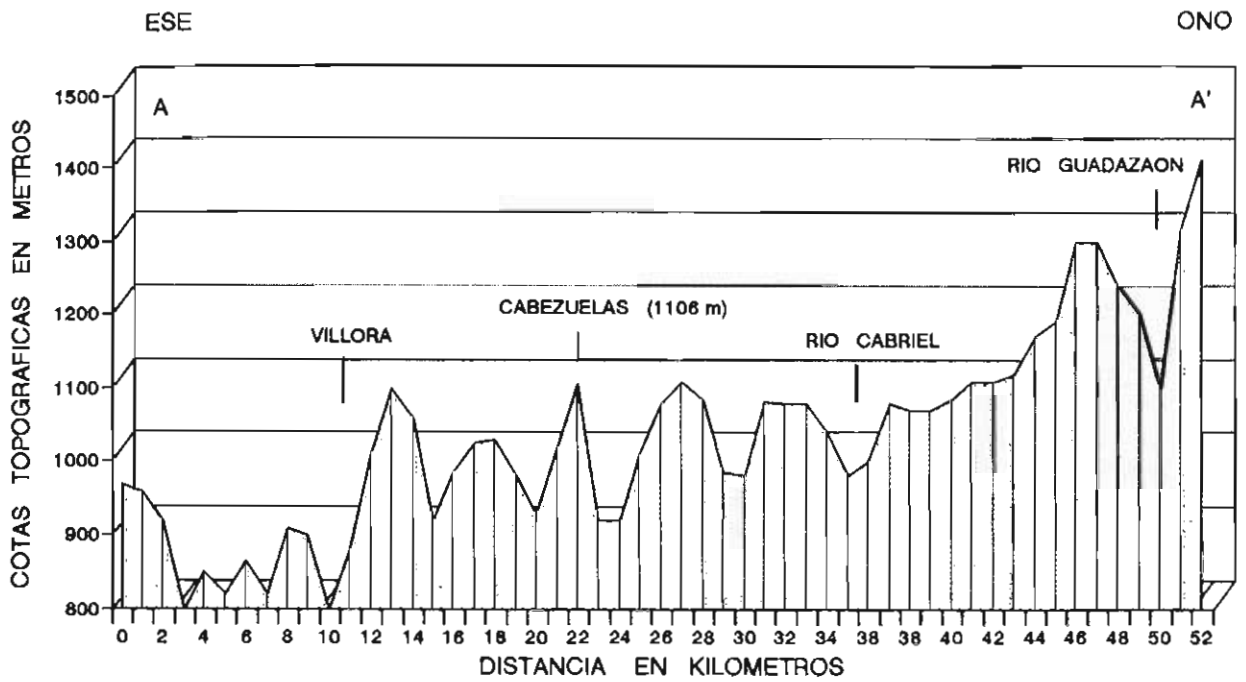
ESTACION: CARDENETE
PERIODO: 1957-1974

Cuadro 4.- Datos de precipitaciones del año medio (período 1957-1991), correspondientes a la estación pluviométrica de Cardenete (Cuenca).

MES	PRECIPITACION (en l/m2)			NUMERO DE DIAS DE							
	MEDIA	MAXIMA	MAXIMA 24 H.	LLUVIA	NIEVE	GRANIZO	TORMENTA	NIEBLA	ROCIO	ESCARCHA	NIEVE CUBRIENDO EL SUELO
ENE	41,1	134,4	27,4	5,9	0,8	0	0,1	0	0	0	0,5
FEB	42,4	103	28,5	5,9	0,6	0,1	0,1	0	0	0	0,2
MAR	39,8	94,7	25,7	6,5	0,1	0	0,1	0	0	0	0
ABR	42,8	90,8	40,5	5,9	0,2	0,2	0,8	0	0	0	0,2
MAY	46	170,2	68,9	6,1	0	0,2	1,7	0	0	0	0
JUN	48,4	125,3	68,9	5,3	0	0,2	2,5	0	0	0	0
JUL	10,6	38,1	31,9	1	0	0,1	1,3	0	0	0	0
AGO	24,2	78,5	47,8	2,5	0	0,2	1,8	0	0	0	0
SEP	41,5	177,3	89,6	4,6	0	0,1	1,9	0	0	0	0
OCT	62,6	166,1	80,2	7,2	0	0,1	1	0	0	0	0
NOV	47,8	120,5	28,2	6,8	0	0,2	0,3	0	0	0	0
DIC	41,7	170,7	30,9	5,5	0,7	0	0,2	0	0,1	0,8	0
ANUAL	488,9	-	-	63,2	2,4	1,4	11,8	0	0,1	0,8	0,9

ESTACION: ENGUIDANOS
PERIODO: 1953-1973

Cuadro 5.- Datos de precipitaciones del año medio (período 1953-1991), correspondientes a la estación pluviométrica de Enguídanos (Cuenca).



ESCALA GRAFICA



Figura 2.1.- Perfiles topográficos representativos del tramo.

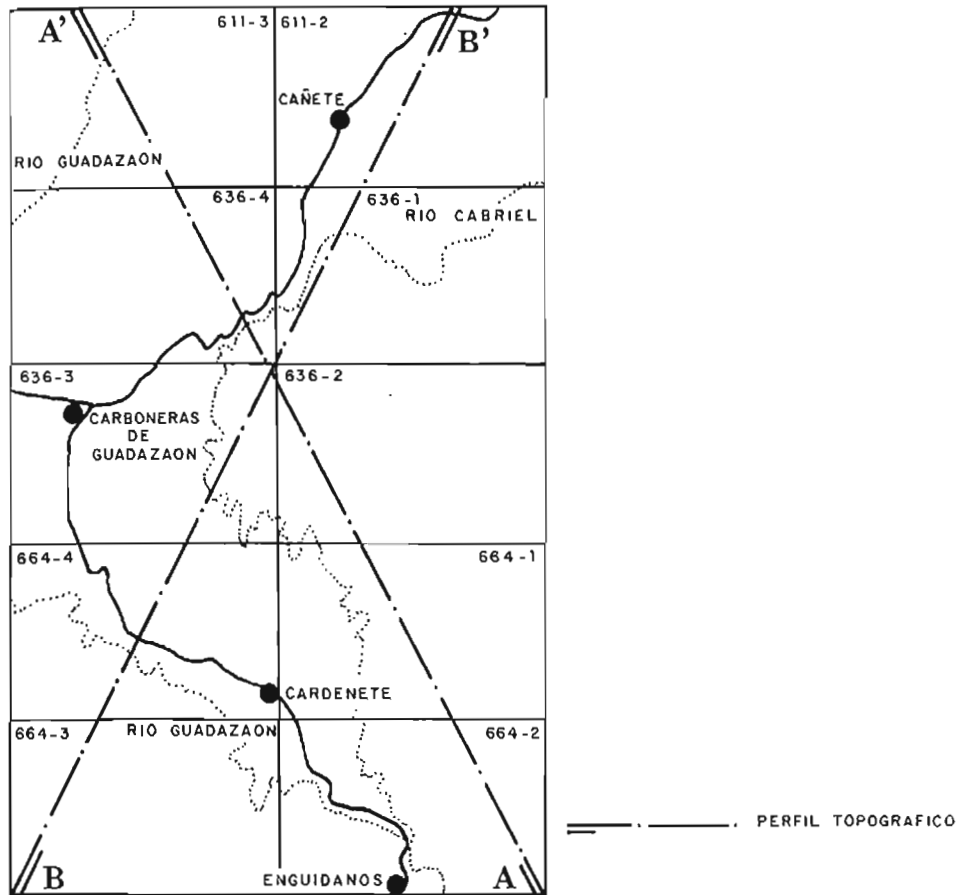


Figura 2.2.- Esquema de situación de los perfiles topográficos realizados en el tramo.

2.3. GEOMORFOLOGIA

El tramo Cuenca-Utiel está formado, en su mayor parte, por rocas triásicas, jurásicas, cretácicas y paleógenas, que han sido plegadas durante la Orogenia Alpina. También llega a aflorar el zócalo paleozoico, que está deformado por la Orogenia Hercínica y posteriormente retocado por la Alpina. Existen además materiales post-tectónicos, que están representados por los sedimentos neógenos y cuaternarios.

El relieve de este tramo es el resultado de la combinación de las características litológicas y tectónicas del mismo. El aspecto general es el de un relieve montañoso y escarpado, seccionado por ríos encajados que se adaptan a las directrices estructurales. A este aspecto general se le añaden otros elementos particulares, que dependen de la naturaleza litológica de cada una de las formaciones geológicas que componen la región.

El zócalo paleozoico, que aflora en la denominada Sierra de Las Cuerdas, está constituido por rocas pizarrosas y cuarcíticas, silúricas y devó-

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

La cobertera mesozoica está representada, a grandes rasgos, por las rocas areniscosas del Buntsandstein, las carbonatadas del Muschelkalk, los materiales arcillo-salinos del Keuper, y las rocas calcáreas del Jurásico y Cretácico, además de los sedimentos detríticos de este último período. Esta diversidad litológica hace que los relieves mesozoicos aparezcan con formas variables.

Las areniscas del Buntsandstein al ser erosionadas forman los típicos "torreones", que quedan más o menos aislados por las torrenteras producidas por las aguas de arroyada que surcan las laderas.

Las dolomías del Muschelkalk, al encontrarse normalmente muy replegadas, forman "crestones" característicos, que destacan del relieve formado por las litologías adyacentes, más blandas.

Los materiales arcillo-salinos del Keuper, que son fácilmente erosionados, se encuentran normalmente formando los valles de la región. Estos valles son generalmente amplios y de pendientes suaves, aunque existen casos en los que debido a la tectónica se hacen estrechos y de pendientes fuertes.

Las calizas y dolomías jurásicas y cretácicas forman un relieve montañoso muy variado. Si la estructura es horizontal o tiene un ligero basculamiento se producen relieves tabulares y en forma de "cuesta", respectivamente. Cuando estos relieves son cortados por la red fluvial y llegan a aflorar los materiales salinos del Keuper, o los detríticos del Cretácico Inferior (facies de Utrillas), se forman los típicos escarpes verticales o "farallones" en las laderas de los valles. Si la estructura es complicada, y está formada por sucesiones de pliegues, el relieve responde normalmente a las directrices estructurales marcadas, dándose las elevaciones en los pliegues anticlinales, y las depresiones y vaguadas en los sinclinales.

Las formaciones detríticas cretácicas (facies Weald y Utrillas), al estar compuestas por materiales blandos, se encuentran también formando algunos de los principales valles del tramo. Cuando estos valles están culminados por las rocas calizas del Cretácico Superior, que protegen a las arenas de Utrillas de la erosión, las laderas tienen fuertes pendientes, y manifiestan una gran propensión al acarcavamiento, motivado por la acción de las aguas de arroyada. Por el contrario, si el horizonte calizo ha desaparecido por la erosión, las laderas son suaves y las formas del relieve redondeadas.

Las rocas paleógenas, que están levemente estructuradas por los últimos movimientos alpinos, aparecen formando relieves tabulares, o en forma de "cuesta", que constituyen las superficies culminantes de las partes meridionales del tramo.

Los materiales neógenos y cuaternarios se encuentran en general rellenando depresiones, y forman un relieve muy suave, ya que tienden a enmascarar las irregularidades que proporcionan los afloramientos rocosos, más antiguos.

La evolución de los relieves en esta Zona se desarrolla mediante los procesos de meteorización física, alteración química (disolución), movimientos de ladera, y erosión fluvial.

La meteorización física ataca sobre todo a los fuertes relieves desarrollados en las rocas carbonatadas y cuarcíticas, disgregando el macizo rocoso en cantos y bloques. Estos se acumulan por gravedad al pie de los macizos, con lo que se suaviza la pendiente original.

La alteración química ataca a las rocas fisibles (pizarras), y principalmente a las carbonatadas, que las disuelve, dejando un residuo arcilloso insoluble. El resultado es el desarrollo de un horizonte de alteración, más o menos superficial, que recubre y suaviza la superficie del relieve.

Los movimientos de ladera se desarrollan sobre todo en los valles formados por los materiales arcillosos de las facies Keuper y, ocasionalmente, en la formación de arenas caoliníferas de las facies Utrillas.

La erosión fluvial, y por aguas de arroyada, se encarga de ir retirando los depósitos originados mediante los procesos anteriores. Estos son depositados por los ríos, posteriormente, en las áreas más llanas y de menor gradiente topográfico, en donde se forman aterrazamientos, abanicos aluviales o conos de deyección, y depósitos de glaciares.

2.4. ESTRATIGRAFIA

En el presente apartado se señalan de un modo resumido las diversas litologías localizadas, así como su inserción dentro de la columna estratigráfica general del tramo de estudio. Para ello se seguirá una ordenación cronológica desde los materiales más antiguos hasta los más modernos.

Las rocas más antiguas que aparecen en el tramo son las pertenecientes al Silúrico, y están representadas por una serie pizarrosa, en la base, y por pizarras con intercalaciones de cuarcitas, en el techo.

El Devónico está compuesto por dos formaciones diferentes. Una está constituida exclusivamente por cuarcitas, y la otra por una mezcla de cuarci-

tas, pizarras y niveles carbonatados. A partir de este período paleozoico existe una laguna estratigráfica, que afecta al Carbonífero, motivada por los movimientos tectónicos hercínicos de la región. En la fase terminal de dicha deformación (fracturación tardihercínica) se producen una serie de cubetas aisladas, en las que se depositan los materiales pérmicos. Estos son sedimentos brechoides pizarrosos y cuarcíticos, que proceden de la erosión del macizo paleozoico creado durante la Orogenia Hercínica.

El Triásico, en "facies Germánica", está compuesto en su fase inicial por unos potentes depósitos detríticos continentales, formados por conglomerados, areniscas y limos (facies "Buntsandstein"). Posteriormente se establece una cuenca marina somera, y se forman los niveles calco-dolomíticos, que caracterizan las facies "Muschelkalk". Por último, en el Triásico Superior, se establece una sedimentación de carácter salobre, y se forman los materiales arcillosos y yesíferos, tan típicos de las facies "Keuper".

El Jurásico, totalmente marino, se caracteriza por tener una sedimentación de dolomías, calizas, calizas nodulosas y bioclásticas, margas, y calizas oolíticas.

El Cretácico está formado por dos tramos marcadamente diferentes. El primero, de naturaleza fundamentalmente detrítica, está constituido por arenas, areniscas, arcillas y algún nivel calcáreo. Se trata de las facies Weald, que caracterizan la base del Cretácico. Por encima de esta formación se desarrollan los materiales arenosos de las facies de Utrillas, que presentan ocasionalmente intercalaciones de areniscas y de calcarenitas. El segundo tramo es fundamentalmente carbonatado, y está formado por una sucesión de dolomías, calizas y margas, que se depositan en un ambiente marino antes de los movimientos tectónicos alpinos. Estos tienen lugar durante la parte final del Cretácico Superior y el Paleógeno, por lo que existe un vacío estratigráfico correspondiente a los períodos Paleoceno y Eoceno.

Los primeros depósitos terciarios pertenecen al Oligoceno. Se apoyan en discordancia sobre las rocas mencionadas anteriormente y van rellenando progresivamente la cuenca de sedimentación, creada durante la Orogenia Alpina. Son sedimentos detríticos, de carácter conglomerático, arenoso y arcilloso, generalmente cementados, y que muestran frecuentes cambios laterales de facies, así como múltiples superficies de erosión.

Durante el Mioceno continúa la sedimentación detrítica continental y se forman gruesos paquetes arcillosos, con intercalaciones de conglomerados y arenas arcillosas. Culmina la serie miocena con una deposición de arcillas carbonatadas y de calizas lacustres.

El Plioceno queda restringido a unos sedimentos detríticos y químicos, formados por arenas, areniscas, limos y travertinos, que se depositan en pequeñas cuencas, aisladas entre sí.

El Plio-Cuaternario está representado por un retazo de depósito de raña, que se encuentra únicamente en la coronación de un relieve mioceno de la región meridional del tramo.

Los depósitos cuaternarios están representados por las formaciones aluviales, de terraza, y de conos de deyección (arenas y gravas), coluviales y de glacis (cantos y matriz arenosa y limo-arcillosa), eluviales (arcillas de decalcificación), y de travertinos (tobas calcáreas y calizas vacuolares).

La Figura 2.3 muestra esquemáticamente la columna estratigráfica general del tramo.

2.5. TECTONICA

El tramo Cuenca-Utiel está situado en su totalidad en la parte meridional de la rama castellana de la Cordillera Ibérica.

Las características de esta unidad geotectónica condiciona los rasgos estructurales generales del Tramo. Se trata de una cadena de tipo intermedio entre las áreas de plataforma y los orógenos alpinos ortotectónicos (JULIVERT et. al., 1974), que ha sido recientemente interpretada como una estructura de tipo aulacógeno (ALVARO et. al., 1979; CAPOTE, 1978), desarrollada por distensión desde el Trías hasta el final del Jurásico, e interrumpida por los movimientos tectónicos alpinos.

El estilo tectónico es de zócalo y cobertera. Su característica es la presencia de dos grandes ciclos orogénicos: la deformación hercínica y la alpina.

DEFORMACION HERCINICA

Es la causante de la estructuración de los materiales paleozoicos del zócalo y se desarrolla por medio de tres fases consecutivas.

La primera fase es la principal. Durante la misma se generan grandes estructuras, vergentes al NE, y una esquistosidad de plano axial, que es de flujo en las rocas pelíticas y de fractura en las samíticas.

La segunda fase, de menor intensidad, solo produce micropliegues que afectan a la esquistosidad anterior.

La tercera fase, tardihercínica, es de fracturación y origina fallas de orientación NE-SO y NO-SE. Esta fracturación produce la compartimentación del zócalo, y se forman cubetas en las que se depositan los materiales del Pérmico.

COLUMNA ESTRATIGRAFICA			
COLUMNA LITOLOGICA	GRUPO	DESCRIPCION	EDAD
	A	ALUVIAL: ARENAS Y GRAVAS	CUATERNARIO
	T	TERRAZAS: ARENAS Y GRAVAS	CUATERNARIO
	D	CONOS DE DEYECCION: GRAVAS Y ARENAS	CUATERNARIO
	AC	ALUVIAL-COLUVIAL: ARENAS Y CANTOS	CUATERNARIO
	G1	GLACIS: CANTOS Y MATRIZ LIMO-ARCILLOSA	CUATERNARIO
	C	COLUVIAL: CANTOS Y MATRIZ LIMO-ARCILLOSA	CUATERNARIO
	V	ELUVIAL: ARCILLAS DE DECALCIFICACION	CUATERNARIO
	Q	TRAVERTINOS	CAUTERNARIO
	350	RAÑA: CONGLOMERADOS	PLIO-CUATERNARIO
	322b	TRAVERTINOS, ARENAS Y LIMOS	PLIOCENO
	322a	ARENISCAS, LIMOS Y TRAVERTINOS	PLIOCENO
	321b	ARCILLAS CARBONATADAS Y CALIZAS	MIOCENO
	321a	ARCILLAS Y CONGLOMERADOS	MIOCENO
	313b	CONGLOMERADOS	OLIGOCENO
	313a	ARCILLAS, ARENISCAS Y CONGLOMERADOS	OLIGOCENO
	232d	MARGAS	CRETACICO SUPERIOR
	232c	BRECHAS CALCAREAS	CRETACICO SUPERIOR
	232b	DOLOMIAS Y MARGAS	CRETACICO SUPERIOR
	232a	DOLOMIAS Y CALIZAS	CRETACICO SUPERIOR
	231c	ARENAS BLANCAS Y CAOLINIFERAS FACIES UTRILLAS	CRETACICO INFERIOR
	231b	ARENISCAS Y ARCILLAS ROJAS. FACIES WEALD	CRETACICO INFERIOR
	231a	CALIZAS, ARCILLAS Y ARENISCAS. FACIES WEALD	CRETACICO INFERIOR
	220	CARNIOLAS, DOLOMIAS, CALIZAS, CALCARENITAS Y MARGAS	JURASICO INDIFERENCIADO
	213	ARCILLAS YESIFERAS, YESOS, ARENISCAS, Y DOLO- MIAS ARCILLOSAS. FACIES KEUPER	TRIASICO SUPERIOR
	212	DOLOMIAS, ARCILLAS Y CALIZAS	TRIASICO MEDIO
	211d	ARENISCAS Y MICROCONGLOMERADOS	TRIASICO INFERIOR
	211c	LIMOLITAS Y ARCILLAS VERSICOLORS	TRIASICO INFERIOR
	211b	LUTITAS, ARENISCAS Y CONGLOMERADOS	TRIASICO INFERIOR
	211a	CONGLOMERADOS	TRIASICO INFERIOR
	161	BRECHAS PIZARRAS Y CUARCITICAS	PERMICO INFERIOR
	141b	CUARCITAS, PIZARRAS Y NIVELES CARBONATADOS	DEVONICO INFERIOR
	141a	CUARCITAS	DEVONICO INFERIOR
	132	PIZARRAS Y CUARCITAS	SILURICO SUPERIOR
	131	PIZARRAS	SILURICO INFERIOR

Figura 2.3.- Columna estratigráfica general del tramo.

Posteriormente a esta etapa de fracturación, o contemporánea con ella misma, se produce la evolución del aulacógeno mencionado anteriormente, mediante una etapa de fuerte distensión provocada por la aparición de un punto caliente en las proximidades de la región valenciana. Las fases por las que pasa el aulacógeno son las siguientes:

- Fase de pregraben: posiblemente correspondiente a la fracturación tardihercínica, al menos en sus últimos efectos.

- Fase de graben: antiguas fallas de desgarre que se reactivan con hundimientos normales y se produce la fosa. Depósitos triásicos.

- Fase de transición: continua el estiramiento de la corteza y la sedimentación rebosa la cuenca. Depósitos triásicos y salinos del Keuper. Vulcanismo básico.

- Fase de "downwarping": nuevos estiramientos de la corteza y establecimiento de una sedimentación marina somera. Deposición calcárea del Jurásico. Vulcanismos regionales.

Entre el Jurásico Superior y el Cretácico Inferior se inician los movimientos alpinos, y se interrumpe la evolución del aulacógeno.

DEFORMACION ALPINA

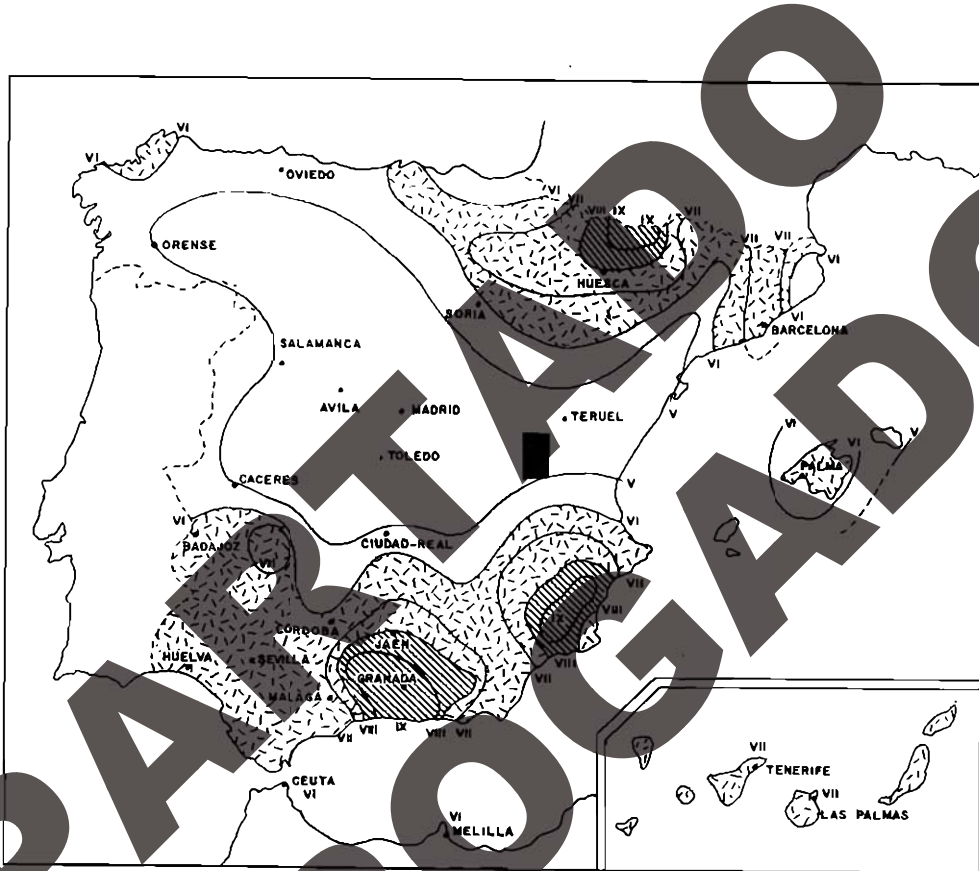
Se desarrolla en dos grandes etapas tectónicas: los movimientos paleoalpinos y los neoalpinos.

Los movimientos paleoalpinos están representados por inestabilidades corticales que interrumpen la formación del aulacógeno. Durante estas inestabilidades se producen suaves pliegues de direcciones E-O y ONO-ESE, así como los primeros movimientos en el Keuper y sus primitivas acumulaciones diapíricas. Además, estos suaves movimientos, al ser contemporáneos con la sedimentación, provocan la aparición de algunas brechas intraformacionales.

Los movimientos neoalpinos, constan de dos fases distintas: fase de compresión y de distensión. Durante la compresión se generan estructuras de plegamiento de direcciones NO-SE, NNO-SSE y ONO-ESE. Son los denominados para la región pliegues de fondo, y pliegues laxos subtabulares. También se producen fracturas de cizalla de orientaciones NNE-SSO y ENE-OSO, y cabalgamientos NO-SE. Además se producen desplazamientos de masas plásticas, que se acumulan en los denominados pliegues en cofre. La fase de distensión es algo posterior a la de compresión y en ella se producen fallas de descompresión, de dirección NE-SO.

2.6. SISMICIDAD

Según la Norma Sismorresistente P.D.S.- 1 de 1974, el tramo Cuenca-Utiel se encuentra situado en la "zona primera", tal y como puede apreciarse en la Figura 2.4.



NORMA SISMORRESISTENTE PDS-1 (1974)

ZONA	INTENSIDAD: G (Esc. MSK)	
PRIMERA	$G < VI$	(BAJA)
SEGUNDA	$VI \leq G < VIII$	(MEDIA)
TERCERA	$G \geq VIII$	(ALTA)

TRAMO DE ESTUDIO

Figura 2.4.- Situación del tramo en el Mapa Sismorresistente de la Península Ibérica.

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

3. ESTUDIO DE ZONAS

3.0. DIVISION DEL TRAMO EN ZONAS DE ESTUDIO

Como método para acometer la tarea de la descripción de las formaciones geológicas existentes en el tramo Cuenca-Utiel, se realiza una división de éste en Zonas, que se definen en función de la geomorfología. Se obtiene así una caracterización del tramo en función del relieve, la cual significa normalmente la separación de formaciones geológicas de distinta edad. Con este método se pretende simplificar geológicamente el tramo lo mejor posible.

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, de relieve montuoso.

Zona 2, de serranía.

3.1. ZONA 1: RELIEVE MONTUOSO

La Zona 1 aparece en la esquina suroeste del cuadrante 3 de la Hoja 611; en la mitad occidental de los cuadrantes 3 y 4 de la Hoja 636; y en la parte occidental del cuadrante 1, y en el total de los cuadrantes 2, 3 y 4 de la Hoja 664. Esta distribución queda de manifiesto en la Figura 3.2.

3.1.1. Geomorfología

La Zona 1 está formada, en su mayor parte, por rocas cretácicas y paleógenas, que han sido plegadas durante la Orogenia Alpina. Existen además materiales post-tectónicos, que están representados por las formaciones miocenas, pliocenas, y por los depósitos cuaternarios.

El relieve de esta Zona es el resultado de la combinación de las características litológicas y tectónicas de la misma. El aspecto general es el de un relieve montuoso y a veces solamente alomado, formado por una sucesión de valles, de morfología generalmente suave, por cuyos fondos discurren los principales ríos del sector. Estos valles son amplios, con desniveles pequeños y laderas poco inclinadas. La amplitud de estos valles se debe principalmente a la naturaleza litológica de los materiales en donde se han formado, ya que son blandos y fácilmente erosionables.

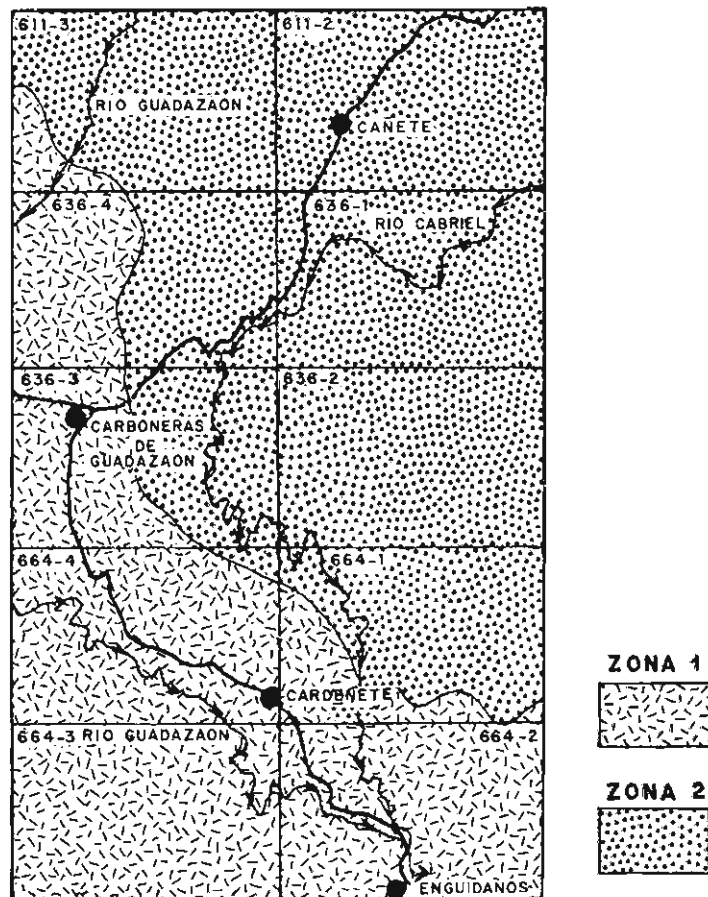


Figura 3.1.- División del tramo en Zonas de Estudio.

La Figura 3.3 corresponde a una vista panorámica del relieve característico de esta Zona 1. A este aspecto general se le añaden otros elementos particulares, que dependen de la naturaleza litológica de cada una de las formaciones geológicas que componen la Zona.

La cobertura mesozoica en esta Zona 1 está representada, a grandes rasgos, por los materiales arcillo-salinos del Keuper, y las rocas calcáreas del Triásico (Muschelkalk), Jurásico y Cretácico, además de los sedimentos detríticos de este último período, que son aquí muy abundantes. Esta diversidad litológica hace que los relieves mesozoicos aparezcan con formas variables.

Las dolomías del Muschelkalk, que se presentan en forma de barras estrechas, aparecen con una tectónica muy fuerte y con unos buzamientos muy altos, incluso verticales o invertidos. Estas barras rocosas, se hallan rodeadas de materiales arcillosos y salinos, tanto procedentes del Keuper como del nivel intermedio del Muschelkalk. Cuando estos materiales más blandos se erosionan, los estratos dolomíticos quedan exhumados y, dependiendo del buzamiento que tengan localmente, forman los "crestones" tan

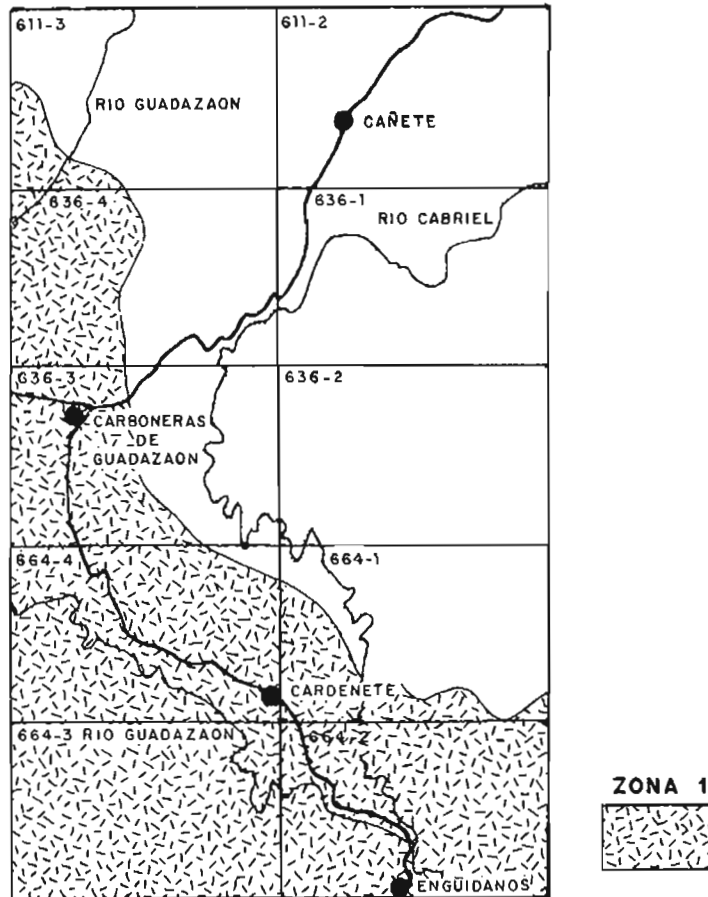


Figura 3.2.- Esquema de situación de la Zona 1.

característicos del sector suroriental de la Zona 1, en donde aparecen estas rocas. Estos crestones tienen un aspecto amurallado, debido a sus largos recorridos y escaso espesor, están muy verticalizados, y las dolomías que los componen aparecen muy tableadas.

Los materiales arcillo-salinos del Keuper, que son fácilmente erosionados, se encuentran normalmente formando los valles de la región. Estos valles son generalmente amplios y de pendientes suaves. Como consecuencia de la naturaleza de los materiales, las laderas presentan una dinámica de continuo movimiento, al tratar de estabilizarse y buscar su pendiente de equilibrio. Por este motivo dichas laderas no aparecen regularizadas, sino que lo hacen con formas lobuladas y abultadas, con una escorrentía caótica y sin definir.

Las calizas y dolomías, y otras rocas carbonatadas, jurásicas y cretácicas forman un relieve montañoso muy variado. Si la estructura es horizontal, o tiene un ligero basculamiento, se producen relieves tabulares y en forma de "cuesta", respectivamente. Cuando estos relieves son cortados por la red fluvial y llegan a aflorar los materiales salinos del Keuper, o los detríticos

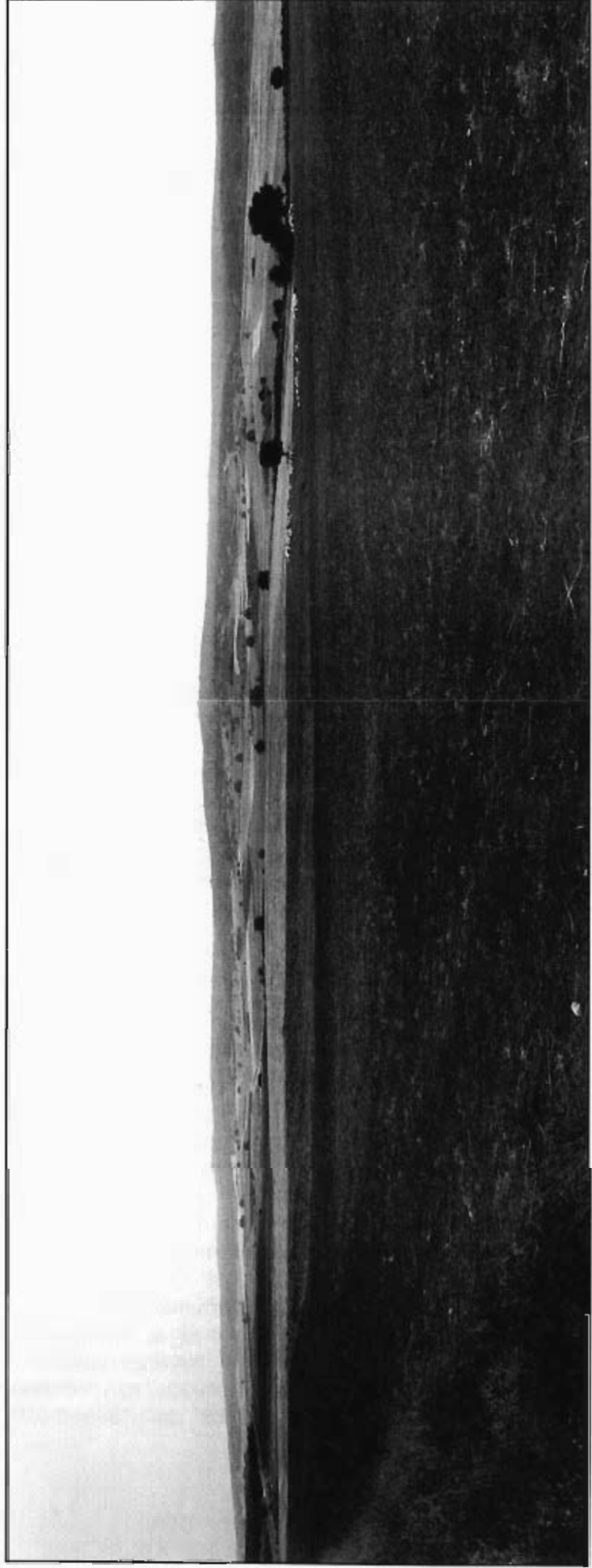


Figura 3.3.- Vista panorámica de un sector de la Zona 1.

del Cretácico Inferior (facies de Utrillas), se forman los típicos escarpes verticales o "cejos calizos" en las coronaciones de los valles (Figura 3.4). Si la estructura es complicada, y está formada por sucesiones de pliegues, el relieve responde normalmente a las directrices estructurales marcadas, dándose las elevaciones en los pliegues anticlinales, y las depresiones y vaguadas en los sinclinales. Lo más característico de la geomorfología de las rocas carbonatadas son los procesos kársticos que las afectan. Se puede distinguir el modelado exokárstico y el endokárstico. El primero produce en las rocas su disolución superficial y se originan torcas o dolinas, uvalas, poljés, cañones y valles ciegos. A menor escala se pueden observar lapiaces, pocillos de lluvia, ondulaciones o arrugas, y canales de disolución. Las formas endokársticas, representadas por cavernas, galerías y conductos, probablemente están bien desarrolladas y canalizan todo el agua subterránea que alimenta con posterioridad a los ríos de la región. En este sentido existe una tercera forma, constructiva y asociada a las surgencias kársticas, que son las formaciones travertínicas. Se producen en general en las llanuras aluviales de los ríos, y forman zonas llanas o ligeramente onduladas, con lo que se suavizan, en parte, los fondos de algunos valles.

Las formaciones detríticas cretácicas (facies Utrillas), al estar compuestas por materiales blandos, se encuentran formando la mayor parte de los valles del tramo. Cuando estos valles están culminados por las rocas calizas del Cretácico Superior, que protegen a las arenas de Utrillas de la erosión, las laderas tienen fuertes pendientes, y manifiestan una gran propensión al acarreamiento, motivado por la acción de las aguas de arroyada. Por el contrario, si el horizonte calizo ha desaparecido por la erosión, las laderas son suaves y las formas del relieve redondeadas. Ocasionalmente, y a medida que se alteran por la hidratación, las arenas tienden a adaptarse a su perfil de equilibrio y se producen algunos movimientos en las laderas.

Los materiales terciarios que aparecen en esta Zona 1 se encuentran rellenando el sector meridional de la Zona 1, y forman un relieve muy suave y llano, ya que tienden a enmascarar las irregularidades que proporcionan los afloramientos rocosos, más antiguos.

La evolución de los relieves en esta Zona se desarrolla mediante los procesos de meteorización física, alteración química (disolución), movimientos de ladera, y erosión fluvial.

La meteorización física ataca sobre todo a los fuertes relieves desarrollados en las rocas carbonatadas y cuarcíticas, disgregando el macizo rocoso en cantos y bloques. Estos se acumulan por gravedad al pie de los macizos, con lo que se suaviza la pendiente original.

La alteración química ataca principalmente a las rocas carbonatadas, que las disuelve, dejando un residuo arcilloso insoluble. El resultado es el desarrollo de un horizonte de alteración, más o menos superficial, que recubre y suaviza las laderas.



Figura 3.4.- Valle calcáreo del río Gabriel visto desde la localidad de Engúdanos (Hoja 664-2). Se trata de un relieve tabular seccionado profundamente por la red fluvial.

Los movimientos de ladera se desarrollan sobre todo en los valles formados por los materiales arcillosos de las facies Keuper y, ocasionalmente, en la formación de arenas caoliníferas de las facies Utrillas.

La erosión fluvial, y por aguas de arroyada, se encarga de ir retirando los depósitos originados mediante los procesos anteriores. Estos son depositados por los ríos, posteriormente, en las áreas más llanas y de menor gradiente topográfico, en donde se forman aterrazamientos, abanicos aluviales o conos de deyección, y depósitos de glacia.

3.1.2. Tectónica

La Zona 1 ocupa una porción de terreno que podría considerarse como las estribaciones de la Cordillera Ibérica, ya que el relieve está menos desarrollado y es la que presenta las formaciones más modernas del tramo.

El estilo tectónico de esta unidad es de cobertura y sus materiales, a excepción de los más modernos, han sido deformados por la Orogenia Alpina.

DEFORMACION ALPINA

Se desarrolla en dos grandes etapas tectónicas: los movimientos paleoalpinos y los neoalpinos.

Los movimientos paleoalpinos están representados por inestabilidades corticales que interrumpen la formación del aulacógeno. Durante estas inestabilidades se producen suaves pliegues de direcciones E-O y ONO-ESE, así como los primeros movimientos en el Keuper y sus primitivas acumulaciones diapíricas. Además, estos suaves movimientos, al ser contemporáneos con la sedimentación, provocan la aparición de algunas brechas intraformacionales.

Los movimientos neoalpinos, constan de dos fases distintas: fase de compresión y de distensión. Durante la compresión se generan estructuras de plegamiento de direcciones NO-SE, NNO-SSE y ONO-ESE. Son los denominados para la región pliegues de fondo, y pliegues laxos subtabulares. También se producen fracturas de cizalla de orientaciones NNE-SSO y ENE-OSO, y cabalgamientos NO-SE. Además se producen desplazamientos de masas plásticas, que se acumulan en los denominados pliegues en cofre. La fase de distensión es algo posterior a la de compresión y en ella se producen fallas de descompresión, de dirección NE-SO.

3.1.3. Columna estratigráfica

Los diferentes grupos litológicos que se han diferenciado en la Zona 1 se reseñan en la columna estratigráfica que se muestra en la Figura 3.5.

COLUMNA ESTRATIGRAFICA				
COLUMNA LITOLOGICA	DESCRIPCION	EDAD	GRUPO LITOLOGICO	GRUPO GEOTECNICO
	ALUVIAL: ARENAS Y GRAVAS	CUATERNARIO	A1	
	TERRAZAS: ARENAS Y GRAVAS	CUATERNARIO	T1	
	CONOS DE DEYECCION: GRAVAS Y ARENAS	CUATERNARIO	D1	
	GLACIS: CANTOS Y MATRIZ ARENOSA	CUATERNARIO	G1	
	COLUVIAL: CANTOS Y MATRIZ LIMO-ARCILLOSA	CUATERNARIO	C1	
	ELUVIAL: ARCILLAS DE DECALCIFICACION	CUATERNARIO	V1	
	TRAVERTINOS	CUATERNARIO	Q1	
	RAÑA: CONGLOMERADOS	PLIO-CUATERNARIO	350	
	TRAVERTINOS, ARENAS Y LIMOS	PLIOCENO	322b	
	ARENISCAS, LIMOS Y TRAVERTINOS	PLIOCENO	322a	
	ARCILLAS CARBONATADAS Y CALIZAS	MIOCENO	321b	
	ARCILLAS Y CONGLOMERADOS	MIOCENO	321a	
	CONGLOMERADOS	OLIGOCENO	313b	
	ARCILLAS, ARENISCAS Y CONGLOMERADOS	OLIGOCENO	313a	
	MARGAS	CRETACICO SUPERIOR	232d	
	BRECHAS CALCAREAS	CRETACICO SUPERIOR	232c	
	DOLOMIAS Y MARGAS	CRETACICO SUPERIOR	232b	
	DOLOMIAS Y CALIZAS	CRETACICO SUPERIOR	232a	
	ARENAS BLANCAS Y CAOLINIFERAS	CRETACICO INFERIOR	231c	
	CALIZAS, ARCILLAS Y ARENISCAS	CRETACICO INFERIOR	231a	
	CARNIOLAS, DOLOMIAS, CALIZAS, CALCARENITAS Y MARGAS	JURASICO INDIFERENCIADO	220	
	ARCILLAS YESIFERAS, YESOS, ARENISCAS Y DOLOMIAS ARCILLOSAS.	TRIASICO SUPERIOR	213	

Figura 3.5.- Columna estratigráfica de la Zona 1.

3.1.4. Grupos litológicos

Las formaciones geológicas o "grupos litológicos" que se han diferenciado en esta Zona 1 son los siguientes:

ALUVIAL. ARENAS Y GRAVAS, (A1).

Litología.- A esta formación pertenecen los depósitos de las llanuras de inundación y de los cauces actuales de los ríos. Dichos depósitos están compuestos por arenas y por gravas, respectivamente.

Las arenas son de grano fino a medio, algo limosas, y de colores generalmente claros. Entre los paquetes arenosos se intercalan, ocasionalmente, finos niveles de gravas calcáreas y cuarcíticas, redondeadas, y de 3 a 5 cm de tamaño medio. La Figura 3.6 corresponde a un aspecto de detalle de estos materiales arenosos. Estos depósitos terrígenos son más abundantes en las llanuras de inundación de los ríos.



Figura 3.6.- Arenas limosas de la llanura de inundación del río Guadazaón (grupo A1), en las proximidades de la localidad de Carboneras de Guadazaón (Hoja 636-3).

Las gravas, que corresponden a los depósitos de los cauces actuales, son mayoritariamente de caliza, aunque pueden encontrarse restos de cuarcitas y de otras rocas metamórficas, y tienen un tamaño medio comprendido entre 3 y 5 cm (Figura 3.7). La matriz, escasa en estos cauces, es arenosa y se halla minoritariamente entre los intersticios de los cantos. La matriz, escasa en estos cauces, es arenosa y se halla minoritariamente entre los intersticios de los cantos.

Las zonas próximas a surgencias kársticas se caracterizan porque en ellas se originan depósitos de travertinos, alrededor de la vegetación de los cauces actuales (Figura 3.8).

Estructura.- Los depósitos aluviales tienen una estructura subhorizontal, con una cierta inclinación hacia el cauce y hacia aguas abajo, y una disposición lenticular, como consecuencia de su sedimentación en barras. La potencia es superior a 2 m.



Figura 3.7.- Gravas del cauce del río Guadazaón (grupo A1), en las proximidades de la localidad de Carboneras de Guadazaón (Hoja 636-3). Puede observarse el tamaño de los cantos.



Figura 3.8.- Travertinos y tobas calcáreas formándose actualmente en el cauce del río Cabriel. Proximidades de la localidad de Boniches (Hoja 636-1).

Geotecnia.- Son materiales erosionables, fácilmente excavables y con capacidad portante media o baja. Se caracterizan por tener una permeabilidad alta, que puede dar lugar a la aparición de niveles freáticos elevados y que están relacionados con el nivel estacional de los ríos. El terreno formado por estos depósitos aluviales es local y temporalmente inundable.

Es una formación útil como yacimiento granular y de materiales de préstamos.

No han sido observados taludes de interés, pero dado su carácter desagregado, las excavaciones que se realicen en estos materiales no admitirán taludes muy inclinados.

TERRAZAS. GRAVAS Y ARENAS, (T1).

Litología.- Formación constituida fundamentalmente por gravas calcáreas, empastadas en una abundante matriz arenosa, de color marrón claro. Los cantos son redondeados y subredondeados, heterométricos, y con diámetros comprendidos entre 2 y 15 cm, aunque el tamaño medio es del orden de 5 cm.

La Figura 3.9 ofrece un aspecto de estos materiales.

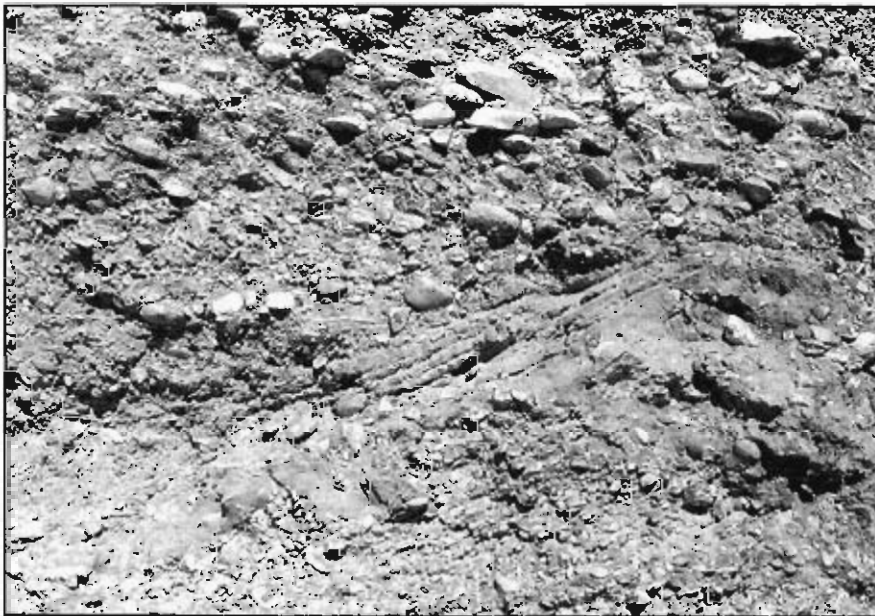


Figura 3.9.- Detalle de las gravas calcáreas de los depósitos de terraza (formación T1), en donde puede observarse la forma y la granulometría de las mismas. Proximidades de Carboneras de Guadazaón (Hoja 636-3).

Estructura.- Estos materiales se distribuyen paralelamente a algunos de los ríos que drenan el tramo, y adoptan una disposición horizontal o ligeramente inclinada hacia los mismos y hacia aguas abajo. La potencia está comprendida entre 2 y 4 m.

Geotecnia.- Esta formación se caracteriza por presentar una permeabilidad alta por porosidad intergranular, y además porque pueden aparecer niveles freáticos próximos a la superficie. Los materiales que la componen son erosionables, fácilmente ripables y tienen una capacidad portante media.

Aunque no se han observado taludes de interés, las excavaciones que se lleven a cabo en estos materiales sufrirán frecuentes desplomes, dada su escasa consolidación.

Es una formación interesante para ser utilizada como yacimiento granular o de materiales de préstamos.

CONOS DE DEYECCION. GRAVAS Y ARENAS, (D1).

Litología.- Se trata de acumulaciones de gravas y arenas, depositadas por abanicos aluviales en la salida de algunos de los principales relieves del tramo (Figura 3.10).



Figura 3.10.- Vista panorámica de un cono de deyección (grupo D1) formado al pie de un relieve montañoso, y que suaviza las cercanías de la localidad de Villora (Hoja 664-1).

Las gravas son principalmente calcáreas, heterométricas, heteromorfas, y redondeadas a subredondeadas. El tamaño medio de dichas gravas está comprendido entre 5 y 7 cm.

La matriz que sirve de trabazón a los cantos calcáreos está formada por arenas de grano medio a grueso, es algo limosa, tiene color marrón claro, y también aparece en niveles independientes de las gravas.

La Figura 3.11 presenta el aspecto de los materiales de esta formación.

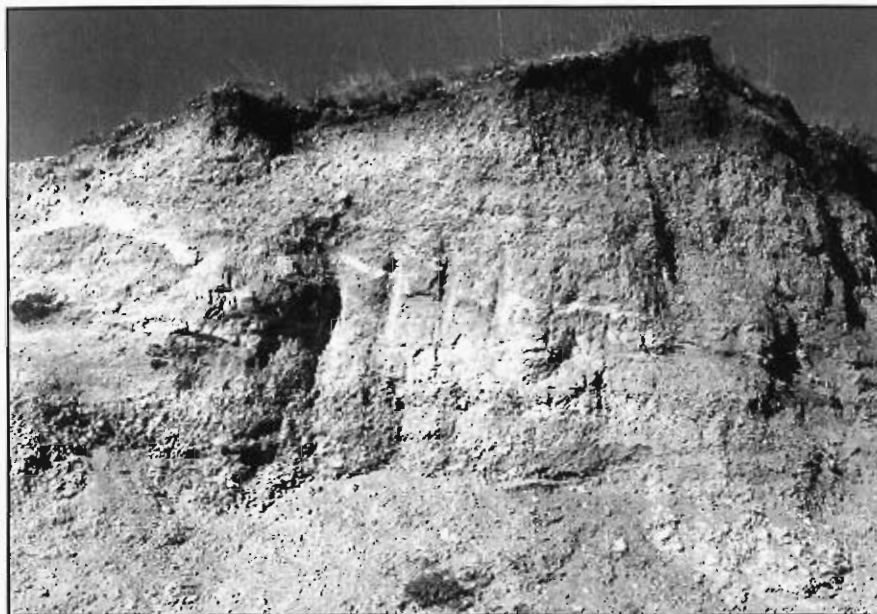


Figura 3.11.- Aspecto de las gravas y arenas del grupo D1, en las proximidades de la localidad de Víllora (Hoja 664-1).

Estructura.- Esta formación tiene una disposición de adaptación al relieve sobre el que se deposita, por lo que presenta inclinaciones próximas a los 10° , desde el ápice hasta su borde final. El ordenamiento interno de los materiales es caótico y la estratificación es muy difusa, lo que da a la formación un cierto aspecto masivo. La potencia total del conjunto es superior a 6 m.

Geotecnia.- Estos materiales se caracterizan por su fácil ripabilidad, alta erosionabilidad y baja capacidad portante.

La permeabilidad está desarrollada por porosidad intergranular y es de grado medio, ya que la fracción limosa que aparece junto a las arenas y las gravas, reduce el índice de poros efectivos. El drenaje profundo es moderado. El drenaje superficial es fácil, ya que las pendientes son suficientes para que la escorrentía discurra con normalidad.

Los taludes observados corresponden a pequeñas excavaciones, por lo que son de alturas bajas, tienen inclinaciones subverticales y presentan frecuentes desplomes. La inclinación adecuada es del orden de 45°.

Es una formación interesante para ser utilizada como yacimiento de materiales de préstamo.

ALUVIAL-COLUVIAL. ARENAS Y CANTOS, (AC1).

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

GLACIS. CANTOS Y MATRIZ LIMO-ARCILLOSA, (G1).

Litología.- Esta formación aparece únicamente en las proximidades de la localidad de Carboneras de Guadazaón (Hoja 636-3). Se trata de un glacis de acumulación constituido por cantos de caliza y dolomía, subangulosos, heterométricos y heteromorfos, cuyos tamaños están comprendidos entre 1 cm y 5 cm, siendo la dimensión media del orden de 2-3 cm. Estos cantos se encuentran dispersos en una abundante matriz compuesta por limos y arcillas, con una cierta proporción de arenas medias y gruesas.

La Figura 3.12 corresponde a un aspecto de detalle de estos materiales.



Figura 3.12.- Matriz limo-arcillosa con cantos dispersos de un glacis (formación G1), en las proximidades de la población de Carboneras de Guadazaón (Hoja 636-3).

Estructura.- Son acumulaciones caóticas de cantos, sin ordenamiento interno, que forman amplias superficies llanas o ligeramente cóncavas. La potencia de esta formación está comprendida entre 2 y 3 m.

Geotecnia.- Es una formación ripable, medianamente erosionable, y con capacidad portante media-baja.

La permeabilidad es media y el drenaje profundo moderado. La escorrentía discurre con normalidad, ya que las superficies formadas por este glacis tienen las pendientes suficientes para ello.

No existen taludes artificiales en esta formación. Las laderas naturales tienen inclinaciones de 10° a 15° y son estables. Se recomiendan inclinaciones de 35°.

COLUVIAL. CANTOS Y MATRIZ ARENO-LIMOSA, (C1).

Este grupo será descrito en la Zona 2, por ser más característico de la misma.

ELUVIAL. ARCILLAS DE DECALCIFICACION, (V1).

Litología.- Se trata de eluviales constituidos básicamente por arcillas de decalcificación, de tonalidades rojas y pardas, denominadas comúnmente como "terra rossa". Estas arcillas, masivas, engloban cantos de caliza y dolomía, de tamaño muy variable y muy angulosos.

Los cantos presentes en estos depósitos son restos de la roca original, de la que proceden a partir de fenómenos de alteración por disolución "in situ" de la misma. Tienen una distribución muy irregular dentro del conjunto y no están, todavía, descompuestos químicamente.

Esta formación se encuentra asociada a grandes depresiones ubicadas en el interior de algunos macizos calcáreos. Son formas exokársticas denominadas "poljés" (Figura 3.13), y están rellenas por estas arcillas eluviales.

Estructura.- Al ser materiales generados "in situ" en áreas deprimidas llanas, se encuentran en disposición horizontal o subhorizontal. Además los materiales carecen de ordenamiento interno, por lo que tienen un aspecto masivo. La potencia es muy variable y está comprendida entre 0,5 y 3 m.

Geotecnia.- Dadas sus características, las arcillas que componen esta formación tienen capacidad portante baja, y por tanto pueden dar lugar a la



Figura 3.13.- Visión general de una depresión rellena de arcillas de decalcificación (poljé), en las proximidades de la localidad de Carboneras de Guadazaón (Hoja 636-3).

aparición de asientos de magnitudes altas. Presentan plasticidad entre media y alta.

Son materiales fácilmente excavables con medios mecánicos, y erosionables.

La permeabilidad de estas arcillas es muy baja. Esto origina que el drenaje profundo sea difícil. El carácter endorreico de las depresiones (poljés) donde aparecen estos eluviales, y el escaso gradiente topográfico de las mismas, hace que la escorrentía discurra con dificultad, por lo que es frecuente la formación de encharcamientos. La baja capacidad de infiltración de los materiales hace que esos encharcamientos permanezcan durante largos períodos de tiempo.

En esta formación no existe ningún tipo de taludes.

TRAVERTINOS, (Q1).

Esta formación será descrita en la Zona 2, al ser más representativa de la misma.

RAÑAS. CONGLOMERADOS Y ARENAS MICROCONGLOMERATICAS (350).

Litología.- Estos depósitos de raña forman un único afloramiento en la culminación de uno de los relieves terciarios del sector suroriental del tramo. Proceden de la erosión, ocurrida en tiempos plio-cuaternarios, de los relieves calcáreos y areniscosos característicos de la serranía de Cuenca y de la sierra de las Cuerdas, situadas en el norte del tramo. Están compuestos por acumulaciones caóticas de grandes bloques, bolos y cantos, de calizas, dolomías, conglomerados, areniscas rojas y cuarcitas, sujetos por una matriz de arenas microconglomeráticas, arcillosas y de colores pardo rojizos. Esta matriz esta normalmente cementada por carbonato cálcico, lo que da a los materiales una consistencia conglomerática.

En la Figura 3.14 se observa el aspecto característico de estos depósitos de raña.



Figura 3.14.- Aspecto de los depósitos de raña, que forman el grupo (350), en el P.K. 25 de la carretera local entre Vállora y Mira (Hoja 664-2). Obsérvese la heterometría de los materiales.

Estructura.- Esta formación presenta una disposición subhorizontal, con una leve inclinación regional hacia el Sur. Los materiales carecen de ordenamiento interno, por lo que tienen un aspecto masivo, si bien aparecen finos niveles formados por matriz areno-arcillosa, que marcan una cierta estratificación. La potencia total estimada del conjunto es del orden de 10-15 m.

Geotecnia.- La cementación de los materiales que componen este grupo hace que sean poco erosionables y difícilmente excavables. La capacidad portante es de valor alto, por lo que no es previsible la aparición de asientos.

La permeabilidad es media-baja y se desarrolla por porosidad intergranular, por lo que el drenaje profundo es moderado. El drenaje superficial puede verse dificultado por las escasas pendientes que tiene localmente la zona formada por estos depósitos de raña, y formarse algún encharcamiento. Su valor como explanada es generalmente bueno.

Los taludes artificiales observados son de alturas bajas, tienen inclinaciones de 45°-50° y no tienen problemas de inestabilidad mencionables. La Figura 3.15 corresponde a uno de estos taludes.

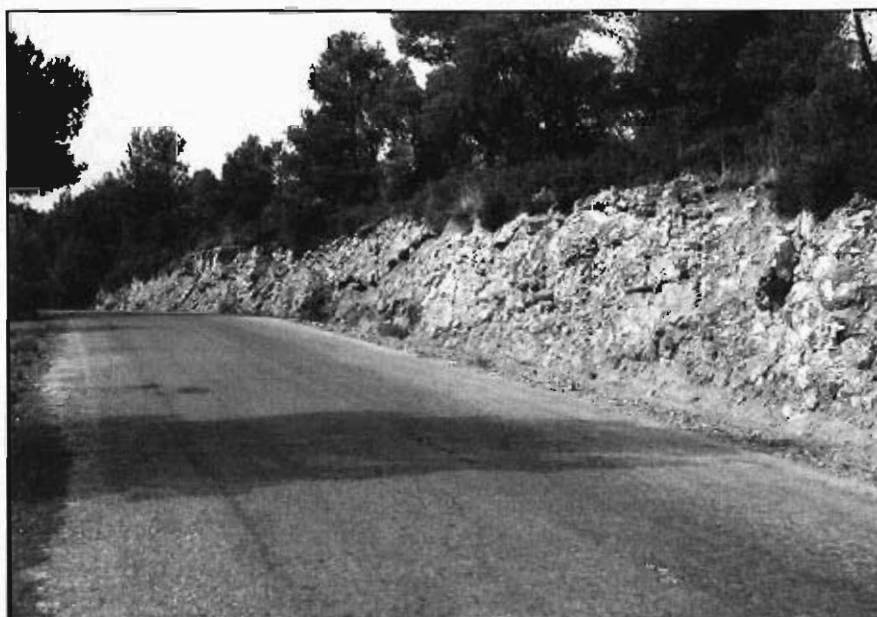


Figura 3.15.- Talud de la carretera local entre las localidades de Villora y Mira (Hoja 664-2), realizado en los depósitos de raña del grupo (350).

ARENAS, LIMOS Y TRAVERTINOS, (322b).

Litología.- Este grupo está representado en el tramo por un único afloramiento ubicado entre las localidades de Cardenete y Villora (Hoja 664-1 y 2). Está formado por arenas blancas, de grano medio y fino, cuarzosas y calcáreas, algo limosas, que alternan irregularmente con niveles estrechos de limos y limos arenosos, con las mismas tonalidades (Figura 3.16).

Esporádicamente aparecen niveles irregulares de travertinos, intercalados en el conjunto.



Figura 3.16.- Aspecto de detalle de las arenas y los limos del grupo (322b), en el P.K. de la carretera local entre Cardenete y Villora (Hoja 664-1-2).

Estructura.- Esta formación ha sido depositada en un régimen tectónico tranquilo, por lo que aparece con una disposición horizontal. Está estructurada en capas bien estratificadas de distintas granulometrías, de espesor comprendido entre 0,15 m y 1 m. La potencia total del conjunto es del orden de 70 m a 80 m.

Geotecnia.- Los materiales que forman este grupo litológico son erosionables; ripables y tienen una capacidad portante de grado medio.

La permeabilidad es alta-media, en función del grado de matriz limosa, y el drenaje profundo es fácil a moderado. La escorrentía no plantea problemas de encharcamientos, ya que, tanto la capacidad de infiltración como las pendientes que adoptan los materiales, son altas.

Los escasos taludes realizados en estos materiales tienen alturas bajas y medias, inclinaciones subverticales, y están afectados por la erosión y por la alteración de sus superficies (Figura 3.17).



Figura 3.17.- Talud de altura media, realizado en la carretera local que une las carreteras de Cardenete y Villora (Hoja 664-1 y 2). Puede observarse la estructura de los materiales y algunos "desconchones" en la superficie del talud.

TRAVERTINOS, ARENISCAS Y LIMOS, (322a).

Litología.- Este grupo constituye un cambio lateral de facies con el grupo 322b descrito anteriormente. Se diferencia de aquel en que éste tiene un mayor contenido de cuerpos travertínicos, y en que las arenas han pasado a ser areniscas.

Las areniscas son de colores ocres y marrones claros, están formadas por granos silíceos y calcáreos, de tamaño medio y grueso, y se encuentran consolidadas por un cemento carbonatado.

Los limos, de colores blanquecinos y muy carbonatados, forman niveles estrechos intercalados entre las areniscas.

Los travertinos aparecen irregularmente dispuestos entre el conjunto detrítico anterior, y están formados por calizas tobáceas, muy oquerosas y con abundantes granos arenosos.

La Figura 3.18 ofrece el aspecto de detalle de una arenisca y de una caliza travertínica pertenecientes a este grupo litológico.



Figura 3.18.- Muestras de areniscas y de calizas travertínicas del grupo (322a), en las que pueden observarse los aspectos característicos de estas rocas. Proximidades del embalse de Vállora (Hoja 664-2).

Estructura.- Lo mismo que en la formación anterior se trata de unos materiales depositados en un régimen tectónico estabilizado, por lo que se presentan con estructura horizontal, y estratificados en capas de 0,3 a 1,5 m de espesor. La potencia total estimada del conjunto es del orden de 70 m a 80 m.

Geotecnia.- Grupo de materiales en los que la consolidación producida por el carbonato presente en sus composiciones les confiere una cierta consolidación, adecuada para que la capacidad portante de los mismos sea de grado medio-alto. Debido a esta cementación la ripabilidad será difícil en muchas ocasiones, por lo que se considera que el ripado será normalmente muy duro. Esto hace aconsejable el uso de voladuras.

La permeabilidad es de tipo medio y se desarrolla por porosidad. Esto genera que el drenaje profundo sea moderado. La escorrentía fluye o se infiltra con relativa facilidad por las áreas de influencia de estos materiales, y no es previsible la formación de encharcamientos.

No se han observado taludes de interés que indiquen las condiciones de estabilidad de los materiales, aunque debido a la naturaleza de los materiales, éstos admitirán inclinaciones de 60° a 70°.

ARCILLAS CARBONATADAS Y CALIZAS, (321b).

Litología.- Situada en el vértice suroriental del tramo se encuentra esta formación, que constituye la culminación de la sedimentación miocena, y está representada por depósitos químicos, de origen lacustre.

Los materiales son calizas microcristalinas y micríticas, de colores cremas, blanquecinos y grises, y con abundantes oquedades debidas a la presencia de fauna de origen continental (Figura 3.19).



Figura 3.19.- Aspecto de las calizas lacustres del grupo (321b), en las proximidades de la "tinada de Gibraltar" (Hoja 664-2). Puede observarse en primer plano la reacción de la roca al ácido clorhídrico.

Lateral y verticalmente, estas calizas dan paso a niveles de arcillas carbonatadas, de colores rojizos, marrones, y preconsolidadas.

Estructura.- La estructura de este grupo es subhorizontal, con una leve inclinación al suroeste. Los materiales aparecen estratificados en capas de 0,2 m a 0,5 m, y a veces con aspecto masivo. La potencia total del conjunto es de 50 m, aproximadamente.

Geotecnia.- Se trata de una formación que presenta frecuentes cambios laterales de facies, desde términos calizos puros hasta otros margosos y

arcillosos. Estos cambios en la naturaleza de los terrenos hace que las características geotécnicas de la formación sean variables. Las zonas de caliza no son ripables ni erosionables, y cuentan con una capacidad portante alta. Por el contrario, las zonas de margas y arcillas son fácilmente excavables, erosionables y alterables; con una capacidad portante media-baja, que puede dar lugar a asientos de magnitudes altas y diferenciales.

La permeabilidad del conjunto es baja y el drenaje profundo difícil. Sin embargo, a través de las fracturas de los horizontes calizos se desarrolla una cierta circulación de las aguas de precipitación. Esta desemboca normalmente en las zonas de ladera, en forma de pequeños rezumes que no llegan a tener, en la mayoría de los casos, la categoría de fuentes o manantiales. Estas aguas, aunque escasas, pueden originar el reblandecimiento y la pérdida de cohesión de los niveles margo-arcillosos en el entorno de estos pequeños acuíferos. El drenaje superficial es fácil en las zonas de ladera, pero difícil en las plataformas llanas formadas por estos materiales. En estas áreas es previsible la aparición de encharcamientos, que producirán el aumento de plasticidad y pérdida de resistencia de los terrenos.

ARCILLAS Y CONGLOMERADOS, (321a).

Litología.- Esta formación aparece en el sector suroriental del tramo en donde se apoya en discordancia sobre formaciones mesozoicas. Esta compuesta por una alternancia irregular de conglomerados y arcillas.

Los conglomerados (Figura 3.20) están formados por cantos de caliza y dolomía, redondeados y subredondeados, y muy heterométricos. El tamaño mínimo de los cantos es del orden de 1 cm, y el máximo de 30 cm. Sin embargo, los tamaños más abundantes, que pueden ser consideradas como dimensiones medias, son de 5 a 7 cm. La matriz que sirve de trabazón a estos cantos es areno-arcillosa, y a veces de carácter microconglomerático. La cementación es escasa o está totalmente ausente.

Las arcillas son rojas, muy puras y plásticas, aunque a veces presentan pequeños niveles de cementación carbonatada y otros con un alto contenido en arena y de aspecto arenoso. La Figura 3.21 presenta el aspecto de detalle de estas arcillas.

Estructura.- Los materiales que componen esta formación han sido depositados en cuencas continentales intramontañosas, formadas en los ciclos de mayor actividad tectónica alpina. Tienen el carácter de molasas, proceden de la erosión de las formaciones limítrofes de la cordillera, y se adaptan a las condiciones tectónicas por medio de basculamientos y pequeños plegamientos, que producen unas estructuras suaves y de buzamientos comprendidos entre 10° y 35°.



Figura 3.20.- Aspecto de detalle del miembro conglomerático del grupo (321a), en las proximidades de la localidad de Villora (Hoja 664-2). Puede observarse la granulometría de estos materiales.



Figura 3.21.- Detalle de las arcillas del grupo (321a), en las proximidades de la localidad de Villora (Hoja 664-2). Puede observarse la fisuración producida por la desecación y retracción de las arcillas.

A escala de afloramiento se pueden observar bancos de arcillas bien estratificados que han sido cortados por "lentejones" de conglomerados (Figura 3.22). Estos "lentejones" representan antiguos canales o "paleocauces" que funcionaron en la época.

La potencia total del conjunto varía, de Oeste a Este, de 15 m a 120 m de espesor, respectivamente.

Geotecnia.- Los materiales que componen este grupo son erosionables, alterables y totalmente ripables. La capacidad portante es en general de tipo medio a bajo. Se pueden producir asentamientos diferenciales, debido a los cambios laterales de facies.



Figura 3.22.- Ejemplo de disposición de los materiales arcillosos y conglomeráticos del grupo (321a), que pueden ser observados en un talud de la carretera de Cardenete a Vállora (Hoja 664-1).

Según la clasificación de suelos de Casagrande los horizontes de conglomerados pueden ser clasificados como GC o GM, y tienen un valor como explanada para carretera de excelente a bueno. Las arcillas pueden ser consideradas como CL a CH y su valor como explanada para carretera es de regular a muy malo.

La permeabilidad del conjunto es variable. En los miembros conglomeráticos es alta y, debido a su geometría tubular, facilitan el drenaje profundo de la formación a modo de drenajes naturales. Por el contrario, las arcillas son impermeables o de permeabilidad muy baja, y el agua contenida en

ellas no se libera fácilmente. Esto produce su reblandecimiento por pérdida de cohesión y aumento de plasticidad. La disminución de los parámetros resistentes del terreno formado por estas arcillas producirá la aparición de asentamientos, tanto en las explanadas como en las cimentaciones de estructuras y de otras obras de fábrica.

Se han observado taludes artificiales de alturas bajas, que con inclinaciones de 60° a 65° solo presentan caídas de cantos procedentes de los conglomerados, y algún desplome de material arcilloso hidratado y desconchado de la superficie del talud. Sin embargo se considera que estas inclinaciones son excesivas en las arcillas, para taludes que sobrepasen los 8 o 10 m de altura.

La Figura 3.23 corresponde a un talud de baja altura, y de fuerte inclinación, realizado en los materiales conglomeráticos y arcillosos de este grupo (321a), en la carretera que une las localidades de Cardenete y Villora. La disposición de conglomerados y arcillas produce la aparición de "cuñas" arcillosas, separadas por "lentejones" conglomeráticos. El contacto entre conglomerados y arcillas forma una línea de corriente por la que circula el agua drenada por las gravas. Este efecto produce un reblandecimiento en los materiales arcillosos del contacto, con la consiguiente pérdida de sus características mecánicas. En esas condiciones el deslizamiento de las "cuñas" arcillosas dependerá del peso, de la cantidad de agua que circule y de la estructura local que tengan los materiales.



Figura 3.23.- Talud de baja altura realizado en materiales del grupo (321a), en la carretera de Cardenete a Villora (Hoja 664-1). Puede observarse (al fondo) la discordancia formada con rocas jurásicas, así como la disposición y naturaleza de los materiales.

CONGLOMERADOS, (313b).

Litología.- Los materiales de este grupo se encuentran en el borde inferior del tramo, en las proximidades de la localidad de Enguídanos, está compuesto por una serie conglomerática de cantos calcáreos y dolomíticos, redondeados, subredondeados y subangulosos; de tamaños muy variables, comprendidos entre 2 cm y 12 cm. La matriz es areno-limosa de color blanquecino o marrón muy claro. El cemento, carbonatado, produce la consolidación de los estratos. Estos se encuentran con potencias de 0,2 a 0,5 m, y entre ellos existen finas pasadas arenosas o areniscosas, de menor consistencia. La Figura 3.24 ofrece el aspecto de detalle de una sucesión de conglomerado y arena, característica de este grupo (313b).



Figura 3.24.- Niveles conglomeráticos separados por pasadas arenosas, que forman el grupo (313b), en las proximidades de la localidad de Enguídanos (Hoja 664-2). Obsérvese la granulometría de los conglomerados, y la escasa potencia de los niveles areniscosos.

Estructura.- Se trata de materiales que acompañan los últimos movimientos tectónicos alpinos, causantes de la formación de cuencas intramontañas, por lo que se encuentran basculados o suavemente plegados. Tienen buzamientos de 10° a 20°. La potencia total del conjunto es de 40 m a 45 m. La Figura 3.25 presenta un aspecto de la disposición de los materiales de este grupo.

Geotecnia.- Los conglomerados de esta formación se caracterizan porque tienen una ripabilidad marginal, que es debida a su cementación. Para la



Figura. 3.25.- Disposición de los conglomerados, con finas pasadas areniscosas, del grupo (313b), en las proximidades de la localidad de Enguídanos. Se observan pequeñas erosiones diferenciales.

remoción de estos materiales puede ser más rentable el empleo de voladura. La capacidad portante es alta y la erosionabilidad es baja, aunque se producen erosiones diferenciales entre bancos con distinto grado de cementación.

La permeabilidad del conjunto es media y se genera un drenaje profundo moderado, que discurre a través de las superficies de estratificación y de los niveles arenosos. La escorrentía no presenta dificultades de evacuación, ya que las áreas formadas por estos materiales tienen las pendientes suficientes para ello.

Los taludes observados son de alturas bajas y se mantienen estables con inclinaciones subverticales. Para mayores alturas habrá que tener en cuenta el efecto de la erosión diferencial, y prever el empleo de mallas metálicas que retengan los cantos que se vayan liberando.

ARCILLAS, ARENISCAS Y CONGLOMERADOS, (313a).

Litología.- Se trata de un grupo detrítico que está representado en el tramo por un único afloramiento que aparece en el borde meridional del mismo. Está compuesto por una sucesión muy irregular de arcillas, areniscas y conglomerados.

Las arcillas son algo arenosas, de color rojizo y se presentan en capas mal definidas de 0,3 a 1 m. de espesor.

Las areniscas son de grano fino, tienen matriz arcillosa y están parcialmente cementadas por carbonato. Este cemento puede además formar pequeñas venas de colores blanquecinos. Estas areniscas aparecen estratificadas en pequeños lechos de 0,1 m a 0,3 m, o en estratos de espesor métrico.

Los conglomerados están formados sobre todo por cantos calcáreos, aunque existen otros de cuarcita y, en menor medida, de pizarra. La matriz de estos conglomerados es areno-arcillosa y el cemento carbonatado. Aparecen de forma lenticular, de espesores comprendidos entre 0,2 y 0,5 m. En los bordes del afloramiento, en los contactos con las rocas cretácicas, la presencia de conglomerados aumenta y disminuye la de arcillas.

La Figura 3.26 corresponde a un aspecto de detalle de esta formación, en donde pueden apreciarse las tres litologías que componen la misma.

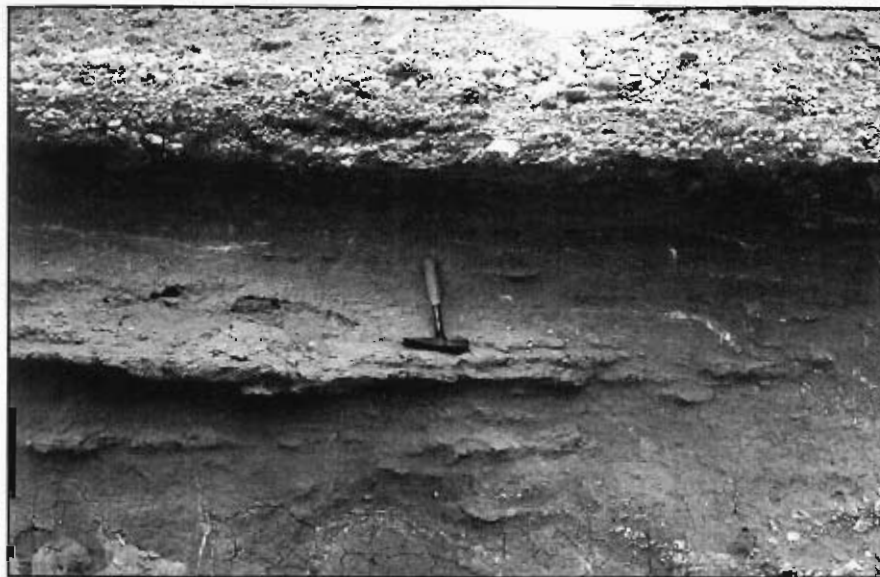


Figura 3.26.- Detalle de los conglomerados (arriba), areniscas (centro) y arcillas (abajo) del grupo (313a), observado en uno de los afloramientos próximo a la carretera de enlace entre las localidades de Paracuellos y Campillo del Altobuey (Hoja 664-3).

Estructura.- Los materiales de esta formación han rellenado una cuenca intramontañosa generada tectónicamente en las rocas cretácicas, por lo que se han ido adaptando al relieve preexistente. Esto queda de manifiesto porque se observan inclinaciones en los niveles más duros, especialmente en los conglomerados. Estas inclinaciones, que son del orden de 10° en los niveles superficiales, es previsible que en profundidad aumenten hasta valores de 20° o 25° .

El ordenamiento interno de los distintos miembros que componen la formación es el de una yuxtaposición de cuerpos lenticulares de distintas granulometrías (Figura 3.27), que corresponden a las distintas divagaciones de los antiguos canales que rellenaron la cuenca.

La potencia total del conjunto se estima que pueda estar comprendida entre 35 m y 50 m.

Geotecnia.- Se trata de materiales que tomados en su conjunto son ripables, aunque para desmontar los niveles conglomeráticos y areniscosos será necesaria una preparación previa. La capacidad portante es baja en los niveles arcillosos, y alta en los de areniscas y conglomerados.



Figura 3.27.- Disposición de los materiales del grupo (313a), observados en un pequeño talud de una excavación de préstamos para la construcción. Carretera Paracuellos-Campillo del Altobuey (Hoja 664-3).

La permeabilidad del conjunto es media, por lo que el drenaje profundo será moderado. Esta circulación de aguas por el subsuelo estará definida por la presencia de niveles detríticos más groseros y menos cementados, que son los que tendrán una porosidad más eficaz, y por tanto una mayor permeabilidad. Este hecho puede producir la aparición de niveles freáticos colgados.

Los taludes observados en esta formación son de alturas bajas. La única inestabilidad que presentan es la caída de pequeños bloques conglomeráticos, descalzados de la superficie del talud por los efectos de la erosión diferencial.

MARGAS, (232d).

Litología.- Aflora únicamente en el extremo suroccidental del tramo, y constituye el núcleo de un suave sinclinal formado en los materiales cretácicos.

La formación está constituida por calizas margosas y margocalizas, de colores blanquecinos, entre las que se intercalan de una forma esporádica niveles de brechas calco-dolomíticas, que tienen escasa continuidad lateral.

La Figura 3.28. corresponde al aspecto de unas muestras de margocaliza pertenecientes a esta formación.



Figura 3.28.- Aspecto de las margocalizas del grupo (232d), en dos muestras de las mismas, tomadas en el paraje denominado "Casilla de las Torres" (Hoja 664-3).

La superficie de esta grupo se halla totalmente recubierta por un producto residual arcilloso o "terra rossa", procedente de la alteración "in situ" de los materiales calcáreos (Figura 3.29). La potencia de este recubrimiento es del orden de 1 m o 1,5 m.



Figura 3.29.- Suelo residual arcilloso (terra rossa) desarrollado superficialmente en la formación (232d) (Hoja 664-3).

Estructura.- El grupo (232d) es el último episodio estratigráfico correspondiente al Cretácico Superior. Aparece en el Tramo formando el núcleo de un sinclinal de orientación NO-SE y de estructura muy suave. Los flancos, de este pliegue, tienen buzamientos comprendidos entre 10° y 15° .

La potencia total de este grupo esta estimada en torno a los 25 m.

Geotecnia.- Los materiales que componen el grupo tienen alta capacidad portante, no son ripables, y son alterables por disolución.

La permeabilidad es generalmente escasa, está desarrollada por la fisuración de la roca, y genera un drenaje profundo difícil. Sin embargo pueden existir zonas fracturadas, que han sido ensanchadas por la disolución de la roca, en las que el drenaje esté favorecido. La escorrentía tiene dificultad de evacuación, debido a lo llano del relieve formado por este grupo. Por este motivo es previsible la aparición de encharcamientos, agravados por la presencia del recubrimiento arcilloso, de baja capacidad de infiltración. Este suelo residual, que puede ser clasificado como CL o ML, tendrá un comportamiento irregular.

En esta formación no existen taludes que indiquen sus condiciones de estabilidad.

BRECHAS CALCAREAS, (232c).

Litología.- Aflora con gran abundancia por todo el ámbito del tramo y está constituido por una monótona serie de brechas calcáreas y calcodolomíticas, con intercalaciones en la base de calizas cristalinas y rosadas. En el techo aparecen zonas carniolares y otros niveles margosos intercalados.

La Figura 3.30 corresponde a un aspecto de estas rocas en uno de los afloramientos observados en el tramo.

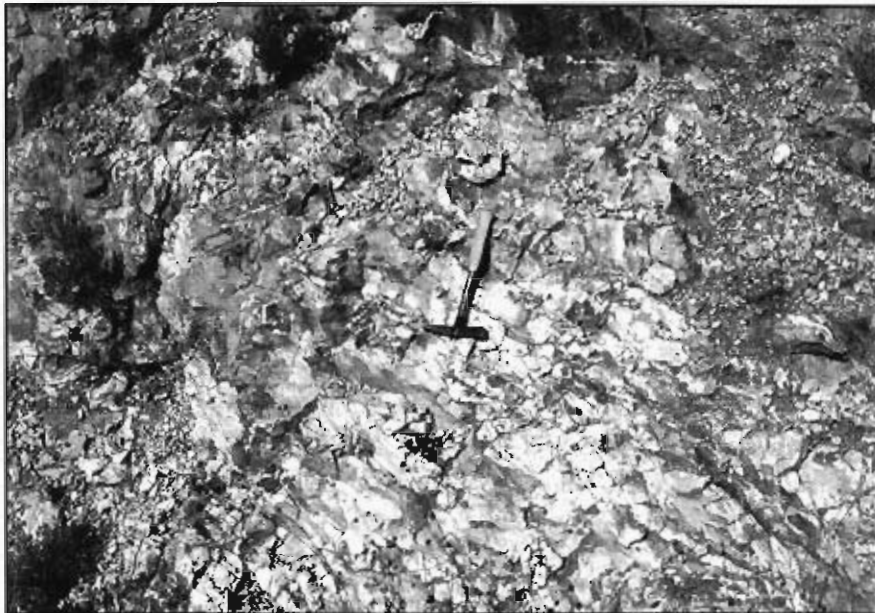


Figura 3.30.- Aspecto de detalle de las brechas calco-dolomíticas del grupo (232c), en el p.k. 130 de la carretera N-420 (Hoja 636-3).

Estructura.- La estructura regional de esta formación es de plegamiento, por lo que aparece formando pliegues sinclinales y anticlinales de orientaciones generales NO-SE, cuyos flancos tienen unos buzamientos muy variables, pero que, en general, no superan los 25°. Cuando los pliegues son de grandes dimensiones y han quedado cortados por la erosión, el grupo adquiere disposiciones tabulares más o menos inclinadas o basculadas.

La estratificación de las rocas de este grupo es difusa, por lo que el aspecto general de la formación es masivo. Están afectadas por un denso diaclasado, que disgrega la roca en bloques generalmente pequeños.

La potencia total del conjunto se estima en unos 50 m.

Geotecnia.- Materiales de gran capacidad portante, no ripables, y no erosionables. Al tratarse de rocas carbonatadas están afectadas por procesos de disolución, antiguos y actuales, por lo que presentarán karstificaciones en el interior de los macizos rocosos formados por ellas.

La permeabilidad se desarrolla por la fisuración de la roca y el drenaje profundo es difícil. Sin embargo, en las zonas afectadas por la karstificación pueden existir condiciones de drenaje libre. La escorrentía no tiene dificultades de evacuación.

Esta formación admitirá taludes de inclinaciones comprendidas entre 60° y 70°, si bien hay que tener en cuenta la estructura que tome localmente la formación, y estudiar cada uno de los taludes mediante levantamientos geológicos en distintas estaciones geomecánicas.

DOLOMIAS Y MARGAS, (232b).

Litología.- Grupo ampliamente representado en todo el tramo, está constituido por una alternancia irregular de dolomías y margas. Las dolomías, parcialmente recristalizadas, de aspecto sacaroideo, aparecen con colores grises claros y blanquecinos. Las margas son grises y rosadas, y se intercalan entre las dolomías en niveles de espesores centimétricos. La Figura 3.31 presenta el aspecto de detalle de las dolomías y de los niveles margosos de este grupo. El tramo superior de esta serie está formado por un paquete margoso de unos 5 m de espesor.

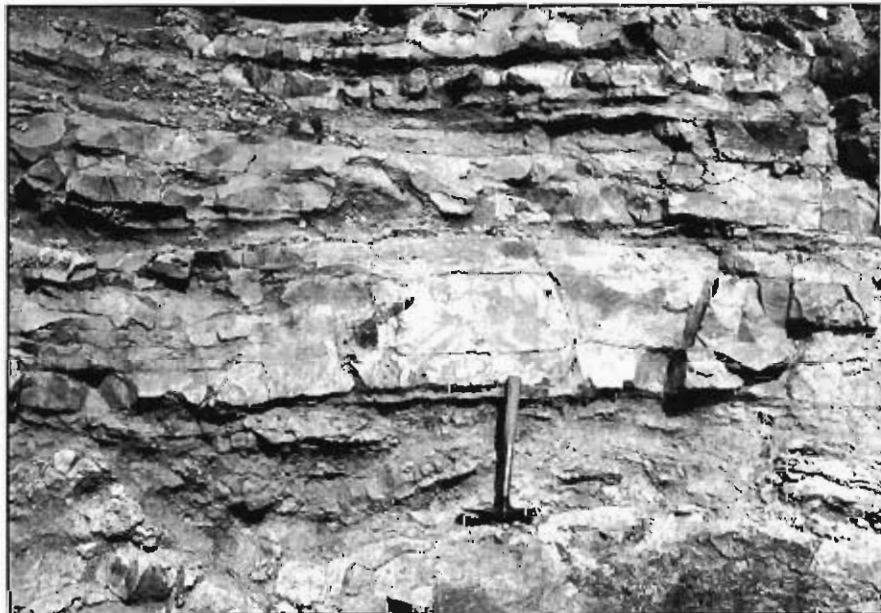


Figura 3.31.- Aspecto de las dolomías, con intercalaciones margosas del grupo (232b) en el p.k. 129 de la carretera N-420 (Hoja 636-3). Puede observarse la estratificación y el diaclasado.

Estructura.- La estructura regional está formada por un plegamiento determinado por una sucesión de pliegues anticlinales y sinclinales, generalmente suaves. Además de esta deformación dúctil, los procesos tectónicos han desarrollado en las rocas un diaclasado, de espaciado variable y patente sobre todo en los niveles más duros, que disgrega el macizo rocoso en bloques de formas paralelepípedicas. A escala de afloramiento las rocas se encuentran bien estratificadas en finos lechos de espesores centimétricos, y en capas y bancos de potencias métricas. En los puntos en donde las recristalizaciones dolomíticas son fuertes se borran las estructuras originales y las rocas aparecen con aspecto masivo.

Geotecnia.- Se trata de materiales rocosos de alta capacidad portante, no ripables y no erosionables a corto plazo. Afectados por fenómenos de disolución, especialmente a través de fracturas y diaclasas, pueden presentar karstificaciones en el interior de los macizos rocosos.

La permeabilidad es en general baja y el drenaje profundo moderado. Sin embargo la presencia de conductos kársticos hará que los drenajes profundos se realicen fácilmente. La escorrentía no tiene ningún problema de evacuación, por lo que no son previsibles los encharcamientos.

Los taludes observados son de alturas bajas y medias y se mantienen estables con inclinaciones de 70° a 75° . Sin embargo hay que prever la caída de algún bloque delimitado por las diaclasas y la estratificación. La Figura 3.32 corresponde a un talud realizado en las rocas dolomíticas de esta formación (232b).



Figura 3.32.- Talud realizado en el p. k. 129 de la carretera N-420 (Hoja 636-3). Puede observarse cómo la fracturación afecta a estas rocas, disgregándolas en bloques.

DOLOMIAS Y CALIZAS, (232a).

Litología.- Este grupo es uno de los más característicos del tramo, ya que constituye el inicio del Cretácico Superior y además presenta en su base un nivel de arcillas verdes, que puede ser considerado como una capa-guía, dada su continuidad en toda la Cordillera Ibérica.

Litológicamente está formado por dos tramos bien diferenciados. Son los siguientes:

La base está formada por arcillas verdes, localmente con tonos violetas, y con proporciones variables de cemento carbonatado. Localmente este nivel tiene intercalado otro de dolomías cristalinas de aproximadamente 1 m de espesor.

El tramo superior está formado por dolomías grises, amarillentas, blanquecinas, y microcristalinas; calizas dedolomitizadas y micritas acintadas por bandas irregulares de calcita. Estas dolomías y calizas se encuentran estratificadas en capas de 0,5 m a 1,5 m de espesor. Tienen algunas intercalaciones de margas de espesores centimétricos.

La Figura 3.33 presenta el aspecto de detalle de las dolomías que caracterizan esta formación.

Estructura.- Lo mismo que las anteriores formaciones cretácicas, ésta aparece regionalmente en una sucesión de anticlinales y sinclinales, de buzamientos suaves. Los afloramientos de este grupo (232a) tienen el aspecto que se muestra en la Figura 3.34. Son rocas estratificadas en lechos centimétricos y decimétricos, y en capas métricas, afectadas por un diaclasado ortogonal a la estratificación, que fractura la roca en bloques cúbicos y tabulares.

Geotecnia.- Se trata de una formación no ripable y no erosionable a corto plazo. Por el contrario, el nivel basal de arcillas verdes es fácilmente excavable, y se erosiona produciendo acarcavamientos. La capacidad portante del conjunto es alta.

La permeabilidad es baja, por fisuración. El drenaje profundo es moderado a difícil, aunque la probable existencia de canales kársticos hace que éste sea fácil localmente. La escorrentía no va a plantear problemas en su evacuación, dadas las pendientes topográficas que tienen las áreas formadas por estas rocas.

Los taludes que se realicen en estas rocas admitirán inclinaciones fuertes, si bien es necesario realizar los estudios detallados de discontinuidades para el diseño de los mismos.



Figura 3.33.- Detalle de las dolomías del grupo (232a) en las proximidades de la localidad de Alcalá de la Vega (Hoja 611-2).



Figura 3.34.- Aspecto panorámico de la formación (232a) en las proximidades de la localidad de Alcalá de la Vega (Hoja 611-2).

ARENAS BLANCAS CAOLINIFERAS, (231c).

Litología.- Se trata de una de las formaciones más características del tramo y constituye las denominadas facies de Utrillas. Su presencia es muy abundante en toda la Cordillera Ibérica y su naturaleza litológica es constante en todos los afloramientos que aparecen en el tramo.

Están formadas por arenas de grano medio a grueso, de color blanco, en general, pero abundando los niveles amarillos, limoníticos, rojizos y ferruginosos. Presentan intercalaciones de arcillas arenosas y de niveles conglomeráticos, formados por cantos de cuarçita. La mineralogía de estas arenas está formada en su mayor parte por cuarzo (85%), aunque también entra en su composición el feldespato en una proporción del 15%. Presentan una matriz caolinífera, que localmente es tan abundante que ha dado lugar a múltiples explotaciones de caolín. Estas son especialmente abundantes en las proximidades de la localidad de Carboneras de Guadazaón. (Hoja 636-3).

La Figura 3.35 muestra el aspecto de detalle característico de las arenas que componen esta formación.



Figura 3.35.- Aspecto de detalle de las arenas de Utrillas correspondientes al grupo (231c), en las proximidades de la localidad de Carboneras de Guadazaón (Hoja 636-3).

En algunos sectores del tramo, especialmente en la carretera local entre Cardenete y Carboneras de Guadazaón aparece un nivel de calcarenitas, de color marrón claro y estratificadas en capas de 0,5 a 1 m (Figura 3.36).



Figura 3.36.- Afloramiento de calcarenitas del grupo (231c), en las proximidades de la localidad de Cardenete (Hoja 664-4).

Estructura.- Esta formación se encuentra afectada por las deformaciones de la tectónica alpina, por lo que acompaña en los plegamientos al resto de los grupos litológicos mesozoicos. Este plegamiento se refleja en una serie de pliegues anticlinales y sinclinales de buzamientos suaves. Este grupo es muy erosionable, por lo que aparece, en la mayor parte de los casos, formando los valles cretácicos.

La disposición de los materiales se realiza mediante una estratificación difusa, definida la mayoría de las veces por cambios en la granulometría de los materiales. Dentro de todo el conjunto son muy frecuentes las estratificaciones cruzadas planares y en surco.

La potencia total del conjunto puede alcanzar los 100 m, aunque lo normal es que aparezcan series de 40 m a 75 m.

Geotecnia.- Se trata de unos materiales cuya principal característica es su gran erosionabilidad. Esta queda de manifiesto en los acarcavamientos que muestran casi todos los taludes y laderas formadas en las arenas del grupo (Figura 3.37).

La capacidad portante del conjunto es de tipo medio. Son materiales totalmente ripables.



Figura 3.37.- Acarcavamientos producidos en un talud realizado en los materiales arenosos del grupo 231c, en las proximidades de la localidad de Carboneras de Guadazaón (Hoja 636-3). Puede observarse también la disposición estructural de los materiales.

La permeabilidad es de media a baja, en función del contenido de caolín. El drenaje profundo es deficiente. La escorrentía no da lugar a encharcamientos debido a que la capacidad de infiltración de los materiales es suficiente para eliminar las aguas superficiales.

Los taludes de alturas bajas se mantienen estables con inclinaciones subverticales, con la salvedad de las fuertes erosiones a que pueden estar afectados. La acumulación de los derrubios puede dar lugar al aterramiento de las cunetas. Para taludes de alturas medias hay que prever inclinaciones máximas de 60° o inferiores, ya que se pueden producir deslizamientos rotacionales importantes (Figura 3.38).



Figura 3.38.- Deslizamientos en una ladera formada por arenas de Utrillas del grupo (231c) y coronada por las dolomías y calizas del grupo (232a). Paraje denominado "Puntal de Casas Nuevas" (Hoja 664-2).

CALIZAS, ARCILLAS Y ARENISCAS, (231a).

CARNIOLAS, DOLOMIAS, CALIZAS, CALCARENITAS Y MARGAS, (220).

ARCILLAS YESIFERAS, YESOS, ARENISCAS Y DOLOMIAS, (213).

Estos grupos serán descritos en la Zona 2, al ser más representativos de la misma.

3.1.5. Grupos geotécnicos

En este apartado las formaciones geológicas correspondientes a la Zona 1 se agrupan en función de sus características geotécnicas, en lo que en este Estudio se llaman "grupos geotécnicos". Son los siguientes:

GT1.- Grupo compuesto por calizas, dolomías, brechas calcáreas y carniolas, con niveles margosos, areniscosos o arcillosos. Son materiales rocosos, difícilmente erosionables, no ripables, y cuya permeabilidad, baja, está condicionada por la fracturación. La disolución en el tiempo de dicha red de fracturación hace probable la existencia de karstificaciones. Los conductos kársticos pueden ocasionar "golpes de agua" en las excavaciones, y hundimientos en caso de realizar alguna cimentación sobre ellos. En ausen-

cia de fenómenos de disolución la capacidad portante de las rocas es muy alta. Los taludes de grandes alturas y fuertes inclinaciones pueden presentar inestabilidades gravitacionales (bloques y cuñas), según resulten las condiciones de la red de fracturación.

En esta Zona 1, el grupo geotécnico GT2 está representado por las formaciones (232d), (232c), (232b), (232a), (231a) y (220).

GT2.- Grupo formado por gravas y cantos, arenas microconglomeráticas, arenas y limos arcillosos. Son materiales escasamente compactados, erosionables y fácilmente excavables, que presentan normalmente una permeabilidad alta y niveles freáticos próximos a la superficie. La capacidad portante es baja y media, y los asientos que pueden aparecer variarán de magnitudes altas a moderadas. Los taludes que se excaven en estas formaciones van a tener problemas de erosión y caídas permanentes de cantos y bloques.

En esta Zona 1 el grupo geotécnico GT2 está compuesto por las formaciones A1, T1, D1, G1 y C1.

GT3.- Grupo formado por arenas caoliníferas, areniscas y arcillas. Son materiales con un grado de cementación o compactación variable, que les confiere unas propiedades diferenciales. Las áreas en donde los materiales se muestran más duros tienen alta capacidad portante y baja ripabilidad. Por el contrario, cuando la cementación y compactación es menor, o la alteración los ha reblandecido, estos depósitos se muestran ripables, erosionables y con baja capacidad portante. La permeabilidad, desarrollada por la porosidad intergranular, es media o alta, y genera un drenaje profundo moderado o fácil. La escorrentía está dificultada muchas veces por la existencia de pequeñas zonas de escaso gradiente topográfico, en las áreas de afloramiento de estos materiales. Los taludes que se realicen en estos materiales estarán afectados principalmente por la erosión, aunque se ha observado alguna ladera con inestabilidad rotacional.

En esta Zona 1 el grupo geotécnico GT3 está formado por el grupo litológico (231c).

GT5.- Grupo formado por arcillas, arcillas yesíferas y yesos, con intercalaciones de limolitas, areniscas y dolomías arcillosas. Son materiales poco resistentes y de comportamiento muy plástico ante pequeños aumentos de humedad. La presencia de yesos, y su disolución, provoca en los materiales alteraciones y pérdidas de consistencia. Además, las aguas cargadas de sulfatos procedentes de la disolución de los yesos (selenitosas) son muy agresivas con los hormigones. Son materiales muy poco permeables, que retienen durante largos períodos de tiempo el agua que les llega por precipitación, con lo que se reblandecen. Estos reblandecimientos producen inestabilidades

rotacionales, en las zonas de ladera, pérdidas de capacidad portante y asentos de magnitudes altas, en las zonas llanas y de fondo de valle. Los taludes que se realicen en estos materiales deberán tener inclinaciones bajas.

En la Zona 1 este grupo geotécnico GT5 está representado únicamente por la formación (213).

GT7.- Grupo formado por conglomerados. Se trata de un grupo de rocas conglomeráticas, consolidadas por cementos carbonatados y silíceos, de alta capacidad portante, difícilmente erosionables y no ripables. Son materiales que tienen una permeabilidad normalmente baja, al estar sus poros ocupados por cementos químicos. El drenaje profundo es deficiente, pero el superficial es fácil, ya que se presentan en áreas con gradientes topográficos suficientes. Los taludes que se realicen en estas rocas no van a plantear problemas de estabilidad.

Las formaciones (313b) y (350) son las representantes, en esta Zona 1, del grupo geotécnico GT7.

GT8.- Grupo formado por areniscas y arenas, limos, arcillas de decalcificación y carbonatadas, travertinos y calizas. Se trata de un grupo de materiales complejo, ya que, si bien por separado son de muy distinta naturaleza, se encuentran en el tramo muy asociados entre sí, y no destaca claramente ninguno de ellos. Son materiales ripables, o en algún caso con ripabilidad marginal, erosionables, y con capacidad portante de baja a media; pueden producirse problemas de asentos diferenciales. La permeabilidad es baja y el drenaje profundo deficiente. La escorrentía va a plantear problemas de encharcamientos en las áreas llanas y de carácter endorreico. Los taludes pueden tener problemas de inestabilidades al cortar materiales arcillosos muy hidratados.

Representan a este grupo geotécnico GT8, las formaciones V1, Q1, (322b), (322a) y (321b).

GT9.- Grupo constituido por arcillas, areniscas y conglomerados. Se trata de materiales predominantemente arcillosos, entre los que se intercalan niveles lenticulares de areniscas y conglomerados. Son terrenos preconsolidados, que tienen capacidad portante media, son diferencialmente erosionables, y excavables, o con ripabilidad marginal. Son en general poco permeables y el drenaje profundo está relacionado con los paleocauces o niveles de carácter conglomerático. Los taludes habrán de tener inclinaciones bajas, debido al carácter arcilloso de este grupo geotécnico.

Las formaciones (321a) y (313a) son los representantes de este grupo geotécnico GT9.

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

Esta Zona 1 está constituida por formaciones detríticas, terciarias y cuaternarias, y margosas y carbonatadas, mesozoicas. Además existen algunos asomos de materiales arcillo-salinos de las facies Keuper. Todos estos materiales determinan un área caracterizada por presentar un relieve suavemente montuoso.

Los principales problemas geotécnicos que se puedan presentar en esta Zona 1 estarán relacionados con las formaciones de materiales arcillosos. Dichos componentes arcillosos van a presentar fenómenos de plasticidad, y asentamientos altos y diferenciales, en las zonas en donde se encuentren hidratados y reblandecidos. Estos reblandecimientos aparecerán donde el drenaje superficial sea deficiente, como consecuencia del encharcamiento del terreno durante largos períodos de tiempo. Los taludes que se realicen, especialmente los de mayores alturas, pueden presentar fenómenos de inestabilidad rotacional cuando los materiales se encuentren desfavorablemente hidratados. Además, los yesos presentes en el grupo (213) van a plantear problemas de agresividad hacia los hormigones normales.

Las formaciones detríticas poco consolidadas van a plantear sobre todo problemas de erosión y desmoronamientos en las superficies de los taludes, y, en algún caso, deslizamientos rotacionales.

En las formaciones carbonatadas areniscosas y conglomeráticas se recomienda la técnica del precorte en todos sus desmontes, y las superficies de los taludes pueden tener caídas de bloques y cuñas. Un problema específico de las rocas carbonatadas del tramo es que pueden sufrir hundimientos y apariciones de "golpes de agua", debidos a la probable presencia de karstificaciones.

3.2. ZONA 2. RELIEVE DE SERRANIA

La Zona 2 se extiende por la mitad nororiental del tramo ocupando la totalidad del cuadrante 2 y la mayor parte del cuadrante 1 de la Hoja 611; la totalidad de los cuadrantes 1 y 2, y la mitad oriental de los cuadrantes 3 y 4 de la Hoja 636; la práctica totalidad del cuadrante 1 de la Hoja 664 (a excepción de una estrecha banda en el borde meridional del mismo), así como la esquina Noreste del cuadrante 4 de la misma Hoja. Esta distribución queda de manifiesto en la Figura 3.39.

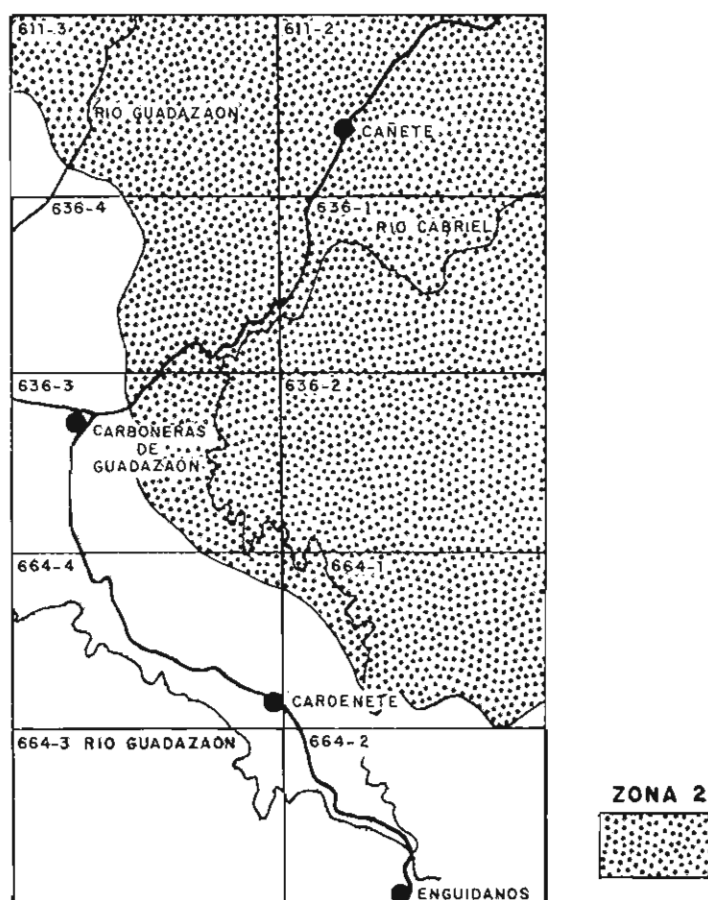


Figura 3.39.- Esquema de situación de la Zona 2.

3.2.2. Geomorfología

La Zona 2 está formada, en su mayor parte, por rocas triásicas y jurásicas y, en menor medida, por cretácicas, que han sido plegadas durante la Orogenia Alpina. También llega a aflorar el zócalo paleozoico, que está deformado por la Orogenia Hercínica y posteriormente retocado por la Alpina.

Existen además materiales post-tectónicos, que están representados localmente por alguna formación miocena y por los depósitos cuaternarios.

El relieve de esta Zona es el resultado de la combinación de las características litológicas y tectónicas de la misma. El aspecto general es el de un relieve montañoso y escarpado, seccionado por ríos encajados, que se adaptan a las directrices estructurales, especialmente las marcadas por la red de fracturación. A este aspecto general se le añaden otros elementos particulares, que dependen de la naturaleza litológica de cada una de las formaciones geológicas que componen la región.

El zócalo paleozoico, que aflora en la denominada Sierra de Las Cuerdas (alto Gabriel), está constituido por rocas pizarrosas y cuarcíticas, silúricas y devónicas. El rasgo fundamental primario es la presencia de alineaciones montañosas muy escarpadas, formadas a partir de las estructuras principales (fallas y pliegues), y que se orientan según las direcciones de las mismas. Estas alineaciones tienen normalmente una longitud pequeña y cambian frecuentemente de dirección, por lo que los relieves generados forman trazas quebradas o en "zig-zag". El segundo rasgo geomorfológico es que estos relieves se encuentran separados entre sí por una red de drenaje de tipo "pinzado". Esta red, que aparece muy encajada y condicionada por la estructura, está formada por profundas hoces y gargantas, que producen importantes desniveles. Los interfluvios de la red secundaria son crestas agudas que se adosan a los relieves principales.

La cobertera mesozoica está representada, a grandes rasgos, por las rocas areniscosas del Buntsandstein, las carbonatadas del Muschelkalk, los materiales arcillo-salinos del Keuper, y las rocas calcáreas del Jurásico y Cretácico, además de los sedimentos detríticos de este último período. Esta diversidad litológica hace que los relieves mesozoicos aparezcan con formas variables.

Las areniscas y conglomerados del Buntsandstein destacan fuertemente en el terreno y forman farallones verticalizados e inaccesibles (Figura 3.40). Estos escarpes de morfologías acastilladas, al ser erosionados por las aguas de arroyada que surcan las laderas, forman los típicos "torreones" aislados entre sí y con aspecto ruinoso. Este aspecto se hace más evidente en aquellos lugares de dinámica gravitacional.

Las dolomías del Muschelkalk, que se presentan en forma de barras estrechas, aparecen con una tectónica muy fuerte y con unos buzamientos muy altos, incluso verticales o invertidos. Estas barras rocosas, se hallan rodeadas de materiales arcillosos y salinos, tanto procedentes del Keuper como del nivel intermedio del Muschelkalk. Cuando estos materiales más blandos se erosionan, las barras dolomíticas quedan exhumadas y, dependiendo del buzamiento que tengan localmente, forman los "crestones" tan característicos de los sectores de la Zona 2 en donde aparecen estas rocas. Estos crestones tienen un aspecto amurallado, debido a que tienen largos



Figura 3.40.- Vista panorámica de una zona del alto Cabriel en la que pueden ser observados los relieves característicos desarrollados en las rocas del Buntsandstein.

recorridos y escaso espesor, están muy verticalizados, y las dolomías que los componen aparecen muy tableadas. Un ejemplo de la geomorfología característica de estas rocas puede ser observado en la misma localidad de Cañete (hoja 611-2)

Los materiales arcillo-salinos del Keuper, que son fácilmente erosionados, se encuentran normalmente formando los valles de la región. Estos valles son generalmente amplios y de pendientes suaves, contrastando con los encajados y en forma de cañón de las rocas carbonatadas. Sin embargo, existen casos en los que debido a la tectónica se hacen estrechos y de pendientes fuertes. Como consecuencia de la naturaleza de los materiales, las laderas presentan una dinámica de continuo movimiento, al tratar de estabilizarse y buscar su pendiente de equilibrio. Por este motivo dichas laderas no aparecen regularizadas, sino que lo hacen con formas lobuladas y abultadas, y tienen un desarrollo caótico del drenaje que las recorre.

Las calizas y dolomías, y otras rocas carbonatadas, jurásicas y cretácicas forman un relieve montañoso muy variado. Si la estructura es horizontal, o tiene un ligero basculamiento, se producen relieves tabulares y en forma de "cuesta", respectivamente (Figura 3.41). Cuando estos relieves son cortados por la red fluvial y llegan a aflorar los materiales salinos del Keuper, o los detríticos del Cretácico Inferior (facies de Utrillas), se forman los típicos escarpes verticales o "cejos calizos" en las coronaciones de los valles. Si la estructura es complicada, y está formada por sucesiones de pliegues, el relieve responde normalmente a las directrices estructurales marcadas, dando-



Figura 3.41.- Dos aspectos característicos de la geomorfología de los relieves carbonatados. En primer plano aparecen montes alomados definidos por el plegamientos de las rocas. Al fondo de la Figura se observan los relieves tabulares creados por la horizontalidad de los estratos.

se las elevaciones en los pliegues anticlinales, y las depresiones y vaguadas en los sinclinales. Lo más característico de la geomorfología de las rocas carbonatadas son los procesos kársticos que las afectan. Se puede distinguir el modelado exokárstico y el endokárstico. El primero produce en las rocas su disolución superficial y se originan torcas o dolinas (Figura 3.42), uvalas, poljés, cañones y valles ciegos. A menor escala se pueden observar lapia-ces, pocillos de lluvia, ondulaciones o arrugas, y canales de disolución. Las formas endokársticas, representadas por cavernas, galerías y conductos, probablemente están bien desarrolladas y canalizan todo el agua subterránea que alimenta con posterioridad a los ríos de la región. En este sentido existe una tercera forma, constructiva y asociada a las surgencias kársticas, que son las formaciones travertínicas. Se producen en general en las llanuras aluviales de los ríos, y forman zonas llanas o ligeramente onduladas, con lo que se suavizan, en parte, los fondos de algunos valles.

Las formaciones detríticas cretácicas (facies Weald y Utrillas), al estar compuestas por materiales blandos, se encuentran también formando algunos de los principales valles del tramo. Cuando estos valles están culminados por las rocas calizas del Cretácico Superior, que protegen a las arenas de Utrillas de la erosión, las laderas tienen fuertes pendientes, y manifiestan una gran propensión al acaravamiento, motivado por la acción de las aguas de arroyada. Por el contrario, si el horizonte calizo ha desaparecido por la erosión, las laderas son suaves y las formas del relieve redondeadas.



Figura 3.42.- Torca producida en las dolomías y calizas del grupo (232a), en las proximidades de la localidad de Cañada del Hoyo (fuera del tramo).

Ocasionalmente, y a medida que se alteran por la hidratación, las arenas tienden a adaptarse a su perfil de equilibrio y se producen algunos movimientos en las laderas.

Los materiales miocenos y cuaternarios que aparecen en esta Zona 2 se encuentran en general rellenando depresiones, y forman un relieve muy suave, ya que tienden a enmascarar las irregularidades que proporcionan los afloramientos rocosos, más antiguos.

La evolución de los relieves en esta Zona se desarrolla mediante los procesos de meteorización física, meteorización química (disolución), movimientos de ladera, y erosión fluvial.

La meteorización física ataca sobre todo a los fuertes relieves desarrollados en las rocas carbonatadas y cuarcíticas, disgregando el macizo rocoso en cantos y bloques. Estos se acumulan por gravedad al pie de los macizos, con lo que se suaviza la pendiente original.

La meteorización química ataca a las rocas fisibles (pizarras), y principalmente a las carbonatadas, que las disuelve, dejando un residuo arcilloso insoluble. El resultado es el desarrollo de un horizonte de alteración, más o menos superficial, que recubre y suaviza lo agreste del relieve.

Los movimientos de ladera se desarrollan sobre todo en los valles formados por los materiales arcillosos de las facies Keuper y, ocasionalmente, en la formación de arenas caoliníferas de las facies Utrillas.

La erosión fluvial, y por aguas de arroyada, se encarga de ir retirando los depósitos originados mediante los procesos anteriores. Estos son depositados por los ríos, posteriormente, en las áreas más llanas y de menor gradiente topográfico, en donde se forman aterrazamientos, abanicos aluviales o conos de deyección, y depósitos de glacia.

3.2.2. Tectónica

La Zona 2 está íntegramente situada en la Cordillera Ibérica.

El estilo tectónico de esta unidad es de zócalo y cobertera, y su esencial característica es la presencia de dos grandes ciclos orogénicos: la deformación hercínica y la alpina.

DEFORMACION HERCINICA

Es la causante de la estructuración de los materiales paleozoicos del zócalo y se desarrolla por medio de tres fases consecutivas.

La primera fase es la principal. Durante la misma se generan grandes estructuras, vergentes al NE, y una esquistosidad de plano axial, que es de flujo en las rocas pelíticas y de fractura en las samíticas.

La segunda fase, de menor intensidad, solo produce microplegues que afectan a la esquistosidad anterior.

La tercera fase, tardihercínica, es de fracturación y origina fallas de orientación NE-SO y NO-SE. Esta fracturación produce la compartimentación del zócalo, y se forman cubetas en las que se depositan los materiales del Pérmico.

Con posterioridad a esta etapa de fracturación, o contemporánea con ella misma, se produce la evolución de un aulacógeno, mediante una etapa de fuerte distensión provocada por la aparición de un punto caliente en las proximidades de la región valenciana. Las fases por las que pasa dicho aulacógeno son las siguientes:

- Fase de pregraben: posiblemente correspondiente a la fracturación tardihercínica, al menos en sus últimos efectos.

- Fase de graben: antiguas fallas de desgarre que se reactivan en normales y se produce la fosa. Depósitos triásicos.

- Fase de transición: continua el estiramiento de la corteza y la sedimentación colmata la cuenca con depósitos triásicos, salinos del Keuper y vulcanismo básico.

- Fase de "downwarping": nuevos estiramientos de la corteza y establecimiento de una sedimentación marina somera, con depósitos calcáreos del Jurásico y vulcanismos regionales.

Entre el Jurásico Superior y el Cretácico Inferior se inician los movimientos alpinos, y se interrumpe la evolución del aulacógeno.

DEFORMACION ALPINA

Se desarrolla en dos grandes etapas tectónicas: los movimientos paleoalpinos y los neoalpinos.

Los movimientos paleoalpinos están representados por inestabilidades corticales que interrumpen la formación del aulacógeno. Durante estas inestabilidades se producen suaves pliegues de direcciones E-O y ONO-ESE y los primeros movimientos en el Keuper con sus procesos diapíricos. Además, estos suaves movimientos, al ser contemporáneos con la sedimentación, provocan la aparición de algunas brechas intraformacionales.

Los movimientos neoalpinos, constan de dos fases distintas: fase de compresión y de distensión. Durante la compresión se generan estructuras de plegamiento de direcciones NO-SE, NNO-SSE y ONO-ESE. Son los denominados pliegues de fondo, y pliegues laxos subtabulares. También se producen fracturas de cizalla de orientaciones NNE-SSO y ENE-OSO, y cabalgamientos NO-SE. Además se producen desplazamientos de masas plásticas, que se acumulan en los denominados pliegues en cofre. La fase de distensión es algo posterior a la de compresión y en ella se producen fallas de descompresión, de dirección NE-SO.

3.2.3. Columna estratigráfica

Los diferentes grupos litológicos que se han diferenciado en la Zona 2 se reseñan en la columna estratigráfica que se muestra en la Figura 3.43

3.2.4. Grupos litológicos

Las formaciones geológicas o "grupos litológicos" que se han diferenciado en esta Zona 2 son los siguientes:

ALUVIAL. ARENAS Y GRAVAS, (A1).

CONOS DE DEYECCION. GRAVAS Y ARENAS, (D1).

Estas formaciones han sido descritas en la Zona 1, al aparecer en ella con mayor extensión.

COLUMNA ESTRATIGRAFICA				
COLUMNA LITOLOGICA	DESCRIPCION	EDAD	GRUPO LITOLOGICO	GRUPO GEOTECNICO
	ALUVIAL: ARENAS Y GRAVAS	CUATERNARIO	A1	GT-2
	CONOS DE DEYECCION: GRAVAS Y ARENAS	CUATERNARIO	D1	GT-2
	ALUVIAL-COLUVIAL: ARENAS Y CANTOS	CUATERNARIO	AC1	GT-2
	COLUVIAL: CANTOS Y MATRIZ LIMO-ARCILLOSA	CUATERNARIO	C1	GT-2
	TRAVERTINOS	CUATERNARIO	Q1	GT-8
	ARCILLAS Y CONGLOMERADOS	MIOCENO	321a	GT-9
	BRECHAS CALCAREAS	CRETACICO SUPERIOR	232c	GT-1
	DOLOMIAS Y MARGAS	CRETACICO SUPERIOR	232b	GT-1
	DOLOMIAS Y CALIZAS	CRETACICO SUPERIOR	232a	GT-1
	ARENAS BLANCAS Y CAOLINIFERAS	CRETACICO INFERIOR	231c	GT-3
	ARENISCAS Y ARCILLAS ROJAS	CRETACICO INFERIOR	231b	GT-3
	CALIZAS, ARCILLAS Y ARENISCAS	CRETACICO INFERIOR	231a	GT-1
	CARNIOLAS, DOLOMIAS, CALIZAS, CALCARENITAS Y MARGAS	JURASICO INDIFERENCIADO	220	GT-1
	ARCILLAS YESIFERAS, YESOS, ARENISCAS Y DOLOMIAS ARCILLOSAS	TRIASICO SUPERIOR	213	GT-5
	DOLOMIAS, ARCILLAS Y CALIZAS	TRIASICO MEDIO	212	GT-1 Y GT-5
	ARENISCAS Y MICROCONGLOMERADOS	TRIASICO INFERIOR	211d	GT-6
	LIMOLITAS Y ARCILLAS VERSICOLORS	TRIASICO INFERIOR	211c	GT-5
	LUTITAS, ARENISCAS Y CONGLOMERADOS	TRIASICO INFERIOR	211b	GT-6
	CONGLOMERADOS	TRIASICO INFERIOR	211a	GT-7
	BRECHAS PIZARRASAS Y CUARCITICAS	PERMICO INFERIOR	161	GT-2
	CUARCITAS, PIZARRAS Y NIVELES CARBONATADOS	DEVONICO INFERIOR	141b	GT-4
	CUARCITAS	DEVONICO INFERIOR	141a	GT-4
	PIZARRAS Y CUARCITAS	SILURICO SUPERIOR	132	GT-4
	PIZARRAS	SILURICO INFERIOR	131	GT-4

Figura 3.43.- Columna estratigráfica de la Zona 2

ALUVIAL-COLUVIAL. ARENAS Y CANTOS, (AC1).

Litología.- En el curso alto del río Gabriel y en las proximidades de la sierra de las Cuerdas, aparecen unos depósitos de origen mixto, aluvial y coluvial. Litológicamente, estos materiales presentan una cierta variación de su composición en función de la distancia al curso fluvial.

En los puntos más alejados de los cauces pueden ser observados materiales constituidos por arenas con matriz limo-arcillosa, de color rojizo y con una cierta proporción de cantos dispersos. Estos cantos, que pueden estar formando niveles independientes de las arenas, son de areniscas rojas, calizas y dolomías, y son subangulosos.

En los sectores más próximos a los cursos fluviales, a pesar de que se mantiene el mismo tipo de materiales, se observa un aumento de la redondez de los cantos y una disminución en el contenido arenoso de la formación.

La Figura 3.44 corresponde al aspecto de los materiales de esta formación AC1, en un pequeño talud de la carretera N-420.



Figura 3.44.- Aspecto de los materiales del grupo (AC1), en las proximidades del p.k. 140 de la carretera N-420 (Hoja 636-4).

Estructura.- Es una formación que se deposita adaptándose al relieve subyacente, por lo que presenta una cierta inclinación hacia el cauce del río y hacia aguas abajo. El ordenamiento interno es normalmente caótico, aunque puede observarse una cierta disposición en niveles irregulares. La potencia es superior a 3 m.

Geotecnia.- Los materiales de este grupo pueden ocasionar algunos problemas poco importantes de asentamientos. Su permeabilidad se considera de alta a media, y el drenaje profundo bueno. Son erosionables y ripables. A pesar

de su buen drenaje, presentan riesgos de encharcamientos durante las crecidas del río Gabriel, al que están asociados.

Han sido observados taludes naturales estables, medios y con pendientes de 15° así como desmontes de alturas bajas, subverticales, que presentan acaravamientos y caídas de cantos a las cunetas.

Esta formación puede ser utilizada como yacimiento de materiales de préstamo.

COLUVIAL. CANTOS Y MATRIZ ARENO-LIMOSA, (C1).

Litología.- Se trata de acumulaciones caóticas de cantos, que cuando están asociadas a los macizos calcáreos, están formadas por cantos y bloques de calizas y dolomías, angulosos, heterométricos y heteromorfos, englobados en una matriz de arenas y limos, de colores blanquecinos (Figura 3.45). Cuando estos depósitos coluviales se desarrollan al pie de los relieves paleozoicos, están compuestos por cantos de pizarras y cuarcitas, y por una matriz limo-arenosa, con un cierto contenido arcilloso (Figura 3.46).

Estructura.- Son depósitos totalmente masivos y caóticos que se adaptan a la morfología de la superficie sobre la que se depositan. Por este



Figura 3.45.- Coluvión desarrollado al pie de uno de los macizos calcáreos del tramo. Puede observarse el tamaño de los cantos y de los bloques que componen la fracción grosera de las formación.



Figura 3.46.- Coluvión desarrollado a expensas de rocas pizarrosas y cuarcíticas del grupo (132), en la sierra de las Cuerdas (Hoja 636-1). Obsérvese la forma lajosa y la abundancia de los cantos de pizarras.

motivo, la potencia de esta formación puede ser muy variable de unos puntos a otros, dándose valores de 0,5 m a 5 m en distancias próximas.

Geotecnia.- Este grupo se caracteriza por presentar una permeabilidad media-alta, buen drenaje profundo, y fácil escorrentía. Dado el carácter desagregado de los materiales, la capacidad portante es baja, la ripabilidad es fácil y la erosionabilidad, alta. Esta facilidad de erosión hace que existan riesgos de aterramientos de cunetas y de otros elementos del drenaje de la carretera. Además las superficies de los taludes se ven continuamente afectadas por las caídas de los cantos y los bloques, que quedan descalzados al erosionarse la matriz que los sujeta.

Los taludes con inclinaciones superiores a 35° deben considerarse como inestables.

TRAVERTINOS, (Q1).

Litología.- Asociados a las surgencias kársticas y depositados normalmente en las proximidades de los ríos, aparecen esporádicamente, en el tramo, los depósitos químicos de travertinos. Están formados por bancos de calizas tobáceas, cavernosas, de colores claros, deleznable, y con un marcado carácter detrítico, limoso y arenoso (Figura 3.47).



Figura 3.47.- Aspecto de una formación travertínica en el cauce del río Cabriel, en las proximidades de la localidad de Boniches (Hoja 636-1).

Estas rocas presentan numerosos tubos producidos por los moldes de restos vegetales desaparecidos. Estos tubos entrelazados (Figura 3.48) dan una gran porosidad a la roca y un aspecto vacuolar.

Estructura.- Esta formación aparece dispuesta horizontalmente o adaptándose a la topografía sobre la que se ha formado. La estratificación es difusa y se desarrolla en capas de 1 m de espesor, aproximadamente, separadas entre sí por superficies festoneadas y muy irregulares. La potencia total es muy variable de unos afloramientos a otros, y esta comprendida entre 1 m y 10 m.

Geotecnia.- La característica principal de esta formación es su gran porosidad, que es consecuencia de su génesis. Esta porosidad hace que la permeabilidad sea normalmente alta y que el drenaje profundo sea adecuado. La escorrentía puede verse frenada por el escaso gradiente topográfico de las áreas formadas por las calizas travertínicas, si bien la alta capacidad de infiltración de las mismas favorece la evacuación de las aguas.

La capacidad portante de estas rocas es de grado medio y se pueden producir asentamientos de magnitudes intermedias. La remoción de los materiales podrá llevarse a cabo normalmente con medios mecánicos, aunque pueden existir zonas no ripables, y entonces sea más aconsejable el empleo de voladuras locales.



Figura 3.48.- Muestras de caliza travertínica, en las que pueden observarse los tubos formados en la roca al desaparecer la materia orgánica interior.

Aunque el grupo admite desmontes bajos subverticales, como los observados, existe riesgo de inestabilidad de los mismos por desprendimientos de bloques de calizas travertínicas, a causa de su descalce.

ARCILLAS Y CONGLOMERADOS, (321a).

BRECHAS CALCAREAS, (232c).

DOLOMIAS Y MARGAS, (232b).

DOLOMIAS Y CALIZAS, (232a).

ARENAS BLANCAS Y CAOLINIFERAS, (231c).

Estos grupos litológicos han sido descritos en la Zona 1, al ser más representativos de la misma, o por aparecer en ella con mayor extensión, y no existir en ésta Zona 2 ninguna característica geotécnica diferente.

ARENISCAS Y ARCILLAS ROJAS, (231b).

Litología.- Aflora sobre todo en el sector Noreste del tramo, y forman el nivel superior de las denominadas "facies Weald". Se trata de areniscas blancas, rojas y ocre, de grano medio a grueso, y a veces microconglome-

ráticas, que tienen cantos dispersos. Entre las areniscas se intercalan finos niveles de arcillas rojas, negras y verdes, y limolitas hojosas, de tonos grises. La mineralogía de las areniscas está formada por cuarzo y feldespato, y por un cemento esparítico y dolomítico.

Las Figuras 3.49 y 3.50 muestran respectivamente el aspecto de detalle de las areniscas blancas y de las arcillas rojas de esta formación.

Estructura.- La estructura regional es de plegamiento, acompañando a las estructuras formadas en el resto de las formaciones mesozoicas por la Orogenia Alpina. En los afloramientos de estas rocas se observan cuerpos areniscosos estratificados en capas de 0,3 m a 1,5 m de espesor, que desaparecen lateralmente, dado su carácter lenticular. En estos niveles de areniscas se hace patente un diaclasado perpendicular a la estratificación, que produce la fracturación de la roca en bloques cúbicos.

La potencia total del conjunto es de aproximadamente de 50 m.

Geotecnia.- Los materiales de este grupo tienen alta capacidad portante, una ripabilidad marginal, y son diferencialmente erosionables.

La permeabilidad, que se desarrolla por la fisuración de las areniscas, es baja, por lo que el drenaje profundo es difícil. Una característica del movimiento del agua en profundidad en esta formación es la aparición de rezumes a distintas alturas, que vienen determinados por las distintas intercalaciones arcillosas del conjunto. La escorrentía discurre con normalidad por los distintos afloramientos de estas rocas, ya que tienen las pendientes adecuadas para ello.

Los taludes observados en esta formación son de alturas bajas y se mantienen estables con inclinaciones subverticales. Sin embargo, la fracturación de las areniscas, unido a los efectos de la erosión diferencial, puede descalzar bloques de las superficies de los taludes.

CALIZAS, ARCILLAS Y ARENISCAS, (231a).

Litología.- Se trata de la formación basal del Cretácico Inferior y está formada por una alternancia irregular de calizas, arcillas y areniscas.

Las calizas (Figura 3.51) son micríticas y microcristalinas, arenosas, a veces nodulosas y de aspecto brechoide, y de colores grises y amarillentos. Cuando el contenido arenoso es muy alto las rocas toman el aspecto de calcarenitas.

Las arcillas (Figura 3.52) son limolíticas, tienen colores rojos, amarillos, verdosos y abigarrados; son plásticas, y tienen proporciones variables de cemento carbonatado con finas intercalaciones de areniscas.



Figura 3.49.- Banco de areniscas blancas del grupo (231b), en un afloramiento próximo a la localidad de Huerguina (Hoja 611-2).



Figura 3.50.- Detalle de las arcillas rojas del grupo (231b), en las proximidades de la localidad de Huerguina (Hoja 611-2).



Figura 3.51.- Aspecto de detalle de las calizas del grupo (231a), en las proximidades de la localidad de Huerquina (Hoja 611-2).



Figura 3.52.- Aspecto de detalle de las arcillas del grupo (231a), en las proximidades de la localidad de Huerquina (Hoja 611-2)

Las areniscas (Figura 3.53) son rojizas, blancas y ocre. Están formadas por granos de cuarzo y feldespato, trabados total o parcialmente por un cemento carbonatado esparítico. Cuando la cementación es baja los estratos areniscosos toman el aspecto de bancos arenosos masivos (Figura 3.54)

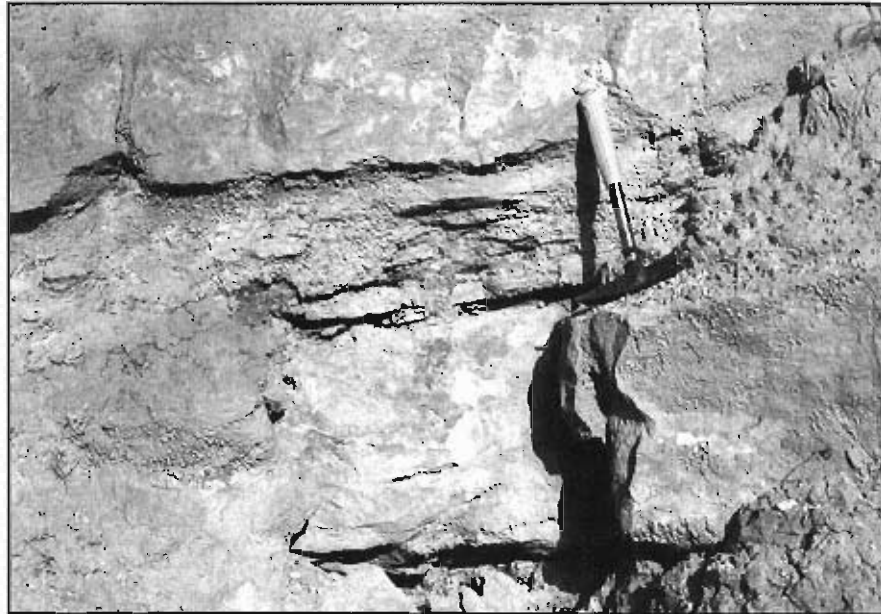


Figura 3.53.- Areniscas del grupo (231a), en las proximidades de la localidad de Huerquina (Hoja 611-2)

Estructura.- La estructura regional está formada por una sucesión de pliegues anticlinales y sinclinales de buzamientos suaves, como en el resto de las formaciones cretácicas. En los afloramientos de este grupo se observa una buena estratificación en capas bien definidas de 0,3 m a 1 m de espesor, y menores. Los estratos formados por las rocas más duras se encuentran afectados por un diaclasado ortogonal a la estratificación, que fractura la roca en bloques de formas cúbicas. La Figura 3.55 muestra un ejemplo de la disposición de esta formación en un talud de la carretera local que une la localidad de Huerquina con la carretera N-420, al Norte de la población de Cañete.

Geotecnia.- Grupo de materiales no ripables, no erosionables a corto plazo y con capacidad portante alta.

La permeabilidad es baja y el drenaje profundo difícil. Por el contrario, la escorrentía discurre con facilidad por las pendientes que forman los afloramientos de esta serie.

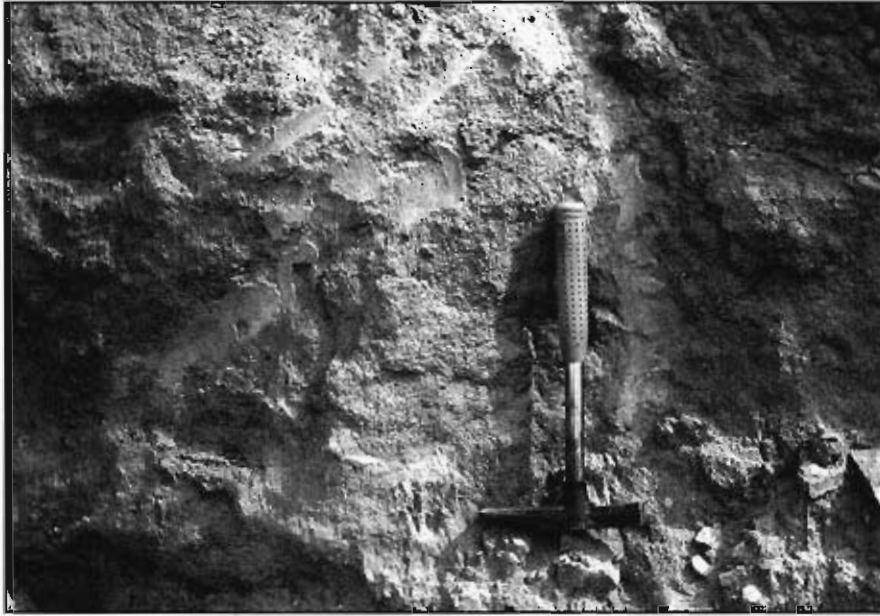


Figura 3.54.- Areniscas escasamente cementadas del grupo (231a), en las proximidades de la localidad de Huerquina (Hoja 611-2).



Figura 3.55.- Disposición estructural de un afloramiento de la formación (231a), en las proximidades de la localidad de Huerquina (Hoja 611-2).

Los taludes observados son de alturas bajas y se mantienen estable con inclinaciones subverticales. Para taludes de alturas medias hay que prever inclinaciones del orden de 60°, si bien la estructura local de las rocas será la que determine el grado de estabilidad del talud.

CARNIOLAS, DOLOMIAS, CALIZAS, CALCARENITAS Y MARGAS, (220).

Litología.- Este grupo engloba los tres tramos característicos del período Jurásico: Lías, Dogger y Malm.

El Lías está compuesto por una alternancia irregular de carniolas, dolomías, calizas y margas.

Las carniolas, que son más abundantes en los tramos basales, son dolomías vacuolares, oquerosas y brechoideas, recristalizadas y de colores rosados (Figura 3.56). La potencia de estas carniolas es de 30 m.



Figura 3.56.- Aspecto de detalle de las carniolas que se encuentran en los tramos basales del Lías.

Las dolomías son grises, bien estratificadas en general y con aspecto tableado; otras veces son masivas. Pueden ser brechoideas y también lajas. Estas dolomías constituyen la parte intermedia del Lías, y se presentan con una potencia total de 135 m.

Las calizas son microcristalinas, unas veces arcillosas y otras lumaquéllicas; ocasionalmente tableadas o brechoideas. Tienen colores grises, beige y rosados. Existen muchos tramos de calizas dolomíticas que presentan niveles con altos contenidos en oolitos. Entre las calizas se intercalan bancos de calcarenitas formadas por pellets, oolitos y bioclastos. Los tramos de calizas son más abundantes en la parte superior del Lías, y tienen un espesor de 90 m.

Las margas son de colores grises y amarillentos, contienen intercalaciones delgadas de calizas lumaquéllicas. Este nivel de 6 m de potencia constituye la parte final del Lías.

El Dogger está compuesto por una serie de 60 m de potencia de calizas tableadas y calcarenitas cristalinas.

Las calizas son arcillosas, microcristalinas, de colores gris-crema y rosados; ocasionalmente recristalizadas. Entre estas calizas se intercalan delgados niveles de margas grises arcillosas. Las calcarenitas cristalinas están formadas por oolitos y pellets cementados por esparita, son tableadas y tienen colores grises y amarillentos.

El Malm está constituido por una alternancia irregular de dolomías, calcarenitas y calizas, con una potencia de 69 m.

Las dolomías son cristalinas, de tonos grises, brechoideas, tableadas y masivas.

Las calcarenitas, de tonos grises y blanquecinos, son unas veces microcristalinas y otras recristalizadas, con aspecto granudo.

Las calizas son microcristalinas, localmente recristalizadas, y de colores grises y blanquecinos.

Estructura.- La estructura regional de esta formación está formada por una sucesión de pliegues anticlinales y sinclinales, de ángulos generalmente suaves, cortados por una serie de fallas y fracturas de la fase tardialpina.

Las rocas de este grupo aparecen en general bien estratificadas, en lechos de espesores centimétricos a decimétricos, lo que les confiere la disposición tableada característica, en capas de espesores métricos, y en bancos de potencias superiores a 5 m. En este último caso toman aspecto masivo. Los buzamientos de los estratos no superan en general los 35°, excepto en algunos puntos muy localizados y próximos a las zonas de charnelas de los pliegues.

La fracturación tectónica ha producido en esta formación un diaclasado ortogonal a la estratificación, que jalona la roca en bloques de formas cúbicas y tabulares. La Figura 3.57 muestra un afloramiento de rocas jurásicas.



Figura 3.57.- Aspecto de un afloramiento de rocas del grupo (220), en las inmediaciones de la localidad de Pajaroncillo (Hoja 636-3).

La potencia total del conjunto es del orden de 400 m

Geotecnia.- Se trata de un grupo de rocas no ripables, no erosionables, y con capacidad portante alta. Son alterables a largo plazo por disolución. Esta disolución es la causante de que a través de la red de fracturación se formen galerías y conductos kársticos, que horadan el interior de los macizos rocosos. Este kars puede originar problemas de "golpes de agua" en la excavaciones que puedan ser llevadas a cabo en estas rocas, ya que los conductos subterráneos canalizan todo el agua profunda en condiciones de drenaje libre. Fuera del karst la circulación de agua se desarrolla a través de las diaclasas y fisuras de la roca, por lo que la permeabilidad es baja o media, y el drenaje profundo deficiente a moderado. La escorrentía está poco desarrollada en los materiales carbonatados, ya que se infiltra rápidamente por la red kárstica.

Una característica que presenta esta formación, especialmente su parte basal, que está en contacto con los materiales arcillosos y yesíferos de las facies Keuper (grupo 213), es la fracturación y caída de grandes bloques de roca, que se produce como consecuencia de los movimientos de ladera de los materiales triásicos mencionados.

La Figura 3.58 muestra cómo en una ladera, formada por arcillas yesíferas del grupo (213) y coronada por dolomías de la formación (220), se ha producido una fuerte disgregación del macizo rocoso carbonatado en grandes

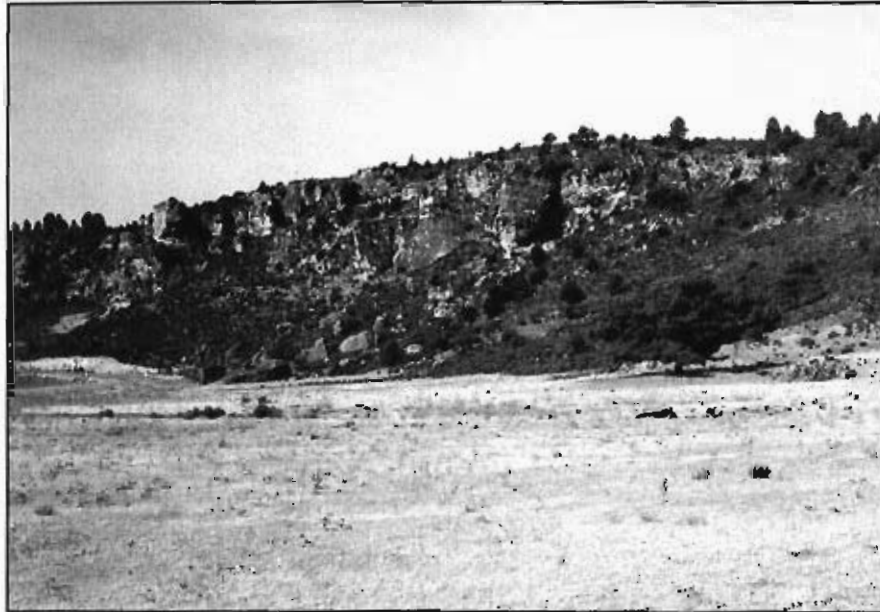


Figura 3.58.- Inestabilidad de ladera afectando a un banco dolomítico del grupo (220), en el p.k. 136,5 de la carretera N-420 (Hoja 636-4). Compárese la irregularidad estructural del nivel carbonatado con la que muestra el banco de la Figura 3.59.

bloques, debida a los movimientos de los materiales subyacentes, más blandos. Los bloques desgajados del banco dolomítico se desplazan por la ladera hasta llegar a caer. Puede observarse además cómo el banco dolomítico ha perdido su homogeneidad o regularidad estructural, como consecuencia de esta dinámica. Esta irregularidad se hace más evidente si se compara con el estrato calco-dolomítico que aparece en el fondo de la Figura 3.59, el cual se halla ausente de inestabilidades.

Los taludes de bajas alturas (hasta 5 m) que se realicen en las rocas de esta formación (220) podrán tener inclinaciones subverticales. En taludes de mayores alturas la inclinación general estimada puede ser del orden de 60°, o algo mayores si se emplean bermas intermedias, pero en cualquier caso habrá que realizar los estudios estructurales concretos, para diseñar los taludes en función de la disposición de las rocas y de la orientación de las discontinuidades. Los taludes realizados en las rocas carbonatadas más próximas estratigráficamente a las arcillas yesíferas del Keuper pueden tener, en general, deslizamientos de bloques de dimensiones ciclópeas.

ARCILLAS YESIFERAS Y YESOS, (213).

Litología.- Se trata de uno de los grupos litológicos más característicos y complejos del tramo, tanto desde el punto de vista litológico como estruc-



Figura 3.59.- Banco calco-dolomítico de la formación (220), que muestra una disposición estructural regular, al carecer la ladera de inestabilidades.

tural. En general está constituido por dos conjuntos de naturaleza evaporítica, separados por otro intermedio de carácter detrítico.

La primera serie evaporítica está compuesta por una masa caótica de arcillas y margas yesíferas, rojas y verdes, abigarradas, que se alternan con niveles de yesos versicolores, y que tienen finas intercalaciones de dolomías arcillosas, vacuolares, y de color ocre.

La Figura 3.60 corresponde al aspecto de detalle de las arcillas yesíferas de este grupo.

La serie detrítica intermedia, que no tiene una presencia continua en el ámbito del tramo estudiado, está constituida por areniscas de grano fino, tableadas y también lajos, de colores amarillos, rojizos y verdosos. En este tramo son frecuentes las intercalaciones de dolomías ocre, nodulosas y brechificadas.

La serie evaporítica superior es semejante a la primera y está formada por arcillas y margas abigarradas, con intercalaciones de delgados lechos de dolomías arcillosas y vacuolares, grises y violáceas. Coronando la serie existe un paquete de yesos masivos. En esta serie evaporítica superior son muy frecuentes los minerales autigénicos como el aragonito y los cuarzos bipiramidados (Jacintos de Compostela).

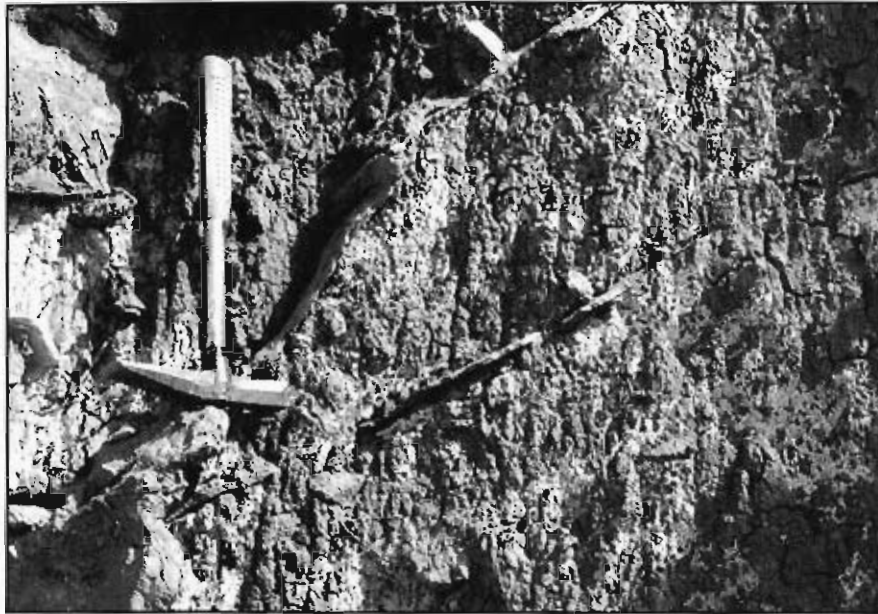


Figura 3.60.- Detalle de las arcillas del grupo (213), en las proximidades del p.k. 137 de la carretera N-420 (Hoja 636-4). Pueden observarse las recristalizaciones de yeso rellenando las diaclasas.

Estructura.- Este grupo, que por su naturaleza forma una masa plástica, reacciona ante los esfuerzos tectónicos alpinos formando fuertes repliegues. Mientras que el resto de las formaciones más competentes se pliegan de una forma generalmente suave, ésta formación se repliega, se lamina, y posteriormente se intruye mediante procesos diapíricos. Esto da idea de la complejidad estructural con que aparecen los afloramientos de estos materiales triásicos. Las arcillas y yesos de las series evaporíticas aparecen con aspecto masivo y caótico (Figura 3.61).

Las areniscas de la serie detrítica intermedia aparecen bien estratificadas en capas de 0,3 m a 1,3 m de espesor. Estas areniscas constituyen un nivel guía que facilita el estudio estructural de la serie, a pesar de su complejidad.

La potencia total de esta formación puede ser del orden de 250 m.

Geotecnia.- Se trata de un conjunto muy plástico, ripable, erosionable y alterable. Esta alteración se produce en las arcillas y margas por la hidratación de ambas, con lo que aumenta su plasticidad. Pueden ser clasificadas como materiales de tipo CH (según clasificación de Casagrande), y su valor como explanada es malo a muy malo. En el caso de los yesos la alteración se produce por disolución, y se originan canales kársticos, similares a los de las rocas carbonatadas. La Figura 3.62 muestra el aspecto de una de estas galerías mencionadas. La presencia de yesos en esta formación hace necesario el empleo de hormigones sulfurresistentes.



Figura 3.61.- Aspecto caótico de las arcillas y margas rojas del grupo (213), en las proximidades del p.k. 137 de la carretera N-420 (Hoja 636-4).



Figura 3.62.- Conducto kárstico producido en un nivel de yesos del grupo (213), en las proximidades del p.k. 137 de la carretera N-420 (Hoja 636-4).

La capacidad portante del conjunto es generalmente baja, y aunque puntualmente pueden existir niveles de mayor capacidad de carga, lo normal es que se produzcan asentamientos de magnitudes altas y medias.

La permeabilidad es muy baja, y el drenaje profundo es prácticamente nulo, excepto en las zonas kársticas desarrolladas en el yeso. Excepto en las zonas de mayores pendientes, la escorrentía presenta problemas de encharcamientos. La permanencia durante largos períodos de tiempo de estos encharcamientos hace que los materiales arcillosos se reblandezcan y pierdan su resistencia, aumentando su plasticidad. Una medida correctora para este proceso es evacuar, mediante los drenajes adecuados, la mayor cantidad de agua en el menor espacio de tiempo.

Los taludes naturales presentes en el tramo tienen en general evidencias de movimientos en la ladera (Figura 3.63), ya que muestran abombamientos, escarpes de dimensiones variables, grandes bloques de carbonatos jurásicos "flotando" en ellas, y huellas de reptaciones.



Figura 3.63.- Ladera formada en los materiales arcillosos y yesíferos del Keuper (grupo 213), en las que pueden observarse las huellas de la inestabilidad que producen estos materiales. Vista de la carretera local de Villora a Mira, tomada desde el p.k. 29 (Hoja 664-1).

Los taludes artificiales observados son de alturas bajas, y con inclinaciones de 50° muestran pequeños deslizamientos, en forma de desconchones, y reptaciones superficiales. La inclinación adecuada para estos taludes de baja

altura puede ser del orden de 40°. Para taludes de mayores alturas la inclinación de estabilidad va a depender de la naturaleza arcillosa de la zona a desmontar, de la cantidad de agua, y de la estructura que tengan localmente los materiales. La Figura 3.64. corresponde a un talud realizado en la serie detrítica intermedia del grupo 213.



Figura 3.64.- Talud de baja altura realizado en la serie areniscosa del grupo (213). Puede observarse la estructura de plegamiento apretado que muestran los materiales, así como el estado de la calzada a lo largo de todo el desmonte. Carretera local de Vállora a Mira, p.k. 27 (Hoja 664-2).

DOLOMIAS, ARCILLAS Y CALIZAS, (212).

Litología.- Este grupo litológico corresponde a las facies Muschelkalk, y está formado por dos barras carbonatadas, separadas por un nivel arcilloso, similar a las facies Keuper.

El nivel inferior está constituido por dolomías arcillosas y calizas dolomíticas grises, tableadas y algo arenosas en la base, y masivas en los tramos superiores. La potencia de este nivel es de unos 25 m, aunque debido a la tectónica puede estar laminado y no sobrepasar los 10 m. La Figura 3.65 muestra un aspecto de este nivel carbonatado.

El nivel intermedio está constituido por arcillas y margas, rojas y grises, abigarradas, entre las que se intercalan estratos dolomíticos y de yesos negros y grises. La potencia de este nivel es muy variable, oscilando entre 15 m y 75 m.



Figura 3.65.- Dolomías y calizas dolomíticas del nivel carbonatado del grupo 212, en el p.k. 137 de la carretera N-420 (Hoja 636-4).

El tramo carbonatado superior está compuesto por dolomías grises y negras, mal estratificadas, aunque también existen las dolomías tableadas y nodulosas. Las calizas son de colores grises y violáceos, de tonos vinosos, localmente brechoideas. En este tramo aparecen intercalaciones de arcillas calcáreas, rojas y grises, así como costras ferruginosas rojizas. La potencia de este tramo oscila entre 50 m y 75 m. La Figura 3.66 muestra un crestón de estas dolomías.

Estructura.- Los afloramientos de esta formación se caracterizan, desde el punto de vista estructural, porque aparecen, la mayor parte de las veces, formando crestones alineados, que destacan de los materiales adyacentes, más blandos (materiales arcillosos del tramo intermedio o facies Keuper). Estos crestones corresponden a los flancos de los pliegues, y generalmente tienen buzamientos fuertes, llegando incluso a estar invertidos. Otras veces, los ángulos de buzamiento son más suaves y se forman relieves en forma de "cuestas".

Normalmente las rocas de este grupo se encuentran bien estratificadas en capas centimétricas y decimétricas, lo que les da el aspecto tableado característico. Asimismo están afectadas por un diaclasado perpendicular a las superficies de estratificación, que produce la disgregación de los macizos rocosos en bloques pequeños y tabulares.

La potencia total del conjunto es del orden de 175 m.



Figura 3.66.- Crestón de dolomías del miembro superior carbonatado del grupo 212, en las proximidades de la localidad de Valdemoro-Sierra (Hoja 611-3).

Geotecnia.- Los materiales rocosos de esta formación no son ripables y tienen capacidad portante alta. Por el contrario, el nivel arcilloso intermedio es fácilmente excavable y su capacidad portante es baja. Las arcillas pueden ser clasificadas como terrenos de tipo CH, por lo que su valor como explanada e incluso para su empleo en terraplenes, pueden considerarse como materiales inadecuados.

La permeabilidad es baja, se desarrolla por la fisuración de las rocas, y origina un drenaje profundo difícil. El nivel arcilloso intermedio es prácticamente impermeable. La escorrentía discurre con facilidad por las áreas en donde aparecen estas rocas.

Los taludes que se realicen en los tramos carbonatados de la formación han de ser diseñados teniendo en cuenta la estructura de los mismos en cada caso. Los taludes podrán aprovechar los planos de estratificación, cuando el buzamiento de las capas tenga el mismo sentido que el talud. En el caso contrario podrán caer bloques de tamaños muy variables. Los taludes que se lleven a cabo en el nivel arcilloso intermedio se comportarán de una forma similar que los realizados en las arcillas yesíferas de las facies Keuper (grupo 213).

ARENISCAS Y MICROCONGLOMERADOS, (211d).

Litología.- Este grupo está constituido por las típicas facies areniscosas del Buntsandstein. Está constituido por areniscas, de grano medio a grueso y frecuentemente microconglomeráticas, de colores rosados, blancos y rojizos, cuya mineralogía está formada por granos de cuarzo y feldespato, en unas proporciones del 70% y 25%, respectivamente. El cemento es silíceo. Entre estas areniscas se intercalan niveles microconglomeráticos de cantos cuarcíticos, limos arenosos, y areniscas finas micáceas, o con grano grueso y de color verdoso. La Figura 3.67 muestra el aspecto de detalle de las areniscas de este grupo (211d).



Figura 3.67.- Detalle de las areniscas del grupo (211d), en las proximidades de la localidad de Cañete (Hoja 611-2).

Estructura.- La estructura regional es de plegamiento y está formada por una sucesión de pliegues sinclinales y anticlinales, suaves. A escala de afloramiento, las areniscas se presentan bien estratificadas en capas inclinadas de 0,1 m a 0,6 m, y afectadas por una red de diaclasas, de gran espaciado y perpendiculares a la estratificación, que fracturan la roca en bloques de forma tabular.

La Figura 3.68 muestra un ejemplo de la disposición con que aparecen estas rocas.

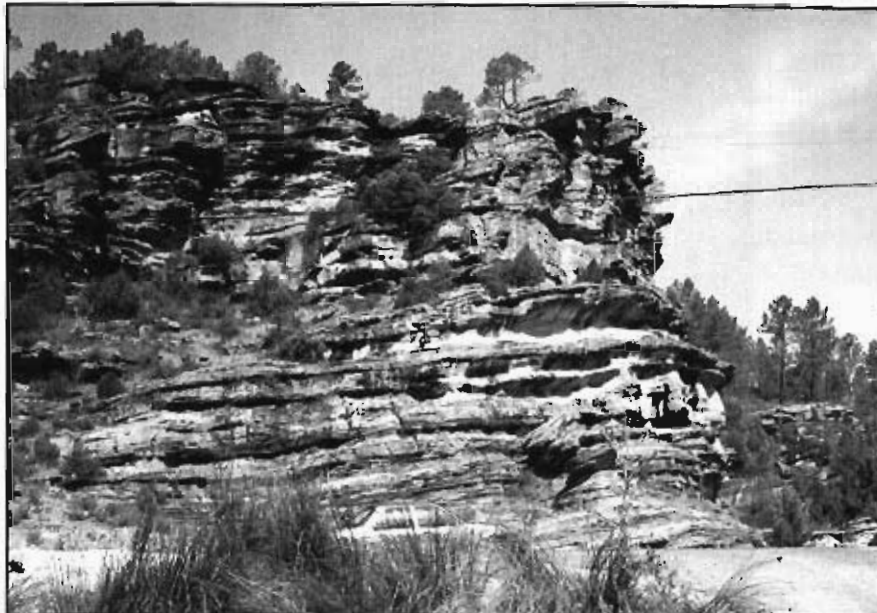


Figura 3.68.- Disposición estructural de las areniscas del grupo (211d), en el p.k. 137,2 de la carretera N-420 (Hoja 636-4). Pueden observarse también fenómenos de erosión diferencial entre capas de distinta competencia.

Geotecnia.- Las rocas que componen esta formación no son ripables, presentan capacidad portante alta, y son erosionables diferencialmente.

La permeabilidad, que se desarrolla por la fisuración y por una cierta porosidad de la roca, es baja, por lo que el drenaje en profundidad es deficiente. Por el contrario, el drenaje superficial se lleva a cabo con mucha facilidad, dado el alto gradiente topográfico que presentan las áreas en donde aparecen estas rocas.

Los taludes observados en esta formación son de alturas bajas y medias, y se mantienen estables con inclinaciones subverticales. Para la realización de nuevos taludes hay que tener en cuenta la estructura concreta de la formación, llevar a cabo un estudio de las discontinuidades, y prever la formación de cornisas (Figura 3.69), y de bancos descalzados por la erosión diferencial.

LIMOLITAS Y ARCILLAS VERSICOLORS, (211c).

Litología.- Se trata de un grupo de escasa extensión, que aparece únicamente en los alrededores de la localidad de Cañete (Hoja 611-2), totalmente recubierto y ausente de afloramientos.

Está constituido en su base por areniscas limosas ocreas, con intercala-



Figura 3.69.- Talud de altura media realizado en las areniscas de la formación (211d), en el p.k. 137,2 de la carretera N-420 (Hoja 636-4). Puede apreciarse el buzamiento de los estratos y la cornisa potencialmente inestable, situada en la parte baja del talud.

ciones de dolomías ocreas y oquerosas. A este tramo le sigue otro, potente, de arcillas verdes, rojas y negras, con intercalaciones de arena fina, de color ocre.

Estructura.- En el único área en donde aparece esta formación tiene una estructura anticlinal, de la que forma el núcleo, al estar rodeada por materiales más modernos. Los niveles de areniscas y de dolomías están estratificados en lechos centimétricos, y tienen una potencia de 5 m. Por el contrario, las arcillas tienen aspecto masivo.

La potencia total del grupo es del orden de 130-140 m.

Geotecnia.- Se trata de un conjunto de materiales ripables, alterables, plásticos y erosionables. La capacidad portante es baja, y se pueden producir asientos de magnitudes altas. Las arcillas pueden ser clasificadas como materiales de tipo CH, por lo que su valor como explanada para carretera es malo a muy malo.

La permeabilidad es muy baja, siendo el conjunto prácticamente impermeable. La escorrentía superficial puede tener problemas de drenaje en las zonas más deprimidas y llanas formadas por estos materiales, y producirse encharcamientos.

No se han observado taludes en esta formación, y no es previsible que se construyan, ya que no existen relieves en estos materiales. En el caso de apoyo de terraplenes, habrá que limpiar el horizonte superficial alterado y llegar a los niveles más firmes.

LUTITAS, ARENISCAS Y CONGLOMERADOS, (211b).

Litología.- Grupo constituido por una alternancia irregular de conglomerados, areniscas y lutitas, siendo estas dos últimas rocas las más abundantes.

Las areniscas son micáceas, de grano medio a grueso, a veces microconglomeráticas y con cantos cuarcíticos dispersos, arcósicas, y con matriz arcillosa. Por el contrario, el cemento silíceo es menos abundante que en los términos areniscosos puros de las facies Buntsandstein (grupo 211d). Estas areniscas son de un color violáceo, característico. La Figura 3.70 muestra el aspecto de detalle de las areniscas.

Las lutitas son de colores grises y rojos violáceos intensos, y se encuentran formando niveles de intercalación entre las areniscas.

Los conglomerados están formados por cantos de cuarcita y matriz limoarenosa, parcialmente cementada por cemento silíceo. Estos niveles conglomeráticos son más abundantes hacia la base de la formación.

Estructura.- Esta formación se encuentra formando parte de los flancos de una gran estructura anticlinal regional, en cuyo núcleo afloran los materiales paleozoicos que componen la sierra de las Cuerdas (Hoja 636-1). En general presenta buzamientos suaves, que no sobrepasan los 30°.

En los afloramientos de este grupo se observan las rocas bien estratificadas en lechos de espesor centimétrico y en capas de 0,3 a 1,5 m de potencia. En ocasiones tienen aspecto masivo, aunque se aprecia una estratificación muy difusa y definida por cambios en la granulometría de los materiales. Estos niveles rocosos se encuentran afectados por una red de diacla-



Figura 3.70.- Areniscas del grupo (211b), en las proximidades del p.k. 140,5 de la carretera N-420 (Hoja 636-4). Puede observarse además una estrecha intercalación de lutitas, de color gris.

sas, de espaciado medio y perpendicular a la estratificación, que fractura la roca en bloques de formas paralelepípedicas.

La potencia total de este conjunto es de aproximadamente 200 m.

Geotecnia.- Las rocas que componen este grupo no son ripables. De una capacidad portante elevada. Entre los bancos de areniscas más cementados y los lechos de lutitas y limolitas se producen erosiones diferenciales, que descalzan bloques pétreos, potencialmente inestables.

La permeabilidad es media y se desarrolla a través de los poros libres de cemento de las areniscas, y aprovechando la red de fracturación y fisuración de las mismas. El drenaje generado es moderado, pudiendo aparecer niveles de agua colgados. La escorrentía no tiene problemas, debido a que las pendientes topográficas son suficientes para que no se produzcan encharcamientos.

Los taludes observados son de alturas bajas y medias, y tienen inclinaciones de 65°. Cuando estos taludes cortan niveles lutíticos y limolíticos muestran una gran erosión diferencial, que inestabiliza las zonas rocosas superiores. En este sentido, se han construido un buen número de muros de mampostería que protegen de la erosión a esas zonas menos resistentes. La Figura 3.71 corresponde a uno de esos taludes.

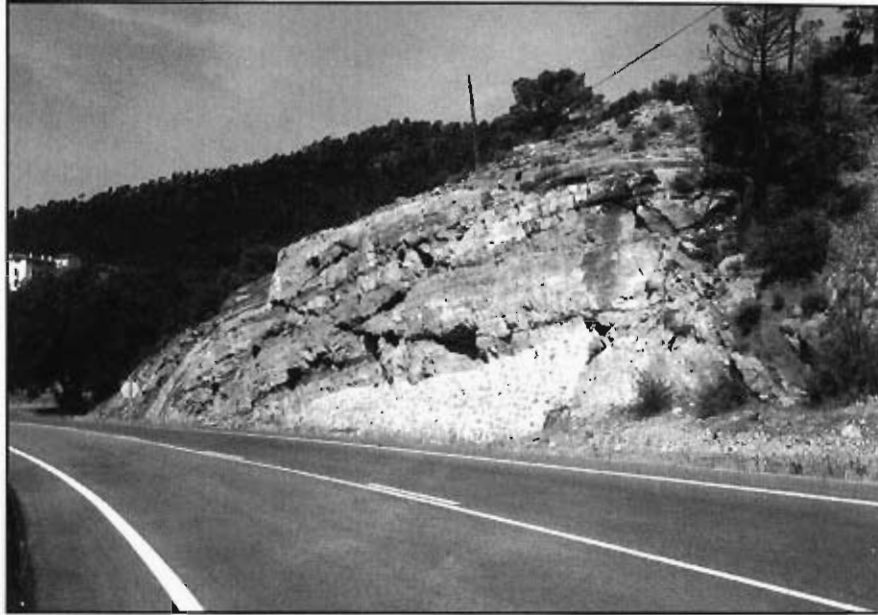


Figura 3.71.- Talud realizado en los materiales del grupo (211b), en el p.k. 140,5 de la carretera N-420 (Hoja 636-4). Puede observarse la disposición del macizo rocoso, así como el muro de mampostería construido en la base del talud.

Asimismo, la red de fracturación, combinada con los planos de estratificación, produce en los taludes que tienen una orientación y una inclinación desfavorable la caída de cuñas y de bloques de roca. Este efecto puede apreciarse en la Figura 3.72, que corresponde a uno de los taludes realizados en la carretera N-420.

CONGLOMERADOS, (211a).

Litología.- Esta formación constituye la base del período Triásico. Está compuesta por una serie de conglomerados de cantos de cuarcita y cuarzo, redondeados y subredondeados, y con características marcas de presión en sus superficies. El tamaño de los cantos varía entre 3 cm y 20 cm, siendo el tamaño medio de 7 cm, aproximadamente. Los cantos están recubiertos por una fina pátina ferruginosa, que les confiere una tonalidad rojiza muy característica. La matriz que envuelve a los cantos es areniscosa, de grano medio a grueso, aunque existen también pequeñas proporciones de lutitas y limolitas. El cemento es silíceo. La Figura 3.73 muestra el aspecto de detalle de estos conglomerados.

Estructura.- Lo mismo que el grupo descrito con anterioridad (grupo 211b), forma parte de los flancos de una gran estructura anticlinal, regional, en cuyo núcleo aparecen las formaciones paleozoicas de la sierra de las Cuerdas.



Figura 3.72.- Cuñas y bloques producidos en las areniscas del grupo (211b) como consecuencia de la intersección de los planos de fracturación y de estratificación. Se observan las acumulaciones de los bloques deslizados o caídos, en el pie del talud.



Figura 3.73.- Detalle de los conglomerados del grupo (211a), en un afloramiento de los mismos próximo al p.k. 141,5 de la carretera N-420 (Hoja 636-1).

Los afloramientos de estas rocas tienen aspecto masivo y carecen de ordenamiento interno. Sin embargo, se aprecian a menudo groseras canalizaciones y estratificaciones cruzadas, planares y en surco.

La potencia total del conjunto es de 125 m.

Geotecnia.- Los conglomerados que forman este grupo no son ripables, ni erosionables, y cuentan con una capacidad portante alta.

La permeabilidad es baja o media, dependiendo del grado de cementación y de fracturación. El drenaje profundo es deficiente. La escorrentía superficial es buena debido a su morfología.

Los taludes realizados en estos materiales son de alturas bajas y medias, y se mantienen estables con inclinaciones de 65° a 70°.

BRECHAS PIZARROSAS Y CUARCITICAS, (161).

Litología.- Grupo de reducida extensión y espesor. En el estudio constituye el tránsito entre las series paleozoicas y mesozoicas. Sus materiales han sido depositados en cubetas tectónicas, formadas durante la fracturación tardihercínica.

Litológicamente está compuesto por una acumulación caótica de brechas de cantos de cuarcitas (Figura 3.74) y de pizarras (Figura 3.75), escasamente cementadas; de color rojizo oscuro, muy característico. Los cantos de pizarras son de pequeño tamaño y tienen formas hojosas. Los cantos de cuarcita son totalmente angulosos, con un tamaño medio de unos 8 cm. La matriz es de carácter arcilloso-limolítico y está formada por pizarras alteradas.

Estructura.- Esta formación se apoya en discordancia sobre las rocas pizarrosas del Silúrico Inferior (grupo 131) y sirven de base a los conglomerados del Buntsandstein inferior (grupo 211a). Estos se apoyan también en discordancia sobre estos materiales brechoides. La Figura 3.76 corresponde al contacto entre el grupo (161) y el (211a).

El ordenamiento interno de los materiales es nulo y la potencia total de los mismos es del orden de 20 m.

Geotecnia.- Se trata de un grupo de materiales que por su escasa cementación son ripables y erosionables, pero que cuentan con una capacidad portante alta.

La permeabilidad es baja y el drenaje profundo es difícil. La escorrentía discurre con normalidad por las áreas en donde aparece este grupo.



Figura 3.74.- Cantos angulosos de cuarcita pertenecientes al grupo (161). Proximidades de la localidad de Boniches (Hoja 636-1).



Figura 3.75.- Cantos lajosos de las brechas pertenecientes al grupo (161). Proximidades de la localidad de Boniches (Hoja 636-1).

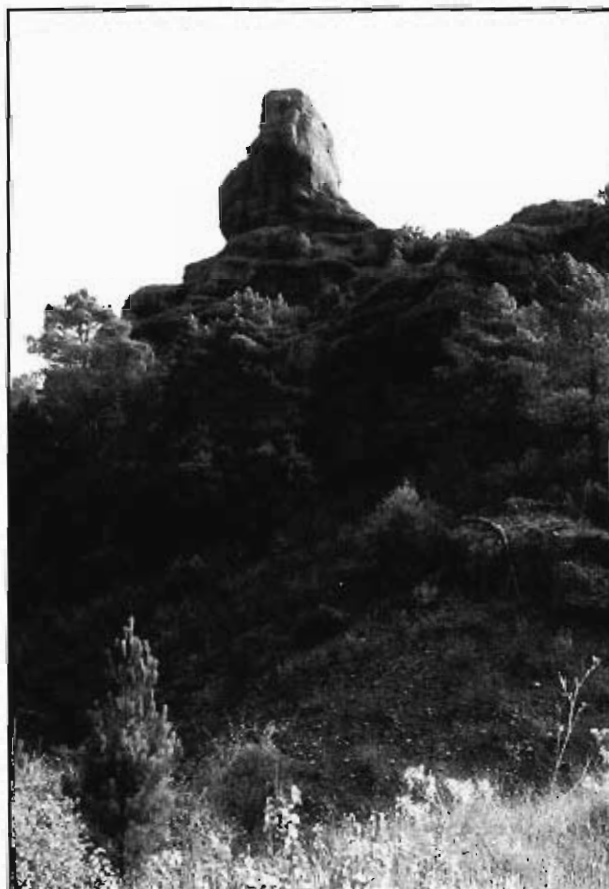


Figura 3.76.- Contacto entre las brechas cuarcíticas y pizarrosas del grupo (161) (abajo), y los conglomerados del grupo (211a) (arriba). Proximidades de la localidad de Boniches (Hoja 636-1).

No existen taludes artificiales realizados en estos materiales y, dada su escasa extensión y su inaccesibilidad, no es previsible que haya de ser realizado ninguno. No obstante, se estima que la inclinación de estabilidad de los taludes puede estar comprendida entre 35° y 45°.

CUARCITAS, PIZARRAS Y NIVELES CARBONATADOS, (141b).

Litología.- Se trata de una monótona serie de cuarcitas con intercalaciones de pizarras, y esporádicos niveles carbonatados.

Las cuarcitas son rojizas o verdosas, compactas, microcristalinas, y formadas por granos de cuarzo y feldespato (Figura 3.77).



Figura 3.77.- Detalle de las cuarcitas del grupo (141b), en las proximidades del p.k. 143 de la carretera N-420 (tramo antiguo) (Hoja 636-1).

Las pizarras aparecen intercalándose entre las cuarcitas, son arcillosas y arenosas, de colores grises, verdes o rojizos, y ocasionalmente son micáceas. La Figura 3.78 muestra un aspecto de detalle de estas pizarras.

Los carbonatos están representados por un banco de dolomías recristalizadas, de tonos grises y algo arenosas.

Estructura.- Estas rocas, que han estado afectadas por las deformaciones de las Orogenias Alpina y Hercínica, muestra una tectónica más compleja que la de los materiales mesozoicos. En el Tramo estudiado esta serie forma un pliegue sinclinal, de orientación aproximada N-S, cuyos flancos tienen unos buzamientos comprendidos entre 25° y 45°, en sentido Este y Oeste.

A escala de afloramiento se observan capas de cuarcitas bien estratificadas en capas de espesores muy variables y comprendidos entre 0,1 m y 1 m, y afectadas por un denso diaclasado, que fractura la roca en bloques de pequeño tamaño y de formas cúbicas.

La potencia total del conjunto es de 225 m.

Geotecnia.- Se trata de un conjunto de rocas de capacidad portante alta, que pueden soportar perfectamente las cargas inducidas por grandes



Figura 3.78.- Detalle de las pizarras del grupo (141b), en las proximidades del p.k. 143 de la carretera N-420 (tramo antiguo) (Hoja 636-1).

estructuras. No son ripables, por lo que su excavación ha de llevarse a cabo mediante voladuras.

La permeabilidad de esta serie es pequeña, se desarrolla por la fisuración y el diaclasado. El drenaje profundo es difícil. La escorrentía fluye fácilmente, ya que existe gradiente topográfico suficiente para el buen desarrollo de la misma.

En el diseño de los taludes de los desmontes que hayan de llevarse a cabo ha de tenerse en cuenta el grado y la forma de fracturación del macizo rocoso, ya que pueden originarse inestabilidades gravitacionales en aquellas zonas en que la conjunción de las orientaciones del talud y de las discontinuidades favorezca el proceso. Se considera que las condiciones de estabilidad generales de los taludes se consiguen con unas inclinaciones de 50° a 60° , pudiéndose construir bermas intermedias.

CUARCITAS, (141a).

Litología.- Esta formación está constituida por cuarcitas de colores rojizos, gris oscuro, verdosas, y en ocasiones blanquecinas y con tonalidades malvas. Entre las capas de cuarcitas se intercalan finas pasadas de limolitas, amarillentas y rosadas. Afectando al conjunto aparecen un buen número de recristalizaciones de cuarzo en forma de filones y de venas.

La Figura 3.79 muestra un aspecto de detalle de las cuarcitas de esta formación.



Figura 3.79.- Aspecto de detalle de las cuarcitas del grupo (141a), en las proximidades del p.k. 143 de la carretera N-420 (tramo antiguo) (Hoja 636-1).

Estructura.- El único afloramiento de esta formación existente en el tramo, y del que la Figura 3.80 ofrece un aspecto panorámico, tiene una orientación N-S y un buzamiento de 45° , en sentido Oeste.

Las rocas se encuentran bien estratificadas en lechos y en capas con espesores comprendidos entre 0,1 m y 2 m; están muy fracturadas por un denso diaclasado, que disgrega la roca en bloques de forma tabular y de pequeño tamaño. En la Figura 3.81 puede advertirse la disposición de la estratificación, así como la gran fracturación que afecta a estas rocas.

La potencia total del conjunto es de 50 m.

Geotecnia.- Se trata de materiales no ripables, no erosionables y con capacidad portante muy alta.

La permeabilidad de este conjunto se desarrolla por la fisuración, por lo que el drenaje profundo generado es difícil. La escorrentía es fácil, dado lo escarpado del relieve formado por estos materiales.



Figura 3.80.- Vista panorámica de las cuarcitas del grupo (141a), en los alrededores del p.k. 143 de la antigua carretera N-420 (Hoja 636-1).



Figura 3.81.- Aspecto de la disposición de las capas de cuarcitas del grupo (141a), en las proximidades del p.k. 143 de la carretera N-420 (tramo antiguo) (Hoja 636-1).

Los taludes observados son de baja altura y con inclinaciones subverticales, muestran, como única inestabilidad, la caída de algunos bloques. Es recomendable el empleo de mallas metálicas o cunetones de recogida de piedras en los taludes que se puedan diseñar en estas rocas.

PIZARRAS Y CUARCITAS, (132).

Litología.- Se trata de una serie compuesta por una sucesión de pizarras y cuarcitas, que puede ser dividida en tres tramos bien diferenciados.

El tramo basal está constituido por una sucesión, más o menos rítmica, de pizarras grises azuladas, de tonos oscuros, limolíticas o arenosas, con intercalaciones de cuarcitas, de colores grises y verdosos. La Figura 3.82 muestra un aspecto de este tramo basal.

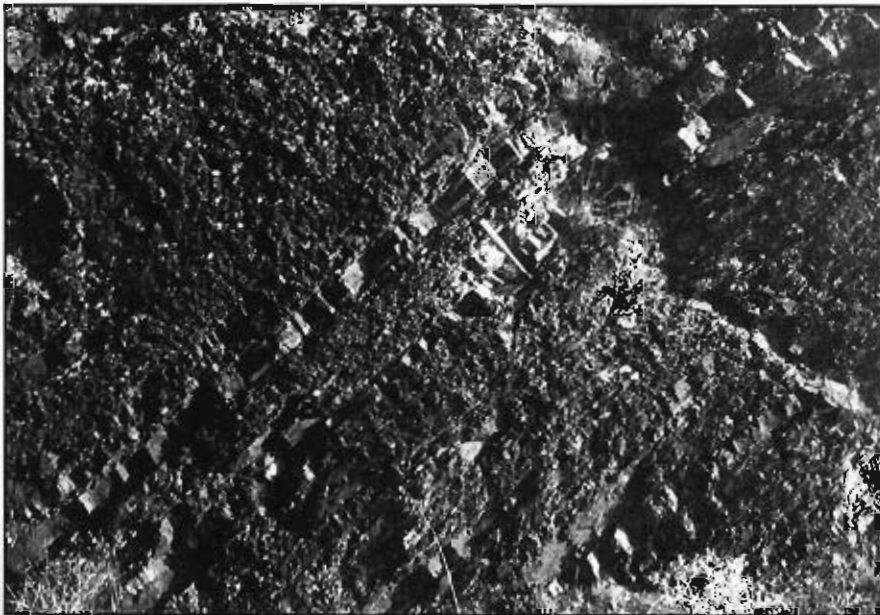


Figura 3.82.- Pizarras con intercalaciones de cuarcitas del tramo basal del grupo (132). Proximidades del río Cabriel, a su paso por el tramo antiguo de la carretera N-420 (Hoja 636-1).

El tramo intermedio está compuesto por cuarcitas, de color gris verdoso, con delgadas intercalaciones de pizarras arcillosas, de colores grises oscuros.

El tramo superior es una serie rítmica formada por capas de cuarcitas y pizarras, semejantes a las del tramo basal.

Estructura.- Este grupo forma una serie monoclinas de dirección N-S y buzamientos comprendidos entre 30° y 45°, llegando incluso a la verticalidad en algunos puntos. Un aspecto de la estructura de esta formación puede apreciarse en la Figura 3.83.



Figura 3.83.- Visión panorámica de la formación (132). Puede apreciarse la estructura de la misma, mediante la observación de los resaltes producidos por los bancos de cuarcitas, que quedan separados entre sí por zonas más blandas, correspondientes a los estratos pizarrosos. Río Cabriel a la altura del paraje denominado "Pilar del Ahorcado" (Hoja 636-1).

Las rocas que componen este grupo se encuentran bien estratificadas en capas de 0,2 m a 1 m, y están afectadas por una fuerte fracturación tectónica, que las disgrega en bloques cúbicos y en cantos lajosos.

La potencia del conjunto es de 175 m.

Geotecnia.- Las rocas que componen esta formación no son erosionables, ni ripables, y cuentan con una capacidad portante alta y suficiente para cualquier tipo de cimentación.

La permeabilidad es baja, se desarrolla por la fracturación de la roca y da lugar a un drenaje profundo deficiente. La escorrentía se desarrolla con toda facilidad, ya que el relieve tiene fuertes pendientes topográficas.

Los taludes observados en este grupo tienen alturas medias, inclinaciones de 65° a 70° , y la única inestabilidad que presentan es la caída de algunos cantos y pequeños bloques. En la Figura 3.84 puede apreciarse uno de estos taludes.



Figura 3.84.- Talud de altura media realizado en los materiales del grupo 132, en el p.k. 144,5 de la antigua carretera N-420, a la altura del cruce de la carretera local a Boniches (Hoja 636-1).

PIZARRAS, (131).

Litología.- Este grupo está formado por las rocas más antiguas que aparecen en el tramo, y están representadas por pizarras, de colores grises, grises azulados y violáceos, limolíticas, con delgadas intercalaciones de cuarcitas rojizas y grises-blanquecinas. La Figura 3.85 muestra un aspecto de detalle de las pizarras que caracterizan a esta formación.

Estructura.- Esta formación constituye una serie monoclinial, de dirección N-S y de buzamientos muy variables y comprendidos entre 30° y 80° , y dirigidos al Oeste. La Figura 3.86 muestra un ejemplo de pliegue desarrollado en estos materiales.

La estructura más evidente a escala de afloramiento es la esquistosidad, que es totalmente penetrativa en los bancos pizarrosos. Además existe un intenso diaclasado que fractura la roca en forma lajosa.

La potencia total del conjunto es del orden de 150 m.



Figura 3.85.- Aspecto de detalle de las pizarras del grupo (131), en las proximidades del p.k. 1 de la carretera local a Boniches (Hoja 636-1).



Figura 3.86.- Pliegue desarrollado en las pizarras del grupo (131). Pista forestal del río Cabriel, en las proximidades del p.k. 1 de la carretera local a Boniches (Hoja 636-1).

Geotecnia.- Las pizarras que componen este grupo no son ni ripables ni erosionables. La capacidad portante es alta y no se producirán asentos de ningún tipo.

La fisuración y la esquistosidad de esta formación provoca que exista una permeabilidad muy baja, y por tanto un drenaje profundo deficiente. El drenaje superficial se realiza fácilmente, dada la escasa permeabilidad de los materiales y las pendientes que presentan las zonas en donde aflora este grupo litológico.

Las condiciones de estabilidad de los taludes estarán en función de la estructura de la formación en cada uno de ellos, y de la orientación que tengan las discontinuidades, pues pueden producirse deslizamientos en forma de cuñas (Figura 3.87).



Figura 3.87.- Talud de baja altura y de 35° de inclinación, en el que han deslizado dos cuñas formadas por la esquistosidad y una familia de diaclasas. Pista forestal del río Cabriel, en las proximidades del p.k. 1 de la carretera local a Boniches (Hoja 636-1).

3.2.5. Grupos geotécnicos

En este apartado las formaciones geológicas correspondientes a la Zona 2 se agrupan en función de sus características geotécnicas, en lo que en este Estudio se llaman "grupos geotécnicos". Son los siguientes:

GT1.- Grupo compuesto por calizas, dolomías, brechas calcáreas y carniolas, con niveles margosos, areniscosos o arcillosos. Son materiales rocosos, difícilmente erosionables, no ripables, y cuya permeabilidad, baja, está condicionada por la red de fracturación. La disolución en el tiempo de dicha red de fracturación hace probable la existencia de karstificaciones. Los conductos kársticos pueden ocasionar “golpes de agua” en las excavaciones, y hundimientos en caso de realizar alguna cimentación sobre ellos. En ausencia de fenómenos de disolución la capacidad portante de las rocas es muy alta. Los taludes de grandes alturas y fuertes inclinaciones pueden presentar inestabilidades gravitacionales (bloques y cuñas), según resulten las condiciones de la red de fracturación.

En esta Zona 2, el grupo geotécnico GT2 está representado por las formaciones (232c), (232b), (232a), (231a), (220), y por las barras de dolomías del grupo (212).

GT2.- Grupo formado por gravas y cantos, arenas microconglomeráticas, arenas y limos arcillosos. Son materiales escasamente compactados, erosionables y fácilmente excavables, que presentan normalmente una permeabilidad alta y niveles freáticos próximos a la superficie. La capacidad portante es baja y media, y los asentamientos que pueden aparecer variarán de magnitudes altas a moderadas. Los taludes que se excaven en estas formaciones van a tener problemas de erosión y caídas permanentes de cantos y bloques.

En esta Zona 2 el grupo geotécnico GT2 está compuesto por las formaciones A1, D1, AC1 y C1.

GT3.- Grupo formado por arenas caoliníferas, areniscas y arcillas. Son materiales con un grado de cementación o compactación variable, que les confiere unas propiedades diferenciales. Las áreas en donde los materiales se muestran más duros tienen alta capacidad portante y baja ripabilidad. Por el contrario, cuando la cementación y compactación es menor, o la alteración los ha reblandecido, estos depósitos se muestran ripables, erosionables y con baja capacidad portante. La permeabilidad, desarrollada por la porosidad intergranular, es media o alta, y genera un drenaje profundo moderado o fácil. La escorrentía está dificultada muchas veces por la existencia de pequeñas zonas de escaso gradiente topográfico, en las áreas de afloramiento de estos materiales. Los taludes que se realicen en estos materiales estarán afectados principalmente por la erosión, aunque se ha observado alguna ladera con inestabilidad rotacional.

En esta Zona 2 el grupo geotécnico GT3 está formado por los grupos litológicos (231c) y (231b).

GT4.- Grupo formado por rocas pizarrosas y cuarcíticas, con niveles

calco-dolomíticos y de brechas cuarcíticas. Se trata de rocas afectadas por una deformación tectónica importante. Son formaciones muy diaclasadas y muy fracturadas. Sus materiales son difícilmente erosionables, no ripables, y cuya permeabilidad, baja, esta condicionada por la red de fracturación. La capacidad portante es alta y no se producirán asientos de interés. Los taludes pueden presentar inestabilidades gravitacionales (bloques y cuñas), según resulten las condiciones de la red de fracturación.

En esta Zona 2, el grupo geotécnico GT4 comprende a las formaciones (161), (141b), (141a), (132) y (131).

GT5.- Grupo formado por arcillas, arcillas yesíferas y yesos, con intercalaciones de limolitas, areniscas y dolomías arcillosas. Son materiales poco resistentes y de comportamiento muy plástico ante pequeños aumentos de humedad. La presencia de yesos, y su disolución, provoca en los materiales alteraciones y pérdidas de consistencia. Además, las aguas cargadas con los sulfatos procedentes de la disolución de los yesos (selenitosas) son muy agresivas a los hormigones normales. Son materiales muy poco permeables, que retienen durante largos períodos de tiempo el agua que les llega por precipitación, con lo que se reblandecen. Estos reblandecimientos producen inestabilidades rotacionales, en las zonas de ladera, y pérdidas de capacidad portante y asientos de magnitudes altas, en las zonas llanas y de fondo de valle. Los taludes que se realicen en estos materiales deberán tener inclinaciones bajas.

En la Zona 2 este grupo geotécnico GT5 está representado por las formaciones (213), (211c), y por el nivel arcilloso intermedio del grupo (212).

GT6.- Grupo formado por areniscas y microconglomerados, con niveles de lutitas y de conglomerados. Son rocas muy consolidadas por una fuerte cementación silíceas, por lo que tienen una capacidad portante muy alta. No son ripables, aunque son diferencialmente erosionables. La permeabilidad se desarrolla, sobre todo, por la red de discontinuidades; es de tipo medio o bajo. El drenaje profundo es generalmente difícil, y el superficial es fácil. Los taludes van a admitir inclinaciones fuertes, aunque pueden producirse inestabilidades gravitacionales por la formación de cornisas, y de bloques descalzados por la erosión diferencial.

Las formaciones (211d) y (211b) son las que representan, en esta Zona 2, al grupo geotécnico GT6.

GT7.- Grupo formado por conglomerados. Se trata de un grupo de rocas conglomeráticas, consolidadas por cementos carbonatados y silíceos, de alta capacidad portante, difícilmente erosionables y no ripables. Son materiales que tienen una permeabilidad normalmente baja, al estar sus poros ocupados

por cementos químicos. El drenaje profundo es deficiente, pero el superficial es fácil, ya que se presentan en áreas con gradientes topográficos suficientes. Los taludes que se realicen en estas rocas no van a plantear problemas de estabilidad.

La formación (211a) es la única representante, en esta Zona 2, del grupo geotécnico GT7.

GT8.- Grupo formado por areniscas y arenas, limos, arcillas de decalcificación y carbonatadas, travertinos y calizas. Se trata de un grupo de materiales complejo, ya que, si bien por separado son de muy distinta naturaleza, se encuentran en el tramo muy asociadas entre sí, y no destaca claramente ninguna de ellas. Son materiales ripables, o en algún caso con ripabilidad marginal, erosionables, y con capacidad portante baja a media, que pueden tener problemas de asentamientos diferenciales. La permeabilidad es baja y el drenaje profundo es difícil. La escorrentía va a plantear problemas de encharcamientos en las áreas llanas y de carácter endorreico. Los taludes pueden tener problemas de inestabilidades al cortar materiales arcillosos muy hidratados.

En esta Zona 2, el grupo geotécnico GT8 está representado únicamente por la formación Q1.

GT9.- Grupo constituido por arcillas, areniscas y conglomerados. Se trata de materiales predominantemente arcillosos, entre los que se intercalan niveles lenticulares de areniscas y conglomerados. Son terrenos preconsolidados, que tienen capacidad portante de tipo medio, son diferencialmente erosionables, y excavables, o con ripabilidad marginal. Son en general poco permeables y el drenaje profundo está relacionado con los paleocauces o niveles de carácter conglomerático. Los taludes habrán de tener inclinaciones bajas, debido al carácter arcilloso de este grupo geotécnico.

La formación (321a) es la representante de este grupo geotécnico GT9, en la Zona 2.

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

Esta Zona 2 está constituida fundamentalmente por formaciones carbonatadas, areniscosas y arcillosas, mesozoicas; y pizarrosas y cuarcíticas, paleozoicas. También aparecen en ella, localmente, sedimentos arcillosos y conglomeráticos, miocenos, así como algunas formaciones superficiales cuaternarias (A1, D1, AC1, C1 y Q1). Todos estos materiales determinan un área caracterizada por presentar un relieve de serranía.

Los principales obstáculos geotécnicos que se pueden plantear en esta Zona 2 van provenir, sobre todo, de los materiales arcillosos y yesíferos que forman el grupo litológico (213) y las intercalaciones arcillosas del grupo (212), los cuales tienen un amplio desarrollo en el tramo Cuenca-Utiel, y aparecen especialmente en los principales valles. Estos materiales arcillosos y salinos van a presentar fenómenos de plasticidad, y asentamientos diferenciales, en las zonas en donde se encuentren hidratados y reblandecidos. Estos reblandecimientos aparecerán donde el drenaje superficial sea deficiente, y son consecuencia del encharcamiento del terreno durante largos períodos de tiempo. Los taludes que se realicen, especialmente los de mayores alturas, pueden presentar fenómenos de inestabilidad rotacional cuando los materiales se encuentren desfavorablemente hidratados. Además, la presencia de yesos hace a estos materiales agresivos a los hormigones normales.

Las formaciones detríticas poco consolidadas van a plantear sobre todo problemas de erosión y desmoronamientos en las superficies de los taludes, y , en algún caso, de deslizamientos rotacionales.

Las formaciones carbonatadas, areniscosas y conglomeráticas van a presentar dificultades de excavación, dada su ripabilidad nula, y las superficies de los taludes pueden tener caídas de bloques y cuñas. Un problema específico de las rocas carbonatadas del Tramo es que pueden sufrir hundimientos y apariciones de "golpes de agua", debidos a la probable presencia de karstificaciones.

4. CONCLUSIONES GENERALES DEL ESTUDIO

4.1. RESUMEN DE PROBLEMAS TOPOGRAFICOS

El tramo Cuenca-Utiel discurre en su mayor parte por un territorio de topografía muy accidentada, formado por una extensa zona de serranía, de altura media elevada, que supone un obstáculo natural para la ejecución de vías de comunicación. El sector que forma la Zona 2, es el que tiene las mayores dificultades topográficas, dada su orografía más accidentada, y especialmente el área nor-oriental, que corresponde a la zona axial de la serranía. La topografía accidentada de esta Zona dificulta el trazado de nuevas vías de comunicación, ya que en ellas sería necesaria la ejecución de múltiples desmontes y grandes estructuras o potentes terraplenes, para ir salvando los desniveles presentes en la misma. Por el contrario, en la Zona 1, de relieve montañoso, las nuevas carreteras se pueden diseñar por corredores de topografía más suave, y elegir los valles más amplios para la ubicación de los trazados.

4.2. RESUMEN DE PROBLEMAS GEOMORFOLOGICOS

La naturaleza de los problemas geomorfológicos que presenta el tramo está en estrecha relación con las características litológicas de los materiales que lo forman.

La Zona 2 de este tramo tiene un relieve formado por una sucesión de elevaciones, separadas entre sí por valles encajados. Son áreas que, por tener un relieve rejuvenecido, están muy afectadas por la erosión, ya que los ríos no han logrado su perfil de equilibrio. Esta erosión se produce principalmente en los cauces de ríos y arroyos, aunque también se manifiesta estacionalmente en las laderas de los cerros, a causa de las aguas de arroyada. Los principales problemas que pueden ocurrir a causa de la erosión fluvial en las obras de carreteras son los siguientes:

- Socavaciones en las pilas de las estructuras, cuando la cimentación de las mismas no se encuentra lo suficientemente empotrada en el terreno más firme.

- Acumulación de detritos y vegetación, arrastrados por la corriente, y posterior obstrucción de las embocaduras de los tubos de desagüe que atraviesan terraplenes, con el consiguiente peligro para los mismos. Además,

este efecto puede producir el rebosamiento de las aguas por encima de la calzada.

- Erosiones en los estribos de los puentes, cuando éstos están realizados con materiales de terraplén y esta construcción implica una reducción del cauce natural máximo del río o arroyo.

Aparte de la acción erosiva de los ríos hay que añadir el efecto de disolución que ejercen las aguas sobre las rocas carbonatadas, tan abundantes en el tramo. Los principales problemas geomorfológicos que pueden originarse en estos procesos kársticos son:

- Presencia de angostos y profundos cañones. Tienen normalmente largos recorridos y laderas verticales, por lo que son difíciles de salvar con estructuras convencionales.
- Presencia de torcas o dolinas. Fáciles de salvar cuando se encuentran aisladas, pero pueden ocupar un área de gran extensión cuando se encuentran reunidas en torcales.
- Presencia en general de un relieve irregular y ruiniforme que, aunque no supone una gran dificultad, impone la necesidad de tener que desmontar un gran número de peñones rocosos, en distancias cortas.

Otro problema geomorfológico es el que aparece en los valles formados por materiales arcillo-salinos de las facies Keuper. Las laderas, a veces muy inclinadas, responden a los cambios en la consistencia de los materiales con movimientos continuos y esporádicos. Los movimientos continuos están representados por las reptaciones, que afectan a una capa más o menos superficial de terreno, y que dan lugar a pequeños desperfectos en las obras. Los movimientos esporádicos corresponden a los deslizamientos de ladera, afectan a un volumen importante de materiales, y sus consecuencias en las obras son generalmente desastrosas.

Un problema específico de los relieves cuarcíticos, que está motivado por la meteorización física de las rocas, conjugada con una pendiente fuerte, es la posible caída de bloques a las calzadas. Estos bloques pueden proceder de la propia formación rocosa o de las laderas coluvionadas, aunque éstas no sean desmontadas. Este efecto tiene escasa relevancia en el tramo de estudio, ya que la formación cuarcítica ocupa un sector muy pequeño dentro de un área difícilmente accesible por nuevas obras.

El resto del tramo corresponde a un terreno montuoso y alomado, separado por valles fluviales de fondo plano. Las laderas de estos valles son generalmente estables, aunque pueden existir ocasionales movimientos de materiales alterados. En esta zona, salvo pequeñas erosiones producidas en las márgenes de los ríos y en alguna ladera de mayor pendiente, el principal problema geomorfológico lo constituyen las áreas endorreicas (poljés), pro-

ducidas en las rocas carbonatadas al irse uniendo antiguas dolinas. Estas áreas son cuencas cerradas que recogen la escorrentía de los relieves adyacentes. Tienen un gradiente topográfico escaso, por lo que el agua queda retenida y formando charcas. Además este fenómeno está favorecido porque en estas zonas existe un recubrimiento arcilloso impermeable.

4.3. RESUMEN DE PROBLEMAS GEOTECNICOS

En el tramo Cuenca-Utiel los principales problemas geotécnicos se pueden concentrar en dos grandes grupos. Los originados por la presencia de materiales pertenecientes a las facies Keuper, y los producidos por la presencia de un karst bien desarrollado en las rocas carbonatadas.

Los materiales arcillo-salinos de las facies Keuper presentan problemas de plasticidad, capacidad portante baja y asentos de magnitudes altas, alterabilidad, disolución, agresividad a los hormigones normales, e inestabilidad en los taludes.

En las rocas carbonatadas karstificadas se pueden originar hundimientos de cámaras y galerías en zonas de cimentación de estructuras o de grandes terraplenes, y pueden aparecer "golpes de agua" violentos en las excavaciones. Ambos procesos pueden verse facilitados con el empleo de las voladuras necesarias para la remoción de los materiales.

El resto de las dificultades geotécnicas que presenta el tramo vienen definidas por la baja ripabilidad de las formaciones rocosas, la caída esporádica de bloques y cuñas de los taludes realizados en ellas, y las erosiones que pueden afectar a las formaciones más blandas.

4.4. CORREDORES DE TRAZADO SUGERIDOS

Como resultado del análisis topográfico, geomorfológico y geotécnico del tramo Cuenca-Utiel, y teniendo en cuenta los condicionantes que imponen las modernas carreteras y las poblaciones existentes, se recomiendan dos corredores viarios, que se consideran los más adecuados dentro del tramo. Dichos corredores han sido denominados "C-1" y "C-2".

En la Figura 4.1 se muestran esquemáticamente estos corredores de trazado.

El corredor "C-1" inicia su entrada en el tramo por su borde Oeste, coincidiendo con la carretera N-420, hasta la localidad de Carboneras de Guadazaón, que sería salvada por la variante correspondiente. Desde aquí el corredor propuesto se dirige al Sur y Sureste, salva la localidad de Cardenete, mediante una variante, y cruza el río Cabriel por una zona de orografía sencilla y situada aguas arriba del embalse de Contreras. Desde

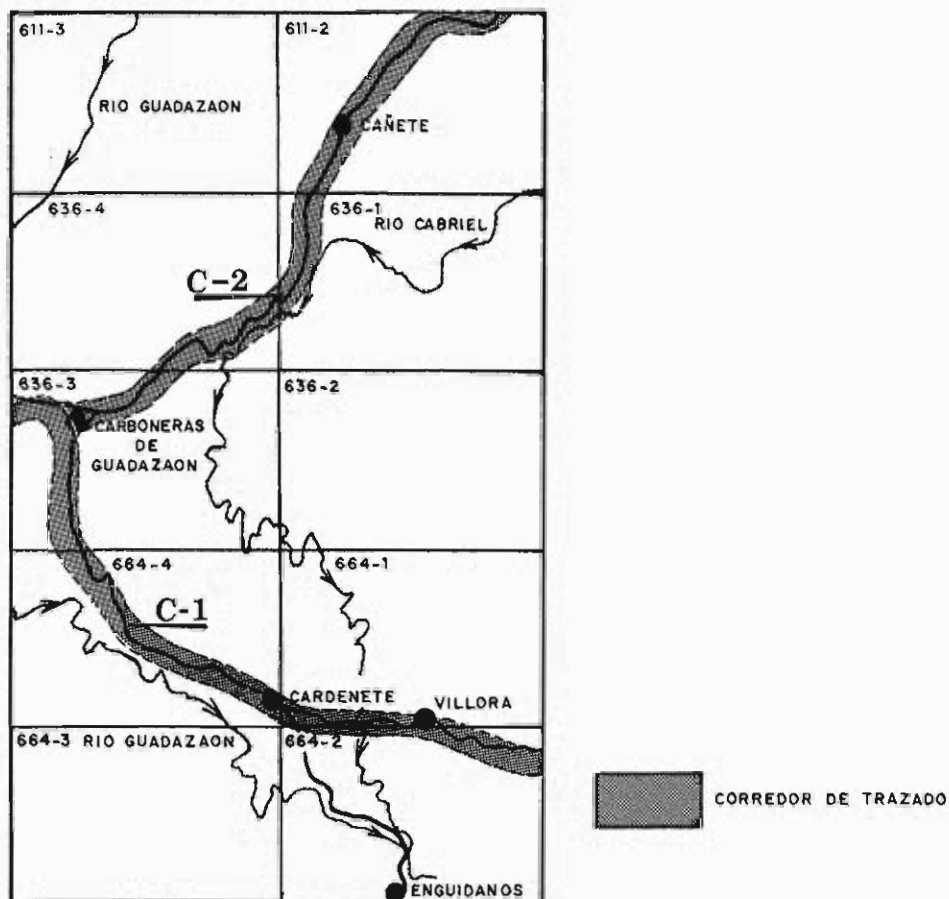


Figura 4.1.- Esquema de corredores de trazado sugeridos en el Tramo.

este punto se dirige al Este, salva la población de Villora con una variante, y, tomando una dirección ESE, sale del tramo por el borde oriental, en dirección a Utiel (fuera del Tramo). En esta última población empalmaría con la autovía del Mediterráneo (carretera N-III). Este corredor no plantea grandes problemas topográficos, al discurrir por una zona de orografía suave, en la que la presencia de algún relieve de mayor entidad no supone ninguna dificultad. Los problemas geomorfológicos estarán producidos sobre todo por la erosión que afectan a los materiales detríticos de las facies de Utrillas, y por la presencia de alguna ladera formada en los materiales de las facies Keuper, aunque éstas pueden ser salvadas fácilmente. Los problemas geotécnicos proceden de la no ripabilidad de las rocas carbonatadas, que han de ser desmontadas en algunos puntos; de las erosiones que pueden sufrir los taludes, que se realicen en las arenas del grupo (231c); de los asentamientos que pueden sufrir las obras al atravesar los materiales arcillosos de los grupos (321a) y (213). Además, estos materiales pelíticos pueden plantear problemas de deslizamientos en los taludes que no se diseñen con inclinaciones bajas.

El corredor "C-2" corresponde en su totalidad al ocupado en la actualidad por la carretera N-420, que une, en esta región, las ciudades de Cuenca y Teruel. Enlaza con el primer corredor descrito, C-1, en las inmediaciones de Carboneras de Guadazaón. Desde este punto se dirige al Noreste, salva la localidad de Cañete con una variante y sale del tramo por su esquina nororiental, en dirección primero a Ademuz (fuera del Tramo) y posteriormente a Teruel (fuera del Tramo). Discurre por formaciones arcillosas y areniscosas, triásicas; carbonatadas, jurásicas y cretácicas; y en algún punto afecta a las rocas pizarrosas y cuarcíticas, paleozoicas, de la sierra de las Cuerdas. Plantea problemas topográficos locales, al discurrir en algún tramo por desfiladeros angostos, formados sobre todo por las areniscas de las facies Buntsandstein. Los problemas geomorfológicos van a estar producidos por la presencia de valles excavados en los materiales arcillo-salinos de las facies Keuper, por la existencia de un relieve producido por los procesos exokársticos, y por las fuertes erosiones y fenómenos de avenida que puedan tener lugar en los valles encajados de los ríos. Los problemas geotécnicos más importantes a tener en cuenta son los deslizamientos que se pueden originar en los taludes que hayan de ser diseñados en materiales de las facies Keuper, y en algún punto muy localizado de las facies de Utrillas. Las formaciones rocosas van a presentar frecuentes inestabilidades gravitacionales, además de tener que ser desmontadas y excavadas con voladuras. Cuando estas excavaciones tengan lugar en rocas carbonatadas es probable la aparición de hundimientos y "golpes de agua", como consecuencia de cortes de conductos kársticos.

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 Estudio Previo de Terrenos no se incluye un análisis detallado de los yacimientos de materiales existentes en el tramo, ya que dicho trabajo desborda el alcance de los Estudios Previos.

Sin embargo, se ha considerado conveniente presentar la información sobre los yacimientos existentes en el área del Estudio, recogida durante la ejecución del mismo. La información que a continuación se expone está referida solamente a los yacimientos de materiales utilizables en obras de carreteras (graveras y materiales de préstamos para terraplenes y pedraplenes).

5.2. YACIMIENTOS ROCOSOS

En el tramo estudiado los materiales rocosos susceptibles de ser explotados para la obtención de áridos para carreteras corresponden sobre todo a las rocas carbonatadas (calizas y dolomías) del Mesozoico, y que tan abundantemente aparecen por todo el ámbito del tramo. Estas rocas tienen una gran calidad, y presentan un buen número de zonas en las que pueden abrirse distintos frentes de explotación, al margen de los ya existentes.

Los grupos litológicos que puede aportar el mayor volumen de material aprovechable son el 220, 232a y 232c, que están constituidos por calizas, dolomías y brechas calcáreas.

Las cuarcitas, aunque se trata de un material de alta calidad, carece de interés en este tramo para ubicar yacimientos, ya que aparecen en una zona de relieve muy accidentado (Sierra de las Cuerdas) y tienen un espesor muy limitado.

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

- Cretácico: Grupo 232c y 232a.
- Jurásico: Grupo 220.

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

5.3. YACIMIENTOS GRANULARES

El tramo Cuenca-Utiel no presenta buenos yacimientos granulares, debido a la poca extensión que alcanzan sus valles fluviales, dado el gran encajamiento que tienen sus ríos. No obstante, aparecen algunas áreas más abiertas que han sido rellenadas por los depósitos aluviales (grupo A1) y de terraza (grupo T1), que pueden ser consideradas útiles para ser explotadas. Estos yacimientos están compuestos por gravas y arenas, y son más abundantes en la mitad septentrional del tramo.

En conclusión, los grupos litológicos que pueden ser utilizados como yacimientos granulares son el (A1) y el (T1).

5.4. MATERIALES PARA TERRAPLENES Y PEDRAPLENES

En este apartado, además de los grupos mencionados anteriormente (A1 y T1) hay que añadir las formaciones de glacis (G1), coluviales (C1), de conos de deyección (D1), y algunas partes de los grupos (322b) y (321a). Todos 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 pueden utilizarse como materiales adecuados, aquellos productos pétreos procedentes de la excavación de calizas y dolomías, areniscas, conglomerados, brechas y cuarcitas. Requerirán un estudio especial las carniolas, margocalizas, margas, pizarras. Se consideran rocas inadecuadas las tobas calcáreas y los travertinos, las arcosas y limolitas, el yeso y las margas yesíferas.

5.5. YACIMIENTOS QUE SE RECOMIENDA ESTUDIAR CON MAS DETALLE

Con vistas al emplazamiento de nuevas explotaciones, o a la puesta en marcha de las ya existentes, se recomienda un estudio detallado de las áreas y yacimientos indicados en la Figura 5.1, y cuyas características se resumen en los cuadros adjuntos.

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

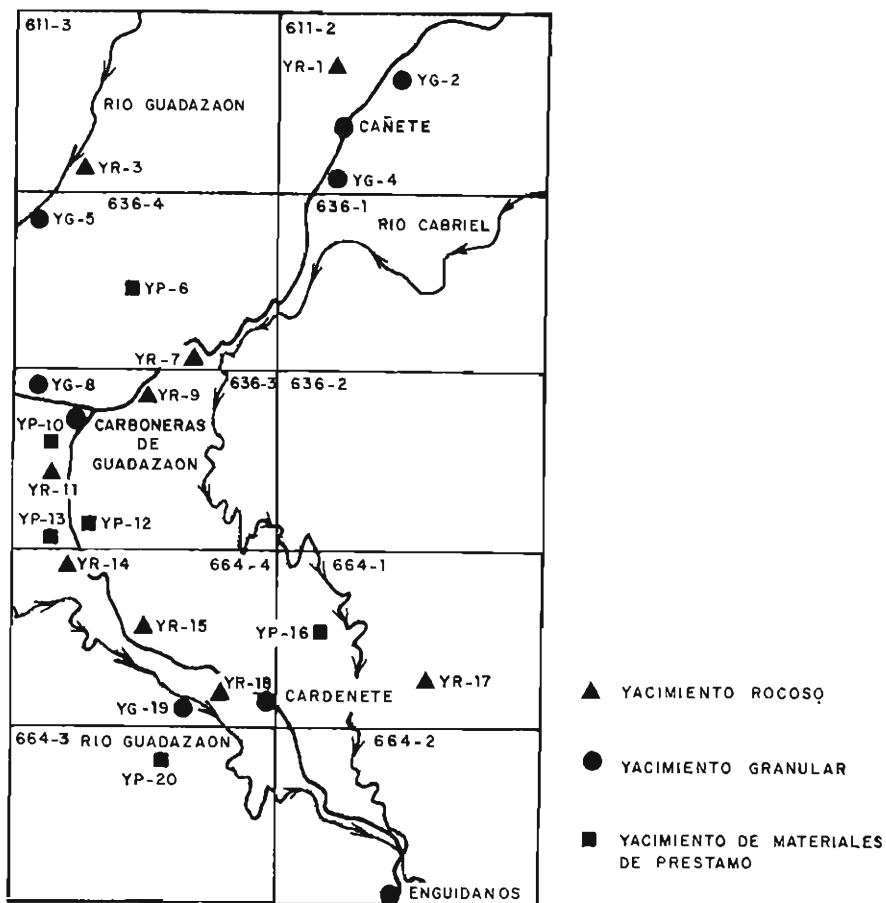


Figura 5.1.- Situación de yacimientos rocosos, granulares y de materiales de préstamo.

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

CUADRO-RESUMEN DE YACIMIENTOS ROCOSOS

YACIMIENTO	LOCALIZACION	GRUPO LITOLÓGICO	TIPO DE ROCA	ACCESOS
YR-1	Hoja 611-2 U.T.M.: 150345	220	Calizas y dolomías	Cerro Frontón. Sin acceso directo.
YR-3	Hoja 611-3 U.T.M.: 013309	220	Calizas y dolomías	Carretera local entre Cañada del Hoyo y Valdemoro-Sierra.
YR-7	Hoja 636-4 U.T.M.: 081210	220	Calizas y dolomías	Carretera N-420, p.k. 134 a 135.
YR-9	Hoja 636-3 U.T.M.: 060198	232c	Brechas calcáreas	Carretera N-420, p.k. 130 a 131.
YR-11	Hoja 636-3 U.T.M.: 010152	220	Calizas y dolomías	Carretera local entre Carboneras de Guadazaón y Arguisuelas.
YR-14	Hoja 664-4 U.T.M.: 008098	232a	Dolomías y calizas	Arguisuelas.
YR-15	Hoja 664-4 U.T.M.: 050066	232a	Dolomías y calizas	Carretera local entre Carboneras de Guadazaón y Cardenete, p.k. 49 a 52.
YR-17	Hoja 664-1 U.T.M.: 225037	220	Calizas y dolomías	Cabeza de Villora. Accesos mediante caminos vecinales.
YR-18	Hoja 664-4 U.T.M.: 100032	220	Calizas y dolomías	Carretera local a Yémeda.

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

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

YACIMIENTO	LOCALIZACION	GRUPO LITOLÓGICO	MATERIAL	ACCESOS
YG-2	Hoja 611-2 U.T.M.: 175348	A1	Arenas y gravas	Río Mayor del Molinillo, al Norte de Cañete.
YG-4	Hoja 611-2 U.T.M.: 148300	A-1	Arenas y gravas	Río Mayor del Molinillo, al Sur de Cañete.
YG-5	Hoja 636-4 U.T.M.: 983275	A-1	Arenas y gravas	Río Guadazaón, en las proximidades de la alquería de Los Oteros.
YP-6	Hoja 636-4 U.T.M.: 035245	231c	Arenas con caolín	Explotaciones de Pajarón.
YG-8	Hoja 636-3 U.T.M.: 990190	A-1	Arenas y gravas	Río Guadazaón, en las proximidades de Carboneras de Guadazaón.
YP-10	Hoja 636-3 U.T.M.: 010165	231c	Arenas con caolín	Explotaciones al Sur de Carboneras de Guadazaón.
YP-12	Hoja 636-3 U.T.M.: 017127	231c	Arenas con caolín	Explotaciones al Sur de Carboneras de Guadazaón.
YP-13	Hoja 636-3 U.T.M.: 989110	231c	Arenas con caolín	Explotaciones al Sur de Carboneras de Guadazaón.
YP-16	Hoja 664-1 U.T.M.: 155053	231c	Arenas con caolín	Explotación situada en el p.k. 14,5 de la carretera local entre Cardenete y Villar del Humo.
YG-19	Hoja 664-4 U.T.M.: 078026	A1	Arenas y gravas	Río Guadazaón, en las proximidades de Yémeda.
YP-20	Hoja 664-3 U.T.M.: 063007	231c	Arenas con caolín	Explotación al Norte de Paracuellos, en la carretera entre esta población y Yémeda.

6. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

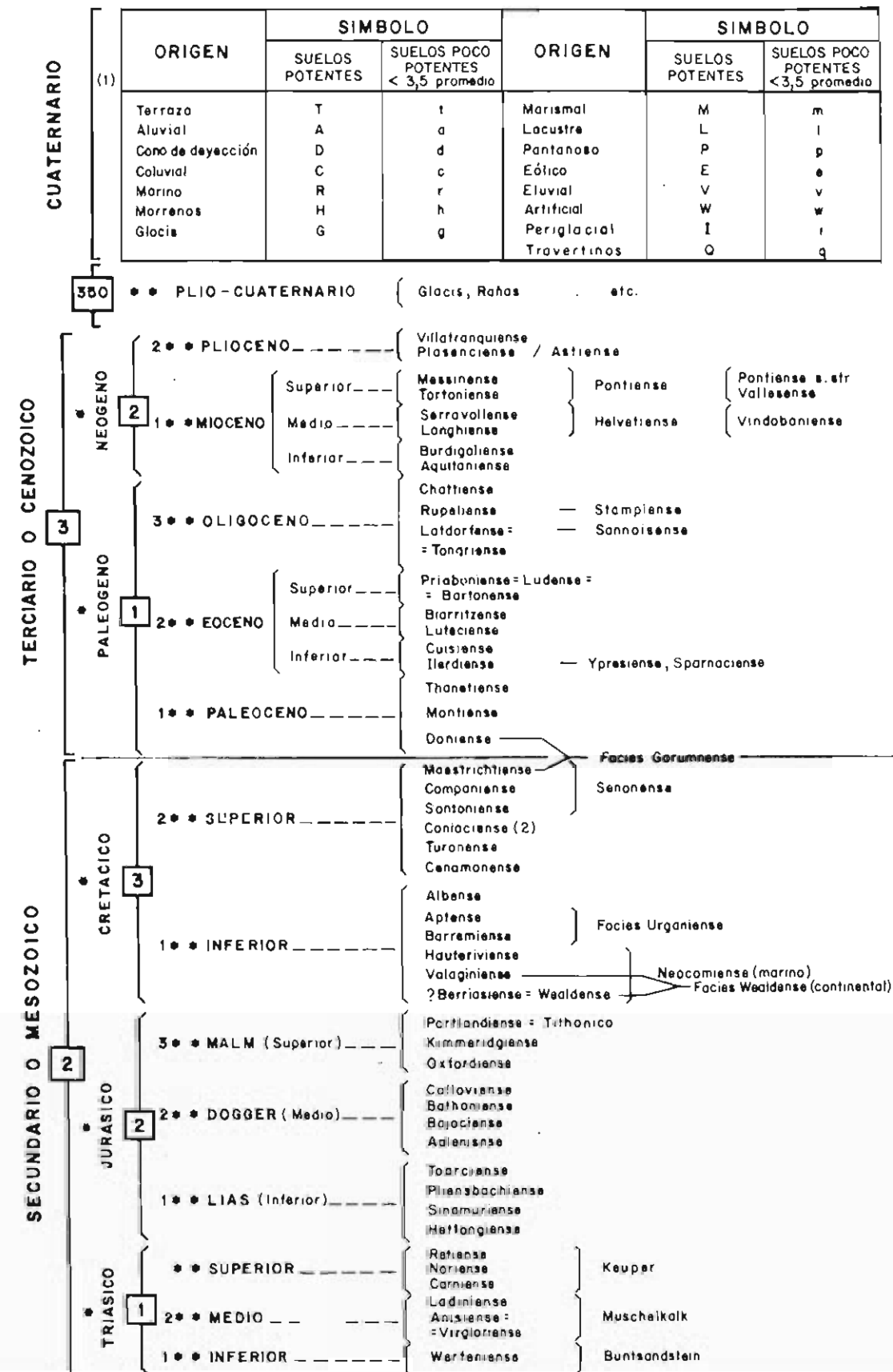
- ABRIL, J., ABRIL HURTADO, J. y SANCHEZ JIMENEZ, A. (1967). "Estudio geológico de la Sierra de Almenara. (SO de la provincia de Cuenca)". Boletín Geológico y Minera, Volumen 103, pp. 3-17.
- ALVARO, M., CAPOTE, R. Y VEGAS, R. (1979): "Un modelo de evolución geotectónica para la Cadena Celtibérica". Acta Geol. Hispánica. Libro homenaje al profesor Solé Sabaris. T. 14, pp. 172-177. Barcelona.
- I.G.M.E. (1987): "Manual de Taludes". Serie Geotecnia.
- I.G.M.E. (1986): "Mapa Geológico de España a escala 1:200.000, Hoja nº 47: Teruel".
- I.G.M.E. (1986): "Mapa Geológico de España a escala 1:200.000, Hoja nº 55: Liria".
- I.G.M.E. (1986): "Mapa Geológico de España a escala 1:50.000, 2ª Serie. Hoja nº 611: Cañete".
- I.G.M.E. (1975): "Mapa Geológico de España a escala 1:50.000, 2ª Serie. Hoja nº 636: Villar del Humo".
- I.G.M.E. (1976): "Mapa Geológico de España a escala 1:50.000, 2ª Serie. Hoja nº 664: Enguídanos".
- MELENDEZ HEVIA, F. y RAMIREZ DEL POZO, J.(1972): "El Jurásico de la Serranía de Cuenca". Boletín Geológico y Minero, Volumen 83, nº3, pp.211-220.
- M.O.P.U. (1981): "Desmontes. Estado actual de la técnica". Dirección General de Carreteras.
- M.O.P.U. (1989): "Terraplenes y pedraplenes". Area de Tecnología, de la Dirección General de Carreteras.
- RAMIREZ DEL POZO, J. y MELENDEZ HEVIA, F. (1972): "Nuevos datos sobre el Cretácico inferior en facies Weald de la Serranía de Cuenca" Boletín Geológico y Minero, Volumen 83, nº6, pp.569-581.

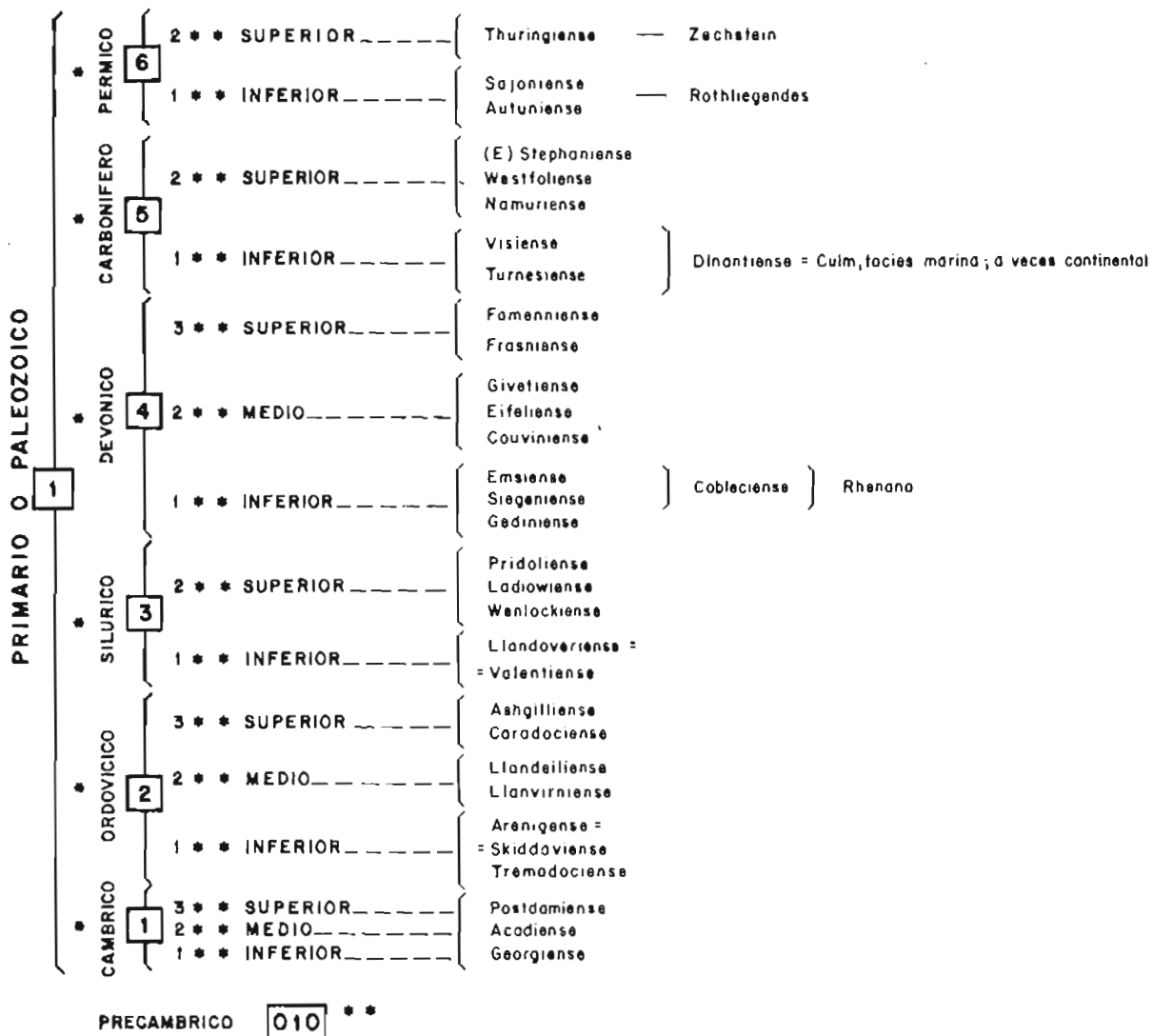
- RAMIREZ DEL POZO, J. y MELENDEZ HEVIA, F. (1972): "Nuevos datos sobre el Cretácico superior-Eoceno de la Serranía de Cuenca" Boletín Geológico y Minero, Volumen 83, nº5, pp. 443-456.
- RAMIREZ DEL POZO, J., PORTERO GRACIA, J.M., OLIVE DAVO, A. y MELENDEZ HEVIA, F. (1974): "El Cretácico de la Serranía de Cuenca y de la región Fuentes-Villar del Humo: Correlación y cambios de facies". I Reunión de campo sobre el Cretácico de la Serranía de Cuenca.
- SAENZ GARCIA, C. (1944): "Notas y datos de estratigrafía española: sobre la edad de la mancha paleozoica del Alto Cabriel (Cuenca)". Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural, Tomo 42, nº 7, pp. 489-490. Madrid.
- SANCHEZ DE LA TORRE, L., AGUEDA, J.A. y GOY, A. (1971): " El Jurásico en el sector central de la Cordillera Ibérica". Cuadernos de Geología Ibérica, Volumen 2, pp. 309-322. Madrid.

7. ANEJOS

7.1. ANEJO 1: SIMBOLOGIA UTILIZADA EN LAS COLUMNAS ESTRATIGRAFICAS.

COLUMNA ESTRATIGRAFICA





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

7.2. ANEJO 2: CRITERIOS UTILIZADOS EN LAS DESCRIPCIONES GEOTECNICAS.

INTRODUCCION

Con objeto de precisar, en lo posible, el contenido de las descripciones geotécnicas 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 semiripables 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 una 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 ($2-3 \text{ kg/cm}^2$) produce asientos tolerables en las obras de fábrica. En este caso, la estabilidad del material considerado como explanada del firme es suficiente en general, sin que sea necesaria la mejora del suelo.

c) Capacidad portante baja es la correspondiente a materiales de suelos desagregados en los que la aplicación de cargas moderadas produce asientos inadmisibles para las obras de fábrica con cimentación superficial. La ejecución de firmes en este tipo de materiales requerirá fuertes espesores estructurales, colocación de explanadas mejoradas, retirada de los suelos plásticos si son poco potentes o cimentación de las obras de fábrica en la formación subyacente.

ESTABILIDAD DE TALUDES

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

B: Bajos (0 a 5 m de altura).

M: Medios (5 a 20 m de altura).

A: Altos (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°).

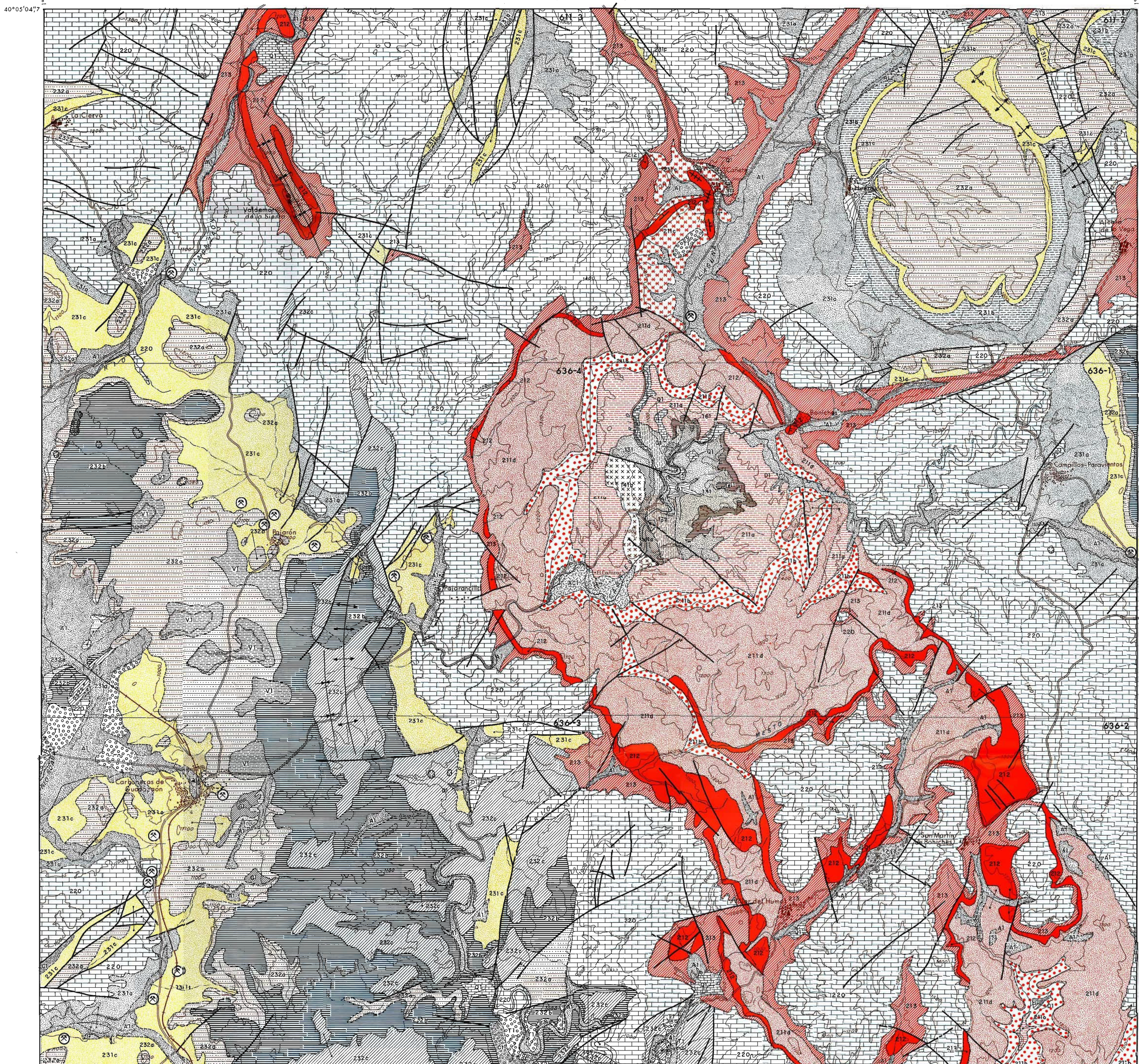
Se han considerado formaciones con problemas de estabilidad de taludes, aquellas en las que bien sea porque el ángulo de estabilidad natural del material es muy tendido, bien porque la formación está integrada por materiales de diferente comportamiento geotécnico, pueden producirse derrumbamientos, desprendimientos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

DRENAJE

El movimiento superficial y profundo 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.

PLANOS

MAPA LITOLÓGICO-ESTRUCTURAL
(ESCALA 1:50.000)



40°05'04.7 **1°31'10.2** **39°50'04.7** **1°31'10.2**

SIMBOLOGIA

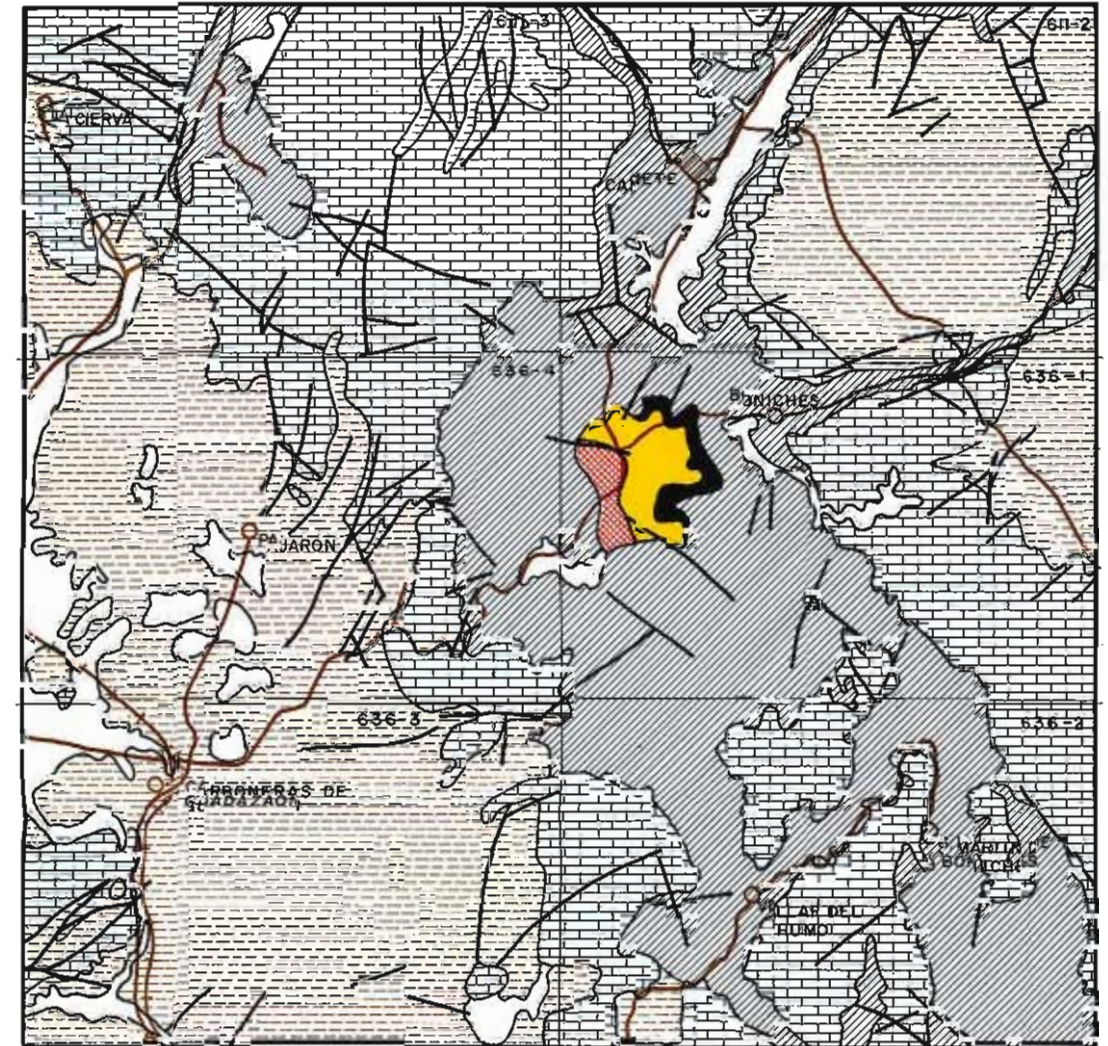
- Contacto litológico
- Falla
- Buzamiento de la estratificación de 0° a 30°, de 30° a 60°, de 60° a 90°
- Estructura anticlinal
- Estructura sinclinal
- Torca
- Carretera

ABREVIATURAS UTILIZADAS EN LA LEYENDA

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

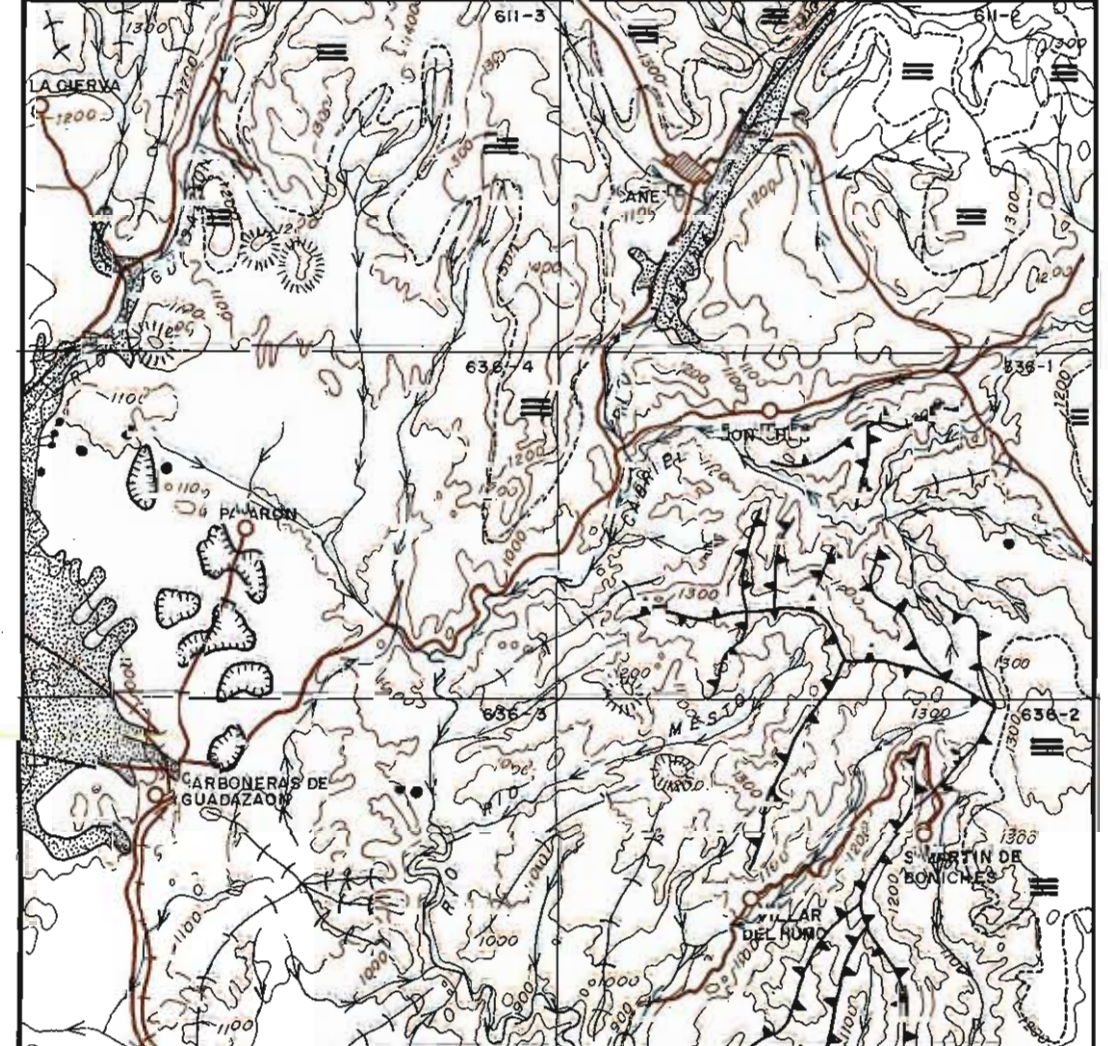
- LEYENDA**
- A1: Depósitos aluviales. Arenas y gravas. Las arenas son finas y medias, limosas, y de color claro. Las gravas son de caliza, cuarcita, y de otras rocas metamórficas. Localmente aparecen formaciones de travertinos. Estructuras subhorizontales y disposición irregular. Formaciones erosivas y fácilmente ripables. Permeabilidad alta. Capacidad portante media y baja. Localmente inundables y posibilidad de encontrar niveles freáticos altos. No han sido observados taludes de interés. (Cuaternario. P.a.: > 2 m).
 - T1: Depósitos de terraza. Gravas y arenas. Los cantos son calcáreos, y las arenas son de color marrón claro y abundantes. Disposición horizontal o subhorizontal. Formaciones erosivas, fácilmente ripables y con capacidad portante media. Presentan permeabilidad alta. No han sido observados taludes de interés. (Cuaternario. P.a.: 2 m a 4 m).
 - D1: Depósitos de conos de deyección. Gravas y arenas. Las gravas son calcáreas. Las arenas son de grano medio a grueso y algo limosas. Disposición subhorizontal y estratificación muy fina, con una inclinación próxima a los 10°. Formaciones fácilmente excavables, muy erosivas y de baja capacidad portante. Tienen permeabilidad media y un drenaje profundo moderado. La escorrentía superficial está facilitada por las pendientes topográficas. Taludes artificiales estables: B-45°. (Cuaternario. P.a.: > 6 m).
 - AC1: Depósitos mixtos, aluviales y coluviales. Arenas y cantos. Las arenas son de grano medio a grueso y tienen matriz limo-arcillosa. Los cantos son de areniscas, calizas y dolomías, subangulosos o redondeados. Disposición subhorizontal y estratificación irregular, lo que da a la formación un aspecto masivo. Formada con baja capacidad portante, ripable y erosiva. Tiene una permeabilidad alta a media, un drenaje profundo bueno, y es localmente inundable. Taludes naturales estables M-15°, y artificiales, con problemas de acaravamientos y caída de cantos: B-80°. (Cuaternario. P.a.: > 3 m).
 - G1: Depósitos de glacia. Cantos y arenas limo-arcillosas. Los cantos son de caliza y dolomía. La matriz es de arenas gruesas y medias, limo-arcillosas. Son fácilmente ripables y con capacidad portante media a baja. Permeabilidad media y drenaje profundo moderado. La escorrentía superficial es fácil. No han sido observados taludes de interés. (Cuaternario. P.a.: 2 m a 3 m).
 - C1: Depósitos coluviales. Cantos, bloques y arenas limo-arcillosas. Los cantos y bloques son de calizas, dolomías, cuarcitas y pizarras. La matriz es de arenas gruesas y medias, limo-arcillosas. Tienen una disposición de adaptación al relieve sobre el que se depositan. Aspecto masivo y cónico. Materiales fácilmente erosivos y ripables. Capacidad portante baja. Permeabilidad alta a media. Drenaje profundo moderado. Escorrentía fácil, aunque leve escape desahogado. Taludes artificiales estables: B-55°. (Cuaternario. P.a.: 0,5 m a 1 m).
 - V1: Formación eólica. Arcillas de descalcificación ("terra rossa"), arenas y rocas, con frecuentes cantos de caliza y dolomías, que han quedado sin descomponer. Estructura masiva y disposición horizontal o subhorizontal. Formación fácilmente excavable. Capacidad portante baja. Permeabilidad muy baja. Drenaje profundo muy deficiente. Escorrentía superficial dificultada en las áreas endorreicas (pojes). Son frecuentes los encharcamientos. En esta formación no existe ningún tipo de talud. (Cuaternario. P.a.: 0,5 m a 3 m).
 - Q1: Formaciones de travertinos. Calizas tobáceas, cavernosas y de aspecto vacuolar, y con un marcado carácter dendrítico, arenoso y limoso. Disposición horizontal con una estratificación fina formada por capas de 1 m de espesor, aproximadamente. Formación generalmente ripable y con capacidad portante de tipo medio. Permeabilidad alta y drenaje profundo adecuado. Escorrentía superficial dificultada por las escasas pendientes topográficas de las áreas en donde aparece la formación. Taludes naturales estables: B-60°. (Cuaternario. P.a.: 1 m a 10 m).
 - 232c: Brechas calcáreas y calcodolomíticas, con intercalaciones de calizas cristalinas, conchas y margas. Estructura de plegamiento, formada por sucesiones de sinclinales y anticlinales, con orientaciones generales de NO-SE y buzamientos no superiores a 20°. Estratificación obusa, por lo que las rocas tienen aspecto masivo. Además estas rocas se encuentran fracturadas por un drenaje discaído. Materiales de gran capacidad portante, en los desmontes será necesario el empleo de explosivos. Esta formación está afectada por procesos de disolución (karstificaciones). Permeabilidad condicionada por la karstificación. Escorrentía superficial fácil. Taludes artificiales estables: B-70° y M-60°. (Cretácico Superior. P.a.: 30 m).
 - 232b: Dolomías y margas. Las dolomías están parcialmente recristalizadas y son sacaroideas, y las margas son verdes y rosadas. La estructura del conjunto es de plegamiento y está formada por una sucesión de anticlinales y sinclinales, generalmente suaves. Las rocas se encuentran afectadas por un diaclásido de espesor muy variable, que forma el marco rocoso en bloques. La estratificación de los estratos está bien definida, y se realiza en capas de espesores moderados. Materiales rocosos de capacidad portante elevada, en los desmontes será necesario el empleo de explosivos. Rocas afectadas por fenómenos de disolución (karstificaciones). Permeabilidad condicionada por la karstificación. Drenaje superficial fácil. Taludes artificiales estables: B y M-70°. (Cretácico Superior. P.a.: Indeterminada).
 - 232a: Calizas y dolomías, con alguna intercalación arcillosa. Las arcillas son verdes y caracterizan la base de la formación. Las dolomías son grises, y las calizas son micritas bandeadas oodolitizadas. Estructura de plegamiento formada por una sucesión de anticlinales y sinclinales, de buzamientos suaves. Sin rocas estratificadas en lechos centimétricos y por capas de espesor moderado. Diaclásido ortogonal a la estratificación. Formación no ripable, no erosionable, y con capacidad portante alta. Permeabilidad condicionada por la karstificación. Drenaje superficial fácil. Taludes artificiales estables: M-70°. (Cretácico Superior. P.a.: 150 m a 160 m).
 - 231c: Arenas silíceas, de grano medio a grueso, de color blanco, con intercalaciones de arcillas, conglomerados y calcáreas. La matriz es coqueolosa. Estructura de plegamiento suave. Estratificación en capas de 0,3 m a 1,5 m de espesor, de geometría lenticular. Diaclásido ortogonal a la estratificación. Son frecuentes las laminaciones cruzadas y en surco. Materiales muy erosivos, totalmente ripables, y con capacidad portante de tipo medio. La permeabilidad es media a baja, y el drenaje profundo deficiente. El drenaje superficial es adecuado. Taludes artificiales estables: M-60°. (Cretácico Inferior. P.a.: 100 m).
 - 231b: Alternancia de areniscas y arcillas con limolitas. Las areniscas son de grano medio a grueso; las arcillas son rojas, y las limolitas grises. Estructura de plegamiento suave. Estratificación en capas de 0,3 m a 1,5 m de espesor. Diaclásido ortogonal a la estratificación. Los materiales de este grupo litológico tienen una capacidad portante elevada, y una rigibilidad marginal. Permeabilidad alta. Drenaje profundo deficiente. Escorrentía superficial buena. Taludes artificiales estables: B-70°. (Cretácico Inferior. P.a.: 50 m).
 - 231a: Calizas, limolitas y areniscas. Las calizas son micritas y microcristalinas; las limolitas son arcillosas, y las areniscas son silíceas. La estructura está formada por una sucesión de pliegues anticlinales y sinclinales, de buzamientos suaves. Estratificación en capas bien definidas de 0,3 m a 1 m de espesor. Diaclásido ortogonal a la estratificación. Formación no erosionable, y con capacidad portante alta. Permeabilidad condicionada por la karstificación. Drenaje superficial fácil. Escorrentía superficial buena. Taludes artificiales estables: B-60°. (Cretácico Inferior. P.a.: 60 m a 100 m).
 - 220: Carnolitas, dolomías, calizas y margas. Las carnolitas son oqueadas y rosadas. Las dolomías son tabeadas y grises. Las calizas son microcristalinas y de colores oscuros. Las margas son verdes y rosadas. La estructura está formada por una sucesión de pliegues anticlinales y sinclinales, de buzamientos superiores a 30°. Estratificación en lechos de espesor centimétrico y decimétrico, y en capas micritas. Diaclásido ortogonal a la estratificación. Rocas no erosionables, y con capacidad portante alta. Permeabilidad condicionada por la karstificación. Drenaje superficial fácil. Taludes artificiales estables: M-60°. (Jurásico. P.a.: 400 m).
 - 213: Arcillas margas, yesos, dolomías y areniscas. Las arcillas y las margas tienen cemento yesífero y colores abigarrados. Los yesos son masivos y vesiculados. Las dolomías y las areniscas son arcillosas y aparecen como intercalaciones. Materiales fuertemente replegados, fuertemente laminados, y con procesos diápticos. Las arcillas y yesos tienen aspecto masivo, más que las areniscas, que bien estratificadas en capas de 0,3 m a 1,3 m de espesor. Conjunto muy plástico, ripable, erosionable. Agresivo con los hormigones normales. Los yesos están afectados por disolución (karstificación). La permeabilidad es muy baja y el drenaje profundo es malo. La escorrentía superficial es muy deficiente. La escorrentía superficial es muy buena. Taludes artificiales estables: B-40°. (Triásico superior. P.a.: 250 m).
 - 212: Dolomías, arcillas y calizas. Las dolomías son tabeadas y de color gris oscuro; las arcillas son vesiculadas; y las calizas son algo arenosas y brechudas. Las rocas de este grupo litológico tienen una capacidad portante elevada, y una rigibilidad marginal. Permeabilidad alta. Las arcillas son fácilmente excavables, y su capacidad portante es baja. La permeabilidad del conjunto es baja, y el drenaje profundo deficiente. La escorrentía superficial es muy buena. (Triásico Medio. P.a.: 175 m).
 - 211d: Areniscas y microconglomerados. Las areniscas son silíceas, y de grano medio a grueso. Los microconglomerados son también silíceos y se presentan en intercalaciones. Estructura de plegamiento formada por una sucesión de anticlinales y de sinclinales, de buzamientos suaves. Estratificación en capas bien definidas de 0,1 m a 0,8 m de espesor. Diaclásido de gran espaciado y perpendicular a la estratificación. Formación con alteración y erosión diferencial, y con capacidad portante alta. En sus desmontes será necesario el empleo de explosivos. La permeabilidad, por fisuración, es baja. El drenaje profundo deficiente, y el superficial muy bueno. Taludes artificiales estables: M-55°. (Triásico inferior. P.a.: Indeterminada).
 - 211c: Areniscas con intercalaciones de dolomías y arcillas. Forma el núcleo de una estructura anticlinal de dirección NNE-SO. Estratificación en lechos centimétricos o con aspecto masivo. Materiales ripables, afectados por una erosión diferencial. La capacidad portante es baja. La permeabilidad es muy baja y el drenaje profundo deficiente. La escorrentía superficial es deficiente en las zonas bajas donde se producen encharcamientos. No existen taludes en esta formación (Triásico inferior. P.a.: 130 m a 140 m).
 - 211b: Areniscas, lutitas y conglomerados. Las areniscas son medias a gruesas, y micáceas. Las lutitas son pilosas y rojas. Los conglomerados son cuarcíticos y tienen cemento silíceo. El conjunto se encuentra formado parte de una gran estructura anticlinal, cuyos flancos tienen buzamientos que no superan los 30°. Estratificación definida por lechos centimétricos y por capas de 0,3 m a 1,3 m de espesor. Diaclásido de espesor medio y perpendicular a la estratificación. Rocas no ripables, de capacidad portante elevada, y con erosiones diferenciales. Permeabilidad de tipo medio, y drenaje profundo moderado. Pueden aparecer niveles freáticos colgados. La escorrentía superficial es buena. Taludes artificiales estables: M-65°. (Triásico inferior. P.a.: 200 m).
 - 211a: Conglomerados silíceos. Se caracterizan porque tienen marcas de presión y sus superficies están talladas por una patina ferruginosa, rojiza. Forma parte de una gran estructura anticlinal, de buzamientos suaves. Estos conglomerados tienen aspecto masivo y carecen de ordenamiento interno. Materiales de capacidad portante elevada, y en sus desmontes será necesario el empleo de explosivos. La permeabilidad es baja, y el drenaje profundo deficiente. La escorrentía superficial es buena. Taludes artificiales estables: M-70°. (Triásico inferior. P.a.: 125 m).
 - 161: Brechas de cantos pilosos y cuarcíticos, escasamente cementadas, y de color rojo oscuro. Los cantos de pizarra son ligeros, y los de cuarcita angulosos, se apoyan en discordancia sobre los materiales calcáreos y arenosos. Bajo a los cuarcíticos, triásicos. El ordenamiento de los materiales es rulo y aparecen con aspecto masivo. Formación ripable, erosiva. Su capacidad portante es alta. La permeabilidad es baja y el drenaje profundo es deficiente. Escorrentía superficial es mala. No existen taludes artificiales en esta formación. (Pérmico. P.a.: 20 m).
 - 141b: Cuarcitas y pizarras, con niveles carbonatados. Las cuarcitas son microcristalinas; las pizarras son arcillosas y arenosas; y las intercalaciones carbonatadas son dolomías grises y recristalizadas. Esta serie aparece formando parte de una estructura sinclinal, de orientación aproximada N-S, y buzamiento de 20° y 45°, en sentidos Este y Oeste, respectivamente. Estratificación en capas bien definidas, de espesores moderados. Rocas afectadas por un densa diaclásido. Esta formación no es ripable, y su capacidad portante es alta. Permeabilidad baja, por fisuración, y drenaje profundo deficiente. Escorrentía superficial fácil. Taludes artificiales estables: M-60°. (Devónico inferior. P.a.: 225 m).
 - 141a: Cuarcitas rojas y grises, con intercalaciones de limolitas amarillentas y rosadas. Dirección N-S y buzamiento de 45° en sentido Oeste. Estratificación formada por capas bien definidas de 0,1 m a 2 m de espesor. Rocas afectadas por un densa diaclásido. Esta formación es ripable y su capacidad portante es alta. La permeabilidad es baja, y el drenaje profundo deficiente. La escorrentía superficial es fácil. Taludes artificiales estables: B-75°. (Devónico inferior. P.a.: 50 m).
 - 132: Pizarras con intercalaciones de cuarcitas. Las pizarras son arcillosas y arenosas, y de colores oscuros. Las cuarcitas son rojas y verdosas. El conjunto forma una estructura monoclinal, de dirección N-S, y buzamientos comprendidos entre 30° y 45°, en sentido Oeste. Estratificación en capas bien definidas, de 0,2 m a 1 m de espesor. Diaclásido ortogonal a la estratificación. Esta formación es ripable y su capacidad portante es alta. Permeabilidad baja, por fisuración, y drenaje profundo deficiente. Escorrentía superficial fácil. Taludes artificiales estables: M-70°. (Silúrico superior. P.a.: 175 m).
 - 131: Pizarras con estratos de cuarcita. Las pizarras son limolíticas y de colores oscuros. Las cuarcitas son rojas y grises. El conjunto forma una estructura monoclinal, de dirección N-S, y buzamientos comprendidos entre 30° y 80°, en sentido Oeste. Estratificación en capas bien definidas, de espesores moderados. Rocas de capacidad portante elevada, y para sus desmontes será necesario el empleo de explosivos. Permeabilidad baja, por fisuración, y drenaje profundo deficiente. Escorrentía superficial fácil. Taludes artificiales semestables, por caídas de cuñas: B-35°. (Silúrico inferior. P.a.: 150 m).

ESQUEMA GEOLOGICO
E: 1:200.000



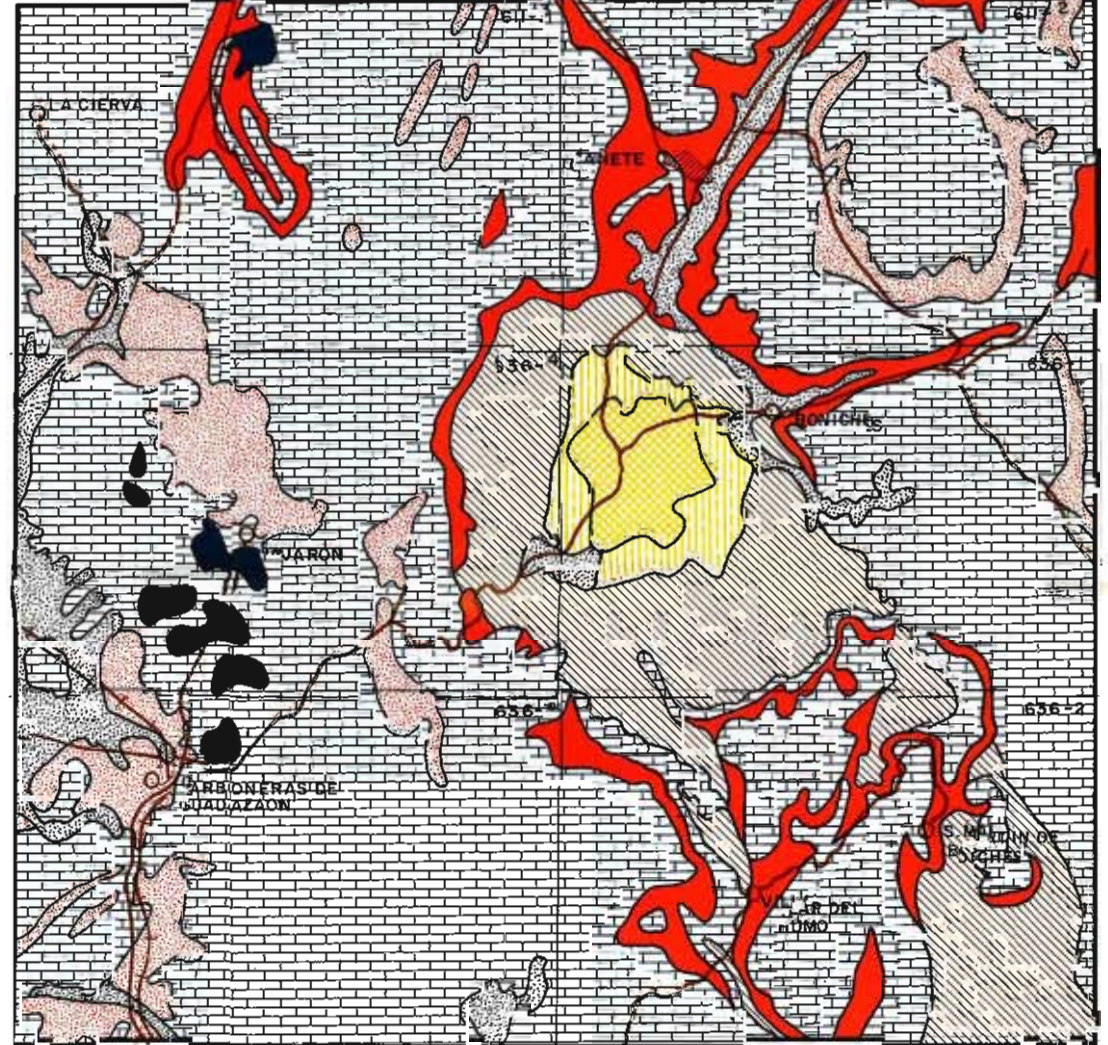
- LEYENDA**
- Núcleos de población
 - Carretera
 - Ferrocarril
 - Falla
 - CUATERNARIO
 - CRETACICO
 - JURASICO
 - TRIASICO
 - PERMICO
 - DEVONICO
 - SILURICO

ESQUEMA GEOMORFOLOGICO
E: 1:200.000



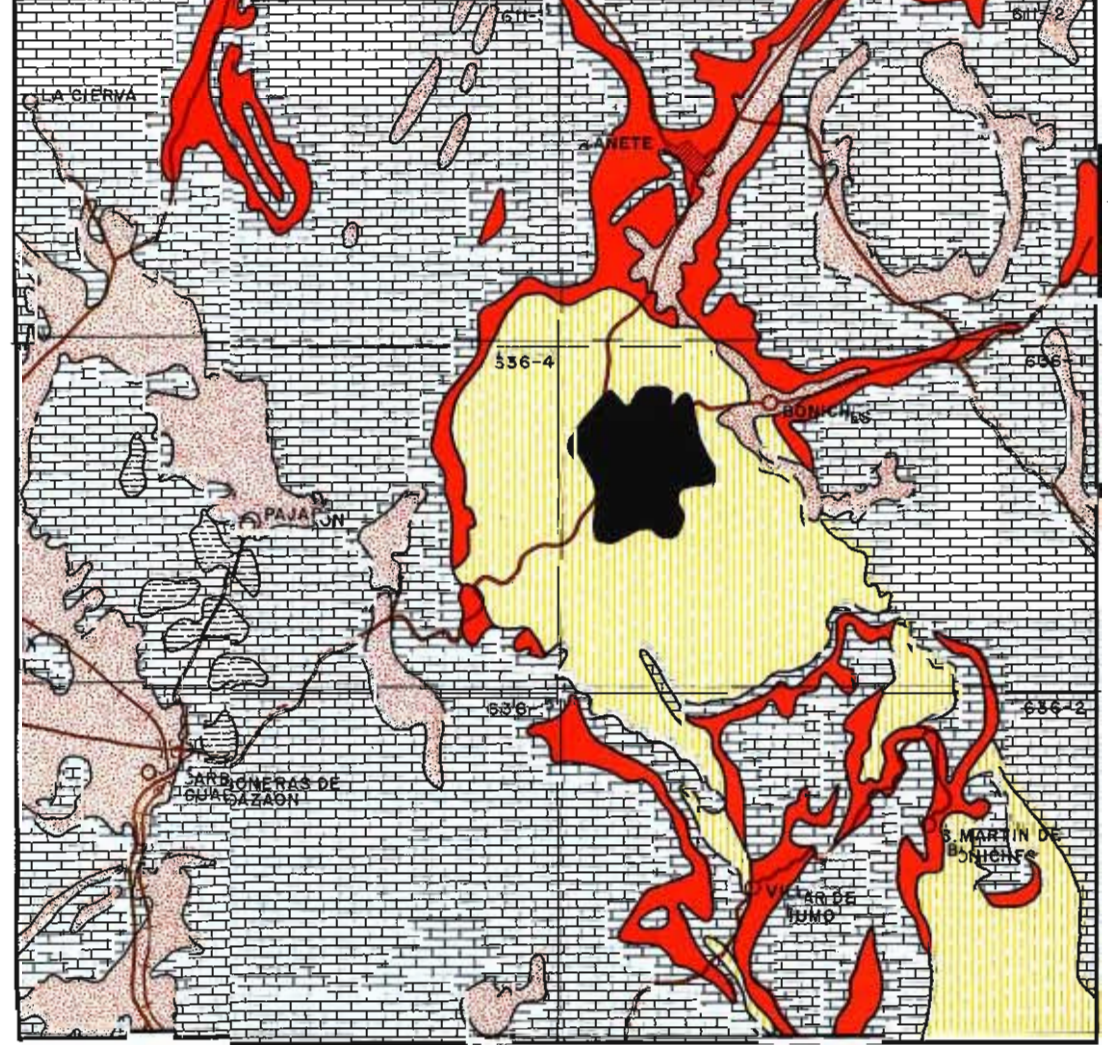
- LEYENDA**
- Núcleos de población
 - Carretera
 - Ferrocarril
 - Curva de nivel
 - Rio con valle de fondo plano
 - Rio con valle en forma de "u"
 - Interfluvio agudo
 - Interfluvio redondeado
 - Cubeta endorreica (poje)
 - Torca
 - Cerro redondeado
 - Area llana y depmida
 - Plataforma horizontal

ESQUEMA GEOTECNICO
E: 1:200.000



- LEYENDA**
- Núcleos de población
 - Carretera
 - Ferrocarril
 - Depósitos de cuarcitas ricas, carbonatadas de origen continental, y de otros. Matrices generalmente ripables, de capacidad portante media a alta, y erosionables. Pueden tener procesos de drenaje superficial y freático encharcamiento. No muestran rasgos de karstificación.
 - Sueldos cuarcíticos, controlados por materiales de origen continental, de capacidad portante media a alta, y erosionables. Pueden tener procesos de drenaje superficial y freático encharcamiento. No muestran rasgos de karstificación.
 - Formaciones calcáreas tobáceas, controladas por arenas con intercalaciones de areniscas. Materiales muy erosivos, fácilmente ripables, con capacidad portante media. Tienen permeabilidad media y alta, y no son propensos a encharcamientos. No muestran rasgos de karstificación.
 - Formaciones areniscas carbonatadas, controladas fuertemente por calizas y dolomías, con fracturas de calizas, margas y arcillas. Son ricas en yesos, y erosionables y con capacidad portante alta. Su estructura presenta un grado de karstificación moderado.
 - Formaciones arcillosas y margas vesiculadas, controladas por arenas vesiculadas, margas verdes y rosas, con intercalaciones de yesos y arcillas. Materiales muy plásticos, de estado masivo, afectados por fracturas y por procesos de karstificación. Muestran rasgos de karstificación.
 - Formaciones de limolitas micritas, controladas fuertemente por areniscas, con fracturas locales de conglomerados. Materiales generalmente no ripables, de capacidad portante alta, y con capacidad portante alta. No muestran rasgos de karstificación.
 - Formaciones de calizas micritas, controladas por arenas y cuarcitas. Materiales arenosos y limosos, de capacidad portante media, y con capacidad portante alta. La permeabilidad es media y alta, y no son propensos a encharcamientos. No muestran rasgos de karstificación.
 - Formaciones de dolomías grises y rosadas, controladas por conglomerados. Materiales erosionables, no ripables, poco erosivos, y con capacidad portante alta. No muestran rasgos de karstificación.
 - Formaciones de areniscas silíceas, controladas por arenas graníticas y cuarcitas. Materiales arenosos y limosos, de capacidad portante media a alta, y erosionables. Pueden tener procesos de drenaje superficial y freático encharcamiento. No muestran rasgos de karstificación.

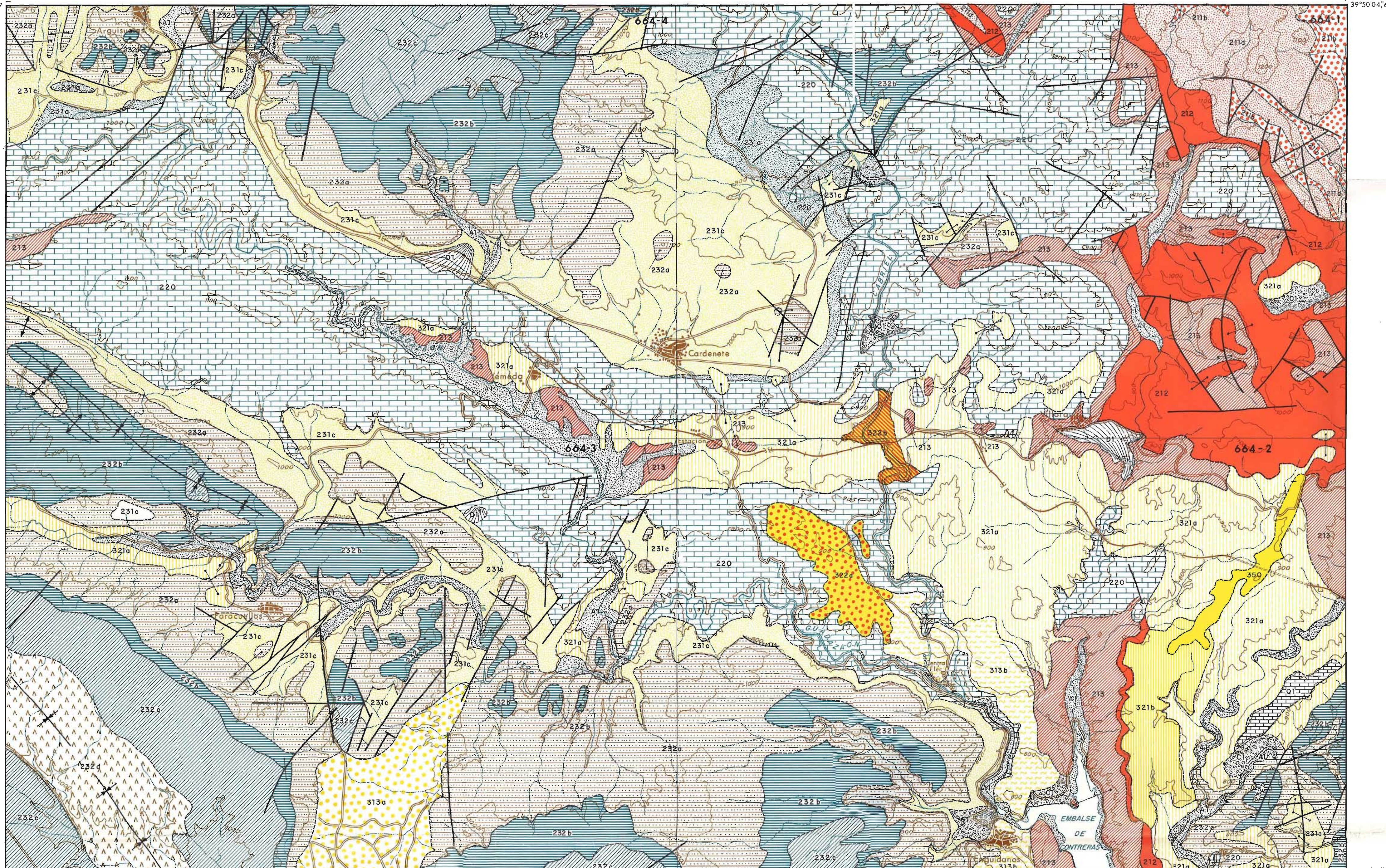
ESQUEMA DE SUELOS Y FORMACIONES DE PEQUEÑO ESPESOR
E: 1:200.000



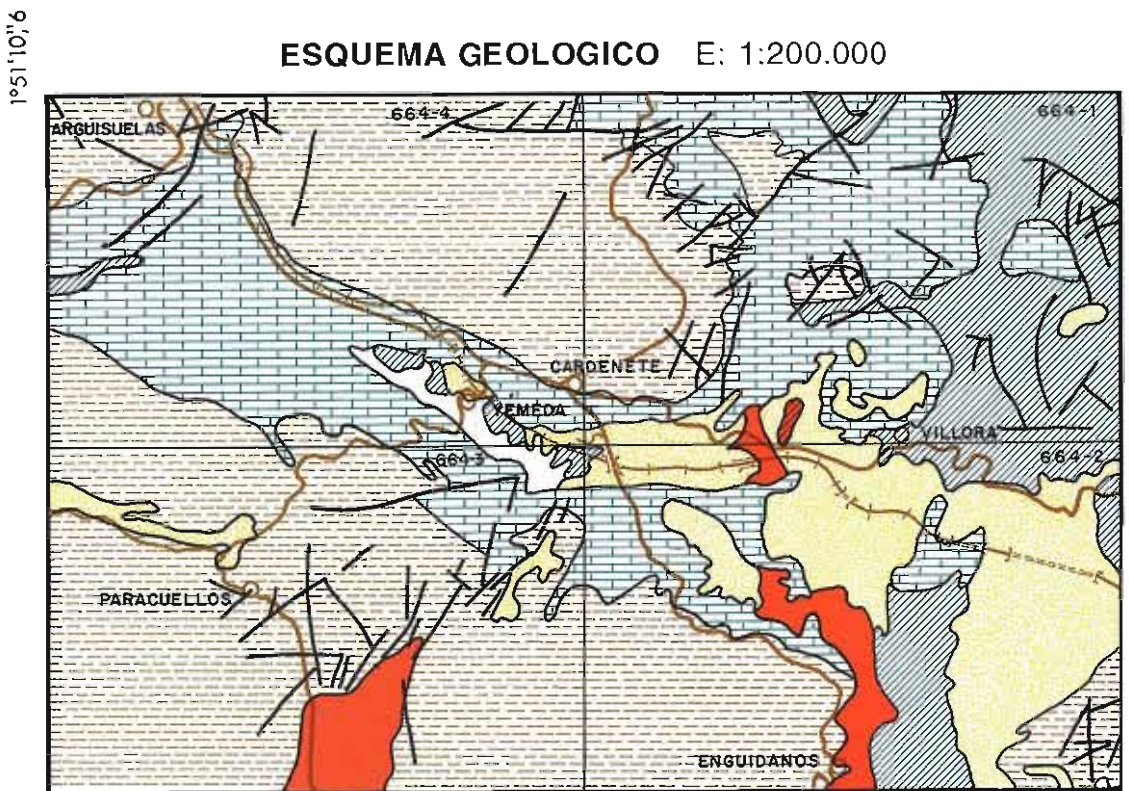
- LEYENDA**
- Núcleos de población
 - Carretera
 - Ferrocarril
 - Sueldos de cuarcitas ricas, carbonatadas de origen continental, y de otros. Matrices generalmente ripables, de capacidad portante media a alta, y erosionables. Pueden tener procesos de drenaje superficial y freático encharcamiento. No muestran rasgos de karstificación.
 - Sueldos formados por la disolución de areniscas y margas vesiculosas. Son materiales plásticos, agresivos, impermeables y erosionables, y con capacidad portante alta.
 - Sueldos formados por la disolución de areniscas y margas vesiculosas. Son materiales plásticos, agresivos, impermeables y erosionables, y con capacidad portante alta.
 - Formaciones calcáreas tobáceas, controladas fuertemente por calizas y dolomías, con fracturas de calizas, margas y arcillas. Son ricas en yesos, y erosionables y con capacidad portante alta. Su estructura presenta un grado de karstificación moderado.
 - Sueldos de limolitas micritas, controladas fuertemente por areniscas, con fracturas locales de conglomerados. Materiales generalmente no ripables, de capacidad portante alta, y con capacidad portante alta. No muestran rasgos de karstificación.
 - Sueldos de calizas micritas, controladas por arenas y cuarcitas. Materiales arenosos y limosos, de capacidad portante media, y con capacidad portante alta. La permeabilidad es media y alta, y no son propensos a encharcamientos. No muestran rasgos de karstificación.
 - Sueldos de dolomías grises y rosadas, controladas por conglomerados. Materiales erosionables, no ripables, poco erosivos, y con capacidad portante alta. No muestran rasgos de karstificación.
 - Sueldos de areniscas silíceas, controladas por arenas graníticas y cuarcitas. Materiales arenosos y limosos, de capacidad portante media a alta, y erosionables. Pueden tener procesos de drenaje superficial y freático encharcamiento. No muestran rasgos de karstificación.

MAPA LITOLOGICO-ESTRUCTURAL

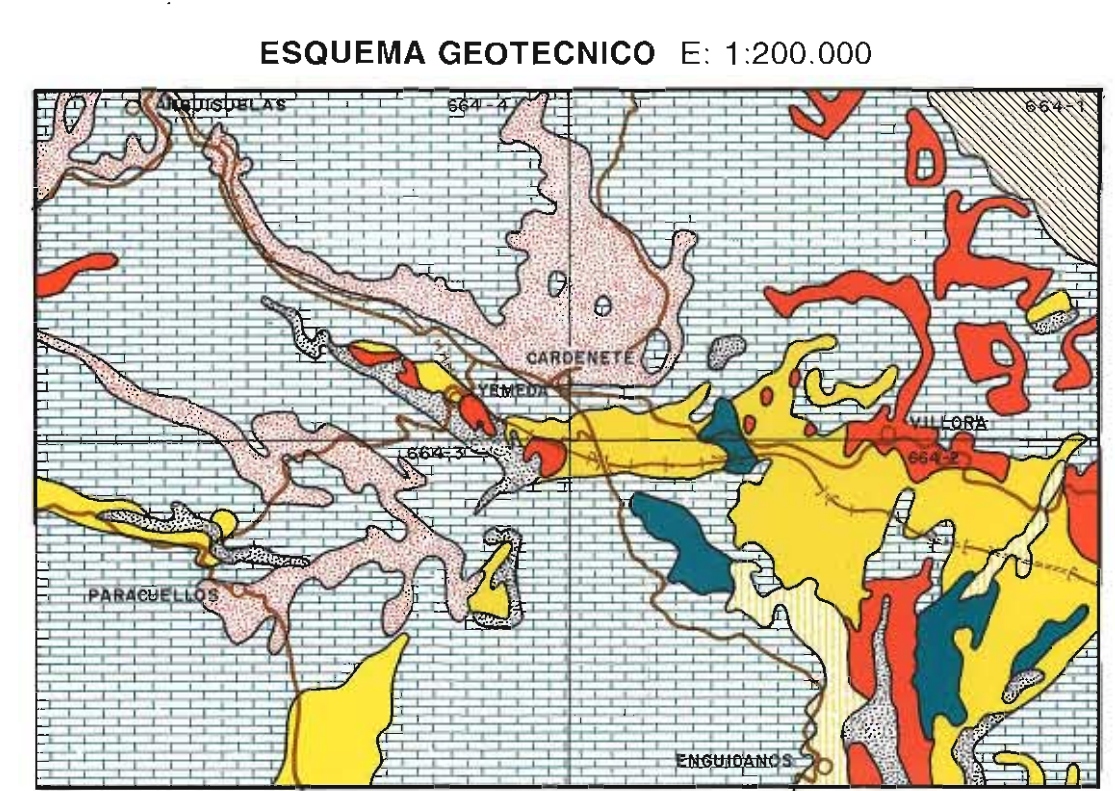
(ESCALA 1:50.000)



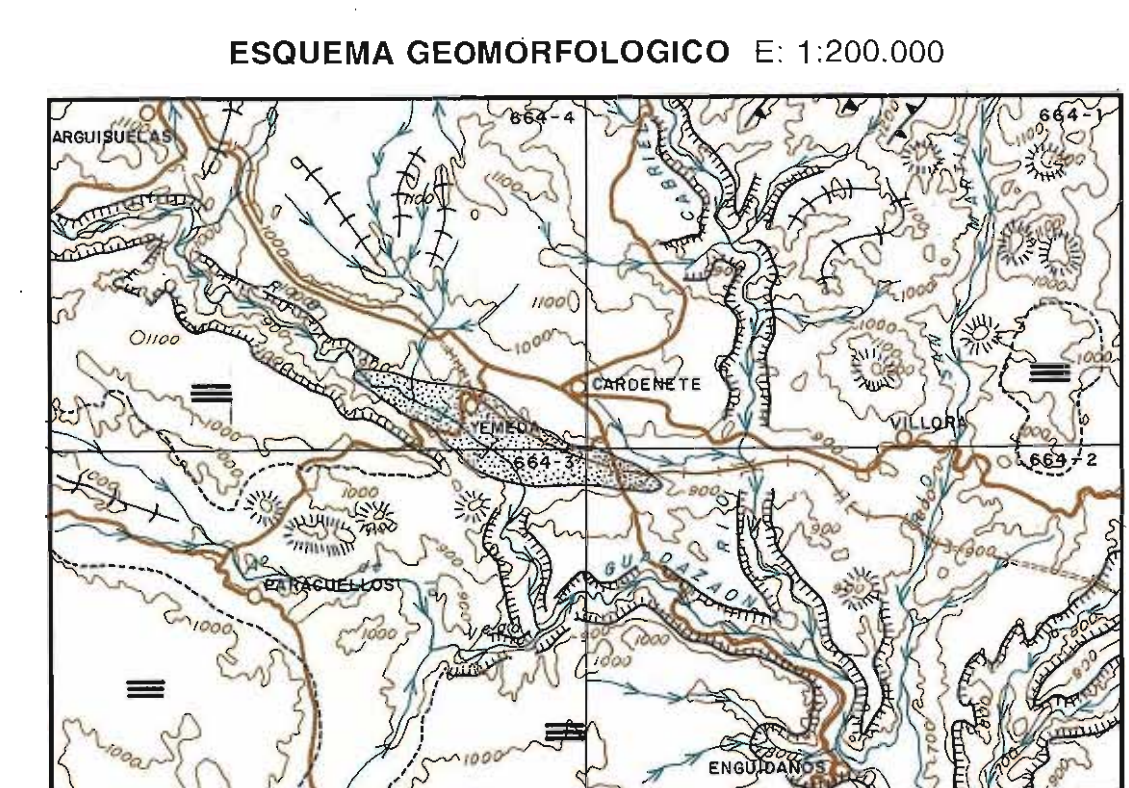
- ### LEYENDA
- A1 Depósitos aluviales. Arenas y gravas. Las arenas son finas y medias, limosas, y de color claro. Las gravas son de caliza, cuarcita, y de otras rocas metamórficas. Localmente aparecen formaciones de travertinos. Estructura subhorizontal y disposición lenticular. Formaciones erosionables y fácilmente ripables. Permeabilidad alta. Capacidad portante media y baja. Localmente inundables y posibilidad de encontrar niveles freáticos altos. No han sido observados taludes de interés. (Cuaternario. P.a.: > 2 m).
 - D1 Depósitos de conos de deyección. Gravas y arenas. Las gravas son calcáreas. Las arenas son de grano medio a grueso y algo limosas. Depósito subhorizontal y estratificación muy difusa, con una inclinación próxima a los 10°. Formaciones fácilmente excavables, muy erosionables y de baja capacidad portante. Tienen permeabilidad media y un drenaje profundo adecuado. Escorrentía superficial facilitada por las pendientes topográficas. Taludes artificiales estables: B-45° (Cuaternario. P.a.: > 6 m).
 - C1 Depósitos coluviales. Cantos, bloques y arenas limo-arcillosas. Los cantos y bloques son de calizas, dolomías, cuarcitas y pizarras. La matriz es limo-arenosa, con un cierto contenido arcilloso. Tienen una disposición de adaptación al relieve sobre el que se depositan. Aspecto masivo y caótico. Materiales fácilmente erosionables y ripables. Capacidad portante baja. Permeabilidad alta a media. Drenaje profundo bueno. Escorrentía fácil, aunque tiene escaso desarrollo. Taludes artificiales estables: B-35° (Cuaternario. P.a.: 0,5 m a 5 m).
 - Q1 Formaciones de travertinos. Calizas tobáceas, cavernosas y de aspecto vacuolar, y con un marcado carácter detritico, arenoso y limoso. Disposición horizontal con una estratificación difusa formada por capas de 1 m de espesor, aproximadamente. Formación generalmente ripable y con capacidad portante de tipo medio. Permeabilidad alta y drenaje profundo adecuado. Escorrentía superficial dificultada por las escasas pendientes topográficas de las áreas en donde aparece la formación. Taludes naturales semiestables, por desprendimientos de bloques: B-85° (Cuaternario. P.a.: 1 m a 10 m).
 - 350 Depósitos de raña. Bloques, bolos y cantos, y arenas microconglomeráticas. Los cantos son de calizas, dolomías, areniscas rojas y cuarcitas, y la matriz son arenas microconglomeráticas. La estructura es subhorizontal y los materiales tienen un aspecto masivo, al carecer de ordenamiento interno. Es una formación poco erosionable y difícilmente excavable. Capacidad portante alta y permeabilidad media-baja. Drenaje profundo moderado. El drenaje superficial es difícil. Taludes artificiales estables: B-45-50° (Plio-Cuaternario. P.a.: 10 m-15 m).
 - 322b Arenas, limos y travertinos. Las arenas son de grano medio a fino. Los limos son arenosos y blanquecinos. Localmente se intercalan niveles de travertinos. Formación con estructura horizontal, y estratificada en capas bien delimitadas de 0,15 m a 1 m de espesor. Materiales erosionables, ripables, y con capacidad portante de grado medio. Permeabilidad variable, y drenaje profundo de fácil a moderado. La escorrentía superficial no plantea problemas de encharcamientos. Taludes artificiales semiestables por erosión y alteración de sus superficies: B y M-75° (Plioceno. P.a.: 70 m a 80 m).
 - 322a Areniscas, limos y travertinos. Las areniscas son silíceas y calcáreas, los limos son blanquecinos y muy carbonatados y los travertinos están formados por calizas tobáceas, oquerosas y muy detriticas. Formación con estructura horizontal y bien estratificada en capas de 0,3 m a 1,5 m de espesor. Materiales con capacidad portante media a alta. Ripabilidad marginal. Permeabilidad de tipo medio y drenaje profundo moderado. Escorrentía superficial fácil. Taludes artificiales estables: B-60°-70° (Plioceno. P.a.: 70 m).
 - 321b Calizas y arcillas carbonatadas. Las calizas son microcristalinas y micricas, muy oquerosas, que pasan lateral y verticalmente a arcillas carbonatadas, preconsolidadas. Estructura subhorizontal y estratificación en capas de 0,2 m a 0,5 m de espesor. Las calizas no son ni ripables ni erosionables y cuentan con una capacidad portante alta. Las arcillas carbonatadas tienen capacidad portante media-baja, son fácilmente excavables y erosionables. Permeabilidad del conjunto baja. Drenaje profundo difícil. La escorrentía superficial es fácil en las zonas de ladera, pero difícil en las plataformas llanas. No han sido observados taludes de interés. (Mioceno. P.a.: 50 m).
 - 321a Arcillas y conglomerados. Las arcillas son muy puras. Ocasionalmente son arenosas y toman el aspecto de areniscas. Los conglomerados son de caliza y dolomía, y muy heterométricos. Estructura de plegamiento suave, con buzamientos comprendidos entre 10° y 35°. Las arcillas se encuentran bien estratificadas en capas métricas y están cortadas por lentones de conglomerados. Materiales erosionables, alterables, y totalmente ripables. Las arcillas son plásticas. La capacidad portante, es en general baja. Permeabilidad variable, y drenaje profundo de fácil a moderado. La escorrentía superficial es alta y en las arcillas es muy baja. El drenaje profundo se desarrolla a través de los lentones de conglomerados, que actúan a modo de drenes naturales. Taludes artificiales semiestables por erosión de los conglomerados y hidratación de las arcillas: B-60°-65° (Mioceno. P.a.: 15 m a 120 m).
 - 313b Conglomerados de cantos calcáreos y dolomíticos, redondeados a angulosos. Matriz limo-arenosa de color blanquecino. Cemento carbonatado. La estructura de plegamiento suave, se presenta con unos buzamientos de 10° a 20°, y los materiales aparecen con una estratificación bien definida. Su ripabilidad es marginal, con capacidad portante alta y erosionabilidad baja, aunque existen erosiones diferenciales. Su permeabilidad es de tipo medio y el drenaje profundo es moderado. Escorrentía superficial buena. Taludes artificiales estables: B-80° (Oligoceno. P.a.: 40 m a 45 m).
 - 313a Arcillas, areniscas, y conglomerados. Las arcillas son arenosas y de color rojizo; las areniscas son de grano fino y algo arcillosas; y los conglomerados son sobre todo calcáreos y cuarcíticos. La estructura es de suave plegamiento, con buzamientos visibles de 10°, pero probables de 20° a 25°. El ordenamiento interno es de juxtaposición de cuerpos lenticulares de detritas granulómetricas. Formación ripable en general. La capacidad portante es baja, en los niveles arcillosos, y alta en los de conglomerados y areniscas. La permeabilidad del conjunto es de tipo medio. El drenaje profundo es moderado. Pueden aparecer niveles freáticos colgados. Taludes artificiales estables: B y M-45° (Oligoceno. P.a.: 35 m a 50 m).
 - 232d Calizas margosas, margocalizas, y brechas. Recubrimiento arcilloso formado por "terra-rossa", de 1 m o 1,5 m de espesor. El conjunto aparece formando el núcleo de una estructura sinclinal, de orientación NO-SE y buzamientos de 10° a 15°. Su capacidad portante es elevada. Materiales no ripables. Permeabilidad escasa. Su drenaje profundo es difícil. El drenaje superficial es deficiente por las escasas pendientes topográficas. Es previsible la aparición de encharcamientos. No existen taludes que indiquen sus condiciones de estabilidad. (Cretácico Superior. P.a.: 25 m).
 - 232c Brechas calcáreas y calcodolomíticas, con intercalaciones de calizas cristalinas, camolias y margas. Estructura de plegamiento, formada por sucesiones de sinclinales y anticlinales, con orientaciones generales de NO-SE y buzamientos no superiores a 25°. Estratificación difusa, por lo que las rocas tienen aspecto masivo. Además estas rocas se encuentran fracturadas por un denso diaclasado. Materiales de gran capacidad portante, en los desmontes será necesario el empleo de explosivos. Esta formación está afectada por procesos de disolución (karstificación). Escorrentía superficial condicionada por la karstificación. Taludes artificiales estables: B-70° y M-60° (Cretácico Superior. P.a.: 50 m).
 - 232b Dolomías y margas. Las dolomías están parcialmente recristalizadas y son sacaroides, y las margas son grises y rosadas. La estructura del conjunto es de plegamiento y está formada por una sucesión de plegamientos recristalizados y sinclinales, generalmente suaves. Las rocas se encuentran afectadas por un diaclasado de espaciado muy variable, que jalna el macizo rocoso en bloques. La estratificación de los estratos está bien definida, y se realiza en capas de espesores centimétricos y métricos. Esta formación es difícil de estratificar. Materiales no ripables, y con capacidad portante alta. Permeabilidad baja y drenaje profundo difícil. Escorrentía superficial buena. Taludes artificiales estables: B-70° y M-70°-75° (Cretácico Superior. P.a.: Indeterminada).
 - 232a Calizas y dolomías, con alguna intercalación arcillosa. Las arcillas son verdes y caracterizan la base de la formación. Las dolomías son grises, y las calizas son micricas tendientes a dolomitizadas. Estructura de plegamiento formada por una sucesión de anticlinales y sinclinales, de buzamientos suaves. Son rocas estratificadas en lechos centimétricos y decimétricos, y en capas métricas. Diaclasado ortogonal a la estratificación. Formación no ripable, ni erosionable, y con capacidad portante alta. Permeabilidad condicionada por la karstificación. Drenaje superficial fácil. Taludes artificiales estables: M-70° (Cretácico Superior. P.a.: 150 m a 160 m).
 - 231c Arenas silíceas, de grano medio a grueso, de color blanco, con intercalaciones de arcillas, conglomerados y calcáreas. La matriz es calcifera. Estructura de plegamiento suave, formada por sucesiones de plegamientos anticlinales y sinclinales. Estratificación difusa, definida por cambios de granulometría. Son frecuentes las laminaciones cruzadas y en surco. Materiales muy erosionables, totalmente ripables, y con capacidad portante de tipo medio. La permeabilidad es media a baja, y el drenaje profundo deficiente. El drenaje superficial es adecuado. Taludes artificiales estables: M-60° (Cretácico inferior. P.a.: 100 m).
 - 231a Calizas, limolitas y areniscas. Las calizas son micricas y microcristalinas; las limolitas son arcillosas; y las areniscas son silíceas. La estructura está formada por una sucesión de plegamientos anticlinales y sinclinales, de buzamientos suaves. Estratificación en capas bien delimitadas de 0,3 m a 1 m de espesor. Diaclasado ortogonal a la estratificación. Materiales no ripables, y con capacidad portante alta. Permeabilidad baja y drenaje profundo difícil. Escorrentía superficial buena. Taludes artificiales estables: B-60° (Cretácico inferior. P.a.: 80 m a 100 m).
 - 220 Camolias, dolomías, calizas y margas. Las camolias son oquerosas y rosadas. Las dolomías son tabeadas y grises. Las calizas son microcristalinas y beige. Las margas son grises y amarillentas. La estructura regional está formada por una sucesión de plegamientos anticlinales y sinclinales de buzamientos no superiores a 35°. Estratificación en lechos de espesor centimétrico y decimétrico, y en capas métricas. Diaclasado ortogonal a la estratificación. Rocas no ripables, ni erosionables, y con capacidad portante alta. Son alterables por disolución (karstificación). Permeabilidad condicionada por la red karstica. Drenaje superficial fácil. Taludes artificiales de alturas medias: M-60° (Jurásico. P.a.: 400 m).
 - 213 Arcillas, margas, yesos, dolomías y areniscas. Las arcillas y las margas tienen cemento yesífero y colores abigarrados. Los yesos son masivos y vesiculeros. Las dolomías y las areniscas son arcillosas y aparecen como intercalaciones. Materiales fuertemente pegados, frecuentemente laminados, y por procesos diaclásicos. Las arcillas y yesos tienen aspecto masivo, mientras que las areniscas aparecen bien estratificadas en capas de 0,3 m a 1,3 m de espesor. Conjunto muy plástico, ripable, erosionable, agresivo con los hornos normales. Los yesos están afectados por disolución (karstificación). La permeabilidad es muy baja y el drenaje profundo es nulo. La escorrentía superficial presenta problemas de encharcamientos en las zonas más deprimidas y llanas. Taludes artificiales estables: B-40° (Triásico superior. P.a.: 250 m).
 - 212 Dolomías, arcillas y calizas. Las dolomías son tabeadas y de color gris oscuro; las arcillas son vesiculeros; y las calizas son algo arenosas y brechoides. Estas rocas aparecen estructuradas en forma de crestones, de largos recorridos y de poco espesor, producidos por los fuertes buzamientos que tienen los flancos de los plegamientos. Estratificación bien definida por capas de espesor centimétrico y decimétrico. Diaclasado perpendicular a los planos de estratificación. Los materiales resacas a la formación no son ripables. Tienen capacidad portante alta. Las arcillas son fácilmente excavables, y su capacidad portante es baja. La permeabilidad del conjunto es baja, y el drenaje profundo difícil. La escorrentía superficial es muy buena. (Triásico Medio. P.a.: 175 m).
 - 211d Areniscas y microconglomerados. Las areniscas son silíceas, y de grano medio a grueso. Los microconglomerados son también silíceos y se presentan en intercalaciones. Estructura de plegamiento formada por una sucesión de anticlinales y sinclinales, de buzamientos suaves. Estratificación en capas bien delimitadas de 0,1 m a 0,6 m de espesor. Diaclasado de gran espaciado y perpendicular a la estratificación. Formación con alteración y erosión difensiva, y con capacidad portante alta. En sus desmontes será necesario el empleo de explosivos. La permeabilidad, por fisuración, es baja. El drenaje profundo deficiente, y el superficial muy bueno. Taludes artificiales estables: M-75° (Triásico inferior. P.a.: Indeterminada).
 - 211b Areniscas, lutitas y conglomerados. Las areniscas son medias a gruesas, y micáceas. Las lutitas son grises y rojas. Los conglomerados son cuarcíticos y tienen cemento silíceo. El conjunto se encuentra formando parte de una gran estructura anticlinal, cuyos flancos tienen buzamientos que no superan los 30°. Estratificación definida por lechos centimétricos y por capas de 0,3 m a 1,5 m de espesor. Diaclasado de espaciado medio y perpendicular a la estratificación. Rocas no ripables, de capacidad portante elevada, y con erosiones diferenciales. Permeabilidad de tipo medio, y drenaje profundo moderado. Pueden aparecer niveles freáticos colgados. La escorrentía superficial es buena. Taludes artificiales estables: M-65° (Triásico inferior. P.a.: 200 m).



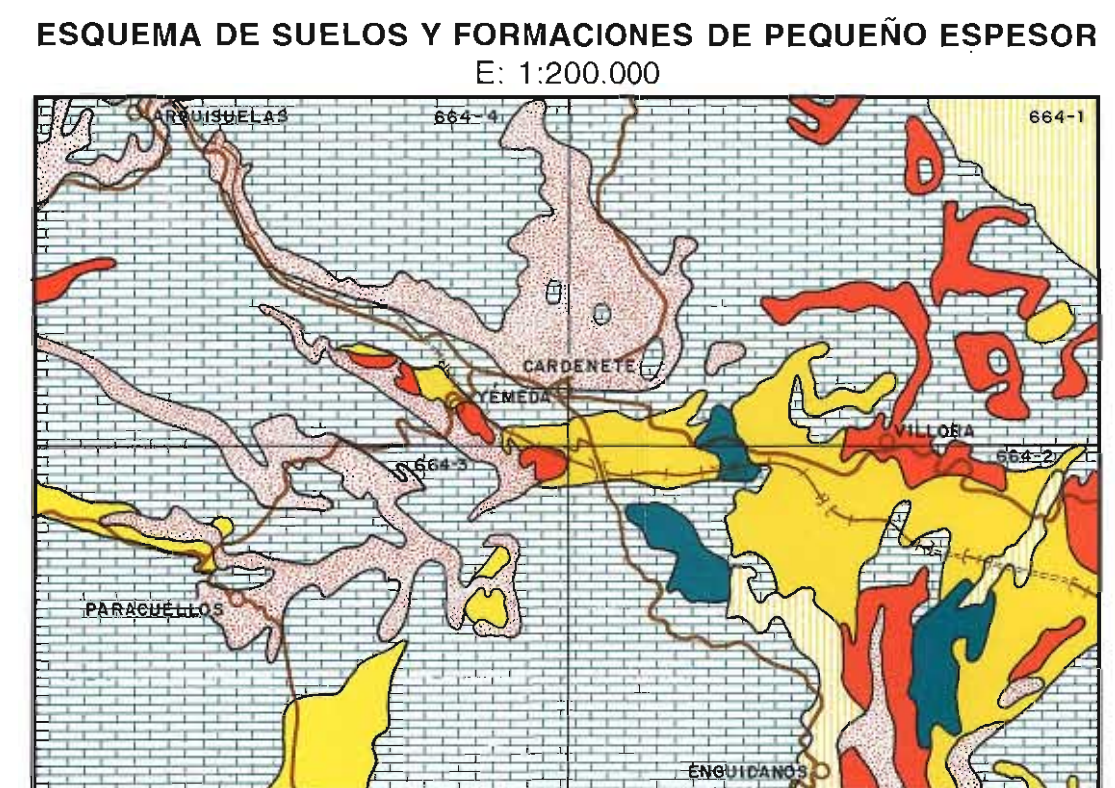
- ### LEYENDA
- Núcleos de población
 - Carretera
 - Ferrocarril
 - Falla
 - QUATERNARIO
 - NEOGENO
 - PALEOGENO
 - CRETACICO
 - JURASICO
 - TRIASICO



- ### LEYENDA
- Núcleos de población
 - Carretera
 - Ferrocarril
 - Sedimentos calcáreos, constituidos por materiales detriticos gruesos. Materiales erosionables, fácilmente excavables y con capacidad portante media. No es previsible la aparición de encharcamientos, pero pueden presentarse niveles freáticos altos.
 - Formaciones detriticas terciarias, compuestas por una alternancia irregular de arcillas, arenas y conglomerados. Materiales que son de ripables a difícilmente ripables, con erosión diferencial. La capacidad portante de las arcillas es baja, y la de las arenas y los conglomerados es alta. Las arcillas y arenas son esponjosas, y los conglomerados cavitan el flujo subterráneo. No muestran grandes resistencias.
 - Formaciones detriticas terciarias, compuestas por arcillas vesiculeros, margas vesíferas y yesos, con estratificación de arenas y dolomías. Materiales muy plásticos, de escasa resistencia, altamente deformables por disolución, erosivos. Los yesos son arcillosos, agresivos a las hormigas normales, y con capacidad portante baja. Son erosionables y se rompen fácilmente por desmenuzamiento de las masas.
 - Formaciones calcáreas terciarias, constituidas por areniscas con intercalaciones de areniscas. Materiales muy erosionables, fácilmente ripables, con capacidad portante media. Tienen permeabilidad media o baja, y no son propensos a encharcamientos. Localmente muestran resistencias de ladera.
 - Formaciones mesozoicas carbonatadas, constituidas fundamentalmente por calizas y dolomías, con intercalaciones de calcáreas, margas y arcillas. Son rocas no ripables, ni erosionables y con capacidad portante elevada. Su característica principal es que se abren a las aguas subterráneas por procesos de disolución (karstificación). Son materiales despegados, escantados, resacas, y de densidad alta, la permeabilidad es alta.
 - Formaciones detriticas terciarias, constituidas fundamentalmente por areniscas, con intercalaciones locales de conglomerados. Materiales erosionables, no ripables, difícilmente erosionables, y con capacidad portante alta. Son poco permeables y no se producen problemas de encharcamiento. Localmente muestran resistencias gravitacionales.



- ### LEYENDA
- Núcleos de población
 - Carretera
 - Ferrocarril
 - Curva de nivel
 - Río con valle en forma de "u"uv
 - Río con valle de fondo plano
 - Interfluvio agudo
 - Interfluvio redondeado
 - Cañón
 - Centro redondeado
 - Area llana y deprimida
 - Plataforma horizontal



- ### LEYENDA
- Núcleos de población
 - Ferrocarril
 - Carretera
 - Suelos residuales formados por la alteración de arcillas y margas yesíferas. Son maseros plásticos, agresivos, impermeables y encharcables, y con escasa resistencia.
 - Suelos residuales formados por la alteración de depósitos arenosos y areniscos. Están formados por arena y limo, con proporciones variables de cenizas depósitos. Son materiales no cohesivos, de gran densidad y plasticidad nula. La permeabilidad es alta.
 - Formaciones coluviales de escaso espesor desarrolladas sobre los materiales carbonatados del Triásico, Jurásico y Cretácico. Están formadas por cantos suabugulosos y matriz limo-arcillosa, con una cierta cementación calcárea. Son materiales despegados, escantados, resacas, y de densidad alta, la permeabilidad es alta.
 - Suelos residuales formados a expensas de formaciones detriticas terciarias. Están formados por arcillas arenosas, con proporciones variables de cantos. Son suelos medianamente cohesivos, de baja densidad, la permeabilidad es baja.
 - Suelos residuales formados a expensas de materiales detriticos con estratos limos carbonatados. Están formados por arena, limo y arcilla, con cantos de calizas oquerosas y tobáceas. Son materiales poco cohesivos, no plásticos, despegados y de consistencia blanda, la permeabilidad es alta.
 - Suelos residuales y formaciones coluviales de escaso espesor formados a expensas de rocas conglomeráticas y areniscas. Están formados por cantos subangulosos y matriz limo-arcillosa, con una cierta cementación calcárea. Son materiales despegados, escantados, resacas, y de densidad alta, la permeabilidad es alta.

- ### SIMBOLOGIA
- Contacto litológico
 - Falla
 - Buzamiento de la estratificación de 0° a 30°, de 30° a 60°, de 60° a 90°
 - Estructura anticlinal
 - Estructura sinclinal
 - Torca
 - Cantera
 - Deslizamiento de ladera
- ### ABREVIATURAS UTILIZADAS EN LA LEYENDA
- A: Taludes altos, de 20 a 40 m de altura.
 - M: Taludes medios, de 5 a 20 m de altura.
 - B: Taludes bajos, de menos de 5 m de altura.
 - P.a.: Potencia aproximada.



Ministerio de Obras Públicas, Transportes
y Medio Ambiente
Centro de Publicaciones