

Estudio Previo de Terrenos

Itinerario Zaragoza - Valencia
Tramo: Teruel - Sagunto



**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 Zaragoza - Valencia
Tramo: Teruel - Sagunto



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.....	5
2. CARACTERES GENERALES DEL TRAMO.....	7
2.1. CLIMATOLOGIA.....	7
2.2. TOPOGRAFIA.....	15
2.3. GEOMORFOLOGIA.....	19
2.4. ESTRATIGRAFIA.....	21
2.5. TECTONICA.....	22
2.6. SISMICIDAD.....	23
3. ESTUDIO DE ZONAS.....	25
3.0. DIVISION DEL TRAMO EN ZONAS DE ESTUDIO.....	25
3.1. ZONA 1: AREA DE SERRANIAS.....	25
3.1.1. Geomorfología.....	25
3.1.2. Tectónica.....	31
3.1.3. Columna estratigráfica.....	33
3.1.4. Grupos litológicos.....	35
3.1.5. Grupos geotécnicos.....	75
3.1.6. Resumen de problemas geotécnicos que presenta la Zona.....	80
3.2. ZONA 2: DEPRESION LA PUEBLA DE VALVERDE - SARRION.....	81
3.2.1. Geomorfología.....	81
3.2.2. Tectónica.....	83
3.2.3. Columna estratigráfica.....	84
3.2.4. Grupos litológicos.....	84
3.2.5. Grupos geotécnicos.....	93
3.2.6. Resumen de problemas geotécnicos que presenta la Zona.....	95

3.3. ZONA 3: AREA DE COSTA.....	95
3.3.1. Geomorfología.....	95
3.3.2. Tectónica.....	97
3.3.3. Columna estratigráfica.....	97
3.3.4. Grupos litológicos.....	97
3.3.5. Grupos geotécnicos.....	104
3.3.6. Resumen de problemas geotécnicos que presenta la Zona.....	105
4. CONCLUSIONES GENERALES DEL ESTUDIO.....	107
4.1. RESUMEN DE PROBLEMAS TOPOGRAFICOS.....	107
4.2. RESUMEN DE PROBLEMAS GEOMORFOLOGICOS.....	107
4.3. RESUMEN DE PROBLEMAS GEOTECNICOS.....	108
4.4. CORREDORES DE TRAZADO SUGERIDOS.....	109
5. INFORMACION SOBRE YACIMIENTOS.....	113
5.1. ALCANCE DEL ESTUDIO.....	113
5.2. YACIMIENTOS ROCOSOS.....	113
5.3. YACIMIENTOS GRANULARES.....	114
5.4. MATERIALES PARA TERRAPLENES Y PEDRAPLENES.....	116
5.5. YACIMIENTOS QUE SE RECOMIENDA ESTUDIAR CON MAS DETALLE.....	116
6. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA.....	121
7. ANEJOS.....	123
7.1. ANEJO 1: SIMBOLOGIA UTILIZADA EN LAS COLUMNAS ESTRATIGRAFICAS.....	125
7.2. ANEJO 2: CRITERIOS UTILIZADOS EN LAS DESCRIPCIONES GEOTECNICAS.....	127

1. INTRODUCCION

El objeto del presente Estudio Previo de Terrenos es establecer en lo posible, las características litológicas, estructurales y geotécnicas más sobresalientes, de los diferentes terrenos de un área determinada, con vistas a su uso en posteriores estudios relacionados con obras en las carreteras. El presente Estudio Previo, del Itinerario Zaragoza - Valencia, corresponde al Tramo: Teruel - Sagunto.

El Tramo Teruel - Sagunto está ubicado entre las provincias de Teruel y Valencia (véase su situación en la Figura 1), y comprende las siguientes hojas y cuadrantes del Mapa Topográfico Nacional a escala 1 : 50.000:

Nº	Hoja	Cuadrantes
590	La Puebla de Valverde	1 y 2
591	Mora de Rubielos	3W
614	Manzanera	2W, 3E y 4
639	Jerica	1 y 2E
640	Segorbe	3 y 4W
668	Sagunto	1, 2 y 4



Figura 1.- Esquema de situación del Tramo Teruel - Sagunto.

El Estudio Previo de Terrenos consta de dos documentos: Memoria y Planos.

La Memoria está dividida en seis capítulos, cuyo contenido se describe brevemente a continuación.

El primer capítulo constituye la presente introducción al Estudio. En el segundo se realiza una descripción general del Tramo, atendiendo a sus características topográficas, geomorfológicas, estratigráficas, tectónicas y sísmicas.

El tercero de los capítulos se inicia con una división del Tramo en Zonas, según criterios geomorfológicos. Después, para cada una de las Zonas, se establecen sus caracteres geomorfológicos y tectónicos, y su columna estratigráfica, y se describen los grupos o formaciones litológicas existentes. Se termina con un resumen de los problemas geotécnicos detectados más importantes.

Un resumen de los problemas generales topográficos, geomorfológicos y geotécnicos, junto con los corredores de trazado sugeridos, se presenta en el cuarto capítulo.

En el quinto capítulo se hace un estudio resumido de los yacimientos rocosos y granulares más importantes ubicados en el Tramo.

Por último, los capítulos sexto y séptimo se dedican a la bibliografía consultada y a los anejos, respectivamente.

En cuanto a los Planos, se incluyen un mapa litológico-estructural a escala 1:50.000, representando la totalidad de la extensión del Tramo, y cuatro esquemas: geológico, geomorfológico, de suelos y formaciones de pequeño espesor, y geotécnico, a escala 1:200.000.

El personal que ha realizado y supervisado el presente Estudio ha sido por parte de la Dirección General de Carreteras, Área de Tecnología de Carreteras, Servicio de Geotecnia:

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

D. Jesús Martín Contreras
Ldo. en Ciencias Geológicas.

y por parte de GEMAT,S.L. :

D. Ricardo Fco. León Buendía.
Ldo. en Ciencias Geológicas.

D. Carlos León Buendía
Ingeniero de Minas.

2. CARACTERES GENERALES DEL TRAMO

2.1. CLIMATOLOGIA

Para el análisis climatológico del Tramo Teruel - Sagunto, se han utilizado los datos, pertenecientes al Instituto Nacional de Meteorología, de los Observatorios de Teruel, Mora de Rubielos, Manzanera y Sagunto. De estas cuatro estaciones, Teruel y Mora de Rubielos se encuentran físicamente fuera del Tramo, pero debido a su proximidad se han considerado útiles para la caracterización de la climatología del estudio.

Los datos utilizados en el presente trabajo, comprenden diferentes períodos que dependen de la construcción de los observatorios meteorológicos. En este sentido, los datos más extensos son los del observatorio de Teruel, donde se han utilizado datos desde 1931 a 1990. En los demás casos, los períodos han sido los siguientes: Manzanera 1960 - 1991, Mora de Rubielos 1960 - 1981 y Sagunto 1969 - 1978. Los datos sobre precipitaciones son los más completos, ya que se han registrado en todos los observatorios. Los datos de temperaturas se han obtenido únicamente en los observatorios de Teruel y Sagunto.

Debido a los factores orográficos y a la regulación térmica del mar Mediterráneo, existe una diferencia en la distribución de la precipitación y la temperatura a lo largo del Tramo del estudio. Estas diferencias se analizarán a continuación.

Precipitación

El mes de estiaje en los observatorios del interior es Enero, con 16'0 mm y siete días de lluvia, en Teruel. Por el contrario en las áreas de costa (observatorio de Sagunto) el mes más seco es Julio, con 2 días de lluvia y 10'4 mm de precipitación mensual media. Los máximos de precipitación también tienen una distribución irregular en el Tramo. En el observatorio de Sagunto se han observado tres máximos anuales: el más flojo en primavera (meses de Abril y Mayo), en otoño (meses de Septiembre y Octubre), y en invierno (Diciembre). Sin embargo, en los observatorios del interior, como en el de Teruel y Mora de Rubielos, se observan únicamente dos máximos, uno fuerte en primavera y otro más débil en otoño.

A consecuencia de la diferencia de altitud entre el sector este y oeste del Tramo el tipo de precipitación es distinto. En este sentido, la precipitación en las zonas costeras es en forma de agua principalmente, mientras

que en las zonas altas del sector oeste del Tramo son más frecuentes las precipitaciones en forma de nieve durante los meses invernales.

Temperaturas

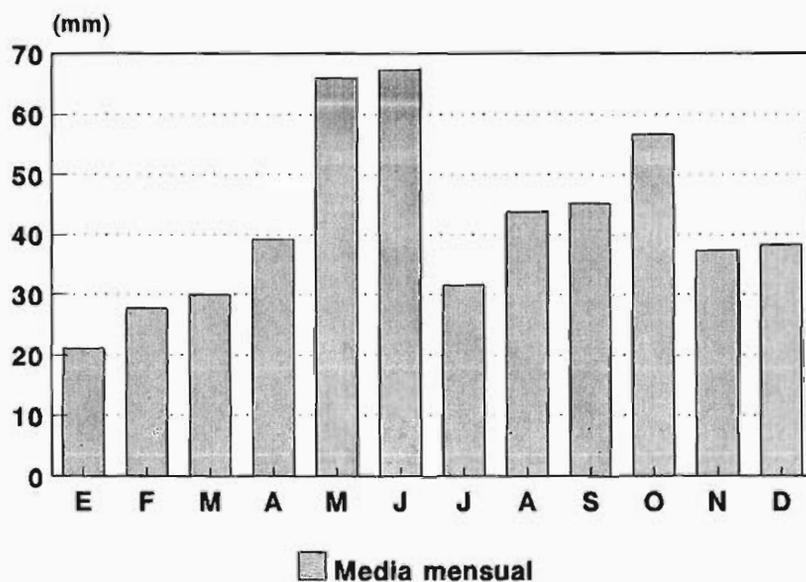
En el observatorio de Teruel, la temperatura media anual es de 11'3°C. El mes más cálido es Agosto, con 21'2°C, y el mes más frío Enero con 3'7°C, ambas, temperaturas medias mensuales. La oscilación térmica varía a lo largo del año, y oscila de 9'6°C en Diciembre a 17'8 en Agosto.

En el observatorio de Sagunto la Temperatura media anual es de 15'8°C. El mes más gélido es Enero con 9'7°C, y el más caluroso Agosto con 23'7°C, ambas temperaturas medias mensuales. La oscilación térmica es bastante constante a lo largo del año y oscila de 10'1°C en Diciembre a 12'8°C en Agosto.

Como se puede observar, analizando los datos de los observatorios de Teruel y Sagunto, existe una variación de la distribución de las temperaturas entre el sector oeste y este del Tramo. Las temperaturas en el área norte del Tramo son extremas y poseen una fuerte oscilación térmica, con un invierno muy frío y un verano cálido, con noches relativamente frescas debido a un notable descenso térmico producido por la orografía. Las temperaturas en las zonas costeras son muy suaves a lo largo del año, con inviernos templados y veranos calurosos, especialmente durante las noches.

En las Figuras 2, 3, 4 y 5 se muestra los cuadros climatológicos y los diagramas de precipitaciones y temperaturas de los diferentes observatorios meteorológicos analizados en el presente estudio.

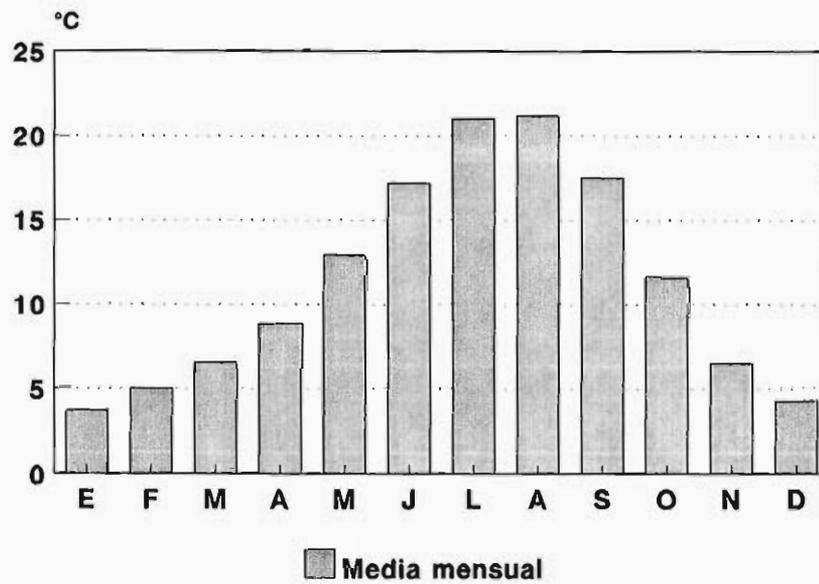
PRECIPITACIONES



MORA DE RUBIELOS 1960-81	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Precipitación media mensual (mm)	21,1	27,6	30,0	39,3	66,0	67,4	31,6	33,8	45,2	56,7	37,4	38,2
Precipitación máxima en 24 horas (mm)	10,4	12,4	11,2	13,8	22,2	24,8	17,5	21,7	21,7	24,5	16,6	19,5
Precipitación anual media (mm)	494,30											
Días de lluvia	2	3	4	5	7	6	3	3	4	5	3	2
Días de nieve	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1

Figura 2.- Cuadro climatológico y diagrama de la precipitación media mensual del observatorio de Mora de Rubielos, correspondiente al período 1960 - 1981.

TEMPERATURAS



PRECIPITACIONES

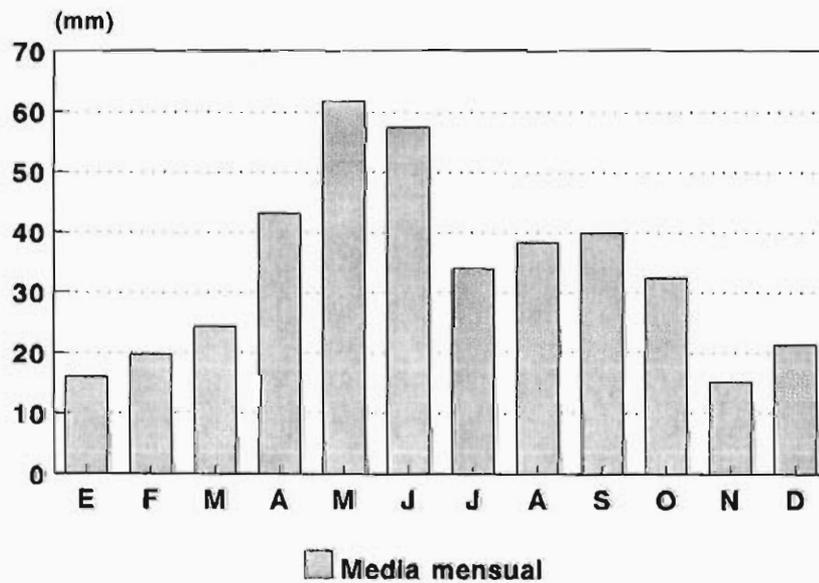
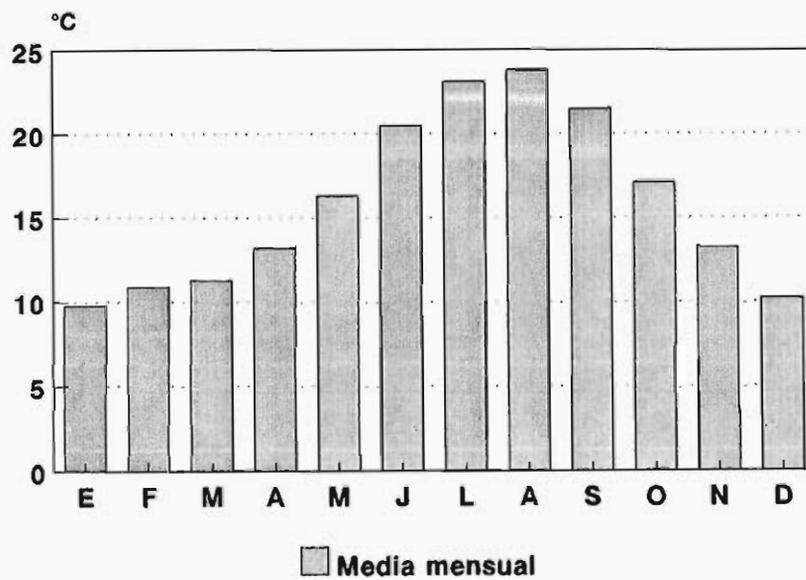


Figura 3.- Cuadro climatológico y diagramas de la precipitación media mensual y temperatura media mensual del observatorio de Teruel, correspondiente al período 1931 - 1990.

TERUEL 1931-90	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Temperatura máxima absoluta (°C)	19,6	19,4	27,6	28,6	31,4	34,2	39,5	36,6	34,0	27,6	23,6	18,5
Temperatura mínima absoluta (°C)	-8,5	-8,6	-11,6	-5,2	-1,5	2,4	5,0	4,6	-0,6	-3,6	-8,6	-10,0
Temperatura media de las máximas (°C)	8,9	10,6	12,8	15,1	19,4	24,4	29,4	29,7	24,8	17,8	12,3	9,1
Temperatura media de las mínimas (°C)	-1,5	-0,5	0,2	2,6	6,4	10,0	12,6	12,6	10,2	5,5	0,6	-0,5
Oscilación térmica (°C)	10,40	11,10	12,60	12,50	13,00	14,40	16,80	17,10	14,60	12,30	11,70	9,60
Temperatura media mensual (°C)	3,7	5,0	6,5	8,8	12,9	17,2	21,0	21,2	17,5	11,6	6,5	4,3
Temperatura media anual (°C)	11,3											
Días de helada	11	9	8	3	0	0	0	0	0	3	9	11
Precipitación media mensual (mm)	16,0	19,7	24,3	43,2	61,8	57,5	33,9	38,3	39,9	32,4	15,2	21,3
Precipitación máxima en 24 horas (mm)	17,0	35,1	26,5	20,3	46,7	128,6	36,9	62,8	42,8	35,7	18,5	21,7
Precipitación media anual (mm)	403,5											
Días de lluvia	7	7	7	10	14	10	5	7	8	9	6	8
Días de nieve	4	2	3	1	0	0	0	0	0	0	1	2

Figura 3.- Continuación.

TEMPERATURAS



PRECIPITACIONES

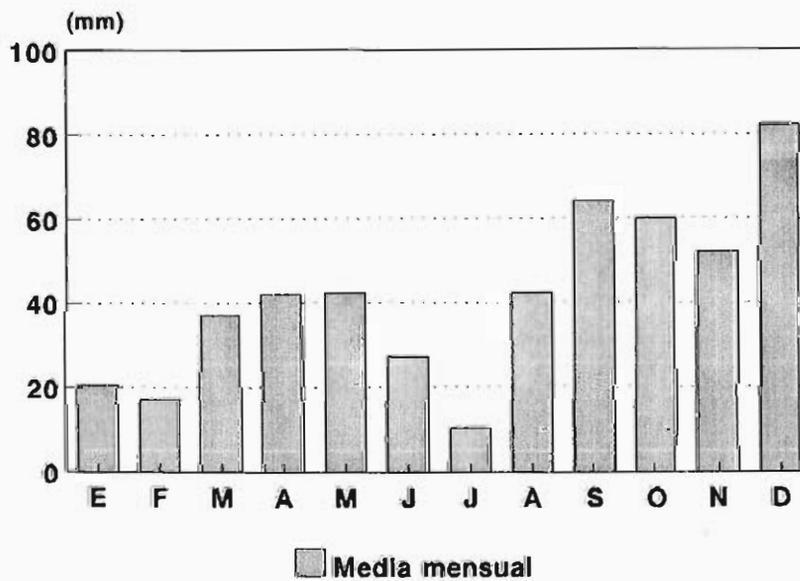
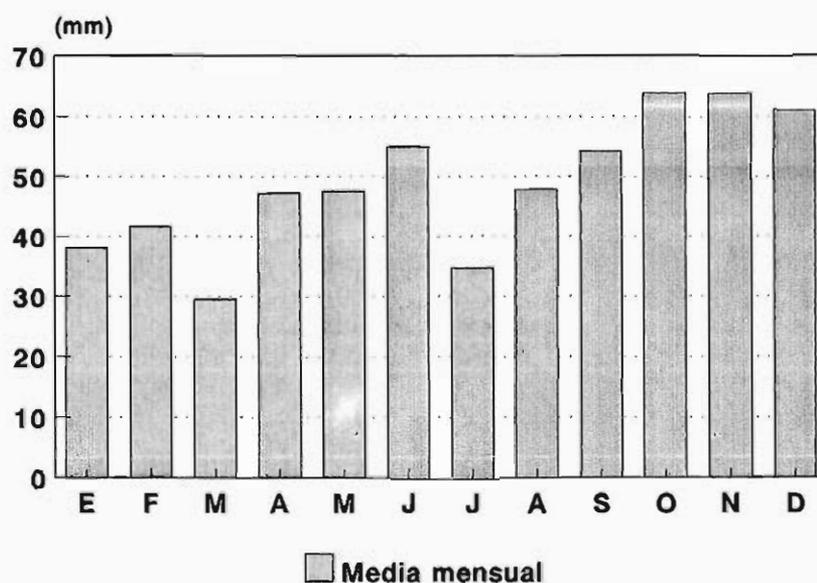


Figura 4.- Cuadro climatológico y diagramas de la precipitación media mensual y temperatura media mensual del observatorio de Sagunto, correspondiente al período 1969 - 1978.

SAGUNTO 1969-78	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Temperatura máxima absoluta (°C)	21,7	22,6	24,3	25,3	28,5	32,8	33,7	35,1	32,3	27,8	24,3	21,1
Temperatura mínima absoluta (°C)	-2,5	-1,7	-0,6	1,6	4,2	9,5	13,1	14,2	10,6	5,9	0,5	-1,3
Temperatura media de las máximas (°C)	15,6	17,0	17,6	19,4	22,6	26,7	28,1	29,3	26,9	22,3	19,0	15,2
Temperatura media de las mínimas (°C)	3,9	4,6	4,8	6,8	9,9	14,2	17,1	18,2	16,0	11,8	7,5	5,1
Oscilación térmica (°C)	11,70	12,40	12,80	12,60	12,70	12,50	11,00	11,10	10,90	10,50	11,50	10,10
Temperatura media mensual (°C)	9,7	10,8	11,2	13,1	16,3	20,5	23,1	23,8	21,5	17,1	13,3	10,2
Temperatura media anual (°C)	15,88											
Días de helada	7	4	2	0	0	0	0	0	0	0	1	4
Precipitación media mensual (mm)	20,5	17,2	37,0	42,0	42,4	27,2	10,4	42,4	64,2	60,1	52,1	82,2
Precipitación máxima en 24 horas (mm)	6,8	8,9	15,9	17,1	13,2	17,4	8,1	26,4	35,9	31,3	25,5	31,5
Precipitación media anual (mm)	501,80											
Días de lluvia	5	4	5	6	8	5	2	4	5	6	5	9
Días de nieve	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Figura 4.- Continuación.

PRECIPITACIONES



MANZANERA 1960-91	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Precipitación media mensual (mm)	38,1	41,6	29,5	47,1	47,5	55,0	34,6	48,0	54,3	63,9	63,1	61,1
Precipitación máxima en 24 horas (mm)	18,4	21,5	14,2	17,5	18,8	21,3	17,7	28,3	27,9	29,1	26,9	28,3
Precipitación anual media (mm)	583,80											
Días de lluvia	3	3	2	4	4	4	2	3	3	4	4	3
Días de nieve	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2

Figura 5.- Cuadro climatológico y diagrama de la precipitación media mensual del observatorio de Manzanera, correspondiente al período 1960 - 1991.

2.2. TOPOGRAFIA

El Tramo Teruel - Sagunto recorre las comunidades autonómicas de Valencia y Aragón, y afecta a las provincias de Castellón de la Plana, Valencia y Teruel.

Las poblaciones más importantes se encuentran en la costa, mientras que el área norte del Tramo se encuentra bastante deshabitada y salpicada únicamente por pequeñas localidades rurales. En este sentido, aproximadamente en las tres cuartas partes septentrionales del Tramo, las localidades más importantes son La Puebla de Valverde (590-2), Valbona (591-3), Sarrión (614-4), San Agustín (614-3), Jérica (639-2), Segorbe (640-3) y Soneja (668-4). En definitiva, ciudades pequeñas dedicadas principalmente a la agricultura de secano. Por el contrario, en la cuarta parte del Tramo, que se sitúa junto a la costa, se encuentran las poblaciones más industriales y con un gran desarrollo turístico, como Val de Uxó (668-1), Sagunto (668-2), Chilches (668-1), Almenara (668-1) y Petrés (668-2).

Desde el punto de vista del relieve, se trata de un Tramo topográficamente muy variado, que oscila desde la cota cero, en la costa mediterránea, hasta 1506 metros sobre el nivel del mar en el Cerro de la Cruz (590-1), en el Sistema Ibérico.

El Tramo se inicia en los terrenos llanos costeros del área de Sagunto hasta donde llegan formando isleos y pequeñas sierras, las estribaciones de las importantes elevaciones orográficas que van a ocupar la mayor parte del Tramo de estudio son los llamados "Altos de Sagunto", en los que destacan la cota Sabató (332 m), La Creu (346 m), Alto de Redoma (427 m) y Chocainet (348 m).

Desde Sagunto y en dirección NO hasta Jérica en donde gira al O el valle estrecho del río Palancia asciende entre sierras en un trazado sinuoso recibiendo por sus márgenes los arroyos secos y encajados de su cuenca. Por su vertiente izquierda es la Sierra del Espadán (véase Foto 1) que constituye la morfología más abrupta del Tramo ocupando con sus prolongaciones al NO y SE la mayor parte del mismo en lo que podríamos llamar el sector septentrional, y en donde se pueden detectar elevaciones de interés como: Cullera (979 m), Herrera (923 m) y Dehesa (742). En la continuación de la Sierra del Espadán hacia el noreste, se pueden encontrar altitudes más importantes como Rayola (1101 m), Palomas (1156 m) y Buitre (1158 m). A partir de Jérica hacia el centro del Tramo donde el río toma dirección O la vertiente izquierda constituye un relieve con pendientes no



Foto 1.- Panorámica de la sierra del Espadán. Carretera de Almedijar a Ahín.

muy pronunciadas hasta llegar al escalón pronunciado que con dirección NE-SO constituyen el Alto de la Noguera y Ragudo.

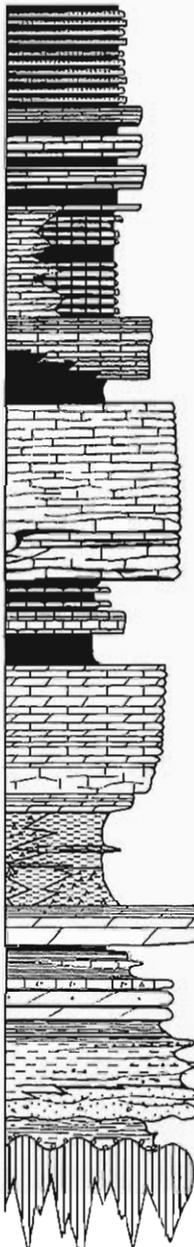
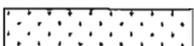
La vertiente derecha del río Palancia surcada por una red dendrítica de barrancos encajados y sinuosos crea un paisaje de sierras agrestes destacando de, SE a NO, dentro del Tramo, los siguientes picos y sierras: Alto del Cornaco (574 m), Cortapan (501 m), Peña Rubia (>900 m) y Muela (858 m).

Pasado el escalón que supone el puerto de Ragudo, la carretera nacional 234 inicia un descenso suave en dirección NO y N por un terreno llano y de lomas tendidas, cuya cota media puede establecerse en los 1000 m. Esta carretera deja al E las estribaciones serranas de la sierra del Espadán, para adentrarse en un territorio de morfología suave como es la depresión de la Puebla de Valverde-Sarrión que constituye la cabecera de la cuenca del río Mijares. Los arroyos y ramblas de esta cuenca, toman una dirección hacia el E, y a la vez que se encaja, crean una morfología de rellanos, separados por pequeñas ramblas con forma de artesa. Estos se hacen cada vez más profundos, hasta llegar a la confluencia con el río Mijares en un paisaje de morfología más agreste en los límites del extremo septentrional del Tramo.

La depresión de la Puebla de Valverde-Sarrión queda cerrada al Oeste por la Sierra del Javalambre, y al Norte por la Sierra de las Coronillas (1462 m), constituyéndose en este área, una gran bóveda estructural, con cotas superiores a los 1400 m en el borde occidental del Tramo.

Esquema litológico	Grupo litológico	Grupo geotécnico	Descripción	Edad
	R	G15	Playa	Cuatemario
	A1	G18	Aluvial de arenas y gravas	Cuatemario
	A2,a2	G19	Fondos arcillosos de arroyo	Cuatemario
	ca1	G19	Coluvio-aluviales arenosos y limosos	Cuatemario
	ca2	G19	Coluvio-aluviales limosos y arcillosos	Cuatemario
	C1 y C2	G17	Coluviales	Cuatemario
	C3	G12	Coluvial sobre materiales plásticos	Cuatemario
	C4	G12	Grandes deslizamientos	Cuatemario
	I	G16	Aluvial lagunar	Cuatemario
	L	G16	Albufera	Cuatemario
	G1	G17	Glacis	Cuatemario
	G2a	G11	Glacis carbonatados	Cuatemario
	G2b	G11	Glacis	Cuatemario
	D1	G14	Delta	Cuatemario
	D2, d2	G17	Conos de deyección	Cuatemario
	Q	G13	Travertinos	Cuatemario
	T	G11	Terrazas	Cuatemario
	350	G11	Rafia	Plio-Cuatemario
	322b	G18	Calizas travertínicas y oquerosas	Terciario
	322a	G10	Lutitas, areniscas flojas y conglomerados	Terciario
	321b	G9	Lutitas, margas blancas, margas arcillosas, brechas, conglomerados y calizas	Terciario
	321a	G8	Calizas travertínicas y conglomerados	Terciario

Figura 6.- Columna estratigráfica del Tramo de estudio.

Esquema litológico	Grupo litológico	Grupo geotécnico	Descripción	Edad
	231	G3	Alternancias de arcillas y arenas	Cretácico
	230	G3	Alternancia de arcillas, margas, areniscas y calizas	Cretácico
	223c	G3	Calizas alternando con margas	Malm
	223b	G4	Calizas tableadas y calizas masivas	Malm
	223a	G3	Margas grises y azuladas	Malm
	222a	G4	Calizas nodulosas, micritas, calizas oolíticas y bioclásticas	Dogger
	222a1	G4	Calizas margosas, tuffitas y tobas	Dogger
	221b	G3	Margas grises, calizas bioclásticas y alternancias de margas y calizas	Lias
	221a	G4	Dolomías tableadas, coniolas, calizas y dolomías	Lias
	213b	G5	Margas, calizas margosas, calizas, dolomías, arcillas y areniscas	Keuper
	213a	G5	Arcillas rojas y varicolores con yesos	Keuper
	212a	G4	Dolomías grises	Muschelkalk
	212b	G3	Calizas, calizas dolomíticas, dolomías, margas, arcillas rojas y localmente yesos	Muschelkalk
	212a	G4	Dolomías grises	Muschelkalk
	211b1	G5	Margas y argilitas	Bundsandstein
	211b	G6	Lulitas y areniscas rojas	Bundsandstein
	211a	G7	Areniscas	Bundsandstein
211a1	G6	Argilitas	Bundsandstein	
	100	G2	Pizarras grises y cuarcitas	Prezozoico
	002	G1	Ofitas	

Por el Sur la depresión de la Puebla de Valverde-Sarrión va a quedar cerrada, como se ha dejado entender anteriormente, por las sierras que provocan el fuerte escalón del Puerto del Ragudo. Estas sierras forman un arco que parte de las estribaciones de la Sierra del Espadán, en el Este, enlaza por el Ragudo (1080 m), y continua, fuera ya del Tramo, por el Alto de la Noguera, Peña Roya, Cerro Gil (1260 m), cota Baile (1537 m), y finalmente entronca con la Sierra de Javalambre, en cuya sierra, se establecen las divisorias entre los ríos Turia, Mijares y Palancia.

2.3. GEOMORFOLOGIA

El Tramo de estudio se ubica dentro del sector oriental de la cordillera Ibérica. El límite occidental, de este sector, viene marcado por la fosa de Alfambra-Teruel-Mira, el suroccidental por la prolongación de la llanura manchega, y los límites meridional y oriental por el enlace con las Cordilleras Béticas y los depósitos cuaternarios del litoral valenciano respectivamente.

Orográficamente el área de estudio, que es una franja de terreno de dirección aproximada NO-SE e incluye el corredor actual de la carretera nacional 234, queda enmarcada por una serie de sierras de la cordillera Ibérica constituidas por materiales triásicos y jurásicos principalmente, y entre las cuales destacan por su importancia la Sierra del Espadán (1041 m) en el flanco NE y la del Javalambre (2020 m) en el SO. Otras sierras importantes que completan el cuadro esencialmente montañoso de este área geográfica, son por el flanco nororiental del Tramo, la Sierra de la Mora y Sierra de la Espina que constituye la prolongación de la Sierra del Espadán en dirección NO y la Sierra del Cid en la prolongación de esta última al SE. Y el flanco suroriental, de la Sierra de Manzanera, Sierra del Toro y otras sierras menores, que constituyen la prolongación hasta la costa de la gran Sierra del Javalambre, la cual se prolonga en dirección NO por la Sierra de Camarena.

Todas estas sierras están drenadas esencialmente, dentro del Tramo, por las cuencas del río Mijares en su mitad norte y la del Palancia en la mitad sur. Ambas cuencas se encuentran separadas morfológicamente por un fuerte escalón topográfico de origen tectónico, que da lugar al puerto del Ragudo, mediante el cual la cabecera del río Mijares queda colgada con respecto a la del Palancia.

La morfología de los terrenos de la mitad norte del Tramo, correspondiente a la cuenca del río Mijares, está ocupada, en su mayoría, por la depresión terciaria de la Puebla de Valverde-Sarrión enmarcada por las sierras de la Mora, de Camarena, Javalambre y de la Espina. La mitad sur, que corresponde a la cuenca del río Palancia, es orográficamente mucho más abrupta. Una vez que se desciende el escalón topográfico del puerto de Ragudo, la morfología se desarrolla en un paisaje entre sierras, en el que se abren amplios espacios ocupados por las superficies tendidas de los

pedimentos y los terrenos aterrazados del valle en artesa, sobre el que discurre el mencionado río, y una amplia red de arroyos y barrancos que drenan este área. Esta última se abre ampliamente en la proximidad de la costa, creando una morfología suave, ocupada por el delta del río Palancia, los amplios abanicos aluviales que proceden de los relieves circundantes, y los depósitos trabajados por el mar.

En razón de todo lo descrito anteriormente, el Tramo Teruel - Sagunto se puede dividir en tres áreas geomorfológicamente bien diferenciadas: área de serranía, área de depresión terciaria y área de costa.

Las áreas de serranía se caracterizan por poseer un relieve alomado o moderadamente abrupto, además de estar constituidas en su mayor parte por materiales de naturaleza carbonatada y de edad mesozoica. Por esta razón, el modelado kárstico es característico de estas áreas y presentan un gran desarrollo. Las formas kársticas más comunes son los lapiazes (lapiaz estructural, lapiaz en regueros y lapiaz oqueroso), las dolinas en cubeta, las dolinas en embudo y las uvalas.

A pesar de la latitud en la que se encuentra el Tramo de estudio, la altitud de las áreas de serranía ha favorecido la actuación de climas fríos y el desarrollo de formas debidas a procesos periglaciares en altitudes superiores a los 1.300 m. Las formas periglaciares, que se han detectado son bancos y lóbulos de solifluxión.

La evolución de las vertientes en las áreas de serranía está regida por procesos periglaciares, que se han detallado en el apartado anterior, procesos neotectónicos, que rejuvenecen el relieve por medio de abombamientos y fracturas, y procesos de deslizamiento en las vertientes donde aflora el Keuper.

El área de depresión terciaria está ubicada dentro de la depresión de La Puebla de Valverde - Sarrión. Esta depresión es una morfoestructura negativa con dirección ibérica y constituida en su mayor parte por una serie detrítico - carbonatada de edad neógena. El hundimiento de la depresión está generado por el efecto combinado del abombamiento de los dos grandes macizos adyacentes (macizos de Gúdar y Javalambre) y de algunas fallas que la flanquean. El rasgo morfológico esencial de este área es la existencia de dos niveles de glacis villafranquienses que coronan las formaciones detríticas neógenas.

El área de costa se caracteriza por poseer un relieve muy tendido y constituido por superficies de glacis. El rasgo diferenciador con las demás áreas, es que ésta se rige por procesos litorales que generan las playas, flechas litorales y albuferas, procesos marino-continetales que origina los deltas del río Palancia y Vall de Uxó, y procesos puramente continentales que produce los diferentes niveles de glacis, abanicos aluviales.

2.4. ESTRATIGRAFIA

La edad de los materiales del Tramo de estudio abarcan desde el Paleozoico al Cuaternario. (Véase Figura 6).

Los materiales paleozoicos afloran en una pequeña área de la Hoja de Segorbe (640), y están constituidos por pizarras, grauvacas y cuarcitas.

El Mesozoico está representado por el Triásico, Jurásico y Cretácico. El Triásico, en todo el Tramo del estudio está separado en tres pisos claramente diferenciables: el Buntsandstein, Muschelkalk y Keuper. El Buntsandstein está formado por lutitas, areniscas, brechas y conglomerados. El Muschelkalk presenta tres niveles: un nivel inferior dolomítico, un nivel intermedio heterolítico de margas, circunstancialmente evaporitas y depósitos clásticos finos, y finalmente un nivel superior constituido por dolomías y margas. Por último, el nivel más moderno del Triásico es el Keuper, litológicamente muy variable a lo largo del Tramo, conformado por arcillas, dolomías, yesos, arcillas yesíferas, areniscas y localmente ofitas.

El segundo nivel del Mesozoico es el Jurásico, y está constituido por tres pisos que son de muro a techo: Lías, Dogger y Malm. El Lías está formado por dos grupos: en la base el "grupo Renales" constituido de muro a techo por dolomías tableadas, carniolas, calizas y dolomías tableadas, y en el techo el "grupo Ablanquejo", de margas y calizas. El Dogger es un nivel eminentemente calcáreo y está formado por calizas nodulosas, calizas micríticas, calizas oolíticas y bioclásticas, capas de oolitos ferruginosos. Por último, el Malm comienza en el Oxfordiense con un paquete de calizas con esponjas sobre el que se apoya una formación de margas de edad Oxfordiense-Kimmeridgiense. El Kimmeridgiense está formado en su mayor parte por una ritmita calcárea. El piso más moderno del Malm es el Portlandiense que se presenta en facies Purbeck con arcillas, margas e intercalaciones de areniscas y calizas.

El Mesozoico termina con el Cretácico. En el Tramo de estudio únicamente está representado el Cretácico inferior que se presenta en facies Weald como arcillas y margas con intercalaciones de areniscas.

El Terciario está constituido por una serie detrítico - carbonatada, que cubre el período desde el Mioceno al Plioceno superior. Los depósitos de raña, de edad Plioceno - Pleistoceno culminan los relieves de la depresión de Sarrión.

El Cuaternario está formado por los aluviales, coluviales, abanicos aluviales, deltas de los ríos y arroyos, así como de los depósitos costeros del Tramo.

2.5. TECTONICA

El Tramo Teruel - Sagunto está situado en la rama Aragonesa del Sistema Ibérico. La depresión terciaria de Sarrión, ubicada en el área central del Tramo separa el sector del Maestrazgo situado al norte, del levantino.

Desde el punto de vista mecánico el estilo de plegamiento presenta una estructura de zócalo y cobertera, en la que ambos niveles se han deformado por separado gracias a la existencia de un nivel de despegue entre los dos. Los elementos que constituyen este tipo de estilo tectónico, son los siguientes: zócalo y tegumento, nivel de despegue y cobertera.

El zócalo corresponde al basamento hercínico y el tegumento al Buntsandstein y a los niveles calizos inferiores del Muschelkalk. Estos elementos se deforman preferentemente por medio de fallas y pliegues de fondo de gran radio. Localmente, la compresión ha llegado a producir una esquistosidad de plano axial en los niveles lutíticos del Buntsandstein.

El nivel de despegue regional coincide, principalmente, con las margas y evaporitas del Keuper, a las que se asocian con frecuencia los niveles margosos y las dolomías superiores del Muschelkalk, que presentan una tectónica intracutánea. Este nivel individualiza el tegumento de la cobertera, que ha deslizado independientemente durante el plegamiento alpino. Los materiales plásticos del Keuper han desarrollado estructuras de tipo diapírico durante las etapas de distensión.

La cobertera está constituida por los materiales calcáreos, margosos y terrígenos del Jurásico, Cretácico y Paleógeno plegados, estructurados independientemente del zócalo. Se han deformado mediante flexión y fractura, y origina pliegues, fallas inversas, cabalgamientos y desgarres durante las fases de compresión; y fallas normales y pliegues de gran radio durante las fases de distensión. Algunos niveles como las margas del Toarciense o las margas y areniscas del Cretácico inferior, pueden actuar localmente como niveles de despegue secundarios, originando disarmonías en el conjunto de la cobertera.

Fases compresivas

En el Tramo Teruel - Sagunto, se han diferenciado tres fases compresivas que a nivel regional parece ser resultado de un giro progresivo de las direcciones de compresión que reflejan el giro de la placa ibérica durante la aproximación de Africa y Europa durante el Terciario.

Fases distensivas

El paso de las fases compresivas a las distensivas tiene lugar en el Mioceno medio, y se realiza de una manera progresiva. De este modo se solapan en el tiempo y espacio un régimen de desgarre con eje de compresión SSE y un régimen distensivo con extensión ESE.

Por último, existen indicios para pensar en la existencia de fenómenos

neotectónicos relacionados posiblemente con movimientos isostáticos, ya que muchos de los aluviales, coluviales y abanicos de edad cuaternaria se encuentran erosionados, producto de cambios relativos del nivel de base de la red fluvial. Estos cambios de base de la red fluvial están datados históricamente, como el hecho de que la ciudad de Sagunto fue sitiada por Anibal desde el mar, estando la costa actualmente a más de seis kilómetros de dicha ciudad.

2.6 SISMICIDAD

Según la Norma Sismorresistente P.D.S.-1 (1974), el Tramo Teruel - Sagunto se encuentra enteramente situado en la zona primera (de sismicidad baja) por debajo del grado V. (Ver Figura 7).

El apartado 3.5 de dicha Norma dice que no es necesaria la consideración de las acciones sísmicas en las obras y servicios localizados en la zona sísmica primera, excepto para el caso de estructuras o instalaciones especiales.

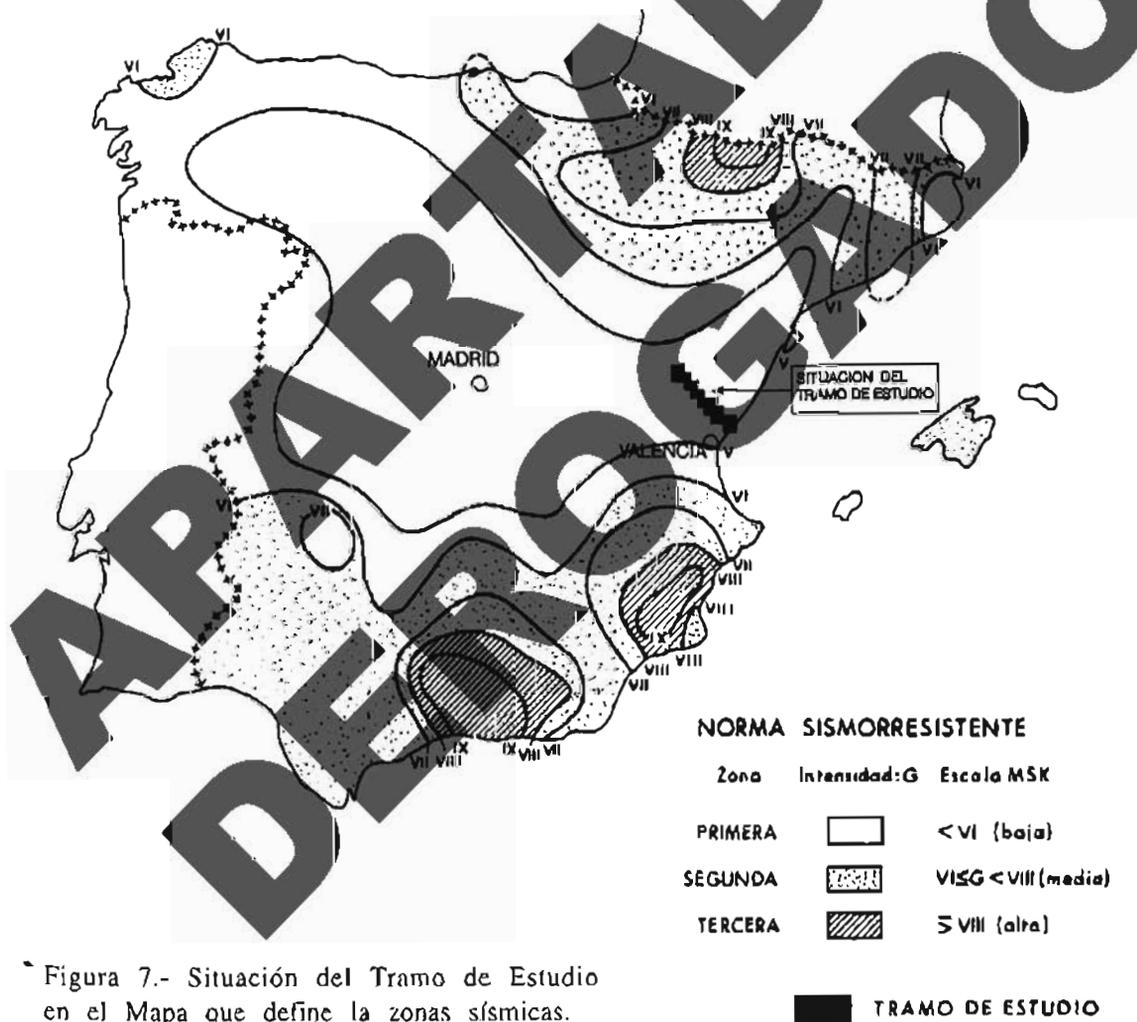


Figura 7.- Situación del Tramo de Estudio en el Mapa que define las zonas sísmicas.

3. ESTUDIO DE ZONAS

3.0. DIVISION DEL TRAMO EN ZONAS DE ESTUDIO

Para caracterizar y encuadrar la constitución geológica del Tramo se ha establecido una división en tres Zonas en base al tipo de materiales aflorantes y a su geomorfología. La distribución geográfica de estas tres Zonas se muestra en la Figura 8, y sus características diferenciadoras se describen a continuación.

Zona 1: Area de serranías. Esta Zona está constituida por las numerosas áreas serranas que ocupan la mayor parte del Tramo de estudio, incluyendo los espacios intramontañosos que se abren en amplios valles en artesa o jalonados por extensas superficies tendidas de piedemonte. (Ver Foto 2). La naturaleza de sus materiales es eminentemente carbonatada, o detrítica como en la Sierra del Espadán. Localmente pueden presentarse áreas arcillosas y evaporíticas. La edad de estos materiales es mesozoica mayoritariamente, pues se encuentran también sectores importantes de terrenos terciarios y algún núcleo de edad paleozoica.

Zona 2: Depresión La Puebla de Valverde - Sarrión. Esta Zona posee un relieve alomado y culminado por varias superficies de erosión. La naturaleza de sus materiales es detrítico - carbonatada y la edad de ellos es cenozoica.

Zona 3: Area de costa. Esta Zona posee un relieve subhorizontal y suavemente tendido hacia la línea de costa. La naturaleza de los materiales que la constituyen es detrítica y de edad cuaternaria.

3.1. ZONA 1: AREA DE SERRANIAS

3.1.1. Geomorfología

Dentro del área de serranías se pueden diferenciar dos ámbitos, el existente en las serranías que enmarcan la depresión de la cuenca terciaria de la Puebla de Valverde-Sarrión al norte del puerto del Ragudo y el de las sierras al sur de dicho puerto que constituyen el marco geográfico de la cuenca del río Palancia.

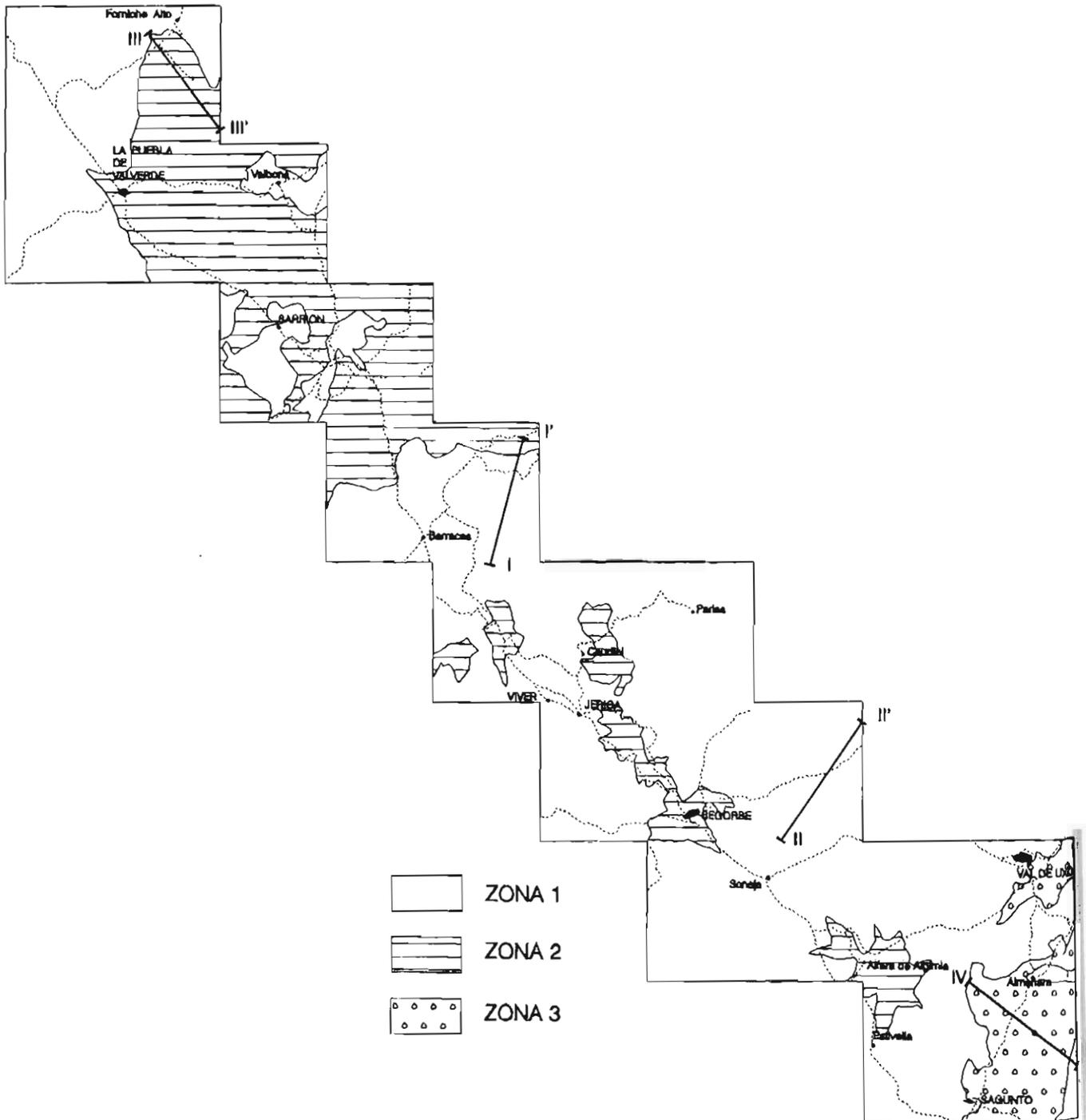


Figura 8.- Esquema de situación de Zonas y cortes geológicos.

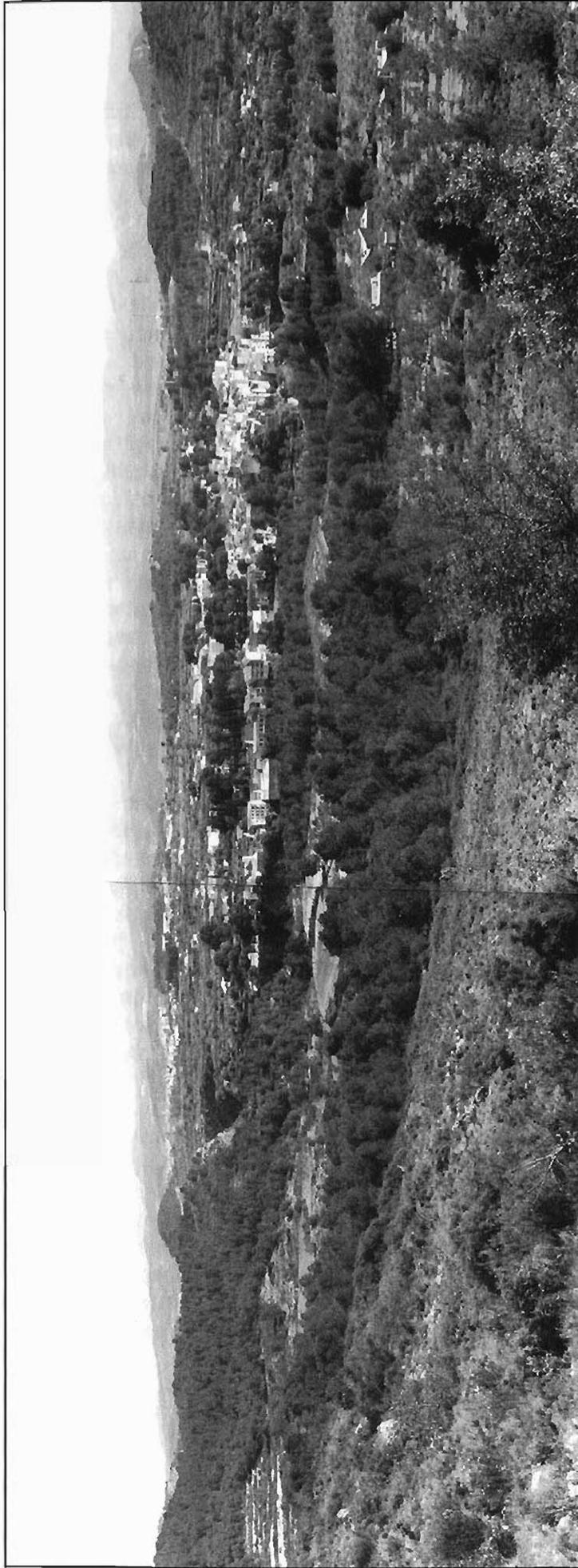


Foto 2.- Panorámica de la Zona 1, donde se puede observar en el centro de la Foto la localidad de Navajas situada en un borde de la potente plataforma travertínica recortada por el encajamiento del río Palancia cuyo cañón que presenta un escarpe superior a los 15 metros en la vertical se ve a la izquierda del pueblo. Al fondo aparece el relieve alomado y moderadamente abrupto, de la Zona 1, coronado por una superficie de erosión fundamental.

Las áreas de serranía al norte del escalón topográfico que configura el accidente tectónico del Ragudo y que enmarca la cabecera de la cuenca del río Mijares son el resultado de la denudación que durante el Plioceno superior se llevó a cabo sobre la superficie de erosión fundamental dejando expuestas las amplias morfoestructuras domáticas de la sierra del Javalambre y sierra Camarena.

La homogeneidad litológica (salvo las áreas triásicas y cretácicas), la configuración de la superficie deformada y la escasa progresión de la erosión remontante, traen como consecuencia que el relieve dominante sea alomado o moderadamente abrupto. Los procesos que controlan el modelado del relieve son el kárstico y el periglaciario.

El ámbito orográfico de las sierras al sur del puerto del Ragudo, la red dendrítica, profundamente encajada, de la cuenca del río Palancia configura numerosas sierras de relieve abrupto entre las cuales destaca la sierra del Espadán (1010 m).

Las áreas más elevadas de dichas sierras suelen estar ocupadas por los materiales más competentes representados normalmente por calizas, dolomías y areniscas, de edad mesozoica mayoritariamente y terciaria en menor proporción. Circunstancialmente, en el núcleo de la Sierra del Espadán afloran los materiales más antiguos del Tramo, esquistos pizarreños y cuarcitas, de edad paleozoica.

Las zonas medias y bajas de las laderas suelen ser el asiento normal de los materiales blandos mesozoicos y terciarios. Una de las formaciones más frecuentes e importantes que constituye el substrato geológico de los relieves negativos de esta zona es la del Triásico superior (Keuper) cuya impronta en el relieve se hace manifiesta por el papel representado como nivel de despegue de la cobertera mesozoica en el juego tectónico durante las fases de plegamiento, por su carácter diapírico, y la naturaleza margoarcillosa y yesíferas de su constitución. Delimitando los pronunciamientos topográficos se extienden, unas veces, prolongados piedemontes tapizados por abanicos aluviales, glaciares o coluviales que enlazan con las terrazas del valle de Palancia o de los principales arroyos y barrancos de la cuenca.

En el contexto general de la evolución del relieve cabe destacar las siguientes formas:

Formas kársticas

Se encuentran ampliamente representadas en esta Zona 1, y se ubican dentro de las rocas carbonatadas jurásicas y yesíferas del Keuper. El hecho de que existan importantes superficies erosivas condiciona en gran medida la generación de las formas kársticas, al dificultar el drenaje superficial de las aguas.

En la mayoría de los karst generados en materiales carbonatados jurási-

cos, las margas y arcillas del Keuper constituyen el nivel de base para la karstificación. Localmente, las margas de grupo litológico (221b) representan un nivel local para los grupos suprayacentes.

Los campos de dolinas mejor representados en el Tramo de estudio se encuentran ubicados en las cercanías de la población de la Puebla de Valverde y Segorbe. En este último lugar, se ha detectado un importante karst en los yesos del Keuper.

Formas periglaciares

Estas formas se desarrollan únicamente en la parte de la Sierra del Javalambre que queda incluida dentro del Tramo. Aquí la altitud ha favorecido, a pesar de la latitud, la actuación de climas fríos a partir de los 1300 metros. Un hecho muy característico, a esta altitud, es la fuerte regularización de las vertientes, que se encuentran recubiertas por material de gelivación. Como norma general, el máximo desarrollo de los depósitos de vertiente con formas periglaciares se encuentran en las laderas Norte y Nordeste. Las formas periglaciares que se han detectado son los bancos y lóbulos de solifluxión.

Vertientes

En la morfología y la evolución de las vertientes dentro de la Zona 1, intervienen muy especialmente elementos tectónicos, estructurales y litológicos muy específicos.

Un ejemplo de formas heredadas con significado tectónico a gran escala, es el escalón morfológico del puerto del Ragudo. En un contexto más pormenorizado cabría destacar la cantidad de veces que las laderas manifiestan un control debido a una falla o contacto mecánico.

En el proceso pretérito y actual del modelado de vertientes, un fenómeno de gran significación, a excepción de los fluviales, es el movimiento gravitacional de ladera, que ha actuado de forma intensa en el pasado y de alguna forma amortiguada en la actualidad.

Se trata de fenómenos influenciados por factores hidrológicos y estructurales. Como ejemplo, se puede citar la presencia de macizos rocosos permeables por fisuración y karstificación, sobre formaciones impermeables muy deformables que incluyen en muchos casos materiales solubles, como los yesos, y arcillas expansivas y dispersivas. Este es el caso frecuentemente existente en el contacto entre las calizas de la base del Jurásico y las facies Keuper del Triásico. También han sido causa de importantes movimientos de ladera los materiales arcillosos de las facies Weald del Cretácico inferior. En estos casos suelen ser los materiales calcáreos del terciario que descansan discordantes sobre el Cretácico los que se inestabilizan sobre el substrato arcilloso mesozoico.

El fenómeno de inestabilidad gravitacional a todas las escalas está ampliamente difundido en toda la Zona 1. Así se han detectado algunos grandes corrimientos de ladera en las series flyschoides de las facies Purbeck del Jurásico terminal-Cretácico inferior y mucho más localizadamente en otras series alternantes del Malm. También adquieren cierta significación los procesos de desprendimientos y desplomes debidos a la erosión diferencial y al zapado de los cauces fluviales.

Los efectos de la erosión se dejan ver muy especialmente sobre las laderas ocupadas por los materiales detríticos del Triásico inferior (Bundsandstein) y los arcillosos y yesíferos de Triásico superior (Keuper). También adquieren una intensidad importante sobre los sedimentos detríticos terciarios.

Sobre las formaciones menos consistentes del Jurásico y Cretácico la erosión sólo adquiere una importancia local. Debido esencialmente a la morfología alomada de estos terrenos y al hecho de que sobre los mismos existe un suelo edáfico importante de recubrimiento objeto del apoyo y sustento de una importante actividad agrícola.

La estructura sedimentaria de las distintas formaciones geológicas y su disposición tectónica debida al plegamiento o ausencia del mismo, definen esencialmente la morfología de las vertientes. Los materiales mesozoicos aparecen plegados en estructuras generalmente amplias y dan a las capas buzamientos medios, que en muchas ocasiones van a definir las pendientes máximas de las laderas, cuando la dirección e inclinación de éstas y las de los estratos, son más o menos coincidentes. Cuando esto ocurre en series con carácter flyschoides suelen darse corrimientos de estratos, de importantes proporciones a veces. Este es el caso de algunas inestabilidades detectadas en los materiales Jurásicos en el área de Viver.

En general, las pendientes más pronunciadas y abruptas, frecuentemente escarpadas, quedan relegadas a las formaciones calcáreas y areniscosas, muy importantes en todo el Tramo. En el caso de las series terciarias, sus materiales no participan del plegamiento que afecta a los mesozoicos y aparecen subhorizontales, normalmente fallados y basculados, rellenando depresiones creadas amenudo sobre las formaciones blandas mesozoicas, con mucha frecuencia, las del Keuper margo-yesífero del Trías Superior. Las laderas configuradas en estas áreas, suelen estar constituidas por materiales detríticos coronados muchas veces por plataformas calcáreas. Las vertientes suelen ser pronunciadas, y en los niveles calizos escarpados. La erosión llega a ser muy intensa a veces, y la de tipo diferencial da lugar a un tapiz sobre la ladera de grandes bloques calizos o conglomeráticos desprendidos de los escarpes naturales.

Fondos de valle

La evolución geomorfológica del área del estudio desde el Plioceno a la actualidad, ha sido muy importante. El encajamiento profundo de la red flu-

vial ha propiciado, en razón de la litología y la estructura geológica, el modelado de una serie de formas negativas del relieve de las que cabría destacar los amplios espacios excavados sobre las formaciones blandas del Triás, Jurásico, Cretácico y Terciario que han sido fosilizadas por distintos tipos de depósitos: rañas, glaciares, travertinos, aluviones y coluvio-aluviales en general. Estos depósitos han sufrido en su mayor parte un proceso de encostramiento y un ulterior fenómeno de encajamiento de la red fluvial, hasta llegar al estado actual de amplio aterrazamiento de las formas erosivas pliocenas. En la Zona 1, estos procesos están asociados con la evolución de la cuenca del río Palancia. Los barrancos y arroyos, que parten de las pronunciadas laderas de los macizos calcáreos o areniscosos, son de tipo torrencial. Se encuentran profundamente encajados en las laderas y en los pedimentos que puedan existir al pie de las sierras. Por esta razón, los ríos principales han creado cauces de paredes escarpadas, algunas con más de 20 m. Este es el caso del encajamiento del río Palancia entre Navajas y Segorbe sobre las formaciones travertínicas del grupo litológico (Q). Sobre las formaciones blandas desprovistas de suelos encostrados los arroyos y barrancos presentan perfiles transversales mucho más abiertos. La red fluvial presenta en su conjunto una estructura dendrítica muy densa en relación con las formaciones mesozoicas y, circunstancialmente, con las terciarias que llegan a constituir relieves pronunciados.

El río Palancia, como la mayoría de los arroyos más importantes, tiene un curso marcadamente meandriforme y discurre regularmente encajado bien entre los materiales mesozoicos, o bien sobre depósitos aterrazados pliocenos o pliocuaternarios.

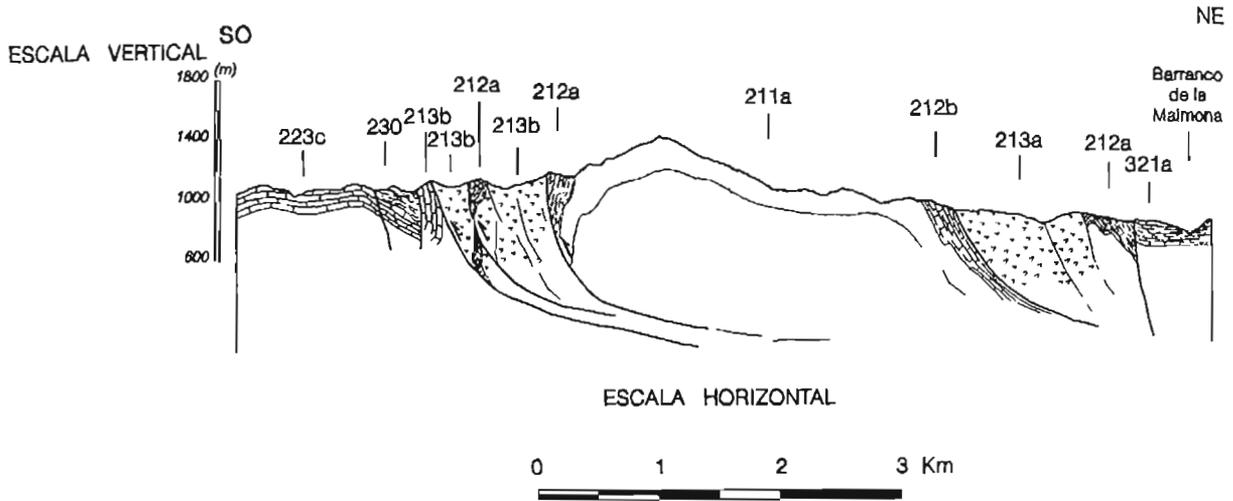
El lecho actual de los cauces es muy estrecho, así como su terraza de inundación. Las terrazas enlazan normalmente con los glaciares, coluviales y pedimentos en general sin solución de continuidad.

3.1.2. Tectónica

Como se ha descrito en el apartado 2.5, que habla de la tectónica general del Tramo, la Zona 1 se encuentra afectada por una fracturación intensa y un plegamiento ligero de los materiales mesozoicos a través de los niveles plásticos de despegue mencionados en el apartado anterior.

El zócalo, visiblemente fracturado, aparece en las proximidades de Pavías (240-4W). El aspecto metamórfico de estos materiales es el resultado de episodios tectónicos diferentes a los que conformaron el relieve actual del Sistema Ibérico. Este zócalo se encuentra ubicado en el núcleo de la estructura tectónica más significativa de la Zona 1, la antiformal del Espadán. En esta antiformal afloran prácticamente todos los materiales que constituyen el tegumento (Triásico inferior y calizas de la base del Muschelkalk), y recorre todo el área meridional del Tramo con una dirección NW-SE, al sur de la depresión La Puebla de Valverde-Sarrión. El flanco norte de esta antiformal

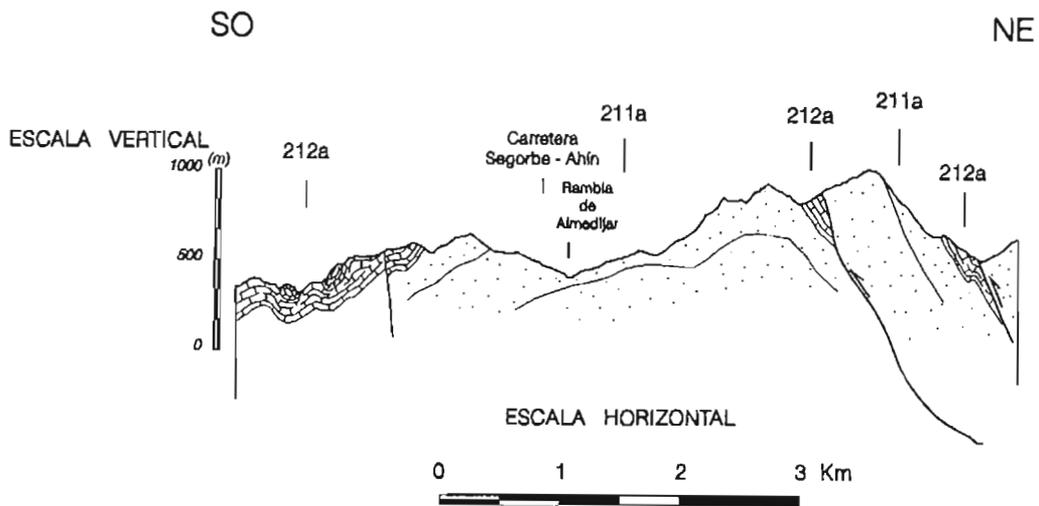
CORTE I - I'



LEYENDA

- 321a.- Calizas travertínicas y conglomerados
- 230.- Alternancia de arcillas, margas, areniscas y calizas
- 223c.- Calizas alternando con margas
- 223b.- Calizas tableadas y calizas masivas
- 213b.- Margas, calizas margosas, calizas, dolomías, arcillas, yesos y areniscas
- 212a.- Dolomías griseas
- 211a.- Areniscas

CORTE II - II'



LEYENDA

- 212a.- Dolomías griseas
- 211a.- Alternancias de areniscas y lutitas

Figura 9.- Cortes geológicos de la Zona I

se encuentra generalmente cabalgado (cabalgamiento del Espadán) con la misma dirección que la antiforma N130°-140°E.

Los materiales que cabalgan la antiforma se encuentran fuertemente plegados en las proximidades de la discontinuidad mecánica, y es muy frecuente encontrar pliegues muy apretados como los observados en Villanueva de Viver (614-2W) y en Cerro Gordo (carretera Segorbe - Ahín). En estos dos puntos se puede observar la diferencia del estilo tectónico a un lado y a otro del cabalgamiento del Espadán. (Ver Figura 9).

En el resto del Tramo, el estilo tectónico es más uniforme, con plegamientos suaves y separados por una importante facturación de dinámica variada, dentro de la cual, se pueden diferenciar tres dominios: septentrional, central y meridional.

En el dominio septentrional, situado al norte de la depresión terciaria de La Puebla de Valverde-Sarrión, se pueden diferenciar tres direcciones principales de fracturación que dominan sobre la globalidad. Estas son N130°-140°E, N30°E y E-W.

El dominio central queda definido por la porción de Zona 1 que queda incluida dentro de la depresión terciaria de La Puebla de Valverde - Sarrión. Posee un estilo de fracturación diferente al resto de los dominios y las direcciones de fracturación observadas son N70-80°E, N40°E, N150°E y N100°E.

El dominio meridional está ubicado al sur de la depresión terciaria de La Puebla de Valverde-Sarrión. Las direcciones de fracturación principales son N0°-15°E, N40°, N70°, N150°, E-W y N130°E. En las proximidades al cabalgamiento del Espadán, las direcciones N130°E se hacen más notables junto con la N40°E y N10°E, que funcionan como conjugadas al funcionamiento del cabalgamiento.

Por último, cabe señalar que el estilo tectónico de la Zona 1, explicado a grandes rasgos en el presente capítulo, localmente se ve distorsionado por la presencia de fenómenos diapíricos de los materiales arcillosos y yesíferos muy plásticos pertenecientes al Keuper.

3.1.3. **Columna estratigráfica**

La columna estratigráfica de la Zona 1 se contempla en la Figura 10.

Esquema litológico	Grupo litológico	Grupo geotécnico	Descripción	Edad
	A1,a1	G18	Aluvial de arenas y gravas	Cuaternario
	A2,a2	G19	Fondos arcillosos de arroyo	Cuaternario
	C1 y c1	G17	Coluviales	Cuaternario
	C3	G12	Coluvial sobre materiales plásticos	Cuaternario
	C4	G12	Grandes deslizamientos	Cuaternario
	G2a	G11	Glacia carbonatados	Cuaternario
	G2b	G11	Glacia	Cuaternario
	Q	G13	Travertinos	Cuaternario
	T	G11	Terrazas	Cuaternario
	231	G3	Alternancias de arcillas y arenas	Cretácico
	230	G3	Alternancia de arcillas, margas, areniscas y calizas	Cretácico
	223c	G3	Calizas alternando con margas	Malm
	223b	G4	Calizas tableadas y calizas masivas	Malm
	223a	G3	Margas grises y azuladas	Malm
	222a	G4	Calizas nodulosas, micritas, calizas oolíticas y bioclásticas	Dogger
	222a1	G4	Calizas margosas, tuffitas y tobas	Dogger
	221b	G3	Margas grises, calizas bioclásticas y alternancias de margas y calizas	Lias
	221a	G4	Dolomías tableadas, concolitas, calizas y dolomías	Lias
	213b	G5	Margas, calizas margosas, calizas, dolomías, arcillas y areniscas	Keuper
	213a	G5	Arcillas rojas y varicolores con yesos	Keuper
	212a	G4	Dolomías grises	Muschelkalk
	212b	G3	Calizas, calizas dolomíticas, dolomías, margas, arcillas y localmente yesos	Muschelkalk
	212a	G4	Dolomías grises	Bundsandstein
	211b1	G5	Margas y argillitas	Bundsandstein
	211b	G6	Lutitas y limonitas rojas	Bundsandstein
	211a	G7	Areniscas	Bundsandstein
	211a1	G8	Argillitas	Bundsandstein
	100	G2	Pizarras grises y cuarcitas	Palozoico
	002	G1	Ofitas	

Figura 10.- Columna estratigráfica de la Zona 1.

3.1.4. Grupos litológicos

En este apartado se describen la litología, estructura y características geotécnicas de las formaciones geológicas que se han individualizado dentro de la Zona 1.

ALUVIAL DE GRAVAS Y ARENAS, A1,a1

COLUVIALES, C1, c1

Estos primeros dos grupo se han descrito en la Zona 3 donde adquieren una mayor importancia.

FONDOS ARCILLOSOS DE ARROYO, A2 y a2

Litología.- Este grupo litológico, está constituido por suelos de relleno de fondos de valle, y están formados por materiales finos limosos y arenosos con gravilla, y gravas calcáreas. (Foto 3).



Foto 3.- Limos y arenas del grupo (A2). Se puede diferenciar en el centro del talud un nivel de cantos calcáreos heterométricos. Aluvial del barranco del Doctor (668-1).

Estructura.- La potencia de este grupo varia de 0.5 a 3 m para el (a2) y de 3 a 6 m para el (A2). Generalmente se encuentra sobre los materiales del Keuper o sobre algunos materiales arcillosos de edad terciaria. Se trata de materiales sueltos, y como norma general se presenta relleno de vaguadas, de fondo plano. Se dispone subhorizontalmente y sin estructura interna.

Geotecnia.- Permeabilidad moderada - baja. Procesos potenciales de erosión, aterramiento y encharcamiento, causados por la dinámica fluvial en épocas de fuertes precipitaciones. Capacidad portante baja en general. Ripable.

COLUVIALES SOBRE MATERIALES PLÁSTICOS, C3

Litología.- Este grupo está constituido por arenas y limos arcillosos rojos ricos en materia orgánica, con abundantes cantos angulosos y subangulosos, de naturaleza carbonatada y heterométricos. Se dispone sobre materiales plásticos margosos y arcillosos, y muestra en el contacto entre ellos una superficie de despegue.(Foto 4).



Foto 4.- Talud sobre los materiales del grupo litológico (C3). Se observan pequeños desprendimientos de materiales. El contacto con la unidad infrayacente se realiza por medio de un nivel más oscuro, que es un plano de movimiento.

Estructura.- La potencia de este grupo puede ser muy variable aunque

normalmente oscila entre 1'5 y 3 metros. Se trata de materiales sueltos. En el contacto con la base se encuentra un nivel plástico muy deformado que funciona como nivel de despegue. Interiormente presenta una estructura masiva. La forma global del depósito es en cuña-abanico.

Geotecnia.- Permeabilidad baja. El grupo es una estructura que contiene elementos afectados por deslizamientos de gravedad. Taludes artificiales observados de alturas bajas o moderadas, pendientes fuertes, y problemas de erosión, deslizamientos potenciales y desprendimientos. Es recomendable rebajar el talud a partir del contacto con el grupo infrayacente hasta valores 1H:1V. No obstante, conviene dejar siempre una amplia cuneta y drenar el talud. Capacidad portante baja. Ripable.

GRANDES DESLIZAMIENTOS, C4

Litología.- Este grupo está constituido por grandes masas de materiales movilizados gravitacionalmente. Se ha cartografiado principalmente los deslizamientos detectados en las calizas del Cenozoico y Mesozoico. Estos se han inestabilizado a través del contacto con los grupos litológicos (231), (213a) y (212b), cuya composición dominante son margas yesíferas, como en el cerro Cerdaña (614-2W), Solana y Palomas (639-1). También se han observado grandes deslizamientos en los materiales arenosos y arcillosos, como en La Rocha (614-4) dentro del grupo litológico (231). En lo que concierne a las demás áreas cartografiadas como (C4), la litología principal dependerá del substrato del que se hayan deserrizado.

Estructura.- La potencia de este grupo litológico es muy variable y podrá oscilar entre unos pocos metros y algunas decenas de ellos. El grado de fracturación es muy elevado y muestra interiormente una estructura masiva, brechoide y de aspecto caótico (Foto 5), presentando formas importantes de deformación. Se trata en la mayoría de los casos, de deslizamientos donde el factor plástico del substrato es el desencadenante del proceso.

Geotecnia.- Permeabilidad muy irregular, se mezclan terrenos nada permeables con áreas que lo son por fracturación, karstificación. El grupo en sí entraña la existencia de una estructura compleja de ladera afectada por deslizamientos profundos de gravedad, de naturaleza latente o activa. Taludes artificiales observados de alturas bajas o moderadas, pendientes muy fuertes si el talud está excavado íntegramente en material calizo (normalmente un gran bloque desplomado) o tendido si lo está en el material blando margoarcilloso. Problemas potenciales de carácter importante por desprendimientos y deslizamientos. En excavaciones de cierta consideración es muy posible la aparición de una importante desestabilización de la ladera. Lo normal será que se necesiten estructuras importantes de contención y drenaje. En razón

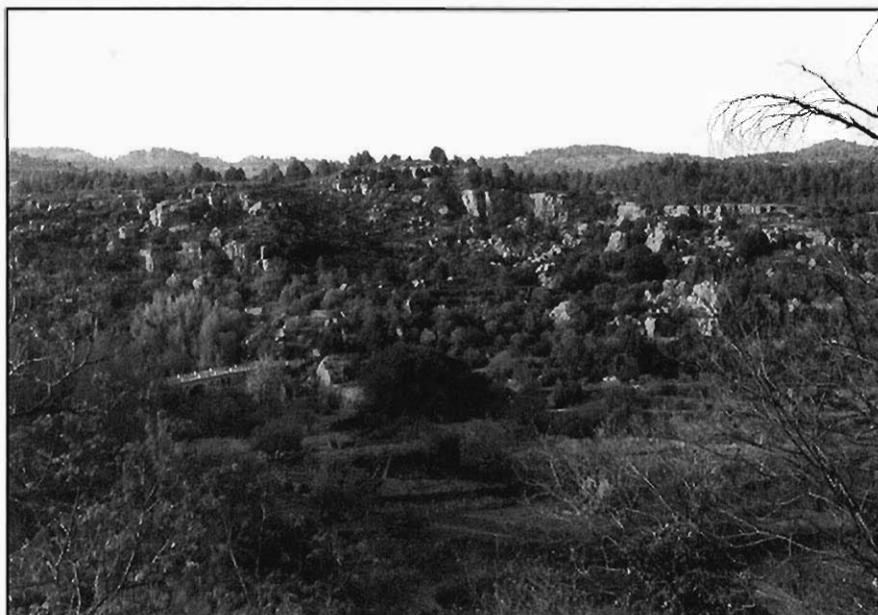


Figura 3.5.- Deslizamiento en las proximidades de Fuente la Reina donde se puede observar las dimensiones y el aspecto del proceso generador del gripo litológico (C4), creado a partir de la rotura de las calizas terciarias del grupo (321a) sobre materiales arcillosos del keuper.

de que las estructuras fósiles de deslizamiento lleguen a adquirir, a veces, muy grandes dimensiones, la capacidad soporte cuando se trata de solicitudes bajas o moderadas, puede no tener graves repercusiones en la estabilidad crítica de estas áreas a corto o medio plazo. En cualquier caso las áreas ocupadas por este grupo no deben considerarse aptas para apoyos de alguna consideración. En el caso de tener que ejecutarse, se deben prever como actuaciones necesarias, la consolidación y mejora de las condiciones de estabilidad natural para lo cual, serán necesario estudios estructurales y geomorfológicos muy pormenorizados, del área de apoyo y su entorno geológico. Grupo ripable que incluye grandes masas de materiales que no lo son en absoluto (masas calizas deslizadas).

GLACIS CARBONATADOS, (G2a)

Litología.- Gravas calcáreas, angulosas y heterométricas, fuertemente cementadas. Constituyen generalmente potentes niveles de caliches y travertinos.

Estructura.- La potencia de este grupo oscila entre 1 y 15 metros. Disposición suavemente tendida. Grado de alteración y fracturación muy bajo. Se han detectado dolinas y uvalas sobre esta formación. Estructura interna masiva, aunque a escala de grupo litológico es estratificada.

Geotecnia.- Permeabilidad baja. Problemas geomorfológicos de karstificación. Capacidad portante alta. No ripables.

GLACIS, (G2b)

Litología.- Este grupo litológico está constituido fundamentalmente por gravas calcáreas heterométricas, angulosas y subangulosas, inmersas en una matriz arenosa y arcillo-limosa. En la Zona 1, este grupo se encuentra cementado por carbonatos, especialmente el horizonte superficial.

Estructura.- La potencia de este grupo varía entre menos de 1 m y 5 m, e incluso algo más en algunos puntos. Como norma general, este grupo parte de los relieves mesozoicos para enlazar con los materiales terciarios de la Zona 2, mediante una pendiente muy suave y tendida. (Foto 6). Se encuentra en la mayoría de los casos fuertemente cementado y posee una alta compacidad. El grado de alteración y fracturación es muy bajo. Esta formación se encuentra subhorizontalmente. La estructura interna suele ser masiva, aunque lateralmente se pueden encontrar diferencias litológicas significativas en cuanto al tamaño de los clastos y a la proporción de matriz. La estructura global de este depósito es en cuña-piedemonte, con una importante extensión lateral.



Foto 6.- Glacis pertenecientes al grupo litológico (G2b) donde se observa la suave pendiente que los caracteriza. Margen izquierda del barranco del Hurón, al norte de la Masada del Sordo.

Geotecnia.- Se trata de una formación permeable con baja infiltración por escorrentía debido al encostramiento superficial. Procesos potenciales de arroyada en épocas de grandes precipitaciones, y áreas con pequeñas dificultades de escorrentía superficial. Capacidad portante alta debido a la cementación. Pueden darse sectores amplios con ripabilidad marginal.

TRAVERTINOS, Q

Litología.- Este grupo litológico está constituido por tobas y travertinos calcáreos. Posee una porosidad muy alta e interiormente presenta multitud de restos y huellas vegetales.

Estructura.- La potencia de este grupo es muy variable y oscila entre unos pocos metros y 20 m, aproximadamente. Su compacidad es moderadamente alta. El grado de fracturación es bajo. El grado de alteración, en este caso karstificación, puede ser muy alto dependiendo de la presencia de agua en la zona. Posee una disposición subhorizontal y su ubicación es de fondo de valle. Conforman una llanura estructural muy significativa en su techo, como puede observarse en la Foto 7.



Foto 7.- En la mitad izquierda de la foto aparecen tobas pertenecientes al grupo litológico (Q) en las proximidades de la localidad de Navajas. A la derecha de la foto, afloran calizas jurásicas, y arcillas y margas yesíferas del Keuper.

Geotecnia.- Permeabilidad alta por karstificación. En sus bordes acantila-

dos, se han apreciado algunos desplomes y deslizamientos importantes, de estas masas de roca. Esta generación de fenómenos inestables está influenciada por la existencia en su base de apoyo de formaciones blandas, la gran altura que llegan a adquirir estos depósitos, la karstificación y la zapa fluvial. Taludes artificiales observados de alturas bajas o moderadas, pendientes subverticales y con problemas de pequeños desplomes. Cabe la opción de la excavación subvertical de estos materiales. No obstante, conviene dejar siempre una amplia cuneta, pues la existencia de grandes cavidades en la roca crea sectores extraplomados y en voladizo, que pueden acarrear desplomes con el tiempo. La existencia de oquedades amplias y frecuentes en el terreno sólo permite aventurar valores resistentes de medios a bajos. Para altas sollicitaciones se requerirán estudios muy detallados y profundos del terreno, que necesitará normalmente mejoras mediante inyecciones y otros procedimientos. No se considera ripable, en general, por medios mecánicos normales. Puede serlo en pequeña proporción en razón de cambios laterales a facies más margosas y menos cementadas.

TERRAZAS, T

Litología.- Este grupo litológico está constituido por gravas y bloques carbonatados, principalmente, inmersas en una matriz areno-limosa. Localmente aparecen lechos arenosos de escasa continuidad lateral. El tamaño de los cantos es muy variable, y como se observa en la Foto 8, puede ser muy



Foto 8.- Gravas y bloques pertenecientes al grupo litológico (T). El horizonte superior está constituido por un banco de arenas coronado por una calcreta.

diverso. Localmente se pueden encontrar cementaciones carbonatadas o encañados.

Estructura.- La potencia aproximada de este grupo oscila de 1 a 4 metros. Se encuentra ubicado a ambos márgenes de los grandes cursos fluviales del Tramo. Los mejores ejemplos se encuentran en el río Palancia. Se trata de materiales sueltos o ligeramente cementados (en algunos puntos se encuentra fuertemente cementado por carbonatos) y dispuestos subhorizontalmente. Interiormente posee una estructura masiva con cicatrices de erosión. Localmente aparecen lechos arenosos de estructura lenticular. La forma global del afloramiento es en cuña-tabular seccionada en hombreras.

Geotecnia.- La permeabilidad es variable, y depende del grado de cementación. Problemas geomorfológicos por desprendimientos y deslizamientos en los bordes cuando en la base aflora algún grupo arcilloso o margoso generalmente mesozoico, y de erosión lateral a efectos de dinámica fluvial en caso de grandes avenidas. Taludes artificiales observados de alturas bajas, pendientes fuertes y problemas de desprendimientos de bolos y desplomes potenciales de baja intensidad. En razón del grado de cementación de la terraza, las pendientes podrán oscilar entre subverticales y 60°; si en la base llega a aflorar un substrato margoso o se sospechase muy próximo, las pendientes deberían ser más tendidas, especialmente si la terraza es potente. La capacidad portante podrá oscilar de moderada a alta en razón del grado de cementación. En los bordes de la formación habrá que tener especial cuidado con los fallos de la capacidad resistente, y el peligro de socavación por erosión lateral en el caso de fuertes avenidas. Podrá presentar problemas de ripabilidad a causa de los encostramientos y la cementación, en muchos lugares.

ALTERNANCIA DE ARENISCAS, LIMOLITAS Y ARCILLAS, (231)

Litología.- Este grupo litológico está constituido por una alternancia compleja de areniscas, arenas con arcillas, limolitas y arcillas. Las areniscas son cuarzosas y limo - arcillosas con un alto contenido en feldespato. Su color es variado: gris claro, blanco, beige, rojizas y amarillentas. En general contienen un débil cemento calcáreo ferruginoso. Las limolitas y lutitas tienen tonos rojizos excepto en la parte baja de la serie, que adquieren colores verdosos y grisáceos. (Foto 9). La potencia global de este grupo se estima en unos 55 metros.

Estructura.- Como norma general se encuentra afectado por pliegues con buzamientos muy uniformes, a escala de afloramiento. Este grupo presenta una estructura alternante compleja de tramos competentes e incompetentes, de naturaleza flyschoides. Los tramos competentes, que pueden adquirir



Foto 9.- Talud excavado en los materiales del grupo (231) donde se pueden diferenciar las intercalaciones areniscosas y las lutíticas. P.k. (131) de la carretera de Puebla de Valverde a Valbona. Al fondo se puede observar La Puebla de Valverde.

varios metros de potencia, están finamente estratificados y poseen una disposición lenticular a gran escala, e interiormente suelen mostrar estratificaciones cruzadas. La estructura global es tabular interestratificada, dominando una alternancia de horizontes margosos y arenosos decimétricos y centimétricos. El grado de alteración y fracturación es bajo.

Geotecnia.- Permeabilidad baja en general como grupo y asociada sólo a los horizontes areniscosos. Formación muy floja y fácilmente erosionable. Presenta problemas de inestabilidad de vertientes cuando éstas son acusadas, en especial cuando sobre esta formación existen los materiales calcáreos del terciario que dan lugar a un acuífero. Taludes artificiales observados de altura media-alta, pendientes variables entre fuertes y muy tendidas, y aunque son muy pocos los taludes observados en este grupo, no obstante se aprecia un potencial apreciable de inestabilidad. En estos terrenos, máxime si formaciones creadoras de acuíferos de cierta importancia se superponen estructuralmente a ellos, debe tenerse siempre en cuenta la existencia de estructuras de rotura gravitacional de ladera que requerirán tratamientos especiales. En áreas libres de estos problemas, la estructura, naturaleza y disposición estratigráfica de las diferentes capas que conforman el grupo deben condicionar el talud, que podrá adquirir pendientes variables, aunque en principio se estima que no deben diseñarse con pendientes superiores a los 45°. Se considera muy importante que estos taludes estén muy bien drenados, tanto de las aguas de escorrentía como de las posibles surgencias

de algún nivel arenoso o fractura. En terrenos de morfología suave y en apoyos profundos, las condiciones portantes deben considerarse normalmente altas. A media ladera, la capacidad portante puede llegar a ser baja o muy baja como consecuencia de las frecuentes áreas estructuradas por deslizamientos fósiles y latentes. En cualquier caso, en áreas de pendiente y en apoyos poco profundos, las condiciones resistentes sólo deben estimarse medias en principio. Grupo ripable en general. Pueden darse problemas con algunos niveles arenosos potentes.

ALTERNANCIA DE ARCILLAS, MARGAS, ARENISCAS Y CALIZAS, (230)

Litología.- Este grupo litológico está constituido por una alternancia de arcillas margosas, margas blanquecinas y amarillentas, arenas, areniscas y calizas bioclásticas en ocasiones pisolíticas. (Foto 10). Las areniscas son litarenitas feldespáticas, cuyos fragmentos de roca son pizarras, cuarcitas y fragmentos de rocas calizas, junto a granos de cuarzo, con cemento calcáreo. En las calizas predominan las calizas bioclásticas más o menos arenosas que, en series bien desarrolladas, muestran tendencia a pasar a calizas bioclásticas. La potencia de este grupo litológico se estima en unos 200 m.



Foto 10.- Intercalaciones calizas y margosas pertenecientes al grupo litológico (230), donde se puede observar un bonito ejemplo de corrimiento a favor de planos de estratificación.

Estructura.- Presenta una estructura alternante irregular de naturaleza flyschoides. La potencia de los tramos alternantes es de orden decimétrico a

métrico. El grado de compacidad en los tramos competentes suele ser alto sobre todo en los calcáneos. Como norma general se encuentra afectado por pliegues laxos y con buzamientos uniformes en amplias áreas. Interiormente, presenta en los tramos carbonatados grietas de desecación y bancos de ostreidos, y en los tramos detríticos estructuras de acreción lateral y mega-ripples. Las intercalaciones carbonatadas y areniscosas suelen tener una estructura lantejonar de magnitud hectométrica. La forma global del grupo es tabular interestratificada.

Geotecnia.- Permeabilidad baja en general, aunque en algunos horizontes litológicos son permeables por porosidad o fisuración. Se han observado fenómenos de inestabilidad gravitacional en las laderas de este grupo. Algunos grandes deslizamientos son activos en la actualidad, como los existentes al noreste de Viver, o latentes, como los observados al sur de Jérica. Se trata sin duda de una formación con riesgo potencial de inestabilidad natural en laderas de fuerte pendiente en especial si las condiciones estructurales son favorables. En ausencia de un suelo que lo proteja, este grupo es sensible a la erosión. Taludes artificiales observados de alturas moderadas. La litología y la estructura intervienen definitivamente en el modelado final del talud, que en última instancia adquiere una pendiente media, que llega a ser inferior al 1H:1V. En los tramos más calcáneos el pie del talud (2-3 metros) llega a tener valores 1H:2V. Problemas de corrimientos importantes entre capas y desprendimientos que han obligado a tomar medidas de contención como en el caso del talud de Viver. Las relaciones geométricas del plano del talud de excavación con los de estratificación, fundamentalmente, condicionarán en todo momento los valores aceptables, en orden a la estabilidad de aquel. Se trata de un grupo que puede crear problemas acusados de estabilidad por corrimiento de estratos de todas dimensiones, si las condiciones son medianamente favorables. La presencia de agua en el talud, asociada a capas permeables, resultará siempre muy peligrosa. Como pauta general, debe decirse que si bien, en algunos casos por predominio de estratos masivos de naturaleza competente y tectonicidad no muy elevada, se pueden excavar taludes fuertes o con tramos escalonados, lo normal es que los valores no deban superar el 1H:1V, con la certeza de que en muchos casos el talud estable será más tendido; Incluso deberán adoptarse, con cierta frecuencia, medidas de contención y drenajes especiales. En terrenos con morfología suave y en apoyos a cierta profundidad, es de esperar una resistencia alta y muy alta de la capacidad portante. En apoyos a media ladera, en especial si son poco profundos, pueden darse problemas si la estructura y la disposición de la capas no es muy favorable. En estos casos se impone siempre una investigación muy exhaustiva de los condicionantes geomorfológicos, estructurales, litológicos e hidrogeológicos, dada la existencia de áreas deslizadas donde las capacidades resistentes pueden ser muy bajas. Una gran parte de este grupo será ripable por medios mecánicos normales. Existirán sectores con ripabilidad marginal, y capas, algunas muy potentes, que no lo sean en absoluto.

CALIZAS ALTERNANDO CON MARGAS, (223c)

Litología.- Este grupo litológico está constituido a grandes rasgos por calizas tableadas, calizas masivas y calizas arenosas, con intercalaciones irregulares de margas y areniscas. (Foto 11). Las calizas se encuentran unas veces masivas y otras bien estratificadas. En el segundo caso, se presentan tableadas en bancos de 30 a 40 cm de potencia. Se trata fundamentalmente de biomicritas en las que abundan los oncolitos junto a fragmentos fósiles. Las calizas arenosas tienen abundantes granos de cuarzo, y fragmentos de carbón, que incorporan algunos oolitos. También es frecuente encontrar calizas oolíticas y oncolíticas con abundantes bioclastos. Los bancos de margas alternantes adquieren igualmente potencias métricas, o bien forman finos lechos entre las calizas tableadas. La potencia media de este grupo se estima en unos 100 metros.



Foto 11.- Alternancia de calizas y margas pertenecientes al grupo litológico (223c). P.k. (37) de la carretera nacional antigua N-234.

Estructura.- Normalmente conforman grandes estructuras proporcionando a las capas buzamientos que oscilan de subhorizontales en los amplios núcleos de los pliegues a suaves en los flancos. Presenta en la mayoría de los casos, una estructura alternante irregular de bancos de potencia métrica. Localmente aparece en bancos potentes, estructuras masivas y tableadas. Este grupo posee globalmente una estructura tabular interestratificada, con predominio de los niveles calizos. Interiormente se pueden observar, en los niveles de calizas arenosas y oolíticas, abundantes estructuras sedimentarias como ripples y megaripples. Globalmente posee una compacidad moderada-alta. El grado de fracturación es moderado.

Geotecnia.- Permeabilidad por fisuración en los paquetes calizos. Este grupo constituye frecuentemente relieves acusados con morfología agreste y paredes escarpadas. Se han detectado algunos fenómenos fósiles de estabilidad de ladera representados por corrimientos de cierta envergadura (vertiente norte del Alto del Roquetillo al Oeste de Jérica), y paredes con problemas potenciales de desprendimiento y corrimiento de cuñas. No obstante, hay que hablar del predominio actual de una aceptable estabilidad natural. Taludes artificiales observados de alturas moderadas y altas. Las pendientes oscilan mucho en razón de la litología dominante. En los potentes paquetes calizos, las pendientes llegan a la subverticalidad, en tanto que en los sectores alternantes de las capas margosas y calizas, los valores son menores de 45°. Problemas de desprendimientos en taludes calcáreos y alto riesgo en series alternantes de corrimientos de estratos, potenciales. En razón de la litología dominante, los taludes de excavación podrán diseñarse con valores muy distintos. En los potentes tramos calcáreos masivos y tableados pueden ser correctas pendientes en el entorno 1H:3V, siempre que se habilite una amplia cuneta o berma al pie del talud. Para el importante tramo alternante de horizontes potentes de calizas y margas, la estructura y disposición de los estratos con respecto al talud condicionará en gran medida el diseño más estable. En principio, con situación favorable (dirección del talud perpendicular a las capas) la pendiente no deberá sobrepasar el valor 1H:1V, y en caso de direcciones coincidentes del talud y estratificación con buzamientos desfavorables de esta, el valor del talud estaría muy condicionado por el buzamiento. En cualquier circunstancia, no debería superarse el valor 1H:1V salvo en casos muy estudiados. La existencia de estructuras de rotura gravitacional fósil de ladera, aunque sea un fenómeno localizado, aconseja estudios pormenorizados en zonas de vertientes, en especial, en aquellas donde la estratificación sea sensiblemente coincidente con la pendiente natural. Para gran parte del territorio ocupado por este grupo esencialmente calcáreo, la capacidad de carga adquiriría valores muy altos. Para la serie alternante calizo-margosa se debe estimar que la resistencia del terreno puede oscilar entre alta, incluso muy alta, y moderada; no obstante, por razones estructurales y geomorfológicas negativas, en apoyos a media ladera, superficiales o poco profundos, debe estudiarse muy detalladamente la litología y estructura del terreno, ya que localmente las condiciones resistentes pueden estar bastante disminuidas. Los horizontes margosos y las calizas tableadas, generalmente muy diaclasadas, que suponen una parte importante del grupo litológico, podrán riparse por medios mecánicos normales en un porcentaje muy alto. Otra gran parte del grupo, constituido por paquetes calcáreos masivos y tableados no serán ripables. Se estima que el porcentaje de materiales ripables será siempre inferior al 50%.

CALIZAS TABLEADAS Y CALIZAS MASIVAS, (223b)

Litología.- Este grupo litológico está constituido por calizas tableadas y masivas. (Foto 12). En detalle conforma más o menos una alternancia, donde

las calizas se disponen en capas de 10 a 60 cm, son de color gris oscuro, y están separadas por juntas milimétricas o centimétricas de margas. A veces los estratos calizos toman potencias métricas, y llegan a constituir bancos masivos muy importantes. Este es el caso del afloramiento observado en la localidad de Jérica. Predominan en su composición las micritas y biomicritas, más o menos arcillosas, con limo fino de cuarzo, y pobres en restos fósiles. La potencia de este grupo se estima en unos 100 metros.

Estructura.- Se trata de un grupo bastante compacto y con un grado de fracturación moderado. Como norma general entra a formar parte en pliegues muy uniformes y amplios, por lo que los buzamientos no sufren variaciones considerables. Internamente se pueden encontrar laminaciones paralelas, pequeños ripples, marcas de corriente y estructuras de carga.

Geotecnia.- Permeabilidad por fisuración. Este grupo suele dar lugar a áreas con morfología acusada. Se han observado algunos corrimientos de ladera, al sur de Jérica, dentro de esta formación. Se trata de sectores donde concurren elementos tectónicos (fallas, cabalgamientos, etc ...) y estructurales (masas calizas sobre horizontes margosos) que junto a los hidrológicos han hecho posible estas estructuras. En general, lo que puede esperarse de este grupo, es una potencial inestabilidad al desprendimiento de cuñas y desplomes en las pendientes escarpadas. Taludes artificiales observados de alturas moderadas y altas. Pendientes muy fuertes, entorno a 1H:3V o superior. Problemas de estabilidad, que han requerido la construcción de muros de contención y gunitado. En cortes de talud incluso favorables a la estratificación, es decir, perpendiculares a la misma, en sectores con cierto grado de tectonicidad y alteración de la roca, se genera un fácil desmoronamiento en estructuras tableadas. Se trata de un grupo que, de forma natural, llega a crear pendientes escarpadas subverticales, por lo que es de suponer que se podrán excavar taludes con estos valores. Ello no será posible, como norma general, en razón de la variabilidad litológica de los bancos calizos, y especialmente por los condicionantes estructurales y tectónicos que introducen factores muy negativos. La interferencia de fallas y fracturas en horizontes tableados y con intercalaciones de juntas de horizontes margosos, crea sectores muy proclives a los desprendimientos y desplomes. La disposición de capas desfavorables con relación a la traza, generará áreas de corrimientos potenciales. En función de lo dicho, se aconsejan pendientes como mucho en el entorno 2H:5V, con amplias cunetas o bermas al pie del talud. La capacidad portante debe estimarse entre alta y muy alta. En apoyos superficiales o poco profundos a media ladera, los valores resistentes pueden hacerse moderados. Bajo ciertos condicionantes estructurales y tectónicos, las características resistentes se hacen especialmente bajas, circunstancia que con cierta normalidad puede darse en zonas de contactos mecanizados con otras formaciones y áreas afectadas por fallas importantes. (Véase Foto 12). No ripable, aunque en algunos casos en razón del grado de tectonicidad, pueden requerir sólo voladuras de aflojamiento.



Foto 12.- Calizas tableadas y calizas masivas, pertenecientes al grupo (223b), separadas por un plano de falla. También se pueden observar pequeños bloques desprendidos de la zona de fractura. Río Albetosa. Proximidades a la estación de Mora de Rubielos.

MARGAS GRISES Y AZULADAS, (223a)

Litología.- Este grupo litológico está englobado dentro del Malm (Jurásico). Está constituido por un nivel de margas grises azuladas muy ricas en materia orgánica, y en la que localmente aparecen intercalaciones centimétricas de calizas margosas, calizas arenosas y areniscas. Este nivel se sitúa estratigráficamente en la base del grupo (223b). También se ha incluido dentro de este grupo, las intercalaciones margosas del grupo (223c), (ver Foto 13), cuando éstas son significativamente importantes como para ser cartografiadas a escala 1:50.000. La similitud litológica nos ha llevado a incluirlas dentro del mismo grupo litológico.

Estructura.- Este grupo posee una potencia muy variable y oscila entre 5 y 20 metros. Se encuentra ampliamente representado en la Hoja 639 de Jérica. Se trata de materiales con un grado de fracturación bajo. Se dispone como norma general en estructuras tectónicas muy simples y con un ángulo de buzamiento muy poco variable a escala de afloramiento. Su estructura interna es masiva aunque se pueden encontrar pequeñas intercalaciones esporádicas carbonatadas de espesor decimétrico a métrico. La estructura global es lentejona de magnitud kilométrica. A pequeña escala se puede considerar tabular interestratificada.



Foto 13.- Tramo de margas, cartografiadas como grupo litológico (223a), incluidas dentro del grupo (223c). En el centro se puede observar un nivel de calizas incluidas en las margas. En este nivel competente, se configura una morfología quebrada por el desalajo de cuñas de roca.

Geotecnia.- Permeabilidad muy baja. No se han observado problemas geomorfológicos por la escasa representación superficial de este grupo en el Tramo de estudio. Taludes artificiales observados de alturas bajas, pendientes tendidas y con problemas de fácil erosión, y desprendimientos o corrimientos de cuñas o capas de los niveles calizos intercalados o superpuestos. La excavación de taludes en este grupo no tendrán una gran importancia; no obstante, en cualquier caso las pendientes admisibles no deberán superar los 45°. La capacidad portante debe considerarse, en principio, como moderada en apoyos poco profundos. Material ripable.

CALIZAS NODULOSAS, MICRITAS, CALIZAS OOLITICAS Y BIOCLASTICAS, (222a) Y CALIZAS MARGOSAS, TUFITAS Y TOBAS, (222a1)

Litología.- El grupo litológico (222a) está constituido por calizas nodulosas, micritas, calizas oolíticas y bioclásticas. (Foto 14). En este grupo se diferencian tres tramos. Uno inferior de calizas nodulosas, otro intermedio de calizas micriticas, calizas oolíticas y bioclásticas, y un tramo superior de calizas nodulosas con esponjas.

En la base del tramo inferior se ha diferenciado, sobre todo en la Hoja de Manzanera, el subgrupo litológico (222a1). En la sierra del Javalambre cambia su disposición estratigráfica y aparece intercalado en el interior del



Foto 14.- Talud excavado en las calizas del grupo (222a) en el que se pueden observar pequeños desprendimientos y corrimientos de pequeñas cuñas. Carretera de la Puebla de Valverde a Camarena de la Sierra.

tramo inferior. Este subgrupo está formado por calizas margosas y margas arcillosas de colores pardo-rojizos, asociadas a tufitas y tobas volcánicas en tonos verdosos, y muy meteorizadas. (Foto 15). Los episodios volcánicos se disponen concordantemente con las calizas margosas de su techo y base. Las coladas volcánicas se componen de fenocristales de feldespatos reemplazados por zeolitas, carbonatos y cristobalita. La pasta vítrea es rica en carbonatos y opacos, y el cemento es de calcita.

El resto del tramo inferior está constituido por calizas nodulosas (biomicritas y biopelmicritas) que suelen contener finas intercalaciones de calizas margosas y margas. En conjunto presenta colores grises, a veces con tonos amarillentos, cremas, beige y rojizos, y se dispone en capas de 10 a 30 cm y excepcionalmente de hasta 60 cm. Es bastante característico la presencia de nódulos de sílex y planos ondulados que comunican al conjunto un marcado aspecto noduloso. Hacia la parte superior es frecuente encontrar algunas superficies ferruginosas y fosfáticas.

El tramo intermedio micrítico está constituido en su base por calizas grises a beige y cremas, bien estratificadas en capas cuyo espesor puede oscilar entre 10 y 50 cm, aunque en ocasiones pueden sobrepasar los 1'5 m, y toman localmente cierto aspecto masivo o mal estratificado. Con frecuencia se encuentran intercalaciones o juntas margosas o margocalizas grises, que pueden constituir una alternancia rítmica con los términos calizas, y los planos de estratificación pueden ser ondulados, tomando el conjunto un



Foto 15.- Aspecto superficial de las rocas volcánicas incluidas dentro del grupo litológico (222a1). P.k. 8'5 de la carretera de Caudiel a Higueras.

aspecto noduloso. Algunos niveles contienen nódulos de sílex que pueden llegar a ser muy abundantes en algunas áreas, y que normalmente suelen presentar geometría estratiforme. En ocasiones se encuentra glauconita dispersa o abundante, así como nódulos ferruginosos y moldes internos fosfáticos, con abundante bioturbación. La base del tramo intermedio termina con una alternancia de calizas micríticas y biomicritas, con margo-calizas y margas. Se disponen bien estratificadas en capas de 5 a 40 cm, frecuentemente de aspecto noduloso, y normalmente presentan nódulos ferruginosos.

El tramo intermedio continúa con calizas oolíticas y bioclásticas. El conjunto suele estar estratificado en capas gruesas, que superan a veces los 1'5 metros, lo que le hace tomar a veces cierto aspecto masivo. Es frecuente encontrar este grupo parcialmente dolomitizado. El techo del tramo intermedio suele estar constituido por un nivel de aproximadamente 1 metro de espesor constituido por oolitos ferruginosos concentrados o dispersos, inmersos en una matriz micrítica. En ocasiones pueden diferenciarse varios horizontes dentro de ella en función de la proporción de oolitos y la coloración de las superficies de separación irregulares ferruginosas.

El tramo superior corresponde a calizas grises-amarillentas que se presentan en bancos de aspecto algo nodulosos de 20 a 40 cm de espesor, separados entre sí por pequeños lechos margosos, que raramente superan los 5 cm de espesor y que a techo se hacen más abundantes. Suelen contener abundantes fragmentos de esponjas.

La potencia estimada para el conjunto del grupo litológico es de 100 metros, con la siguiente distribución por tramos: de 5 a 25 metros para el inferior, entre 40 y 50 metros para el intermedio y 25 metros para el tramo superior.

Estructura.- Las estructuras de plegamiento asociadas a este grupo, son pliegues de amplio radio que definen morfologías estructurales en donde las capas suelen presentar buzamientos laxos de difícil solución de continuidad. Este grupo presenta una compacidad alta. El grado de fracturación es moderado-bajo, aunque en niveles más nodulosos puede ser más elevado. El grado de alteración es muy variable, y es muy frecuente observar este grupo bastante karstificado. Los campos de dolinas observados en las proximidades de La Puebla de Valverde están desarrollados sobre este grupo litológico. Por esta razón no es muy difícil encontrar estructuras cavernosas en su interior. Las calizas del tramo intermedio suelen presentar un aspecto tableado, mientras que en los tramos inferior y superior la estratificación es más difusa y presenta un aspecto noduloso. Las estructuras sedimentarias son muy difíciles de reconocer en las rocas de este grupo litológico, y entre ellas, las más notables son las laminaciones cruzadas debidas a ripples. En su conjunto, este grupo presenta una estructura tabular interestratificada.

Las intercalaciones de los episodios volcánicos nunca superan los 3 metros de espesor. Este subgrupo se encuentra muy bien representado en el Collado de Bancalejo cerca de la localidad de Higueras. Se trata de un grupo globalmente poco compacto, los niveles volcánicos pueden presentar una compacidad elevada siempre y cuando se encuentren sin alterar. El grado de fracturación es moderado alto en los episodios volcánicos. Este grupo presenta de forma general, un grado de alteración moderado alto. Interiormente los episodios volcánicos se encuentran interestratificados.

Geotecnia.- Permeabilidad baja por fisuración. Los únicos problemas geomorfológicos detectados quedan circunscritos al fenómeno de disolución kárstica, que da lugar a la existencia de dolinas de embudo. Taludes artificiales observados de alturas medias y bajas, pendientes fuertes y con pequeños problemas de desprendimientos de roca. En general podrán diseñarse taludes con pendientes en el entorno 1H:2V. En desmontes importantes debe ser preceptivo dejar una amplia berma al pie del talud. En taludes medios y bajos, las pendientes podrán incrementarse normalmente a 1H:3V en principio. La capacidad portante de estos grupos se estima de muy alta a alta, en general. Localmente los factores tectónicos y la alteración de los materiales, especialmente de los del subgrupo volcánico (222a1), pueden hacer que éstos presenten una capacidad soporte con características medias; por otra parte, el fenómeno de karstificación introduce un cierto grado de incertidumbre que siempre habrá que despejar. No ripable.

MARGAS GRISES, CALIZAS BIOCLÁSTICAS Y ALTERNANCIA DE MARGAS Y CALIZAS, (221b)

Litología.- Este grupo litológico está constituido de muro a techo por una formación de margas grises y calizas bioclásticas, y otra de alternancias de margas y calizas.

La formación de base está constituida por margas grises, a veces verdes y ocres por alteración, en las que se intercalan calizas margosas y margocalizas grises a beige, a veces nodulosas, en capas de 10 a 40 cm que ocasionalmente pueden llegar a constituir una alternancia. Los niveles de calizas son biomicritas y biopelmicritas con abundantes bioclastos.

La formación intermedia está formada por calizas bioclásticas, normalmente biomicritas y pelmicritas, de colores beige, grises y amarillentos, estratificadas en capas de espesor variable que pueden oscilar entre 5 cm y más de 1 metro. Entre las calizas suelen intercalarse algunos niveles de calizas margosas y margas de tonos grises a verdosos, a veces amarillentos y rojizos. El conjunto suele presentar sus planos de estratificación ondulados, hecho que le comunica, un marcado aspecto noduloso característico. (Foto 16). En algunas áreas, las calizas contienen nódulos de sílex, normalmente de geometría estratiforme y/o conchas parcialmente silificadas. En el techo de la formación se encuentran superficies ferruginosas más o menos desarrolladas, y en ocasiones superficies taladradas por organismos.

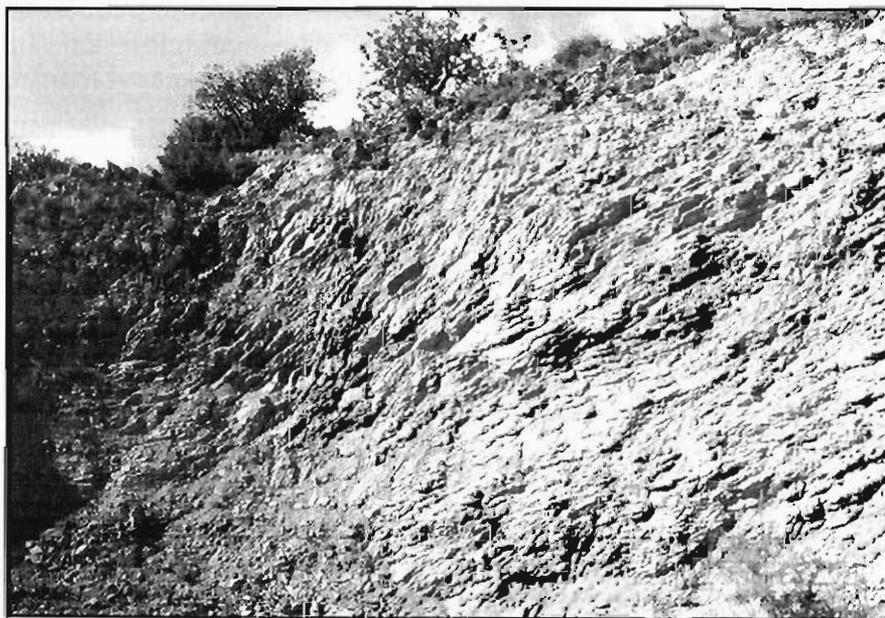


Foto 16.- Calizas margosas y margocalizas pertenecientes al grupo litológico (221b), en el que es muy visible el aspecto característico noduloso. P.k. (38'2) de la carretera N-340, en las cercanías de Chilches.

La formación superior está compuesta por una alternancia más o menos regular de margas grises, a veces gris verdosas, rosadas y amarillentas en capas que suelen oscilar entre 5 y 25 cm, aunque suelen superar 7'5 metros de espesor y calizas margosas y biomicritas en capas de 10 a 60 cm, con tonos grises, beige y amarillentos a rojizos, que suelen tener los planos de estratificación ondulados, adquiriendo a veces cierto aspecto noduloso. Las intercalaciones calizas son biomicritas arcillosas con limo de cuarzo accesorio, con un contenido en bioclastos del 10 al 30 %. Muy localmente se han detectado materiales volcánicos intercalados. Se trata de tufitas e hialoclastitas formadas por fragmentos irregulares de rocas volcánicas con textura vítrea a hipocristalina, vesiculares, de tonos pardo - amarillentos y verdosos. El cemento entre los fragmentos volcánicos es calcita.

La potencia máxima estimada para este grupo litológico es de 30 metros. La formación basal posee una potencia media de 10 metros, y el conjunto de los dos términos suprayacentes es de 20 metros como máximo.

Estructura.- La distribución geográfica de este grupo es muy irregular en el Tramo de estudio y puede reconocerse claramente en el área de Sagunto y Segorbe.

Se trata de un conjunto disgregable y poco compacto, salvo los paquetes calizos que se encuentran intercalados en él. El grado de fractura es moderado. La estructura tectónica del plegamiento que configura la geometría interna del grupo es bastante simple. Presenta buzamientos uniformes con algunos cambios bruscos, pues se encuentra afectado por una tectónica de fracturación importante, que delimita en muchos casos su contacto con otras formaciones.

Globalmente, este grupo presenta una estructura tabular interestratificada, y está dividida en tres formaciones. La formación basal margosa posee un aspecto masivo. La formación intermedia se presenta estratificada con un aspecto noduloso. Interiormente se presenta bastante bioturbada. Por último, la formación superior tiene una estructura alternante regular de niveles competentes e incompetentes. En esta última formación, las estructuras sedimentarias son muy escasas y con dificultad se pueden encontrar laminaciones cruzadas debidas a ripples.

Geotecnia.- Permeabilidad muy baja. No se han detectado problemas geomorfológicos debido a la escasa representación cartográfica del grupo en el Tramo de estudio. Taludes artificiales observados de alturas bajas, pendientes tendidas, y problemas de erosión y desprendimientos de cuñas. La excavación de taludes en este grupo no tendrán mayor relevancia en el Tramo. En cualquier caso, las pendientes admisibles no deberán superar los 45°. La capacidad portante debe considerarse normalmente como alta, aunque en apoyos poco profundos y a media ladera se estima moderada, en principio. Ripabilidad marginal.

DOLOMIAS TABLEADAS, CARNIOLAS, CALIZAS Y DOLOMIAS, (221a)

Litología.- Este grupo litológico está constituido por dolomías tableadas, carniolas, calizas y dolomías, (Foto 17), y se encuentra estructurado en tres tramos

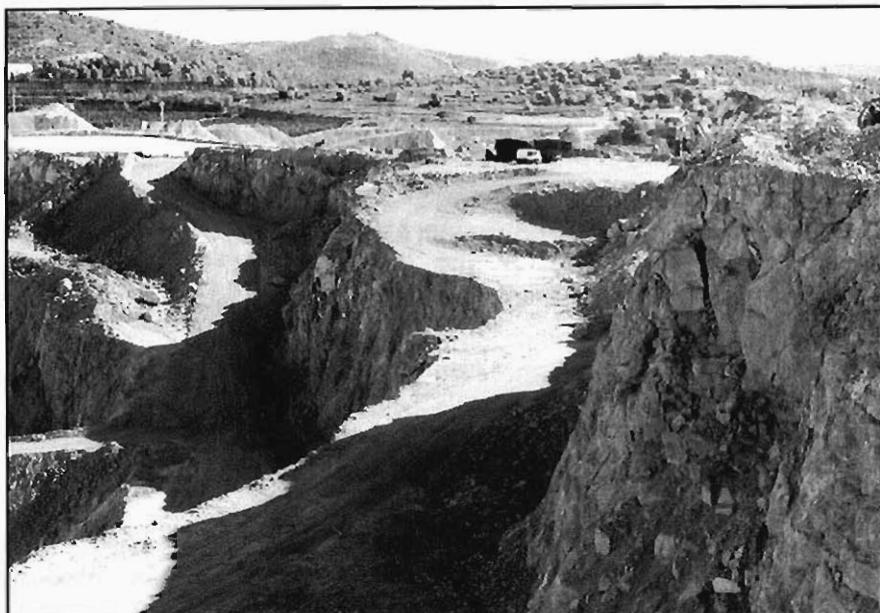


Foto 17.- Dolomías pertenecientes al grupo litológico (221a). En primer plano se observa la cicatriz de una cuña limitada por planos de diaclasa. Cantera de Almenara.

El tramo basal de este grupo litológico no aflora, en gran parte debido a la frecuente mecanización de su contacto con el Keuper. Esta compuesto por bancos de dolomías tableadas grises, en ocasiones vacuolares u oquerosas, dispuestos en capas de 10 a 60 cm, que pueden llegar a superar el metro de espesor. A veces contienen finas intercalaciones de margas, arcillas y dolomías arcillosas. Localmente pueden observarse restos de la textura original de algunos niveles.

El tramo medio está constituido por un conjunto, masivo y mal estratificado en bancos gruesos y discontinuos, de dolomías cristalinas, oquerosas y vacuolares, de color beige claro a rosado, o de tonos blanquecinos a grises. También son frecuentes las brechas dolomíticas constituidas por cantos, de diferentes tipos de rocas carbonatadas, generalmente angulosos y de tamaño desde centimétrico a bloques. A veces pueden reconocerse restos o fragmentos de capas, puesto que en ocasiones, algunos de los cantos que han sido disueltos, el hueco se rellena, total o parcialmente, con calcita o dolomita espática.

El tramo superior lo componen calizas grises a beige, generalmente bien estratificadas en capas de 0'2 a 1 metro, excepcionalmente hasta 2 m de espesor, y dolomías y calizas dolomíticas beige a grises en capas medias a gruesas. Entre las calizas abundan las micritas, oobiomicitas, intra-bioesparitas y biomicitas. Con frecuencia se intercalan niveles de margas gris verdosas, especialmente en la mitad superior de la unidad, que en ocasiones contienen restos carbonosos. Aunque en menor proporción, también se encuentran intercalaciones de calizas nodulosas y calizas cristalinas.

Este grupo posee una potencia máxima estimada de 230 metros. Globalmente se encuentra estructurada en tres Tramos. El Tramo inferior, en las escasas secciones en que se ha podido medir, su espesor suele oscilar entre 35 y 40 metros. La potencia máxima medida en el tramo medio es de 60 metros. Por último, el tramo superior no suele superar los 130 metros.

Estructura.- Habitualmente se encuentra afectado por importantes fallas, e involucrado en cabalgamientos. Por esta razón, no es difícil verle en contacto mecánico con los materiales triásicos del Keuper. La estructura tectónica de este grupo suele ser bastante compleja a escala de afloramiento. Interiormente se han detectado cavidades kársticas. Los términos inferior y superior, se encuentran bastante bien estratificados, y presentan una estructura tableada. El término intermedio se puede considerar masivo, y es imposible diferenciar en su interior estructuras sedimentarias. La compacidad de este grupo debe estimarse alta en su conjunto. El grado de fracturación es alto, y el grado de alteración por karstificación puede llegar a ser muy alto.

Geotecnia.- Permeabilidad por fisuración y karstificación. Pueden constituir acuíferos importantes. Un fenómeno bastante generalizado en los materiales calcáreos de este grupo es el de rotura gravitacional de ladera, que afecta a los límites que esta formación establece con el yacente margoso y margo-yesífero del Keuper. Las dimensiones que han adquirido estas estructuras, fósiles, latentes y activas, son muy grandes. La estabilidad natural de las vertientes es, por esta razón, potencialmente baja en amplios sectores de los afloramientos de este grupo, especialmente en el entorno de los límites de los mismos. Otro fenómeno observado, con bastante frecuencia, es el de subsidencia, generado por los campos de dolinas, algunos de grandes dimensiones. Este fenómeno kárstico está íntimamente relacionado con el impermeable yacente yesífero, perteneciente al keuper, en estas áreas. Taludes artificiales observados de alturas medias y altas, pendientes fuertes o muy fuertes en general, y con problemas de esprendimientos y desplomes potenciales de importantes dimensiones. En ausencia de una estructura de rotura gravitacional, bastante frecuente en los límites de los afloramientos que contactan con las facies Keuper subyacente estratigráficamente, los taludes que teóricamente pueden diseñarse en este grupo serán fuertes o muy fuertes, aunque requerirán normalmente la construcción de una amplia cuneta o

berma al pie del talud. Hay que destacar la necesidad de realizar estudios estructurales y geomorfológicos detallados, en las áreas de borde en el contacto con la formación Keuper, cuando se vayan a realizar taludes de excavación sobre las mismas, dado que los problemas de inestabilidad que puedan generarse en estas áreas pueden ser muy aparatosos, difíciles y costosos de solucionar. Por la naturaleza de los materiales de este grupo, se debe esperar una capacidad portante muy alta. No obstante y en razón de todos los problemas mencionados en anteriores párrafos, de índole geomorfológico y estructural, la capacidad soporte puede verse muy disminuida localmente. Las estructuras de deslizamiento fósil o latente, frecuentes en el contacto de los grupos del Keuper, (213a) y (213b), y las debidas a un aparato kárstico importante, crean una significativa incertidumbre sobre la capacidad resistente del terreno en amplios sectores. Grupo no ripable.

MARGAS, CALIZAS MARGOSAS, CALIZAS, DOLOMIAS, ARCILLAS, YESOS Y ARENISCAS (213b)

Litología.- Con los materiales de facies Keuper, Keuper en sentido estricto y serie intercalada en el Muschelkalk con características litológicas de dichas facies, se han creado tres grupos litológicos en razón de algunas diferencias litológicas y estructurales que pueden ser apreciadas entre los afloramientos de este piso al Norte y Sur del puerto de Ragudo situado hacia la mitad del Tramo.

El grupo 213b describe los materiales del Keuper existentes al norte del mencionado puerto. Se trata de un conjunto de margas y arcillas abigarradas de color rojo, gris, blanco o amarillento, con intercalaciones frecuentes de dolomías escoriáceas y areniscos y yeso disperso en cristales, rellenando grietas o en bancos. Un aspecto muy frecuente de este grupo es el de una macrobrecha tectónica de aspecto escoriáceo, margo-dolomítica de tonos ocre amarillentos asociados a los niveles de margo-dolomías brechosas y violáceas claras en los arcillosos (ver foto 18). Es muy posible que en este grupo queden incluidos gran parte de la serie de calizas y margas que constituye el tramo más alto del Muschelkalk, grupo (212b), en razón de condiciones tectónicas en el plegamiento, proximidad estratigráfica y cierta semejanza litológica.

También es relativamente frecuente la inclusión de masas reducidas de rocas volcánicas verdes (ofitas) ricas en plagioclasa y piroxeno. Cuando estas últimas rocas adquieren una dimensión superficial considerable, han sido cartografiadas como grupo independiente (002).

La potencia de este grupo es difícil de precisar, y se estima que puede oscilar entre 150 y 300 metros.

Las diferencias que pueden establecerse a nivel litológico con el grupo (213a), estriban esencialmente en la menor importancia a nivel de afloramiento



Foto 18.- Margas y calizas margosas pertenecientes al grupo litológico (213b). Proximidades a la localidad de San Agustín.

to que tienen los yesos en el grupo 213b y en el carácter margo-dolomítico escoriáceo, macro-brechoso masivo e irregular del conjunto de este grupo.

Estructura.- Los materiales de este grupo se hallan generalmente afectados de numerosos repliegues y están en contacto mecánico con las formaciones adyacentes en razón de la plasticidad de que han hecho gala durante las fases orogénicas y en los fenómenos de diapirismo. En abundantes áreas es el nivel de despegue de la cobertera mesozoica, por lo que no es difícil encontrarlo intensamente deformado y con inclusiones, mediante contacto mecánico de otros grupos litológicos. Todo ello supone una fuerte tectonicidad asociada a esta formación que entre otras características, le ha impreso una brechificación profunda de horizontes muy competentes.

Aunque el grupo (213a) que engloba el Keuper existente al Sur del puerto de Ragudo, puede presentar y de hecho presenta, muchas veces los mismos aspectos tectónicos y litoestructurales que este grupo, ya que el juego mecánico de las fases de plegamiento ha sido similar en toda la cordillera, se ha de señalar que el carácter de tecto-facies es más acusado en este grupo (213b) que en el (213a), en el que adquiere especial significación el nivel de yesos de los niveles más bajos del Keuper.

Geotecnia.- Permeabilidad baja o muy baja. En cualquier caso deben extremarse las medidas de drenaje superficial. Las aguas freáticas y de circulación superficial sobre estos terrenos serán normalmente agresivas para

los hormigones. En el contacto con los grupos carbonatados suprayacentes, que constituyen en la mayoría de los casos un acuífero, es muy frecuente encontrar procesos de inestabilidad debidos al movimiento de masas por deslizamientos (fósiles, latentes o activos), normalmente profundos, que afectan a amplias superficies del terreno. La rotura de la vertiente incorpora junto a los materiales del Keuper implicados en la masa deslizante, bloques calizos de diferentes tamaños, algunos de muy grandes proporciones. Los problemas debidos a la erosión son manifiestos, tanto en taludes naturales como en los artificiales. Taludes artificiales observados de alturas medias - bajas, y con problemas de erosionabilidad, desplome, desprendimientos y deslizamientos de pequeña magnitud. Los valores de la pendiente suelen ser inferiores a 45°, aunque en taludes bajos las pendientes pueden ser mucho más fuertes aunque siempre de morfología irregular. No es recomendable proyectar taludes de excavación superiores al 1H:1V, es más, en multitud de casos, especialmente en áreas de ladera con presencia de calizas jurásicas sobre este grupo, en donde es muy presumible la existencia de estructuras fósiles, latentes o activas, de rotura gravitacional, las pendientes requerirán valores inferiores al 1H:1V y, con frecuencia, medidas de contención y drenaje profundo. La capacidad portante debe considerarse como media con tendencia a baja, sobre todo en las áreas afectadas por inestabilidad natural observadas en este terreno. Los apoyos a media ladera deben considerarse siempre conflictivos, máxime si se sospecha la existencia de roturas gravitacionales. Grupo mayoritariamente ripable, salvo áreas muy concretas que pueden presentar inclusiones de roca competentes (calizas, ofitas) que darán lugar a sectores o núcleos no ripables o de ripabilidad marginal.

ARCILLAS ROJAS Y VERSICOLORS CON YESOS, (213a)

Litología.- Este grupo está integrado casi en su totalidad, por los materiales del último piso del Trías (Keuper), y muy circunstancialmente por algunos afloramientos de similar facies pertenecientes a niveles intermedios del Muschelkalk, (Foto 19). Litológicamente está constituido esencialmente por arcillas versicolores en tonos rojos, amarillentos y verdosos, yesos e intercalaciones de areniscas, margas y calizas dolomíticas. Las arcillas son frecuentemente yesíferas e intercalan horizontes yesíferos en distinta proporción según las áreas. El yeso se presenta disperso, en capas lenticulares, rellenando fisuras o conformando cuerpos masivos muy importantes, como ocurre en el área de Segorbe, en donde son objeto de una intensa y extensa explotación. (Foto 20). Desde el punto de vista estratigráfico los yesos masivos parecen situarse a muro de la serie Keuper. Las areniscas suelen presentarse como delgadas capas intercaladas entre las arcillas al igual que los horizontes más carbonatados: margosos, margo-calizos y calizos dolomíticos. Es normal la presencia de horizontes de brechas calizo-areniscosas mineralizadas relacionadas con la dinámica tectónica asumida por este grupo.

Debido a este carácter, es normal que este grupo incluya especialmente en áreas limítrofes con los grupos estratigráficos superiores e inferiores, las



Foto 19.- Explotación de arcillas de facies Keuper pertenecientes a niveles del Muschelkalk que han sido integrados en el grupo litológico (213a). P.k. (12'5) de la carretera local de Algar de Palancia a Val de Uxó.



Foto 20.- Yesos masivos con venas de yesos fibroso pertenecientes al grupo litológico (213a). Son claramente visibles en el talud, las huellas de los barrenos que se han utilizado para abrir el desmonte. P.k. (27'5) de la carretera N-234.

series de tránsito. Suelen establecerse mediante una alternancia de margas y calizas. Se presentan con una tectonicidad muy elevada, que se pone de manifiesto por una deformación, carniolización y brechificación profunda de los niveles carbonatados, que crean áreas de aspecto isótropo y masivo de carácter esencialmente margo-calizo. A este respecto, es muy probable que dentro de las áreas definidas como Keuper (213a) puedan encontrarse materiales correspondientes a niveles del Muschelkalk constituidos por margas y alternancias de calizas y margas que conforman el grupo (212b).

También es frecuente encontrar cuerpos de masas intrusivas, de naturaleza ofítica y de proporciones normalmente modestas dentro del grupo (213a) que cuando han tenido una importancia de afloramiento han sido cartografiados como grupo litológico (002).

La potencia media observada del grupo litológico (213a) es de 100 metros.

Estructura.- Se supone que estos materiales han sufrido una deformación intensa que no se hace muy patente en muchas ocasiones, dada su plasticidad. Sin embargo es fácil observar, especialmente en tramos donde puedan abundar horizontes areniscosos o dolomíticos, la brechificación y recristalización profunda de los mismos. Este fenómeno se hace muy patente en los límites con otros grupos litológicos, en donde el carácter mecánico de dicho contacto crea sectores muy complejos en los que domina el carácter de macrobrechificación, y la mezcla de componentes arcillosos y carbonatados de aspecto carnioloide, sin una estructura definida que podría definirse de irregularidad a nivel litológico y estructural con cierto carácter isótropo y masivo.

Por lo que respecta a los cuerpos intrusivos de naturaleza ofítica suelen presentarse como sills interestratificados.

En relación con el contacto que estos grupos litológicos establecen a media ladera con los niveles carbonatados potentes que se superponen, es normal la existencia de estructuras de falla gravitacional que implican a grandes masas calizas y los materiales de facies Keuper. En los casos donde el fenómeno es muy generalizado y amplio se ha definido un grupo litológico específico (C4) para designar estas áreas.

Asociado a las masas yesíferas existentes en estos grupos, específicamente a los potentes cuerpos del grupo (213a), existe un aparato kárstico muy desarrollado en el área de Segorbe.

Geotecnia.- Permeabilidad baja o muy baja, excepto en áreas con yesos masivos en donde se ha desarrollado un karst importante con creación de dolinas. En cualquier caso deben extremarse las medidas de drenaje superfi-

cial. Las aguas freáticas en estos terrenos serán agresivas a los hormigones. Las laderas ocupadas por estos materiales suelen presentar con frecuencia procesos de inestabilidad debidos al movimiento de masas por deslizamientos (fósiles, latentes o activos), normalmente profundos, que afectan a amplias superficies de terreno. Este proceso es especialmente frecuente en el contacto con los grupos carbonatados suprayacentes, que constituyen en la mayoría de los casos un acuífero. Estos grupos suprayacentes están implicados en la rotura de la vertiente, e incorporan sus materiales, bloques calizos de diferentes tamaños, a la masa deslizante. Igualmente tienen especial importancia, los fenómenos inestables debidos a la subsidencia del terreno, en áreas donde abundan los yesos masivos, y se desarrolla en consecuencia un aparato kárstico bastante importante, como es el existente al Oeste de Segorbe. Los problemas debidos a la erosión son manifiestos tanto en taludes naturales como en los artificiales. Taludes artificiales observados de alturas medias y bajas, con pendientes inferiores a 45°; en taludes bajos las pendientes pueden ser mucho más fuertes, e incluso subverticales. Problemas de erosionabilidad, desplome, desprendimientos y deslizamientos de pequeña magnitud. Salvo áreas muy concretas, las no afectadas por roturas gravitacionales, con predominio de materiales competentes (yesos, calizas, areniscas u ofitas), donde las pendientes podrán ser fuertes, no es recomendable proyectar taludes de excavación superiores al 1H:1V; es más, en multitud de casos, especialmente en áreas de ladera con presencia de calizas jurásicas sobre este grupo, en donde es muy presumible la existencia de estructuras, fósiles, latentes o activas, de rotura gravitacional, las pendientes requerirán valores inferiores al 1H:1V y, con frecuencia, medidas de contención y drenaje profundo. La capacidad portante de este grupo litológico debe considerarse como mucho, media con tendencia a baja, que lo será con frecuencia en relación con las amplias áreas afectadas por inestabilidad natural observadas en este terreno. Los apoyos a media ladera deben considerarse siempre conflictivos, máxime si se sospecha la existencia de roturas gravitacionales. Igualmente en terrenos de morfología suave con presencia importante de yesos (área de Segorbe), debe tenerse en cuenta la posibilidad de subsidencias y colapsos debidos a la existencia de un aparato kárstico yesífero. Mayoritariamente ripable, salvo áreas muy concretas que pueden presentar inclusiones de roca competentes (yesos masivos, calizas, ofitas), que darán lugar a sectores o núcleos no ripables o de ripabilidad marginal. En áreas muy tectonizadas y afectadas por movimientos de ladera profundos, son frecuentes las inclusiones de grandes masas de calizas no ripables, entre los materiales arcillosos, y en el área de Segorbe la presencia de importantes masas de yesos masivos.

CALIZAS, CALIZAS DOLOMITICAS, DOLOMIAS, MARGAS, ARCILLAS Y LOCALMENTE YESOS, (212b)

Litología.- En este grupo se han agrupado dos niveles distintos del Muschelkalk que se encuentran separados normalmente por un potente paquete de dolomías tableadas, integrantes del grupo litológico (212a).

El nivel inferior corresponde a un tramo sedimentario que frecuentemente adquiere una litología de facies Keuper, es decir, margas y arcillas versicolores, que a veces contienen yesos dispersos en grietas o en lechos lenticulares, y con finas intercalaciones de areniscas y calizas dolomíticas. Este nivel cuando aparece claramente en el terreno y con dimensión cartográfica, ha sido descrito como grupo (213a). Este mismo nivel puede presentarse como un paquete de arcillas margosas de aspecto pizarreño, con niveles calcáreos de tonos grises.

La potencia de este nivel parece ser muy irregular, pudiendo hablarse de valores que oscilan entre unos pocos metros y más de 40 metros.

El nivel superior que se encontraría entre las calizas dolomíticas tableadas y el Keuper, está formado por una alternancia irregular de calizas micríticas y palesparitas, con micritas arcillosas y margas, en bancos que pueden oscilar entre poco menos de un metros y varios metros de potencia; con carácter masivo los arcillosos, lajosos o pizarreños los margo-calizos y tableados o masivos los calizos. (Foto 21). La potencia de este nivel se estima en unos 50 metros.

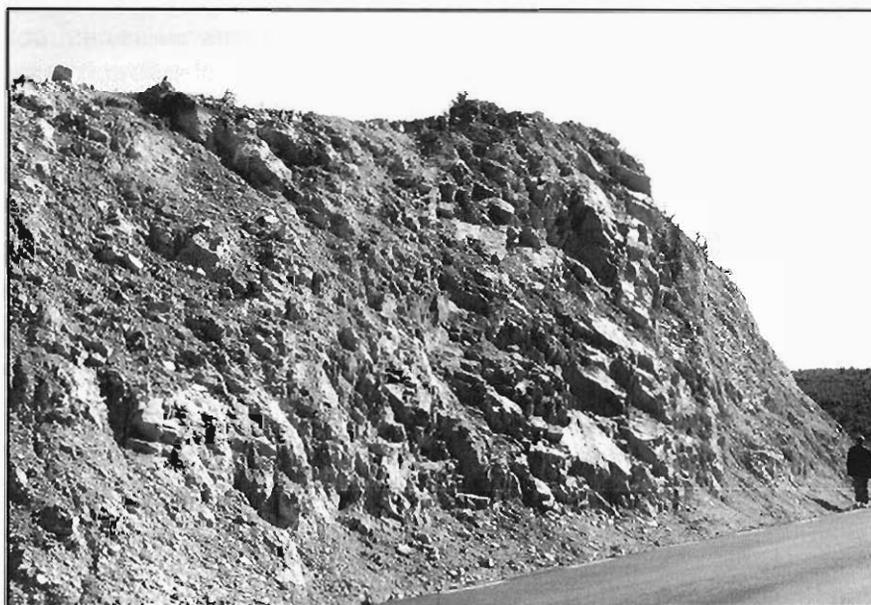


Foto 21.- Margas y calizas margosas pertenecientes al grupo litológico (212b). Carretera de Barracas a Villanueva de Viver.

Dado que a este nivel superior calizo-margoso se le superpone estratigráficamente el Keuper, existe la posibilidad de que en las áreas delimitadas como grupo (212b) pueda quedar incluido, a veces, materiales de Keuper (213a) entre otras razones por la compleja estructura adquirida durante el

plegamiento por los niveles plásticos del Triásico Medio y Superior. Superficialmente, es muy frecuente que las áreas ocupadas por este grupo presenten un suelo u horizonte de encostramiento margo-calizo con pertenencia decimétrica normalmente.

Estructura.- Los niveles estratigráficos que conforman este grupo litológico establecen normalmente contactos mecanizados con los grupos adyacentes. Es el resultado de su comportamiento como horizontes esencialmente plásticos que actuaron como plataformas secundarias de despegue de la cobertera mesozoica. La tectonicidad de este grupo se pone de manifiesto en la pizarrosidad, brechificación y milonitización frecuente de los paquetes margo-calizos, y en el denso diaclasado y normal fracturación de los estratos calizos.

Geotecnia.- Permeable por fisuración en las capas calizas. Es de prever la posibilidad de que existan aguas freáticas. Se han detectado algunos movimientos de ladera fósiles, de mediana o reducidas dimensiones. La alternancia de estratos calizos y margosos y muy especialmente la presencia de horizontes de facies Keuper en el nivel intermedio del Muschelkalk, induce a una inestabilidad del paquete superior calizo del grupo (212a) que se le superpone. Se ha de señalar que sobre este grupo aparece el Keuper, en el que se han detectado importantes problemas de inestabilidad fósil, latente y activa en las laderas ocupadas por los materiales de este piso. Taludes artificiales observados de alturas moderadas y bajas, pendientes fuertes en general y con problemas de desprendimientos y pequeños corrimientos de estratos a favor de planos de estratificación (caliza-marga) o superficies tectónicas, y erosión en los horizontes margosos. La dirección y buzamiento de las capas en relación con el plano del talud debe definir los taludes de excavación. Con direcciones muy perpendiculares (talud-estratificación), y en tramos con dominio de bancos calcáreos, las pendientes podrán ser del orden 2H:3V; en los tramos más margosos las pendientes máximas no deberían superar el 1H:1V. En principio debe estimarse que estos terrenos poseen una capacidad portante que podrá oscilar de altas a medias. En apoyos poco profundos a media ladera, debe esperarse capacidades de soporte moderadas, en donde incluso pueden darse casos frecuentes de baja resistencia en razón de factores geomorfológicos y tectónicos o debido a la existencia de materiales arcillosos de facies Keuper. Se podrá ripar en gran parte del grupo a favor de capas y horizontes más margosos. Los estratos calizos potentes no serán ripables. Como mucho se requerirán voladuras de afloramiento de estratos.

DOLOMIAS GRISES, (212a)

Litología.- Este grupo litológico está constituido por dos paquetes dolomíticos que se encuentran separados por el nivel margo-arcilloso con frecuente

facies Keuper constitutivo de los grupos litológicos (212b) y la parte del grupo (213a) que se ha definido en el Muschelkalk. (ver Figura 10).

Aunque a lo largo de todo el tramo, existen algunos cambios laterales que modifican ligeros aspectos estratigráficos y litológicos, lo normal es que los niveles esencialmente calcáreos del Muschelkalk presenten la siguiente litología.

El paquete inferior está formado por una potente serie de calizas dolomíticas de color pardo rojizo, dispuestas en bancos de 50 cm a un metro. A techo, la estratigrafía se hace más irregular y adquiere un aspecto lajoso. A muro, la caliza es micrítica recristalizada en micro-esparita de tonos grises. La potencia de este tramo es del orden de los 150 metros. (Foto 22).

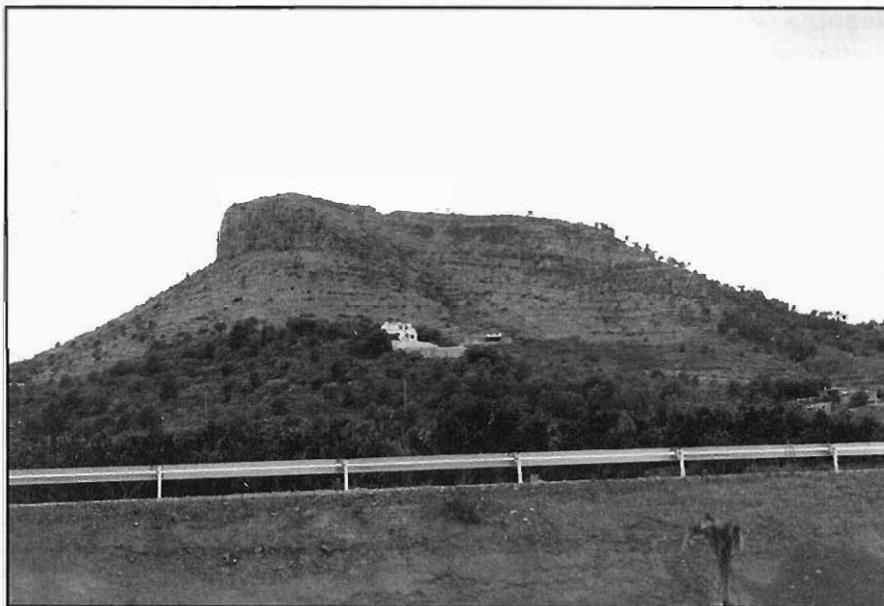


Foto 22.- Paquete dolomítico inferior perteneciente al grupo (212a) en el que se puede apreciar la concavidad creada, hacia la mitad en la superficie de la mesa, por una falla de gravedad que ha desplazado una gran masa dolomítica en un enorme corrimiento de bajo ángulo. Alto de Redona. Foto realizada desde las cercanías de Gilet (668-2).

El paquete superior está formado por calizas dolomíticas tableadas, totalmente recristalizadas en grano medio, con algunos niveles ricos en sombras de pellets. Se presentan en bancos centimétricos. Los estratos aumentan de espesor hacia techo y muro. La potencia de este tramo, variable según las zonas, puede estimarse entre 60 y 100 metros.

Estructura.- Se trata de un grupo con una alta compacidad. El grado de fracturación oscila entre moderado y alto, dependiendo del grado de tectonicidad del área en concreto. Existe un fenómeno de karstificación que da lugar a la presencia en su interior de cavidades de disolución, en general no muy importantes.

Como norma general el grupo se encuentra afectado por un gran número de fallas normales e inversas. Desde el punto de vista del estilo del plegamiento de estos materiales, se trata de un plegamiento sencillo con longitudes de onda amplias y con buzamientos suaves y uniformes salvo cuando se encuentra en las proximidades de fallas inversas o cabalgamientos.

Geotecnia.- Permeabilidad por fisuración y karstificación. Puede constituir acuíferos de cierta entidad. La existencia de una base margo-arcillosa sobre la que se apoyan los materiales de este grupo, puede y suele constituir acuíferos por fisuración y karstificación. Esto explica que en algunas laderas se hayan detectado roturas gravitacionales fósiles o latentes. El fenómeno suele ser localizado y se circunscribe a la base de los paquetes calcáreos. Circunstancialmente puede haber adquirido un desarrollo importante como en el caso de la ladera norte del Alto de Redona, al Oeste de Sagunto. Fuera de estas áreas marginales la estabilidad natural de este grupo es buena. Taludes artificiales observados de alturas medias, pendientes de fuertes a subverticales, y con problemas de desprendimientos potenciales de roca. En general se podrán diseñar taludes muy fuertes, del orden 1H:3V, e incluso algo superior siempre que se deje una amplia berma al pie del talud. En el caso de que la excavación afectara a tramos margosos existentes en la base de los paquetes calcáreos o intercalados en los mismos, las circunstancias serán muy distintas y los valores de los taludes artificiales estables quedarán muy supeditados a la estructura y disposición de las capas con respecto al talud, debiéndose de investigar en profundidad los aspectos de estabilidad natural de la ladera. No obstante, se estima que de forma mayoritaria los taludes en este grupo pueden excavarse con pendientes fuertes y muy fuertes. En principio se debe estimar para los materiales de este grupo una capacidad portante alta y muy alta. Conviene, sin embargo, advertir la posibilidad de que estas características quedan disminuidas en la proximidad de los contactos de estos grupos con las formaciones margosas subyacentes, en especial si se trata de apoyos a media ladera, dado que en algunos casos se ha detectado roturas por gravedad en estos sectores. También debe tenerse en cuenta la posibilidad de existencia de cavidades en el interior de los macizos calcáreos que normalmente serán de pequeñas dimensiones y estarán asociadas con áreas de falla. Grupo no ripable.

ARENISCAS, CONGLOMERADOS Y BRECHAS, (211b)

Litología.- Este grupo litológico está constituido por areniscas, ortocuarcitas muy compactas, en bancos gruesos con intercalaciones de areniscas

pizarreñas de escaso espesor. Las areniscas son arcosas, cuarzo-arenitas y subarcosas, de tamaño de grano muy variable, de muy gruesas a muy finas pasando por todos los términos intermedios, y de coloración también diversa. Son dominantes las variedades rojizas y rosadas sobre las incoloras. (Foto 23). En algunos casos pueden presentar cantos cuarcíticos dispersos formando niveles de escasa continuidad lateral. La matriz suele estar impregnada de óxidos de hierro que pueden formar cemento local poropelicular, o de cemento silíceo en crecimientos secundarios. La potencia de este grupo es del orden de los 200 metros.

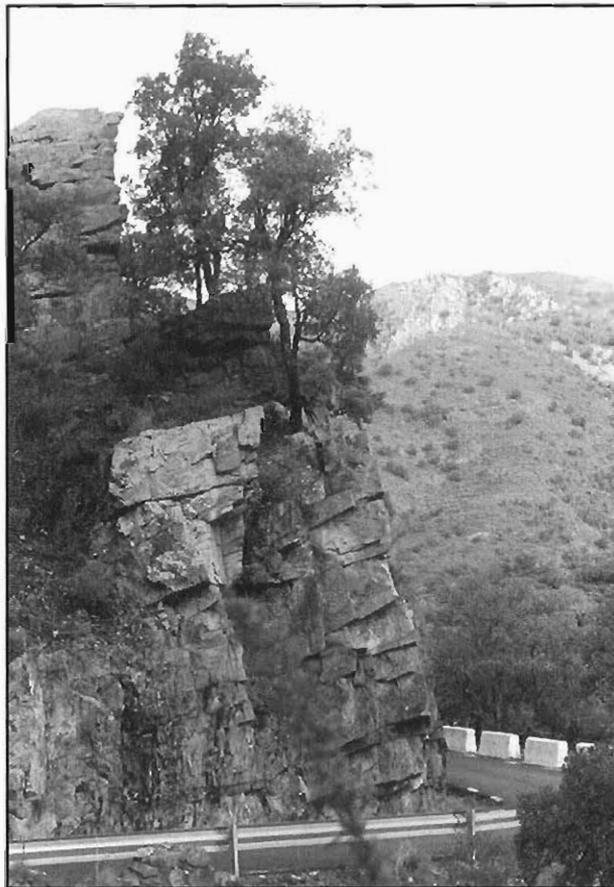


Foto 23.- Paquetes areniscosos pertenecientes al grupo litológico (211a) en los que se puede observar la característica estratificación cruzada planar. Las pendientes, fuertes, se presentan bastante estables. Sierra del Espadán, Carretera de Almedijar a Ahín.

Estructura.- Se trata de un grupo con una compacidad alta. El grado de plegamiento es bajo, el de fracturación moderado, y el de alteración bajo. Unicamente en zonas de cabalgamiento y afectadas por fallas, la tectonicidad será alta, en el resto del Tramo se considera baja. Los niveles are-

niscosos presentan abundantes estructuras sedimentarias como estratificación cruzada planar, en surco, estructuras de corriente y cantos imbricados. Este grupo presenta una estructura espacial compleja, pues suele fosilizar paleorelieves. Su extensión lateral es de orden kilométrica, y ésta sería la magnitud de su estructura global lencejona. En este sentido, este grupo tiene importantes variaciones en su potencia y en la distribución de sus facies.

Geotecnia.- Permeabilidad moderada por fisuración. En general, presenta una buena estabilidad natural; no obstante, se han podido observar en las zonas agrestes de la Sierra del Espadán, fallas gravitacionales por rotura de ladera de amplia magnitud en la vertiente norte de la rambla de Almendijar. Taludes artificiales observados de alturas medias, pendientes muy fuertes, a veces, subverticales, y con problemas de desprendimiento de cuñas potenciales. Salvo áreas puntuales en donde las condiciones estructurales o geomorfológicas aconsejan otras medidas, podrán excavarse taludes muy fuertes 1H:3V y mayores siempre que se tenga la precaución de diseñar una amplia cuneta al pie del talud. Capacidad portante en general alta y muy alta. Grupo no ripable.

ARGILITAS (211a1)

Litología.- Este grupo litológico está constituido por argilitas muy compactas areno-limosas, de tonos rojizos y aspecto pizarreño. Es frecuente encontrar algunos horizontes de areniscas micáceas subordinadas y poco competentes. (Foto 24).



Foto 24.- Argilitas areno-limosas rojizas del grupo (211a1).

Estructura.- Se trata de un grupo con una compacidad baja. El grado de fracturación y alteración son bajos. Se trata de una serie bastante monótona y de carácter tabular interestratificado. Las intercalaciones areniscosas tienen un carácter lenticular de continuidad lateral muy escasa. La potencia de este grupo se estima en 230 m.

Geotecnia.- Permeabilidad baja, en el que se deben cuidar las medidas de drenaje superficial. Problemas de erosión y aterramiento tanto en los taludes naturales como artificiales. Las pendientes no deberán superar el valor 1H:1V. La capacidad portante oscila de alta a moderada. Grupo ripable.

ARENISCAS (211a)

Litología.- Este grupo litológico está constituido por areniscas ortocuarcíticas muy compactas, en bancos gruesos de tonos rojos y blancos y niveles escasos de areniscas pizarreñas.

Estructura.- Se trata de un grupo con una compacidad alta y un grado de fracturación moderado - alto. La serie se presenta bien estratificada. La potencia se estima en 200 metros.

Geotecnia.- Permeabilidad moderada. Los problemas geomorfológicos suelen ubicarse en áreas de morfología agreste. Taludes artificiales observados de alturas medias, pendientes fuertes, y con problemas de desprendimientos de cuñas y bloques. En principio cabe diseñar teóricamente taludes fuertes y muy fuertes. En estos casos es muy conveniente dejar una amplia berma o cunetón al pie del talud. Capacidad portante alta. Grupo no ripable.

LUTITAS Y ARENISCAS ROJAS, (211b)

Litología.- Este grupo litológico está constituido por lutitas y areniscas rojas. (Foto 25). Las lutitas son muy compactas, y en ocasiones llegan a ser pizarras, de color rojizo, alternando con areniscas micáceas igualmente rojizas. Estas últimas predominan a techo y muro de este tramo. Localmente existen intercalaciones conglomeráticas de cantos cuarcíticos heterométricos, matriz arenosa y cemento silíceo que pueden llegar a tener 10 metros de potencia.

Las areniscas son ortocuarcitas muy compactas, en bancos gruesos de tonos rojos y blancos y niveles escasos de areniscas pizarreñas.

Estructura.- Se trata de un grupo con una compacidad moderada y un



Foto 25.- Arenisca y lutitas rojas pertenecientes al grupo litológico (211b). Carretera de Pavías a Torralba del Pinar.

grado de fracturación moderado-bajo. La serie se presenta bien estratificada y los buzamientos suelen ser bastante uniformes a escala de afloramiento y por lo general suaves, salvo en áreas de alta tectonicidad. Los afloramientos de este grupo suelen ocupar normalmente núcleos de amplias estructuras en las que el plegamiento suele ser muy bajo. Las intercalaciones areniscosas tienen un carácter lentejónar de magnitud y continuidad lateral muy variables. La potencia se estima en 250 metros.

Geotecnia.- Permeabilidad moderada en los tramos areniscosos y baja en los de naturaleza lutítica. En conjunto es un grupo poco permeable, en el que se deben cuidar las medidas de drenaje superficial. Los problemas geomorfológicos suelen ubicarse en áreas de morfología agreste en forma de deslizamientos y corrimientos. Taludes artificiales observados de alturas menores de 25 metros, pendientes variables entre 1H:1V y subverticales, y con problemas de desprendimientos frecuentes de cuñas y bloques, y corrimientos a favor de planos de estratificación. En principio cabe diseñar teóricamente taludes fuertes y muy fuertes para los tramos areniscosos. En estos casos es muy conveniente o necesario dejar una amplia berma o cunetón al pie del talud. Cuando los planos de estratificación sean sensiblemente paralelos al plano del talud o corten éste en pequeño ángulo, y el buzamiento sea hacia la calzada, el talud estable coincidirá con la pendiente natural de las capas hasta el límite que marque el ángulo de rozamiento del contacto arenisca-argilita. En los tramos argilíticos, las pendientes no deberían superar el valor 1H:1V. Las características resistentes de este grupo son en general

buenas. Este grupo contiene materiales ripables (materiales finos), con ripabilidad marginal (areniscas y lutitas) y no ripables (paquetes potentes de areniscas).

MARGAS Y ARGILITAS (211b1)

Litología.- Este grupo litológico está constituido por margas y argilitas areno-limosas de tonos abigarrados, y de aspecto pizarreño. Este grupo en su base es esencialmente argilítico y arenoso y a techo, se va enriqueciendo en intercalaciones margosas y calcáreas, hasta pasar gradualmente al grupo (212a).

Estructura.- Se trata de un grupo con una compacidad que oscila de moderada a baja. Buena estratificación. A veces presentan repliegues suaves. La potencia de este tramo oscila de 10 a 20 m.

Geotecnia.- Permeabilidad baja. Los problemas de estabilidad de ladera se concretan mayoritariamente en los fenómenos de erosión, también se han detectado deslizamientos y corrimientos gravitacionales fósiles de cierta entidad. Taludes artificiales observados de alturas bajas, pendientes próximas a 45° y con problemas de erosión. Se recomienda no sobrepasar los 45° en los taludes de excavación. Capacidad portante moderada. Ripables.

PIZARRAS GRISES Y CUARCITAS, 100

Litología.- Este grupo litológico constituye una serie monótona, compuesta por pizarras grises sericíticas y moscovíticas que, de una forma irregular, alternan con cuarcitas y areniscas micáceas, con algún lecho de microconglomerados. (Foto 26). En el techo de la unidad se han encontrado, de forma local, pequeños afloramientos de anfibolitas.

Estructura.- La potencia real de este grupo se desconoce puesto que no aflora el muro. No obstante, se ha estimado una potencia máxima de 250 metros. Este grupo aflora únicamente en las cercanías de la población de Paviás (Hoja 640 de Segorbe), y geométricamente constituye dos pequeños afloramientos de unos 2 ó 3 Km² a ambos lados de la localidad. La formación ha sufrido un metamorfismo de grado bajo, pero se encuentra fracturada de manera importante. Posee una dureza y compacidad moderada - alta. El grado de alteración meteórica es importante, sobre todo en los primeros metros. Se encuentra afectado por un plegamiento que oscila de moderado a intenso, donde se pueden observar localmente pliegues apretados. Interiormente presenta una estructura monótona alternante e irregular de bancos decimétricos y métricos, competentes y de naturaleza metamórfica.



Foto 26.- Pizarras y cuarcitas del grupo litológico (100). Cercanías a la localidad de Higueras. Carretera de Higueras a Pavías.

Globalmente se trata de una estructura tabular de muro desconocido y techo seccionado por una importante discordancia erosiva.

Geotecnia.- Permeabilidad de baja a moderada por fisuración. Este grupo constituye normalmente terrenos con orografía accidentada. Se han detectado algunos problemas importantes de estabilidad de ladera en el núcleo paleozoico existente en el entorno de la población de Pavías (norte de la hoja de Segorbe). La enorme tectonicidad de este grupo, así como la de los que lo enmarcan crean problemas potenciales relacionados con la estabilidad natural. Taludes artificiales observados de alturas medias y bajas, pendientes de medias a fuertes (los tramos más cuarcíticos presentan taludes de fuertes a muy fuertes), y con problemas de desprendimientos y corrimientos de cuñas con riesgo potencialmente alto. En taludes medios y altos la pendiente no debería sobrepasar el 1H:1V en general, aunque en los tramos más cuarcíticos este valor podría incrementarse sensiblemente, siempre que se dispusiera de un cunetón o berma a pie de talud. No obstante, habrá que tener muy en cuenta en este grupo los aspectos tectónicos y geomorfológicos (muy negativo en algunos puntos), que en última instancia serán los que condicionen el valor de los taludes estables. En apoyos a media ladera superficiales o poco profundos, la capacidad portante del terreno debe estimarse en principio como moderada ya que, por razones de alta tectonicidad o geomorfológicas (roturas de vertiente), dichas propiedades pueden estar potencialmente reducidas. En apoyos profundos o en áreas de morfología suave, la capacidad soporte será normalmente alta, aunque por razones de

fuerte tectonicidad y alteración en sectores pizarrosos se podrán dar áreas de inferior calidad. Igualmente existen sectores con capacidad muy alta en relación con los tramos más cuarcíticos. Este grupo debe considerarse mayoritariamente como ripable, y de forma local, marginalmente ripable.

OFITAS, (002)

Litología.- Este grupo litológico se puede separar en dos episodios claramente diferenciados.

El primer episodio se localiza en los niveles argilolutíticos del grupo litológico (211a), y aparecen como pequeños macizos de roca basáltica dura, verdosa, formada por microlitos de plagioclasa, cristales de piroxeno, fenocristales de olivino transformado a iddingsita y minerales filitosos.

El segundo episodio corresponde a rocas granudas, verdosas, intercaladas entre los sedimentos del Keuper y clasificadas como ofitas. Poseen una textura diabásica de grano fino y medio, están muy alteradas y revelan una composición de minerales máficos y leucocráticos. Poseen una carbonatación y silificación hidrotermal produciéndose al mismo tiempo la alteración de máficos.

Estructura.- Este grupo aparece como norma general en forma de pequeños afloramientos, con una superficie nunca mayor de 300 m². En algunas áreas, como en las proximidades de Torás, la superficie de afloramiento excede hasta 0'2 Km². Si exceptuamos las pequeñas manifestaciones en el interior del grupo litológico (211a) en el área del Piñonero (614-2W), el resto de los afloramientos de este grupo litológico (213a) están englobados en el Keuper. Posee una compacidad alta en roca fresca. En términos generales, el grado de fracturación es alto. El grado de alteración es particularmente elevado en estos materiales, debido a silificación y carbonatación bastante generalizada, generada por una intensa acción hidrotermal. Asimismo posee una profunda alteración meteórica, que por lo general hace que esta roca pierda las propiedades de dureza y compacidad que posee como fresca. Presenta una textura diabásica de grano fino que confiere un aspecto masivo al afloramiento. Globalmente tiene una estructura intrusiva (ver Foto 27).

Geotecnia.- Permeabilidad escasa por fisuración. Dadas las reducidas dimensiones superficiales de los materiales de este grupo no se han detectado problemas geomorfológicos de relevancia. No obstante, el hecho de encontrarse dentro de una formación que los tiene frecuentemente (Keuper), conviene tener siempre en memoria estas circunstancias. Taludes artificiales observados de alturas medias y bajas, pendientes fuertes normalmente y con problemas de desprendimientos y desplomes debido a la alteración diferencial

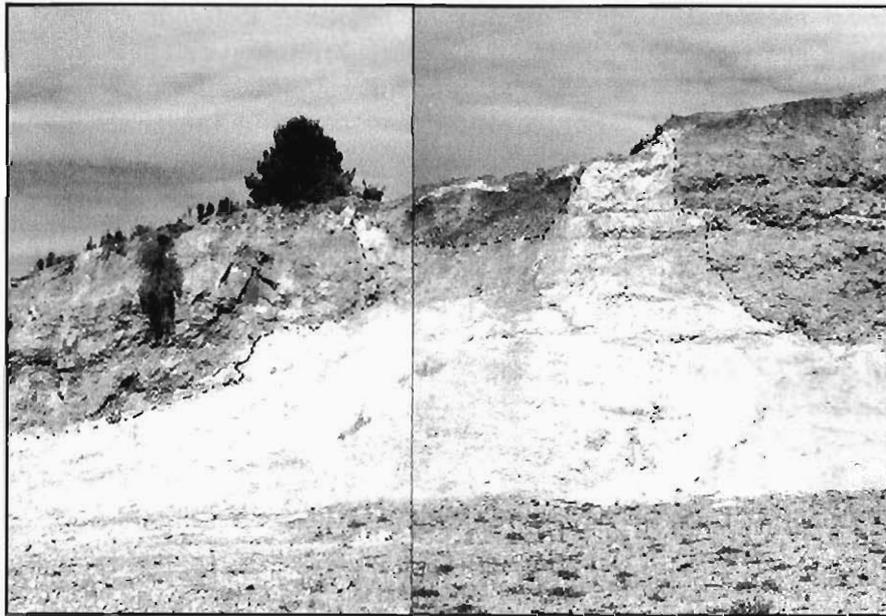


Foto 27.- Intrusión de rocas ofíticas dentro del grupo litológico (213a). P.k. (16'5) de la carretera C-224 entre Altura y Masía de Rivas (239-2).

de la roca y su tectonicidad. En razón del grado de alteración y tectonicidad, las pendientes a adoptar podrán oscilar entre subverticales y el 1H:1V. En el primer caso, o para taludes fuertes y de cierta altura, será recomendable la construcción de una amplia cuneta al pie del talud. En principio, y en razón del grado de alteración y tectonicidad, la capacidad portante del terreno podrá oscilar de alta a moderada, circunstancia que puede darse normalmente en entornos pequeños de terreno, e incluso, circunstancialmente descender a valores bajos. Se debe tener muy presente, en cualquier caso, el carácter intrusivo de estos materiales en los terrenos blandos y yesíferos del grupo (213a), que podrán existir con bastante frecuencia bajo una capa más o menos potente de roca volcánica. Esto hace aconsejable hacer siempre, en casos de cimentaciones y especialmente en apoyos a media ladera, un reconocimiento exhaustivo del terreno hasta profundidades donde se estime que pueda influir el bulbo de presiones. El horizonte superficial, normalmente alterado será fácilmente ripable así como los sectores aglomerados o brechosos. La roca fresca que pueda existir a poca o mucha profundidad no lo será. No obstante se considera que gran parte del afloramiento presentará una ripabilidad marginal.

3.1.5 Grupos geotécnicos

En este apartado se agrupan, según ciertas características geotécnicas comunes, las formaciones geológicas individualizadas en el apartado anterior.

A estas agrupaciones se les denominan en este Estudio, "grupos geotécnicos", y son las siguientes:

Grupo geotécnico G1. Formaciones rocosas intrusivas. Este grupo geotécnico está constituido por el grupo litológico 002. Constituido por rocas volcánicas de naturaleza ofítica. En términos generales, presenta una permeabilidad escasa por fisuración, que en zonas alteradas puede ser, en baja proporción, por percolación. No se han detectado problemas en los taludes naturales, pero sin embargo, no hay que olvidar que salvo rara excepción se encuentra incluido dentro del grupo (213a) del Keuper que los tiene. Los taludes de excavación oscilan entre subverticales y el 1H:1V, dependiendo del grado de alteración. Para alturas mayores se recomienda realizar bermas con las pendientes anteriormente citadas y dejar una amplia cuneta al pie del talud. Si se exceptúa el suelo de alteración superficial, la capacidad portante puede oscilar en espacios cortos de terreno dentro de amplios valores. El carácter intrusivo de estos materiales dentro de una formación blanda como es el Keuper obligaría a estudios muy exhaustivos del substrato en la formación de cualquier estructura. Se trata de un conjunto canterable, de buena calidad y útil como préstamo. No se considera ripable por medios mecánicos normales, salvo el horizonte de alteración superficial.

Grupo geotécnico G2. Formaciones metamórficas silíceas. Este grupo geotécnico está constituido por el grupo litológico 100. Constituido por pizarras, cuarcitas y areniscas micáceas. Presenta una permeabilidad de baja a moderada por fisuración. Localmente pueden presentar cierto grado de infiltración a través de fracturas. Se han detectado algunos problemas importantes de estabilidad en los taludes naturales. En los taludes artificiales observados se han presenciado problemas de desprendimientos y corrimientos de cuñas con un riesgo potencialmente alto. Los taludes recomendados van a variar en gran medida los condicionantes tectónicos y geomorfológicos de cada zona a tratar, en general se aconseja no superar los 45° como término medio en los tramos más pizarrosos. La capacidad portante se estima alta en terrenos de morfología suave. En apoyos a media ladera y poco profundos los valores se deben suponer en principio como moderados y susceptibles de ser bajos en razón de condicionantes geomorfológicos y tectónicos. Este grupo se considera mayoritariamente ripable, aunque de forma local puede estimarse como ripable marginalmente, en razón del grado de alteración meteórica y fracturación.

Grupo geotécnico G3. Formaciones alternantes calizo-margosas y arenisco-margosas. Este grupo geotécnico está constituido por los grupos litológicos (212b), (221b), (223a), (223c), (230) y (231). Constituidos en general por alternancias irregulares de estratos decimétricos, métricos y masivos de naturaleza caliza o areniscosa y margas más o menos arcillosas y arcillas. La permeabilidad en este grupo se considera baja o muy baja en su globalidad, parcialmente se encuentra irregularmente distribuida. En los materiales carbonatados se considera buena por fracturación y karstificación, en las areniscas

moderada por fracturación y porosidad y baja o impermeables en las arcillas y margas. Los taludes naturales poseen pendientes moderadas y localmente fuertes, y se han observado fenómenos de corrimientos a veces muy importantes y desprendimientos de masas de roca a favor de los planos de fracturación y estratificación. Los taludes de excavación pueden ser subverticales, para alturas inferiores a 10 metros, en las calizas y dolomías. En general los taludes de excavación estarán muy supeditados a la litología local (margosa, caliza o calizo-margosa) y a la estructura de las capas (buzamiento y dirección con respecto a la traza), en razón de lo cual los valores para las pendientes deberían oscilar normalmente entre 2H:3V y 1H:1V. La capacidad portante oscilará normalmente de alta a muy alta en los estratos más competentes, a moderada para los blandos. Circunstancialmente, en apoyos poco profundos a media ladera en áreas margosas flyschoides, la resistencia del terreno puede estar muy disminuida por razones de alteración, tectónico-estructurales o geomorfológicas. Las formaciones de este grupo en su gran mayoría se consideran aptas para su utilización como préstamos en terraplenes y pedraplenes, en ciertas áreas ricas en carbonatos masivos es posible separar masas canterables. El conjunto se considera ripable marginalmente.

Grupo geotécnico G4. Formaciones rocosas no ripables fundamentalmente calcáreas y dolomíticas. Este grupo geotécnico está constituido por los grupos litológicos (212a), (221a), (222a), (222a1) y (223b). Constituidos esencialmente por series calizas potentes de aspecto tableado y masivo. Son materiales que poseen una permeabilidad alta por fisuración y karstificación, y buena escorrentía superficial. Es muy frecuente encontrar en los bordes de estos grupos litológicos, cuando configuran zonas altas y escarpadas en las laderas, problemas acusados de inestabilidad gravitacional. En las calizas del grupo (223b) se han detectado pequeños corrimientos a favor de los planos de estratificación, y del contacto con las margas del grupo (223a). En los materiales del grupo (221a) la inestabilidad fósil o latente es muy importante y está relacionada con la presencia del Keuper en la base de este grupo. Los taludes naturales presentan, por tanto, una gran variedad morfológica, que puede ir desde perfiles escalonados y tendidos, en áreas deslizadas, a taludes escarpados subverticales. Los taludes de excavación podrán tener normalmente pendientes muy fuertes, si exceptuamos áreas localizadas con problemas acusados de tectonicidad o geomorfológicos. Se debe temer siempre los posibles problemas de desprendimientos y corrimientos de cuñas como consecuencia de un diaclasado intenso. En las formaciones de alternancias rítmicas de calizas con pasadas margosas, o en las de calizas tableadas, la pendiente de los taludes de excavación dependerán de la dirección y el buzamiento de los estratos. En el caso de buzamiento desfavorable, es muy probable la aparición de corrimientos y deslizamientos a favor de los lechos margosos, por lo que la pendiente aconsejable quedará condicionada por la estructura local y los valores de rozamiento interno entre marga y caliza. La capacidad portante se estima alta o muy alta. No son ripables por medios mecánicos normales, y es muy probable la utilización de explosivos para efectuar excavaciones.

Grupo geotécnico G5. Formaciones margo-arcillosas y yesíferas con problemas de inestabilidad de vertientes y de agresividad de aguas. Este grupo geotécnico está constituido por los grupos litológico (211b1), (213a) y (213b). Presenta una permeabilidad baja excepto en las áreas yesíferas donde se puede desarrollar una karstificación importante. En los taludes naturales es muy frecuente encontrar inestabilidades por deslizamiento y erosión en el contacto con los grupos carbonatados suprayacentes, donde se generan en la mayoría de los casos, surgencias de aguas freáticas. Las pendientes aconsejables de los taludes de excavación variarán en función del contenido en agua y en sulfatos del substrato. Si el terreno es seco y el contenido en sulfatos es importante, la pendiente de los taludes puede ser fuerte. Sin embargo, es áreas próximas a cualquier tipo de acuífero, las pendientes de los taludes deberán de ser muy tendidas. En áreas con claras morfologías de inestabilidad gravitacional fósil, habrá que deducir la existencia de acuíferos estacionales o permanentes. La capacidad portante ha de estimarse en principio baja. Es un grupo ripable salvo en las áreas donde aparecen intercalados los yesos frescos y masivos.

Grupo geotécnico G6. Formaciones arcillosas, margo-arcillosas y areniscosas. Constituidos por una serie potente de argilitas arenolimosas alternando o intercalando areniscas micáceas. Este grupo geotécnico está constituido por los grupos litológicos (211b) y (211a1). Como norma general estos materiales tienen un carácter impermeable, por lo que se debería asegurar el drenaje superficial con el fin de evitar encharcamientos. Debido a la gran cantidad de finos que poseen, se ven sometidos a una elevada degradación por erosión. Los taludes naturales se ven afectados muy circunstancialmente por fenómenos de inestabilidad fósil de origen gravitacional y problemas erosivos. El ángulo de la pendiente estable para los taludes de excavación estará muy condicionado a la disposición de las capas con respecto a la dirección de la traza. En principio no es aconsejable diseñar taludes con ángulos superiores a los 45°. La capacidad portante se estima moderada. Se considera ripable salvo en las áreas donde las intercalaciones areniscosas son abundantes, en estos casos se considera ripable marginalmente.

Grupo geotécnico G7. Formaciones areniscosas compactas. Este grupo geotécnico está constituido por el grupo litológico (211a). Integrado esencialmente por areniscas compactas y ortocuarcitas. Posee una permeabilidad buena por fisuración. Los taludes naturales, generalmente estables se ven afectados circunstancialmente por corrimientos gravitacionales fósiles de cierta entidad. El ángulo de la pendiente para los taludes de excavación cabe diseñarlo en principio fuerte y muy fuerte. La capacidad portante se estima alta o muy alta. No ripable.

Grupo geotécnico G11. Terrazas, glacis y rañas. Este grupo geotécnico está constituido por los grupos litológicos (350), (T) (G2a) y (G2b). Integrado por gravas poligénicas inmersas en una matriz areno-limosa, y conglomerados muy cementados con bolos localmente en las terrazas. Posee una escasa permeabilidad por infiltración, debido a los encostramientos y cementación,

hecho que puede acarrear problemas de encharcamientos y aterramientos. La capacidad portante se estima moderada e incluso localmente alta, aunque en los bordes existe el peligro de colapso por efecto de la dinámica fluvial. Se consideran materiales mayoritariamente ripables por medios mecánicos normales, aunque los niveles de encostramiento, muy importantes a veces, pueden tener una ripabilidad marginal e incluso se puede llegar a la no ripabilidad de amplios sectores en terrazas muy cementadas.

Grupo geotécnico G12. Formaciones de ladera inmersas en problemas de estabilidad gravitacional natural. Este grupo geotécnico está constituido por los grupos litológicos (C3) y (C4). Integrados por coluviones originados en procesos de rotura gravitacional de la vertiente. Presenta una permeabilidad muy irregular. Este grupo entraña en sí, la existencia de estructuras simples o complicadas de deslizamientos de gravedad y un horizonte freático permanentemente o temporal en la base de los depósitos. Los taludes artificiales presentan problemas potenciales de desprendimientos y deslizamientos. En las excavaciones de cierta envergadura necesitarán importantes estructuras de contención. La capacidad portante se estima baja y muy baja. Se trata de materiales ripables que incluyen bloques de roca de grandes proporciones que no lo serán.

Grupo geotécnico G13. Formaciones travertínicas. Este grupo geotécnico está constituido por el grupo litológico (Q). Se trata de materiales permeables únicamente por fisuración y disolución, salvo el término inferior conglomerático que puede presentar una infiltración moderada. Se han detectado importantes colapsos por desplomes en las márgenes escarpadas de los profundos cauces encajados en estos materiales. En los taludes de excavación observados, subverticales y de alturas bajas, se han advertido únicamente pequeños desprendimientos. En términos generales se recomienda no sobrepasar los 70° en los taludes de diseño. La capacidad portante se estima en principio alta, aunque debido a los problemas de karstificación pueden darse problemas de colapsos o asentamientos diferenciales. Materiales no ripables.

Grupo geotécnico G17. Formaciones coluviales cohesivas de piedemonte. Este grupo geotécnico está constituido por los grupos litológicos (C1), (C2), (G1) y (D2). Integrado por gravas con bolos poco rodados de naturaleza calcárea esencialmente, inmersas en una matriz limo-arenosa de tonos rojizos. Materiales localmente cementados y encostrados. Pendientes suaves seccionados por barrancos encajados. Los taludes de excavación permiten normalmente valores de pendientes entre 2H:3V y 1H:2V dependiendo del grado de encostramiento y cementación del depósito. Capacidad de carga moderada como valor medio. Materiales ripables.

Grupo geotécnico G18. Formaciones aluviales granulares. Este grupo geotécnico está constituido por el grupo litológico (A1). Posee una permeabilidad alta por infiltración. Los problemas que pueden surgir en él, serán de tipo hidrodinámico. La capacidad portante se estima baja y se consideran materiales perfectamente ripables por medios mecánicos normales.

Grupo geotécnico G19. Formaciones superficiales cohesivas. Este grupo geotécnico está constituido por los grupos litológicos (A2), (ca1) y (ca2). Constituidos por aluviales y coluviales esencialmente arcillosos con contenido en sulfatos dispersos en (A2) y (ca2). Se trata de materiales impermeables y con problemas de escorrentía superficial. Los problemas que pueden derivarse en estos terrenos son de índole hidrodinámico, de asentamientos diferenciales del terreno y presencia de yeso disperso que puede propiciar a las aguas una agresividad baja. La capacidad portante de este grupo ha de considerarse muy baja. Son materiales perfectamente ripables por medios mecánicos normales.

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

Los teóricos problemas constructivos que pueden suscitarse en esta zona serán de naturaleza diversa y las causas de los mismos podrán tener su origen en la orografía, la geomorfología muy frecuentemente, la litología y la estructura del terreno. En la excavación de desmontes existen numerosas formaciones que podrán crear problemas de estabilidad por su tectonicidad, especialmente se darán en áreas de contacto entre grupos litológicos distintos en razón de la frecuente mecanicidad de los mismos. Serán especialmente conflictivos los grupos formados por alternancias de aspecto alternante como son los establecidos en el Bundsandstein entre argilitas y areniscas, grupos litológicos (211a) y (211a1), así como las calizas margosas del Triásico, Jurásico y Cretácico especialmente la de los grupos (212b), (223c), (230) y (231). Las formaciones de facies Keuper (213a) y (213b), configuran laderas con una problemática profunda de inestabilidad natural cuando las calizas del Jurásico constituyen las zonas altas de las mismas. En general, puede hablarse de laderas conflictivas por su potencial de inestabilidad, a todas las que se configuran en sus bases y medias laderas, con materiales abundantemente margo-arcillosos y se coronan con plataformas calcáreas mesozoicas o terciarias. Se trata sin duda de un problema bastante generalizado y en muchos casos de un desarrollo e intensidad muy grandes.

En la fundación de infraestructuras en el terreno, surgirán problemas de capacidad portante en las medias laderas configuradas en los grupos litológicos que han sido descritos como más inestables y presentan frecuentes fenómenos de inestabilidad gravitacional fósil o latente. Esencialmente los grupos (213a) y (213b), con facies Keuper del Triásico, y los (231), (230), (223c) y (212b), como series alternantes del Cretácico, Jurásico y Triásico. Otro aspecto geológico a tener en cuenta en la fundación de infraestructuras, es la existencia del fenómeno kárstico desarrollado en las formaciones calcáreas y yesíferas, muy especialmente el creado conjuntamente por las calizas de la base del jurásico y los yesos masivos del Keuper.

Otros problemas de capacidad portante, podrán derivarse de su propia naturaleza litológica, yesos y arcillas en las facies Keuper del Triásico, margas y arcillas del Jurásico y Cretácico, especialmente los del Jurásico Superior y Cretácico Inferior.

Existirán problemas de agresividad de las aguas de escorrentía y freáticas que discurran por terrenos del Triásico medio y superior de facies Keuper.

Por último, cabría destacar los potenciales problemas derivados de la dinámica fluvial que debe tenerse muy en consideración en estas áreas geográficas.

3.2. ZONA 2: DEPRESION LA PUEBLA DE VALVERDE - SARRION

3.2.1. Geomorfología

La depresión de La Puebla de Valverde - Sarrión es una morfoestructura negativa que, con directriz ibérica, separa los domos del Javalambre, Gudar y Espadán, y continúa al sur por el río Mijares, que constituye la arteria fluvial de la depresión de Sarrión.

La depresión de la Puebla de Valverde - Sarrión adquirió su estructura actual básicamente durante la distensión del Plioceno superior. El hundimiento relativo con los domos que la flanquean proviene del efecto conjugado de las fallas que la delimitan. (Figura 11). El descenso de la superficie de erosión fundamental es claramente más suave desde el macizo del Javalambre, donde se observa una caída continua del nivel de erosión a lo largo de varios kilómetros.

El rasgo morfológico esencial de esta Zona 2, es la existencia de dos niveles de glacis (villafranquienses) que coronan las formaciones detríticas de piedemonte de la depresión de La Puebla de Valverde - Sarrión. El más elevado de ellos presenta generalmente una cubierta de gravas redondeadas con base canalizada, que con frecuencia es el último nivel sedimentario de la depresión de Sarrión, con un predominio arcilloso y una fuerte tonalidad roja. En las áreas más cercanas a los domos, la superficie del glacis aparece desnuda y biselando distintos tramos del Mesozoico. En las áreas próximas a la localidad de Sarrión su morfología es de glacis-cono y con una polaridad de los depósitos W-E procedentes del Javalambre. Entre Forniche y Valbona, por el contrario, la polaridad es N-S.

El segundo nivel del glacis aparece encajado de 20 a 40 metros en la superficie anteriormente descrita. Estos glacis se desarrollan principalmente en los alrededores de la localidad de La Puebla de Valverde. Lleva siempre asociada una cubierta de gravas sueltas muy angulosas y de pequeño tamaño.

Tras el desarrollo de los dos glacis descritos, la evolución morfológica de la Zona 2 se limita al encajamiento general de la red fluvial, dejando

CORTE III - III'

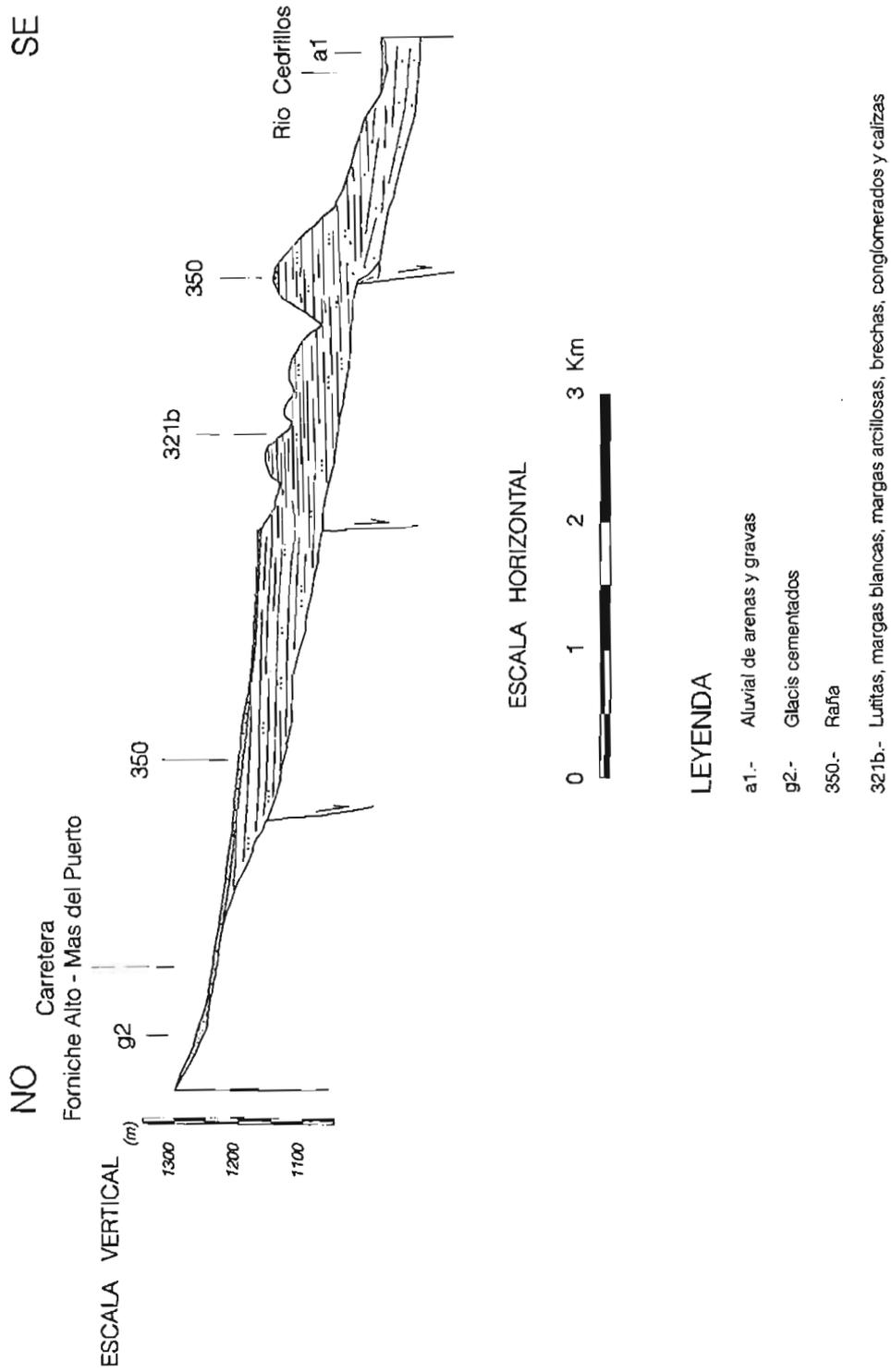


Figura 11.- Corte geológico III-III, correspondiente a la Zona 2.

sólo localmente algunos niveles de terraza y de glacis en las márgenes del río Mijares. En las cercanías de Sarrión (NE de la población) los niveles más elevados, se prolongan eventualmente a través de vaguadas erosivas desarrolladas sobre el Mioceno. En el sector suroriental únicamente aparecen materiales neógenos modelados en muelas y coronados por bancos calcáreos, e individualizados por la red fluvial del río Mijares.

3.2.2. Tectónica

La Zona 2, que ocupa gran parte de la depresión terciaria de La Puebla de Valverde - Sarrión, está ubicada en el área central del Tramo y separa el sector Ibérico del Maestrazgo, situado al norte del levantino.

La apertura de esta cuenca terciaria comienza en el Mioceno, hecho que se ha descrito en el apartado 2.5 referente a la tectónica general del Tramo de estudio.

El área norte de la Zona 2, posee un límite muy marcado con una dirección NE-SO, que coincide con la dirección de las fracturas que dieron origen a la depresión de La Puebla de Valverde - Sarrión. Los depósitos más antiguos de esta depresión terciaria (cercanías a la localidad de Fuente de la Reina, y en el cerro de La Hoya en el río Mijares) se encuentran claramente fracturados y plegados por episodios de edad aragoniense.

Cabe señalar, que debido a la tectónica existe una gran variedad en la distribución de las facies con cambios litológicos importantes. Un buen ejemplo se observa en el grupo (321a) que posee una potencia y una distribución muy irregular de los conglomerados basales. En este mismo sentido, las facies megabrechoides del grupo litológico (321b) observadas en las proximidades de la localidad de Castellet, revelan una actividad tectónica muy importante en esta época.

Un claro ejemplo de la tectónica intraterciaria dentro de la cuenca de La Puebla de Valverde-Sarrión, es la discordancia erosiva y angular que existe sobre los materiales terciarios basales, grupos litológicos (312a) y (321b). Sobre esta discordancia se apoya el grupo litológico (322a) sin ningún signo de plegamiento. En las proximidades del p.k.(4) de la carretera de Rubielos de Mora al apeadero de Rubielos de Mora, existe un ejemplo muy bueno de fosilización por el grupo (322a) de una fractura de dirección NE-SO que afecta al grupo (321b). El grupo (322a) posee una distribución cartográfica más universal pero presenta una distribución de facies más variada. Este fenómeno podría estar en relación con una compartimentación tectónica local en pequeñas microcuencas terciarias.

Por último, se han detectado lineaciones de dirección N70°E que trastocan hasta la superficie de la raña y que coinciden con direcciones de fracturación del substrato mesozoico. Existen indicios para pensar sobre la exis-

tencia de fenómenos neotectónicos relacionados posiblemente con movimientos isostáticos, ya que abundantes aluviales, coluvio - aluviales, coluviales y abánicos de edad cuaternaria se encuentran erosionados, producto de cambios relativos del nivel de base de la red fluvial.

3.2.3. Columna estratigráfica

La columna estratigráfica de la Zona 2 se contempla en la Figura 12.

Esquema litológico	Grupo litológico	Grupo geotécnico	Descripción	Edad
	A1,a1,a1a	G18	Aluvial de arenas y gravas	Cuaternario
	A2	G19	Fondos arcillosos de arroyo	Cuaternario
	ca1	G19	Coluvio-aluviales arenosos y limosos	Cuaternario
	ca2	G19	Coluvio-aluviales limosos y arcillosos	Cuaternario
	C1 y C2	G17	Coluviales	Cuaternario
	I	G16	Aluvial lagunar	Cuaternario
	G2a	G11	Glacia carbonatados	Cuaternario
	G2b	G11	Glacia	Cuaternario
	T	G11	Terrazas	Cuaternario
	350	G11	Raña	Plio-Cuaternario
	322b	G18	Calizas travertínicas y oquerosas	Terciario
	322a	G10	Lutitas, arenaceas flojas y conglomerados	Terciario
	321b	G9	Lutitas, margas blancas, margas arcillosas, brechas, conglomerados y calizas	Terciario
	321a	G8	Calizas travertínicas y conglomerados	Terciario

Figura 12.- Columna estratigráfica de la Zona 2.

3.2.4. Grupos litológicos

En este apartado se describen la litología, estructura y características geotécnicas de las formaciones geológicas que se han individualizado dentro de la Zona 2.

FONDOS ARCILLOSOS DE ARROYOS, A2, a2
GLACIS CARBONATADOS, G2a
GLACIS, G2b
TERRAZAS, T

Estos grupos litológicos se han descrito en la Zona 1, donde adquieren una mayor importancia.

ALUVIAL DE ARENAS Y GRAVAS, A1, a1, a1a
COLUVIALES, C1 Y C2

Estos grupos litológicos se han descrito en la Zona 3, donde adquieren una mayor importancia.

COLUVIO - ALUVIALES ARENOSOS Y LIMOSOS, ca1

Litología.- Este grupo litológico está constituido fundamentalmente por limos arenosos con cantos de caliza, y en mucha menor proporción silíceos. Suelen ser muy ricos en materia orgánica. Los cantos son polimícticos y subangulosos. Es frecuente el encostramiento de estos depósitos.

Estructura.- La potencia de este grupo oscila entre 1 y 3 metros. Se encuentra ubicado en las vaguadas mal drenadas dentro de los materiales terciarios. Presenta una naturaleza híbrida entre depósitos coluviales y aluviales. Se trata de materiales sueltos con una disposición subhorizontal. La estructura interna suele ser masiva, con sutiles variaciones litológicas laterales.

Geotecnia.- La permeabilidad puede fluctuar mucho de unos sectores a otros. Problemas potenciales de arroyada en épocas de grandes precipitaciones y áreas con dificultades de escorrentía superficial. El encostramiento de muchos de estos depósitos hace que su capacidad portante normalmente baja, pueda llegar a adquirir valores moderados. Materiales ripables en general por medios mecánicos normales aunque se podrán presentar pequeños problemas a causa de los encostramientos.

COLUVIO - ALUVIALES LIMOSOS Y ARCILLOSOS, ca2

Litología.- Este grupo litológico está constituido fundamentalmente por arcillas rojas, limos y arenas, ricas en materia orgánica. Presenta cantos dispersos carbonatados heterométricos y subangulosos.

Estructura.- La potencia de este grupo oscila entre 1 y 3 metros. Se encuentra ubicado en las vaguadas mal drenadas dentro de los materiales arcillosos y margosos del Keuper. Presentan una naturaleza híbrida entre depósitos coluviales y aluviales. Se trata de materiales sueltos y con una disposición subhorizontal.

Geotecnia.- Permeabilidad baja. Problemas de aguas potencialmente agresivas, procesos acusados potenciales de arroyada y erosión lineal en épocas de grandes precipitaciones, y áreas con dificultades de escorrentía superficial. Capacidad portante baja en general. Ripables.

ALUVIAL LAGUNAR, I

Litología.- Este grupo litológico está constituido por arcillas, arcillas limosas y limos, frecuentemente carbonatados, con abundante materia orgánica, y con gravillas y gravas carbonatadas dispersas.

Estructura.- La potencia máxima de este grupo no sobrepasa los 3 metros. Se trata de materiales sueltos, disgregables y blandos. Posee una disposición horizontal planar. Interiormente presenta un aspecto masivo. En su conjunto, posee una estructura tabular.

Geotecnia.- Permeabilidad muy baja. Problemas geomorfológicos de endorreísmo. Capacidad portante baja. Ripables.

RAÑA, 350

Litología.- Este grupo litológico está constituido por un tramo inferior de gravas de cantos muy angulosos y naturaleza calcárea. Intercalan numerosos niveles lenticulares laxos de orden decimétrico de arenas de grano medio bien seleccionadas, con laminación paralela. Las gravas presentan abundantes cicatrices internas laxas. (Foto 28). Superficialmente suelen presentarse horizontes de encostramiento por cementación de carbonatos. El tramo superior está constituido por gravas y con un número menor de intercalaciones arenosas delgadas. Este tramo posee un aspecto masivo.

Estructura.- La potencia aproximada de este grupo litológico varía de 10 a 15 metros. Este grupo se sitúa coronando los materiales de edad miocena. (Ver Figura 11). Posee una pendiente de deposición muy tendida. Son materiales en principio sueltos, pero que pueden presentar algunas cementaciones locales debido a caliches. Interiormente posee un aspecto masivo y una estructura global tabular.



Foto 28.- Pequeña explotación abandonada en los materiales del grupo (350) en las proximidades de La Puebla de Valverde.

Geotecnia.- Permeabilidad alta y muy alta por porosidad intergranular. Dificultad a veces, de infiltración superficial por encostramientos lo que supone la existencia, de áreas con mala escorrentía superficial. Taludes artificiales observados de alturas medias y bajas, pendientes fuertes, y con problemas de pequeños desprendimientos y desplomes. En razón del grado de cementación y encostramiento del grupo los taludes podrán ser de fuertes o muy fuertes, incluso subverticales. Ripables por medios mecánicos normales, con sectores de alguna dificultad a causa de los encostramientos y cementaciones.

CALIZAS TRAVERTINICAS Y OQUEROSAS, (322b)

Litología.- Este grupo litológico está constituido por calizas travertínicas, de aspecto oqueroso y a veces noduloso. Suelen presentar localmente algún nivel de calizas margosas y arenosas de potencia y continuidad lateral escasas. (Foto 29).

Estructura.- La potencia de este grupo es muy variable y oscila de 4 a 10 metros. Posee una compacidad alta. El grado de fracturación es bajo. Se dispone subhorizontalmente sobre el grupo (322a). Interiormente se encuentra estratificado y los bancos poseen una estructura masiva.



Foto 29.- Mesas calizas del grupo (322b) coronando los materiales detríticos del grupo litológico (322a). En las laderas se pueden observar pequeños desprendimientos y deslizamientos de masas calcáreas. Margen izquierda del río Mijares en la confluencia con el barranco de la Casa Vana (614-4).

Geotecnia.- Permeabilidad alta por fisuración y karstificación. Se han detectado frecuentes fenómenos de desprendimientos y deslizamientos en los bordes escarpados de esta formación, provocados por, la deformación de una base de naturaleza arcillosa, por la constitución de acuíferos estables o temporales colgados en las calizas y en general por los efectos de un fenómeno de erosión diferencial. Taludes artificiales observados de alturas moderadas, pendientes fuertes y muy fuertes, y con problemas de desprendimientos potenciales de cuñas y bloques. En principio los materiales de este grupo admiten pendientes muy fuertes que tienden a la subverticalidad. Deben tenerse presentes las condiciones geomorfológicas del área, dada la existencia de estructuras de rotura de gravedad. Fuera de las áreas de borde de los terrenos ocupados por este grupo, en donde es probable la existencia de masas de roca deslizadas, la capacidad portante será normalmente muy alta. Grupo no ripable.

LUTITAS, ARENISCAS FLOJAS Y CONGLOMERADOS, (322a)

Litología.- Este grupo litológico está constituido por un conjunto predominantemente lutítico de color rojo ladrillo o anaranjado con abundantes horizontes de nódulos carbonatados, intercalaciones lenticulares de areniscas flojas y conglomerados de cantos calcáreos subangulosos. (Foto 30).

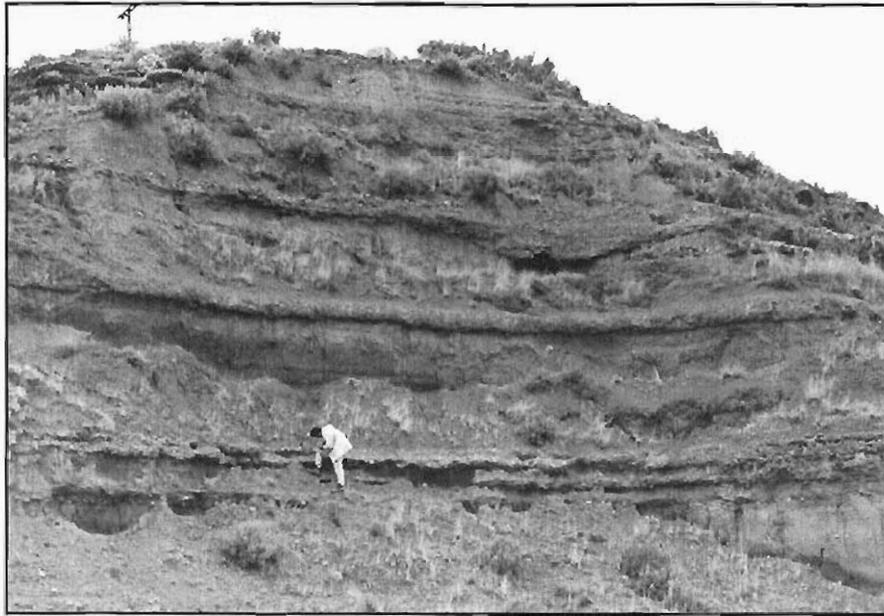


Foto 30.- Lutitas con niveles conglomeráticos pertenecientes al grupo litológico (322a). Trinchera del F.F.C.C. abandonado. Cerro de los Novales al SE de Caudiel (614-1).

Interiormente presenta variaciones litológicas significativas. Así, en el área de La Puebla de Valverde y Valbona abundan los bancos de detríticos arenosos y conglomeráticos sobre los limosos y arcillosos. Esta litología, hacia el centro de la Zona 1 se hace más arcillosa. Al este de Caudiel y Jérica el grupo se hace más arcilloso y adquiere un color rojo fuerte y vináceo. Posee intercalaciones groseras y poco cementadas de conglomerados. Por último, en el área de Sagunto es eminentemente arcilloso, de color rosáceo y con intercalaciones de niveles margosos.

Estructura.- La potencia máxima de este grupo litológico se estima en unos 70 metros. Este grupo presenta una estructura tabular y se dispone subhorizontalmente. Posee interiormente cuerpos de geometría lenticular, que cuando son conglomeráticos se presentan interiormente masivos. En corte, muestra una estructura alternante e irregular de bancos lutíticos con bancos arenosos y conglomeráticos. La potencia de estos bancos es muy variable y oscila de 0.5 a 2 metros.

Geotecnia.- En conjunto la permeabilidad es baja. Localmente puede darse cierto grado de infiltración a favor de las capas de areniscas y conglomerados que pueden dar lugar a pequeños freáticos confinados de naturaleza temporal normalmente. La erosión es sin duda el problema geomorfológico más destacado de este grupo litológico. Asociado a este proceso, la erosión diferencial provoca desprendimientos y desplomes de bloques en los

niveles duros areniscosos y conglomeráticos que salpican las laderas. Taludes artificiales observados de alturas moderadas y altas, pendientes fuertes, y con problemas de erosión y desprendimientos potenciales a medio o largo plazo. En principio se pueden diseñar taludes fuertes en el entorno 1H:2V, e incluso algo superiores; sin embargo, si se apreciase la existencia de horizontes freáticos colgados, las pendientes no deberían superar el 2H:3V y proceder al drenaje del talud. Capacidad portante alta; no obstante, en apoyos superficiales o poco profundos a media ladera con pendientes fuertes, se debe considerar en principio, resistencia media. Circunstancialmente, debido a fenómenos de inestabilidad de ladera por desprendimientos o desplomes, las condiciones de apoyo pueden resultar problemáticas. Grupo ripable mayoritariamente por medios mecánicos normales; sin duda, algunos horizontes conglomeráticos o areniscas potentes requerirán pequeñas voladuras de afloje.

LUTITAS, MARGAS BLANCAS, MARGAS ARCILLOSAS, BRECHAS, CONGLOMERADOS Y CALIZAS, (321b)

Litología.- Este grupo litológico está constituido por lutitas de aspecto claro y pardo, margas blancas principalmente, y margas arcillosas que suelen intercalar o alternar muy irregularmente con niveles de conglomerados y arenisca de tonos ocre claros. Es muy frecuente encontrar brechas y conglomerados de materiales calcáreos, como ocurre en las proximidades de Castellet (Hoja 668), donde aparecen junto a calizas, margas, areniscas y arcillas, dando al conjunto un aspecto caótico y con abundante planos de rotura. Superficialmente puede existir con bastante persistencia un horizonte de suelo travertinizado.

Estructura.- La potencia de este grupo es muy variable y puede oscilar entre 50 y 100 metros. Su compacidad y el grado de fracturación es variable. En las facies brechoides, el grado de fracturación es particularmente muy elevado, mientras que en las margosas es bajo. En algunas áreas, como en la mostrada en la Foto 31, se encuentra plegado y fallado. Se dispone, generalmente, suavemente plegado o bascuado. Globalmente presenta una estructura lantejonar con importantes cambios litológicos laterales.

Geotecnia.- Permeabilidad muy variable, ya que podrá oscilar de baja a moderada, e incluso localmente alta según las zonas, en función de la complejidad litológica de este grupo. En general se puede considerar baja con inclusión de sectores permeables intercalados. Se han detectado algunos fenómenos de inestabilidad de ladera, al sur de Segorbe, en un área donde este grupo se apoya sobre la formación Keuper. Se trata en general de una formación litológicamente blanda, en alta proporción, fácilmente erosionable. Taludes artificiales observados de alturas moderadas y altas. Las pendientes de los taludes existentes oscilan de muy tendidos en horizontes muy margosos (<35°), a muy fuertes (>60°) en los de naturaleza carbonatada, en gene-



Foto 31.- Facies brechoides y conglomeráticas junto a facies margosas, grupo (321b). El conjunto se encuentra plegado e intensamente fracturado. Trinchera del FFCC en las proximidades de Algar de Palancia.

ral no superan normalmente el 1H:1V. Presentan problemas de roturas de talud por reptación o deslizamiento superficial y erosión. Al tratarse de un grupo que presenta una cierta variabilidad litológica que se traduce en una mayor o menor presencia de horizontes areniscosos, conglomeráticos o carbonatados travertínicos que la arman, los taludes deberán diseñarse en principio bajo esta consideración, al margen de otras de índole geomorfológico como son los de inestabilidad natural, fósil o activa, en las vertientes. En base a todo ello, se considera el valor 1H:1V como la pendiente media para terrenos, sin cerrar la posibilidad de que localmente las condiciones litológicas permitan valores mucho más fuertes. Será normal igualmente, que con frecuencia el talud estable requiera pendientes más bajas que la 1H:1V, cuando el predominio en el mismo sea de margas arcillosas. En apoyos superficiales o poco profundos o en los situados a media ladera, la capacidad portante de este terreno sólo se debe estimar como moderada, y en el caso de tenerse que apoyar sobre niveles de margas arcillosas, la resistencia será normalmente baja. En sollicitaciones algo profundas en áreas sin problemas morfológicos, la capacidad de carga que podrá oscilar en una amplia gama de valores, sólo se podrá deducir de estudios pormenorizados del área de influencia del bulbo de presiones, dado que los cambios relativamente rápidos en la litología motivados entre otras razones por la tectónica, debe incluir a considerar siempre la posibilidad de asentamientos diferenciales. Grupo mayoritariamente ripable.

CALIZAS TRAVERTINICAS Y CONGLOMERADOS, 321a

Litología.- Este grupo litológico está constituido principalmente por calizas travertínicas en el techo, y conglomerados en la base. El nivel inferior está constituido por conglomerados redondeados de cantos esencialmente carbonatados. Suelen ser generalmente polimícticos y mal seleccionados, aunque predomina el tamaño bolo. Por lo general están bien cementados y presentan bases erosivas, secciones lenticulares laxas y niveles lenticulares de areniscas con estratificación cruzada o laminación paralela. También se suelen presentar niveles lenticulares de lutitas de colores gris - verdoso, amarillento o rojo.

El nivel superior está conformado por calizas travertínicas muy compactas. Se presenta en bancos gruesos de escasa continuidad lateral. Se trata de calizas tobáceas y micríticas con abundantes restos vegetales. Poseen tonos rosados y grises claros. (Foto 32).

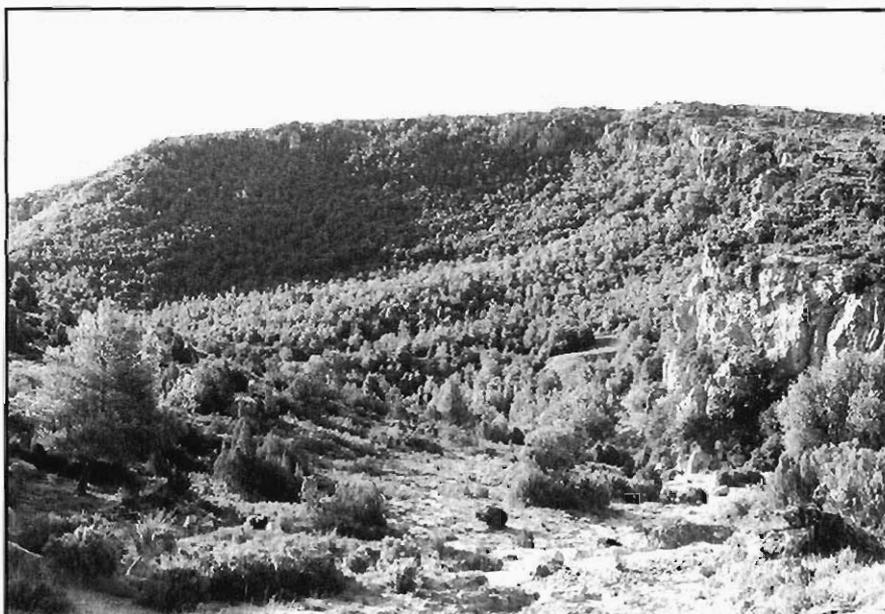


Foto 32.- Bancos de calizas pertenecientes al grupo litológico (321a). Al fondo se puede observar una cubeta de deslizamiento de este mismo grupo sobre las arcillas y arenas del (231) de edad cretácica. Laderas del río Mijares. P.k. (5'5) de la carretera local del Apcadero de Rubielos de Mora a Rubielos de Mora.

Estructura.- La potencia aproximada de este grupo se estima en 70 - 100 metros. Presenta una compacidad alta o muy alta. El grado de fracturación es moderado. El grado de alteración es moderado-alto por karstificación. Se dispone subhorizontal o suavemente plegado, y con buzamientos muy uniformes a escala de afloramiento. Se apoya mediante un contacto erosivo y discordante sobre los materiales mesozoicos. Este grupo está estructurado en

dos niveles, ambos de aspecto masivo. Tanto el conjunto del grupo como cada uno de los niveles diferenciados poseen una estructura lenticular, con escasa continuidad lateral e importantes cambios en su potencia.

Geotecnia.- Permeabilidad alta por fisuración y karstificación. Se trata de un grupo en el que se ha observado una enorme cantidad de fenómenos de inestabilidad de vertiente. Deslizamientos y desplomes de grandes proporciones de naturaleza fósil, latente y activa; los desplomes configuran amplias áreas en las laderas de este grupo. Estos fenómenos están directamente relacionados con la naturaleza arcillosa y en algún caso yesífera de las formaciones litológicas sobre las que aparece este grupo con frecuencia (arcillas del cretácico inferior en unos casos y margas yesíferas del Keuper en otros) y los acuíferos creados por este grupo sobre tales formaciones impermeables y plásticas. Se deben citar por su espectacularidad los existentes en el área de Fuente la Reina. Taludes artificiales observados de alturas moderadas, pendientes fuertes y muy fuertes y problemas de desprendimientos potenciales de cuñas y bloques. En principio los materiales de este grupo admiten pendientes muy fuertes que tienden a la subverticalidad. Es recomendable no sobrepasar los 1H:3V, no obstante, debe tenerse en todo momento muy presente las condiciones geomorfológicas del área, dada la existencia frecuente de estructuras debidas a roturas de gravedad. En estos casos, se debe estudiar detalladamente cada excavación, con vistas a no desestabilizar o romper situaciones críticas que pueden resultar difíciles y costosas de resolver, en especial si los desmontes a realizar son importantes. Fuera de las áreas de borde de los terrenos ocupados por este grupo, en donde es probable la existencia de masas de roca, a veces de grandes dimensiones, dislocadas por roturas de gravedad, la capacidad portante de este grupo será normalmente muy alta; no obstante, se debe señalar que siempre cabe la sospecha, que habrá que investigar cuando se trata de solicitudes importantes, de que puedan existir cavidades kársticas en la roca. En apoyos a media ladera, se requerirá siempre estudios pormenorizados de las condiciones geomorfológicas, estructurales e hidrológicas, ya que como se ha dicho anteriormente las condiciones resistentes del terreno pueden ser críticas. Grupo no ripable.

3.2.5. Grupos geotécnicos

En este apartado se agrupan, según ciertas características geotécnicas comunes, las formaciones geológicas individualizadas en el apartado anterior. A estas agrupaciones se les denominan en este Estudio, "grupos geotécnicos", y son las siguientes:

Grupo geotécnico G8. Formaciones calcáreas lacustres. Este grupo geotécnico está constituido por los grupos litológicos (321a) y (322b). Se trata de materiales permeables únicamente por fisuración y disolución, sólo el tér-

mino inferior conglomerático puede presentar una infiltración moderada. La existencia de un substrato arcilloso plástico bajo los materiales de estos grupos, asociado a los acuíferos creados en ellos, ha dado lugar al desarrollo de grandes y profundos deslizamientos de ladera. En taludes de excavación se recomienda no sobrepasar el 1H:3V. La capacidad portante debe estimarse en principio de alta a muy alta en áreas desprovistas de problemas geomorfológicos. La posible existencia de cavidades kársticas hará necesario estudios detallados de esta circunstancia. Materiales no ripables.

Grupo geotécnico G9. Formaciones lutíticas terciarias. Este grupo geotécnico está constituido por el grupo litológico (321b). Integrado por materiales lutíticos y carbonatados con predominio de los depósitos margosos arcillosos. Se considera un grupo impermeable. En los taludes naturales se detectan pequeñas reptaciones de suelos y deslizamientos. La pendiente recomendada de los taludes estará muy condicionada por la litología local. En términos generales se considera que en las áreas eminentemente margo-arcillosas, los taludes deben ser inferiores al 1H:1V, valores que podrán incrementarse considerablemente en sectores con predominio de horizontes competentes carbonatados. La capacidad portante se estima de baja a moderada en apoyos a media ladera. En fundaciones algo profundas se requerirán siempre estudios muy pormenorizados del área de influencia del bulbo de presiones dada la variabilidad litológica del grupo. Materiales ripables por medios mecánicos normales.

Grupo geotécnico G10. Formaciones detríticas subhorizontales. Este grupo geotécnico está constituido por el grupo litológico (322a) integrado por materiales detríticos terciarios, esencialmente lutitas, areniscas flojas y conglomerados. Este grupo posee una permeabilidad baja-moderada por percolación. Se detectan problemas pequeños o moderados, aunque frecuentes, de desprendimientos o desplomes en los taludes naturales. En los taludes artificiales observados se han detectado igualmente los mismos fenómenos inestables relacionados en general con la erosión diferencial. La pendiente recomendable en los taludes de excavación debería oscilar entre 2H:3V y 1H:2V. En el caso de existir agua freática en el talud se deberá diseñar taludes más tendidos. Capacidad portante moderada. Se trata de materiales ripables y localmente ripabilidad marginal, en relación con los horizontes conglomeráticos.

Grupo geotécnico G11. Terrazas, glacis y rañas. Este grupo geotécnico está constituido por los grupos litológicos (350), (T), (G2a) y (G2b). Integrado por gravas poligénicas inmersas en una matriz areno-limosa, y conglomerados muy cementados con bolos localmente en las terrazas. Posee una escasa permeabilidad por infiltración, debido a los encostramientos y cementación, hecho que puede acarrear problemas de encharcamientos y aterramientos. La capacidad portante se estima moderada e incluso localmente alta, aunque en los bordes existe el peligro de colapso por efecto de la dinámica fluvial. Se consideran materiales mayoritariamente ripables por medios mecánicos normales, aunque los niveles de encostramiento, muy importantes a veces, pueden

tener una ripabilidad marginal e incluso se puede llegar a la no ripabilidad de amplios sectores en terrazas muy cementadas.

Grupo geotécnico G16. Depósitos lagunares. Este grupo geotécnico está constituido por el grupo litológico (L). Integrado por limos y arcillas. Posee una permeabilidad muy baja y un nivel freático importante a escasos metros de la superficie. Presenta problemas de endorreísmo y su capacidad de carga se estima muy baja.

Grupo geotécnico G18. Formaciones aluviales granulares. Este grupo geotécnico está constituido por el grupo litológico (A1). Posee una permeabilidad alta por infiltración. Los problemas que pueden surgir en él, serán de tipo hidrodinámico. La capacidad portante se estima baja y se consideran materiales perfectamente ripables por medios mecánicos normales.

Grupo geotécnico G19. Formaciones superficiales cohesivas. Este grupo geotécnico está constituido por los grupos litológicos (a2), (ca1) y (ca2). Constituidos por aluviales y coluviales esencialmente arcillosos con contenido en sulfatos dispersos en (a2) y (ca2). Se trata de materiales impermeables con problemas de escorrentía superficial. Los problemas que pueden derivarse en estos terrenos son de índole hidrodinámico, de asentamientos diferenciales del terreno y presencia de yeso disperso que puede propiciar a las aguas una agresividad baja. La capacidad portante de este grupo ha de considerarse muy baja. Son materiales perfectamente ripables por medios mecánicos normales.

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

En la Zona 2, si exceptuamos aquellas zonas muy concretas donde la red fluvial se ha encajado sobre las plataformas calcáreas terciarias creando amplios y profundos valles y ha desarrollado en sus laderas importantes fenómenos de inestabilidad gravitacional, que implica a dichos materiales calcáreos y a las formaciones mesozoicas arcillosas que les sirven de apoyo, en el resto de ella, no existen otros problemas de mención que no sean los que podrían derivarse del impacto que sobre áreas relativamente llanas podrían tener las aguas de escorrentía superficial en épocas de grandes avenidas.

3.3. ZONA 3: AREA DE COSTA

3.3.1. Geomorfología.

La Zona 3 posee un relieve bastante plano. Las áreas interiores están constituidas por glaciares y abanicos aluviales y deltaicos, que enlazan con los depósitos de la albufera. La albufera está separada del mar por las arenas

de los cordones litorales. En este sentido, se puede hablar de tres tipos de formas: formas continentales, formas marinas y formas mixtas marino-continentales.

Formas continentales

Las formas continentales analizadas en este capítulo son los glacis, abanicos aluviales, coluviales, conos de deyección y terrazas. Estas formas, en la mayoría de los casos no son funcionales y se hallan erosionadas por la red fluvial actual. Los coluviales y conos, arrancan de las elevaciones montañosas más próximas a la costa, y fosilizan a las diferentes familias de abanicos aluviales que poseen una extensión mayor y una pendiente más tendida. Por último, los abanicos aluviales, como ocurre en las estructuras anteriormente descritas, fosilizan a los grandes glacis que enlazan insensiblemente con la albufera y el cordón litoral. (Figura 13). Esta secuencia de deposición responde a un fenómeno típico de amortiguamiento tectónico en el que estructuras de menor energía van fosilizando a otra de mayor energía, potencia y extensión.

Las terrazas se pueden observar en las proximidades de Sagunto y Vall de Uxó. Se han localizado cinco niveles de terraza a lo largo de río Palancia. Debido a la inestabilidad de la región es imposible establecer una clasificación cronológica basada en las alturas. Únicamente se puede reseñar la existencia de cinco fases sucesivas de erosión.

Formas marino-continentales

Las formas estudiadas aquí tienen una génesis híbrida entre fluvial y marina. Estas son los deltas, albuferas y dunas litorales. El delta más importante de la Zona es el del río Palancia que posee una extensión de 12 km² y una potencia de 60 a 100 m. Actualmente se encuentra encajado por el lecho del río Palancia.

Las albuferas aparecen colmatadas en la actualidad, pero han debido de tener una gran extensión superficial en épocas no muy antiguas. Pueden relacionarse cronológicamente con la transgresión frandiense.

El área de dunas en la actualidad es prácticamente inexistente porque ha sido sustituida por edificios y construcciones hoteleras. Poseía una anchura de 300 metros y había sido formada en la última regresión marina.

Formas marinas

Las formas marinas están representadas por el cordón litoral actual y la playa. El cordón litoral está formado por arenas y cantos de caliza y arenisca. Posee una anchura de 50 a 100 metros. Entre el cordón y la línea de costa, se encuentra la playa, constituida de arenas. En clara erosión actual, ha sido regenerada en época reciente.

3.3.2. Tectónica.

En esta Zona 3, ninguno de los grupos litológicos descritos a continuación presenta la existencia de fenómenos tectónicos. No obstante, existen indicios como los diferentes niveles de terraza dentro del grupo litológico (T), la generación de diferentes familias de abanicos aluviales y la existencia de niveles marinos levantados, para pensar en movimientos tectónicos cuaternarios. Estos movimientos estarían relacionados con alguna flexura continental, que elevaría la parte del continente alejada de la línea de costa, y hundiría el tramo de litoral próxima a la línea de costa actual, en el que se desarrollarían depósitos propios de áreas subsidentes como son los abanicos deltaicos.

Desde el punto de vista tectónico, un fenómeno muy bien observado en la presente Zona 3, es el que muestran la distribución de los glacis y los diferentes episodios de coluviales y abanicos aluviales (véase Figura 13), explicada en el apartado 3.1.1. dedicada a la geomorfología de la Zona 3. Esto indicaría a grandes rasgos una disminución en la energía de deposición, un envejecimiento del relieve del área fuente, o variaciones del nivel del mar.

3.3.3. Columna estratigráfica

La columna estratigráfica de la Zona 3 se puede observar en la Figura 14.

3.3.4. Grupos litológicos

En este apartado se describen la litología, estructura y características geotécnicas de las formaciones geológicas que se han individualizado dentro de la Zona 3.

ALUVIAL DE GRAVAS Y ARENAS, A1, a1a

Litología.- Este grupo litológico está constituido por gravas calcáreas y silíceas, y arenas más o menos limosas. (Foto 33).

En la Zona 2, se ha separado el subgrupo (a1a), en los aluviales de grava y arenas que incluyen terrazas aluviales, que por su escasa representación no se han diferenciado cartográficamente.

Estructura.- Se trata de un depósito de rambla, caótico y sin estructura interna. Son materiales sueltos con estructura masiva, aunque a nivel global se pueden diferenciar lechos de estructura lenticular estando unos integrados

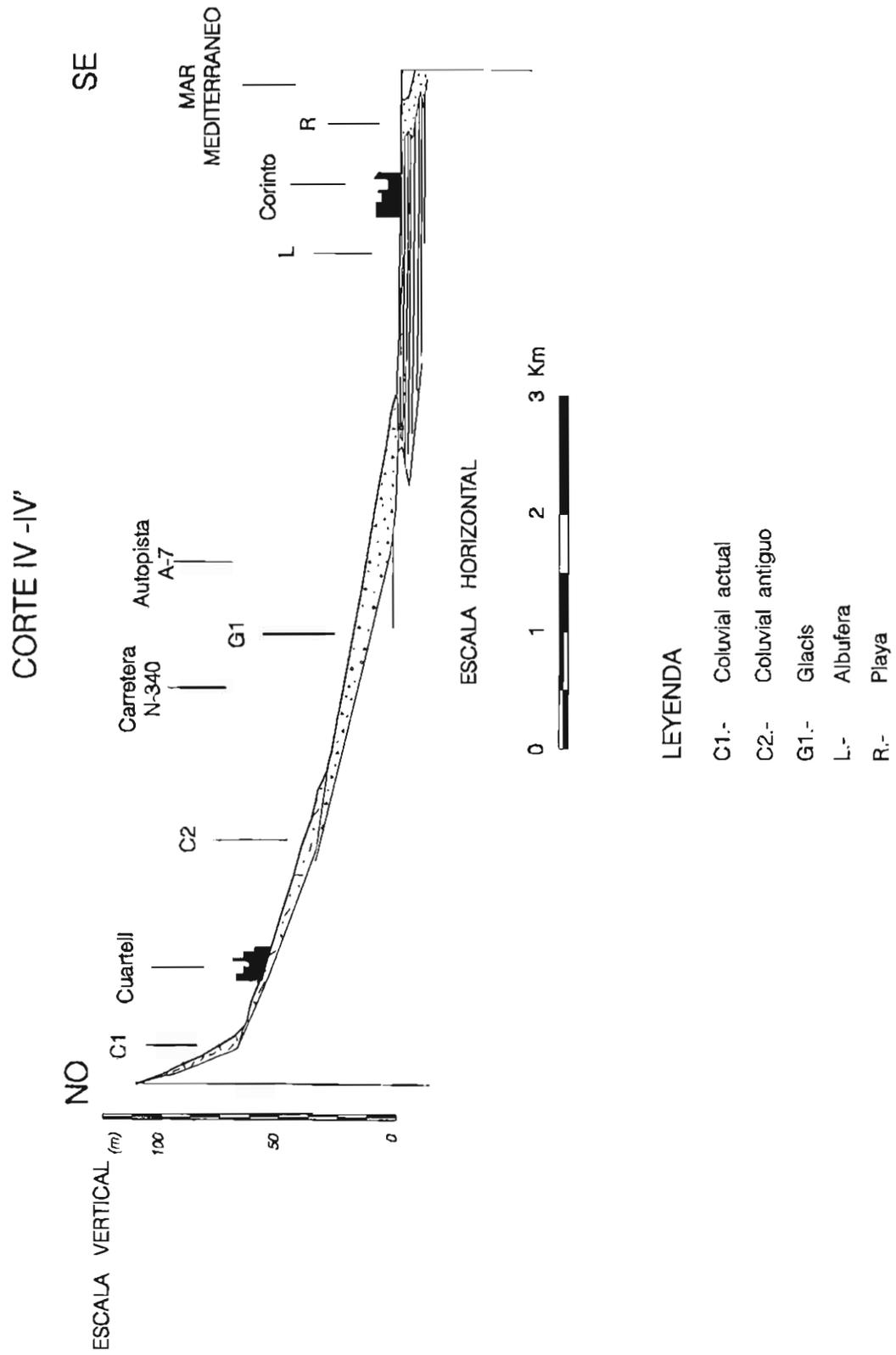


Figura 13.- Corte geológico IV-IV' correspondiente a la Zona 3.

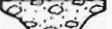
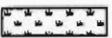
Esquema litológico	Grupo litológico	Grupo geotécnico	Descripción	Edad
	R	G16	Playa	Cuatemario
	A1, a1a	G18	Aluvial de arenas y gravas	Cuatemario
	C1 y C2	G17	Coluviales	Cuatemario
	L	G16	Albufera	Cuatemario
	G1	G17	Glacis	Cuatemario
	D1	G14	Delta	Cuatemario
	D2, d2	G17	Conos de deyección	Cuatemario

Figura 14.- Columna estratigráfica de la Zona 3.

mayoritariamente por gravas, y otros esencialmente por arenas y limos arenosos.

Geotecnia.- Permeabilidad alta por percolación. Problemas propios de la dinámica fluvial. En áreas donde los aluviones discurren sobre formaciones yesíferas, se han observado fenómenos de subsidencia. (Ver Foto 34). Capacidad portante baja. Grupo ripable.



Foto 33.- Aluvial actual del Barranco del Bruniezo, Mas de Mosén Pedro, (614-2). Al fondo, se observa un nivel de terraza donde se pueden diferenciar algunos niveles parcialmente cementados.



Foto 34.- Subsistencia detectada en el aluvial del Barranco de la Torrecilla (639-2E), producida por la acción de una dolina.

COLUVIALES, C1 y C2

Litología.- Este grupo litológico está constituido por gravas con bolos poco rodados, y arenas inmersas en una matriz limo-arcillosa que llega a ser dominante frecuentemente y presenta una disposición masiva y tonos rojo ladrillo normalmente. Los cantos son polimícticos, mayoritariamente carbonatados y angulosos. (Foto 35). El grupo C2 corresponde a las grandes orlas de abanicos aluviales y coluviales antiguos. El grupo C1 coincide con los más modestos coluviales actuales adosados a los relieves mesozoicos.

Estructura.- La potencia de estos grupos oscila entre 2 y 10 metros. Se trata de materiales flojos con cierto grado de compactación y horizontes de encostramientos y cementación, especialmente en el nivel más superficial. Se dispone, generalmente, con una cierta inclinación sinsedimentaria. La estructura interna suele ser masiva, aunque lateralmente se pueden encontrar cuerpos lenticulares con predominio de materiales gruesos y arenosos. Globalmente presenta una estructura en cuña-piedemonte.

Geotecnia.- Permeabilidad, en principio baja, aunque puede variar dependiendo de la cantidad de finos, y el grado de encostramiento. Problemas geomorfológicos de erosión lineal y lateral en los barrancos encajados en el relieve suave de estos grupos, donde se podrán dar fenómenos de arroyada



Foto 35.- Coluvial limo-arcilloso rojo con cantos angulosos y subangulosos de naturaleza calcárea. En la parte superior del talud se puede diferenciar un nivel de encostramiento. P.k. (5'5) de la carretera N-234.

en casos de grandes precipitaciones. Taludes artificiales observados de alturas medias, pendientes del 2H:3V al 1H:2V, y con problemas de pequeños desprendimientos y desplomes. Taludes recomendados entre 2H:3V y 1H:2V, dependiendo del grado de cementación y encostramiento del depósito. Dependiendo del grado de cementación o encostramiento, la capacidad portante del terreno variará de baja a moderada, estimación esta última que, en principio conviene aplicar a este grupo. Materiales ripables.

DELTA, D1

Litología.- Este grupo litológico está constituido por gravas y gravillas subredondeadas, poligénicas y polimícticas, arenas y limos. Se trata de materiales sueltos que muy localmente se pueden ver afectados por cementaciones de tipo caliche.

Estructura.- La potencia de este grupo litológico se estima entre 60 y 100 metros. Se encuentra ubicado en la desembocadura de los dos cauces más importantes que surcan el Tramo, como son el río Palancia y el barranco de San José. La compacidad de estos materiales es baja, puesto que se trata de materiales sueltos. Se dispone subhorizontalmente. Interiormente presenta, o bien una tenue estratificación cruzada en surco, o

bien un aspecto masivo. Posee en planta una forma en abanico y en perfil de cuña.

Geotecnia.- Permeabilidad variable de moderada a alta. Problemas geomorfológicos por fenómenos de arroyada con inundación y encharcamiento en las áreas más llanas, y los debidos a la dinámica litoral. Taludes artificiales observados de alturas bajas, pendientes fuertes y sin problemas de mención. Este grupo constituirá como mucho taludes bajos. Los taludes de excavación dependiendo del grado de encostramiento y cementación podrán diseñarse de fuertes a valores del entorno del 2H:3V. La capacidad portante puede oscilar dentro de una gama de valores medios, dependiendo de la litología local y del grado de cementación. No debe descartarse la posibilidad de que existan zonas con baja capacidad portante, tanto en niveles superficiales como en profundidad, así como la capacidad de provocar asentamientos diferenciales en razón de los cambios laterales de facies bruscas de estos depósitos. Grupo ripable

CONOS DE DEYECCION, D2, d2

Litología.- Este grupo litológico está constituido por gravas y gravillas angulosas y subangulosas, polimícticas y poligénicas, inmersas en una matriz areno-limosa y arcillosa, que suele ser predominantemente de tonos rojizos.

Estructura.- La potencia oscila de 0 a 3 m para el (d2), y de 3 a 6 metros para el (D2). Se encuentra ubicado en las laderas de los relieves mesozoicos. Se trata de materiales sueltos, que presentan encostramientos superficiales. Interiormente puede presentar una estructura masiva o lenticular en donde se pueden diferenciar horizontes ricos en materiales gruesos con arenas. Su disposición es subhorizontal con un cierto ángulo de deposición sinsedimentario a favor de la pendiente. Globalmente presenta una estructura en abanico-cuña.

Geotecnia.- Permeabilidad baja por infiltración. Pueden darse fenómenos de arroyada. Taludes artificiales observados de alturas moderadas y bajas, pendientes fuertes, sin problemas geotécnicos de mención especial. Los taludes recomendados oscilan entre el 2H:3V y 1H:2V en razón del grado de encostramiento y cementación. La capacidad portante dependerá del grado de cementación, que normalmente es alto, y la proporción de finos del área en concreto. En principio se debe considerar un grupo de resistencia moderada. Ripable con áreas marginales.

ALBUFERA, L

Litología.- Este grupo litológico está constituido por arcillas, arcillas limosas y limos negros, con lechos arenosos. Es frecuente encontrar abundantes sales disueltas y materia orgánica.

Estructura.- La potencia de este grupo oscila de 2.5 a 5 metros. Se trata de materiales disgregables y blandos. Posee una disposición horizontal planar. Interiormente presenta una estructura monótona y uniforme de arcillas laminadas que le confieren un aspecto masivo. La forma global del grupo es tabular.

Geotecnia.- Permeabilidad muy baja. Problemas geomorfológicos de endorreísmo. Capacidad portante baja. Grupo ripable.

PLAYA, R

Litología.- Este grupo está constituido por arenas sueltas compuestas por cuarzo, elementos calcáreos y feldespatos.

Estructura.- La potencia de este grupo oscila entre 2 y 4 metros. Este grupo se ubica en la interfase tierra-mar del Tramo de estudio. Interiormente presenta una estratificación cruzada de muy bajo ángulo. En las zonas más alejadas de la costa es muy frecuente la formación de dunas. La compacidad es muy baja puesto que se trata de materiales sueltos. Este grupo posee una estructura espacial en cordón.

Geotecnia.- Permeabilidad muy alta por percolación. Problemas geomorfológicos caracterizados por la dinámica litoral. Capacidad portante baja. Ripable.

GLACIS, G1

Litología.- Este grupo litológico está constituido fundamentalmente por gravas calcáreas, subangulosas y de tamaño medio, inmersas en una matriz arcillo-limosa. Es frecuente encontrar pequeños niveles encostrados por carbonatos.

Estructura.- La potencia de este grupo oscila entre 3 y 10 metros. Este depósito se dispone subhorizontalmente y con una pendiente muy tendida. La compacidad es muy baja ya que trata de materiales sueltos. La estructura

interna suele ser masiva, aunque lateralmente se pueden encontrar cuerpos lenticulares más arcillosos. La estructura global es en piedemonte-cuña.

Geotecnia.- Permeabilidad de moderada a baja en relación con el contenido en finos y los encostramientos. Fenómenos potenciales de arroyada en épocas de fuertes precipitaciones. La capacidad portante dependerá bastante del grado de encostramiento y proporción limo-arenosa del sector en concreto. En principio debe estimarse moderada. Ripables por medios mecánicos normales con áreas de alguna dificultad por encostramientos.

3.3.5. Grupos geotécnicos

En este apartado se agrupan, según ciertas características geotécnicas comunes, las formaciones geológicas individualizadas en el apartado anterior. A estas agrupaciones se les denominan en este Estudio, "grupos geotécnicos", y son las siguientes:

Grupo geotécnico G14. Formaciones detríticas deltaicas. Este grupo geotécnico está constituido por el grupo litológico (D1). Este grupo posee una permeabilidad moderada por infiltración. Se trata de materiales tolerables como préstamos. No se han detectado problemas de estabilidad ni en los taludes naturales ni artificiales. Los problemas geotécnicos que presentará el grupo serán de tipo hidrodinámico como erosiones y aterramientos. La capacidad portante se estima baja. Materiales ripables por medios mecánicos normales.

Grupo geotécnico G15. Arenas de playa. Este grupo geotécnico está constituido por el grupo litológico (R). Presenta una elevada permeabilidad por infiltración. Se trata de un grupo utilizable como árido. Los problemas geotécnicos de este grupo son los derivados de la dinámica litoral. La capacidad portante se estima muy baja. Materiales ripables por medios mecánicos normales.

Grupo geotécnico G16. Limos y arcillas lagunares. Este grupo geotécnico está constituido por el grupo litológico (L). Este grupo posee una permeabilidad muy baja por percolación. Posee un nivel freático importante a escasos metros de la superficie. Se trata de materiales desechables para préstamos por la gran cantidad de finos que presenta. Pueden aparecer problemas de aterramientos y encharcamientos. La capacidad portante se estima muy baja, por lo que es muy posible la aparición de asentamientos en las estructuras que sobre este grupo se apoyen. Es perfectamente ripable por medios mecánicos normales.

Grupo geotécnico G17. Formaciones coluviales cohesivas de piedemonte. Este grupo geotécnico está constituido por los grupos litológicos (C1), (C2), (G1) y (D2). Integrado por gravas con bolos poco rodados de naturaleza

calcárea esencialmente, inmersas en una matriz limo-arenosa de tonos rojizos. Materiales localmente cementados y encostrados. Pendientes suaves seccionadas por barrancos encajados. Los taludes de excavación permiten normalmente valores de pendientes entre 2H:3V y 1H:2V dependiendo del grado de encostramiento y cementación del depósito. Capacidad de carga moderada como valor medio. Materiales ripables.

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

Los problemas geotécnicos que va a presentar la Zona 3 serán los derivados de la dinámica fluvial y litoral.

4. CONCLUSIONES GENERALES DEL ESTUDIO

4.1. RESUMEN DE LOS PROBLEMAS TOPOGRAFICOS

El Tramo presenta dos áreas bien diferenciadas. Una ubicada dentro de los materiales mesozoicos, y otra dentro de los materiales cenozoicos. Los problemas topográficos se van a presentar en los materiales mesozoicos y más concretamente en la Zona 1 del Tramo del Estudio.

La Zona 1 del Tramo está atravesada por las elevaciones montañosas de la Sierra del Espadán, Sierra de Camarena y Alto Palancia. Los trazados de carreteras son escasos y en la mayoría de los casos recorren los grandes valles. La vía principal que atraviesa la Zona 1 es la carretera nacional N-234 y utiliza durante gran parte de su recorrido, el trazado del valle del río Palancia como corredor, sin que por ello se vea exenta de atravesar desniveles importantes como en el Alto Palancia. Ya en el área norte, la Sierra de Camarena no es un obstáculo importante, pues presenta un paso muy bueno por las ramblas de Valdelobos y Cubito. Por cualquier otro sitio que se quiera atravesar la Sierra de la Camarena los problemas son grandes a efectos topográficos con pasos estrechos y desniveles considerables que solventar.

Las Zonas 2 y 3 del Tramo no presentan problemas de mención a efectos topográficos, ya que conforman relieves planos y suavemente ondulados.

4.2. RESUMEN DE LOS PROBLEMAS GEOMORFOLOGICOS

Los problemas de índole geomorfológico en el Tramo del Estudio se agrupan en tres grupos: Problemas geomorfológicos relacionados con movimientos gravitacionales, problemas de hidrodinámica fluvial, y problemas de dinámica litoral.

La inestabilidad natural de las vertientes es un fenómeno bastante importante en amplias áreas del Tramo. Los trazados actuales más importantes, que discurren lógicamente por los corredores naturales más favorables que la orografía facilita, suelen impactar muy marginalmente con esas áreas inestables asociadas, en la mayoría de los casos, con relieves accidentados.

Los grupos litológicos que en mayor medida contribuyen a los fenómenos de rotura gravitacional de las vertientes, son por una parte los arcillosos

de edad mesozoica (facies Keuper del Triásico, grupos (213a) y (213b) y facies margosas y flyschoides de Jurásico y Cretácico grupos (223c), (230) y (231)), y por otra, las potentes formaciones calcáreas, mesozoicas y terciarias que constituyen acuíferos colgados sobre los materiales de las facies blandas descritas anteriormente. Independientemente de esta dinámica estructural, se dan otros fenómenos inestables en las laderas. Estos fenómenos son por un lado los corrimientos entre capas en formaciones alternantes importantes en el grupo (230), y por otro los desprendimientos y desplomes debido a la tectónica, en áreas de falla y fuerte diaclasado, o bien debido a efectos de la erosión diferencial.

Asociado a los macizos calcáreos y a la formación yesífera del Keuper se ha desarrollado un apartado kárstico importante en muchas zonas.

Existe sin duda un riesgo potencial alto de impacto sobre obras lineales por efecto de la dinámica fluvial en razón de las características climáticas y morfológicas del Tramo de estudio.

Con respecto a los problemas de dinámica litoral, existe en la actualidad un marcado carácter regresivo de todas las costas del levante por el descenso brusco del aporte de detritos de los principales ríos que desembocan en el Mediterráneo. Por esta razón, la erosión litoral es sin duda alguna, el problema geomorfológico más importante en la interfase tierra-mar.

4.3. RESUMEN DE LOS PROBLEMAS GEOTECNICOS

- Problemas relacionados con la excavación de taludes:

Son muchas las formaciones o grupos litológicos que van a presentar problemas de estabilidad por sus características geomorfológicas (grupos afectados por deslizamientos fósiles o latentes; (213a), (213b), (212b), (223c), (230), (231), (C3) y (C4) y en general muchas de las áreas de contacto de los afloramientos calcáreos con formaciones blandas eminentemente arcillosas, en especial cuando dicho contacto se establece a media ladera.

Gran número de formaciones, por no decir la inmensa mayoría del Mesozoico y Terciario, poseen una estructura estratigráfica de alternancias de capas competentes (calizas o areniscas), e incompetentes (margas, arcillas y arcillas yesíferas), que facilitan los fenómenos de corrimiento de estratos.

La tectónica, importante en estos terrenos, va a introducir con bastante frecuencia elementos negativos para la estabilidad (fracturas, denso diaclasado, milonitización, brechificación y sus secuelas de meteorización profunda).

En todos estos problemas, el agua de los innumerables acuíferos creados en las masas mayoritariamente calizas a partir de los contactos con las formaciones de base impermeables estará siempre presente, circunstancia que

no siempre será fácil de tratar y corregir debido a las dimensiones que suele tomar la problemática de los deslizamientos y a la irregularidad de las estructuras geológicas.

- Problemas relacionados con la capacidad de carga:

Existen riesgos potenciales de resistencia muy baja o fallos puntuales a media ladera, muy relacionados con la geomorfología, litología y estructura. Se recomienda que las cimentaciones se realicen en roca firme, y los apoyos de posibles terraplenes se hagan después de haber limpiado bien los coluviales de ladera.

En los terrenos calcáreos y en especial los relacionados en profundidad con la formación Keuper más yesífera, y en los propios terrenos de este piso triásico, en áreas de morfología suave o alomada, existe una problemática clara de colapsos gravitacionales en relación con las cavidades kársticas existentes en los mismos.

Entre los materiales cuaternarios existen grandes extensiones de dominio conglomerático, parcialmente cementados y encostrados, cuya capacidad de carga se puede considerar de tipo medio.

- Problemas litológicos y de agresividad:

Algunos grupos litológicos están constituidos por materiales susceptibles de crear problemas por sus bajas características geotécnicas. Este es el caso de los materiales margo-arcillosos, margo-yesíferos y yesíferos de las Facies Keuper del Triásico, los niveles arcillosos de las facies Purbeck del tránsito Jurásico-Cretácico inferior, grupo (230), o de las facies Weald del Cretácico inferior, grupo (231), así como algunas arcillas del recubrimiento coluvial o coluvio-aluvial inmersas en problemáticas de deslizamiento gravitacional.

Un problema asociado a los terrenos ocupados por el Triásico medio y superior esencialmente el Keuper, grupos (213a) y (213b), es la agresividad de las aguas de circulación superficial y freática que puedan existir en los mismos.

4.4. CORREDORES DE TRAZADO SUGERIDOS

A grandes rasgos, la configuración geomorfológica del Tramo condiciona un gran corredor NO-SE, y otro NE-SO en la línea de costa. (Figura 15).

El corredor principal arrancaría del enlace con la autovía del Mediterráneo a la altura de la ciudad de Sagunto. Continuaría por el corredor de la actual carretera nacional N-234. Desde la ciudad de Sagunto, el corredor sigue la dirección del río Palancia hasta la localidad de Viver. En

esta última localidad continuaría por la vega del barranco del Hurón, y encontraría una dificultad al atravesar la Peña del Aguila y el Cerro de la Mazorra. Continuando por el corredor de la carretera nacional N-234, éste no tendría más problemas hasta su salida del Tramo estudiado.

Otro corredor continuaría por el actual corredor de la autopista del Mediterráneo y cruzaría el Tramo con dirección NE-SO siguiendo la línea de costa.

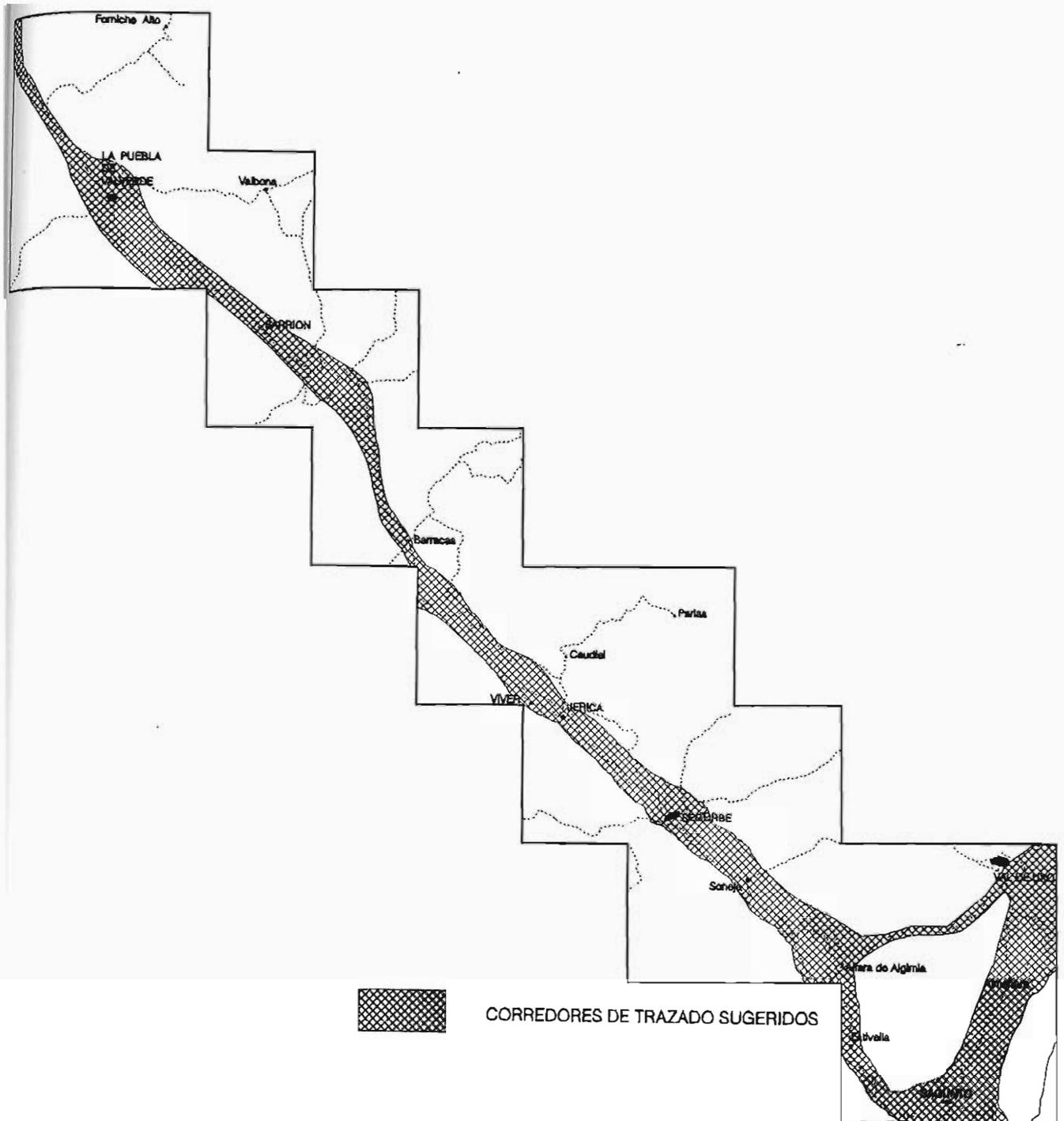


Figura 15.- Corredores de trazado sugeridos.

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

5. INFORMACION SOBRE YACIMIENTOS

5.1. ALCANCE DEL ESTUDIO

El presente Estudio no incluye un análisis detallado de los yacimientos de materiales del Tramo, ya que dicho análisis desbordaría, por su metodología especial y amplitud, el alcance de los Estudios Previos de Terrenos.

No obstante, se ha considerado conveniente presentar, de forma ordenada, la información recogida sobre yacimientos con motivo de la realización del presente Estudio Previo. Estos datos no constituyen una recopilación sistemática y exhaustiva, aunque pueden ser útiles para futuros trabajos.

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

5.2. YACIMIENTOS ROCOSOS

Los yacimientos rocosos considerados en este estudio son de naturaleza calcárea, (Foto 36), aunque existen localmente pequeñas explotaciones de naturaleza ofítica.

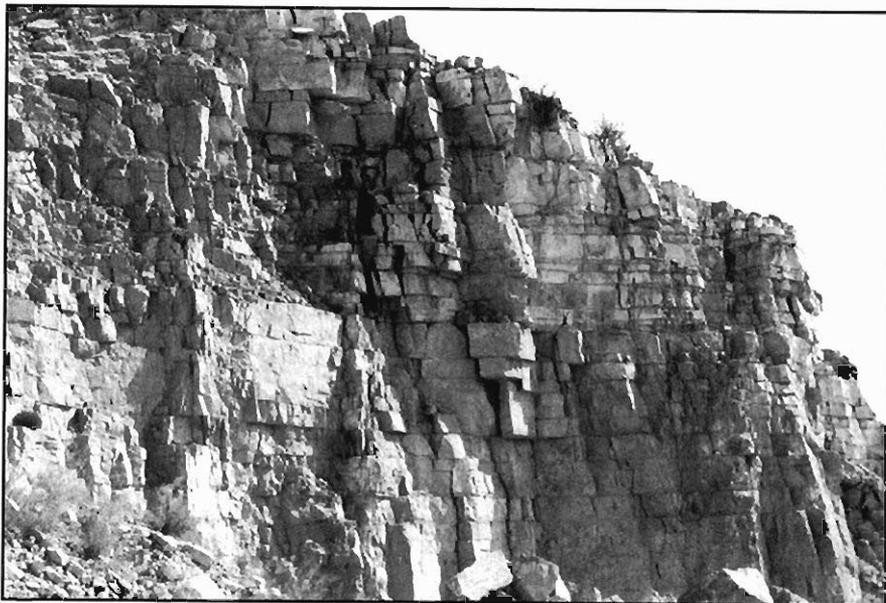


Foto 36.- Cantera en calizas del grupo (222a). Cantera de Alcubillas (Jérica).

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

En el ensayo de Desgaste Los Angeles, granulometría A, las muestras ofrecen los siguientes resultados:

Grupo litológico (221a) 28'4%-31'1%
Grupo litológico (222a) 23'2%-27'1%
Grupo litológico (223c) 26'8%-32'2%

En el grupo (222a), hubo muestras que dieron un máximo de 33'3%.

En los ensayos realizados para conocer el contenido de sulfatos, las calizas analizadas dieron negativo salvo las de los grupos (223b), (223c) y algunas del grupo litológico (222a). No obstante, aunque ninguna muestra ha sobrepasado el límite admisible en sulfatos, se aconseja la realización de análisis químicos en las calizas de los grupos citados cuando se empleen el hormigón.

Los ensayos de adhesividad a los ligantes bituminosos han dado los siguientes resultados:

Grupo litológico (221a) 98'6%-98'2%
Grupo litológico (222a) 97'8%-99'0%
Grupo litológico (223c) 98'0%-99'2%

Las rocas ofíticas en el Tramo son minoritarias y las reservas se podrían calificar de notables. Se trata de un buen árido en principio, utilizable para la capa de rodadura. Este grupo se encuentra generalmente alterado hasta profundidades de 3 ó 4 metros.

En la Figura 16 se encuentran situados los yacimientos rocosos en el Tramo estudiado, y en la Figura 17 se especifican las características y la importancia de cada uno.

5.3. YACIMIENTOS GRANULARES

En el Tramo del Estudio existen numerosas explotaciones de materiales granulares, todas ellas ubicadas en el cauce actual de los grandes cursos fluviales que la surcan. Las más importantes están situadas en los ríos Palancia y Mijares, pero como se observa en la Foto 38, los cursos de estos ríos han sido sobre-explotados.

En la Figura 16 se encuentran situados los yacimientos granulares en el Tramo estudiado, y en la Figura 18 se especifican las características y la importancia de cada uno.

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

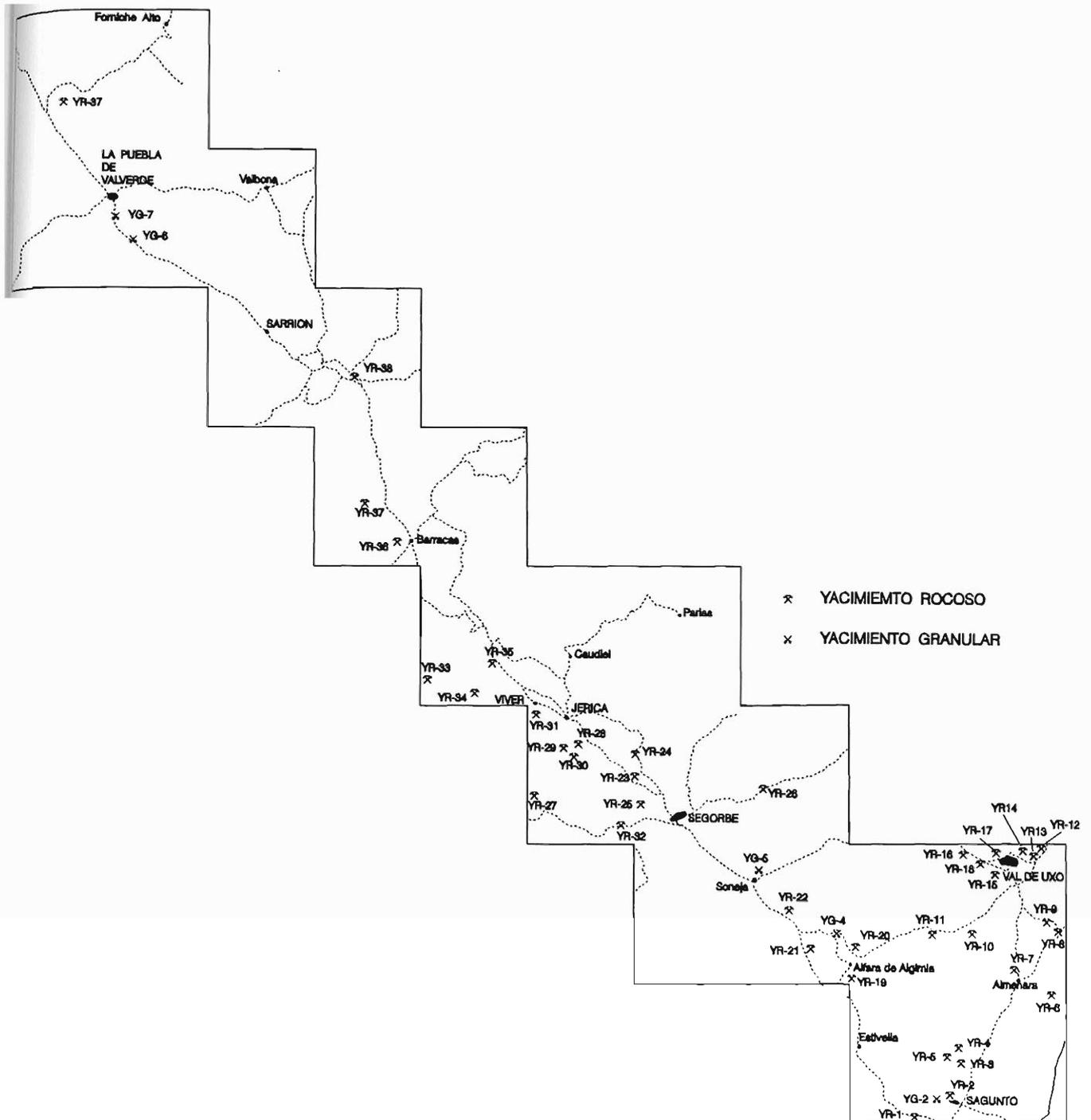


Figura 16.- Esquema de situación de yacimientos rocosos y granulares en el Tramo de estudio.

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

SIMBOLO	INTERES	SITUACION	GRUPO LITOLOGICO	MATERIAL	ACCESOS
YR-1	Medio-Bajo Abandonado	668-2	212a	Calizas y dolomías	Bueno, por el camino que sale en el pk (1) de la carretera nacional N-234.
YR-2	Medio-Bajo Abandonado	668-2	212a	Calizas y dolomías	Bueno a partir de la Estación Bifurcación, o del Almacén de Butano de Sagunto.
YR-3	Alto Activo	668-2	212a	Calizas y dolomías	Bueno cerca del cruce a Pla de Meresme en la carretera Petrés-Faura.
YR-4	Alto Activo	668-2	212a	Calizas y dolomías	Bueno a través de la carretera local de Petrés a Faura. Cerca del vertedero de basuras.
YR-5	Alto Activo	668-2	212a	Calizas y dolomías	Bueno por la carretera que va de Petrés a la Montaña de la Pedrera.
YR-6	Medio Abandonado	668-2	212a	Calizas y dolomías	Bueno a través de la carretera que va desde Almenara a Barrio-Mar.
YR-7	Medio Abandonado	668-1	221a	Calizas y dolomías	Bueno desde la población de Almenara.
YR-8	Alto Activo	668-1	221a	Calizas y dolomías	Bueno en el pk (38.8) de la carretera N-340, cerca de la localidad de Chilches.
YR-9	Alto Activo	668-1	221a	Calizas y dolomías	Bueno en el pk (0.3) de la carretera local Chilches-Vall de Uxó.
YR-10	Alto Activo	668-1	221a	Calizas y dolomías	Bueno por un camino de tierra que parte de la localidad de Almenara en dirección a la fábrica de pirotecnia.
YR-11	Medio Abandonado	668-1	221a	Calizas y dolomías	Bueno por el pk (11.5) de la carretera Alfara de Algimia-Vall de Uxó.
YR-12	Medio-Alto Abandonado	668-1	212a	Calizas y dolomías	Caminos que parten cerca de la pista de karts de Vall de Uxó.
YR-13	Medio-Alto Abandonado	668-1	212a	Calizas y dolomías	Caminos que parten cerca de la pista de karts de Vall de Uxó.
YR-14	Medio-Alto Abandonado	668-1	212a	Calizas y dolomías	Buen acceso desde la misma ciudad de Vall de Uxó.
YR-15	Medio-Alto Abandonado	668-1	212a	Calizas y dolomías	Camino que parte del Barrio de San Antonio (Vall de Uxó) con dirección SW.
YR-16	Medio-Alto Abandonado	668-1	212a	Calizas y dolomías	Camino que parte desde el pk (19.1) de la carretera C-225, con dirección al Rincón de Baile.
YR-17	Medio-Alto Abandonado	668-1	212a	Calizas y dolomías	Camino que parte desde el pk (19.1) de la carretera C-225.
YR-18	Medio-Alto Abandonado	668-1	212a	Calizas y dolomías	Camino que parte desde el pk (19.1) de la carretera C-225, con dirección a la gruta de San José.
YR-19	Medio-Bajo Abandonado	668-4	221a	Calizas y dolomías	Buen acceso desde el cementerio o la ermita de Alfara de Algimia.
YR-20	Alto Abandonado	668-4	212a	Calizas y dolomías	Camino que parte a 1 km de Algar de Palancia en dirección Vall de Uxó.

Figura 17.- Cuadro de yacimientos rocosos.

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

SIMBOLO	INTERES	SITUACION	GRUPO LITOLÓGICO	MATERIAL	ACCESOS
YR-21	Alto Abandonado	668-4	212a	Calizas y dolomías	Bueno, aproximadamente en el pk (18) de la carretera N-234.
YR-22	Bajo Abandonado	668-4	221a	Calizas y dolomías	Bueno en el pk (22) de la antigua carretera N-234.
YR-23	Medio Abandonado	639-2	321a	Calizas	Bueno por un camino de tierra a la altura del pk (35.5) de la antigua carretera N-234.
YR-24	Bajo Abandonado	639-2	221a	Calizas y dolomías	Bueno por un camino de tierra a la altura del pk (35.5) de la antigua carretera N-234.
YR-25	Medio Abandonado	639-2	221a	Calizas	Bueno, camino que sale de Altura hacia la ermita de Santa Bárbara.
YR-26	Medio Abandonado	639-2	212a	Calizas y dolomías	En el pk (1) de la carretera Almedijar-Segorbe.
YR-27	Alto Activo	639-2	222b	Calizas	Camino que parte hacia el norte el pk (10), Masía de Ribas.
YR-28	Alto Activo	639-2	223c	Calizas	Camino que parte hacia el Sur desde la población de Jerica.
YR-29	Alto Activo	639-2	223c	Calizas	Camino que parte hacia el Sur desde la población de Jerica.
YR-30	Alto Activo	639-2	223c	Calizas	Camino que parte hacia el Sur desde la población de Jerica.
YR-31	Medio Activo	639-2	223c	Calizas	Camino que parte de Jerica siguiendo la margen derecha del río Palancia aguas arriba.
YR-32	Bajo Abandonado	639-2	002	Calizas	Bueno en el pk (16.5) de la carretera C-224.
YR-33	Medio Activo	639-1	002	Calizas	Bueno a 600 metros de la localidad de Torás en dirección Viver.
YR-34	Medio Abandonado	639-1	321a	Calizas	Bueno en el pk (6.5) de la carretera Viver-Teresa (fuera del Tramo).
YR-35	Medio-Alto Abandonado	639-1	223c	Calizas	Bueno en el pk (48) de la carretera N-234.
YR-36	Alto Abandonado	614-3	223b	Calizas	Bueno en el pk (1) de la carretera Barracas-El Toro.
YR-37	Alto Abandonado	614-3	223c	Calizas	Bueno en el pk (64.5) de la carretera N-234.
YR-38	Bajo Abandonado	614-3	223c	Calizas	En el pk (75), aproximadamente, de la carretera N-234.
YR-39	Medio Abandonado	590-4	221a	Calizas y dolomías	Bueno en el pk (13) de la carretera que une Forniche Alto con la N-234.

Figura 17.- Cuadro de yacimientos rocosos (cont.).

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

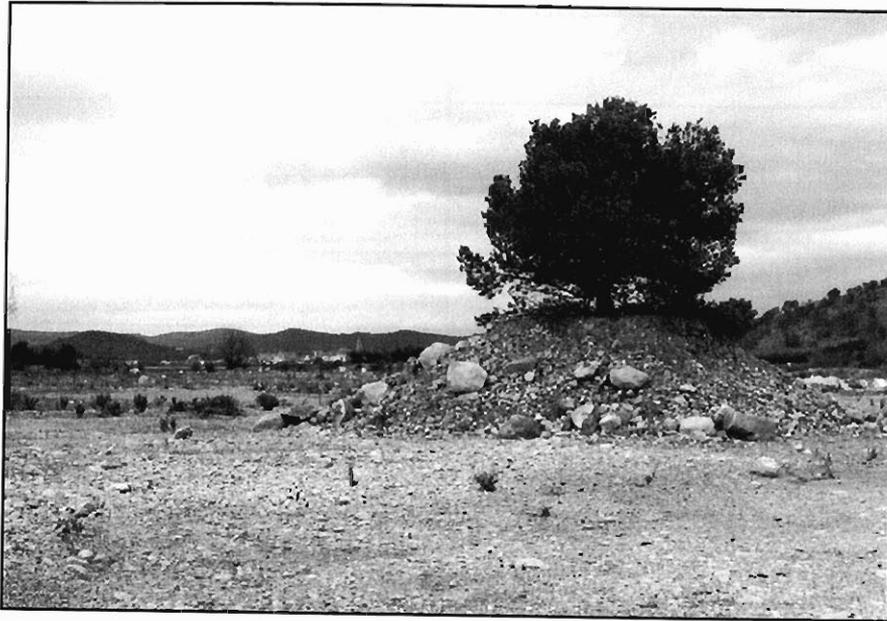


Foto 38.- Aluvial sobre-explotado en el curso actual del río Palancia. Proximidades a la localidad de Gilet.

5.4. MATERIALES PARA TERRAPLENES Y PEDRAPLENES

Los mejores yacimientos para préstamos los constituyen los materiales detríticos cuaternarios y terciarios.

Los grupos litológicos ricos en materia orgánica y arcilla como son el (A2), (I), (L), (ca1), (ca2), (C1), (C2), (C3) y (321b), se consideran desechables como préstamos. El resto de los grupos, el (A), (T), (D1), (R), (g1), (350) y (322a) se estiman tolerables como préstamos y es previsible encontrar suelos adecuados y seleccionados con un índice C.B.R. probablemente mayor de 10.

5.5. YACIMIENTOS QUE SE RECOMIENDA ESTUDIAR CON MAS DETALLE

En la Figura 19 se muestra un cuadro-resumen de los yacimientos granulares que por su importancia pudieran ser objeto de un estudio más detallado. Las superficies del páramo, en toda su amplitud, se consideran yacimientos rocosos potenciales, que pudieran ser objeto de un estudio más detallado.

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

SIMBOLO	INTERES	SITUACION	GRUPO LITOLÓGICO	MATERIAL	ACCESOS
YG-1	Bajo Abandonado	668-2	T	Arenas y gravas	Bueno a través del camino que va desde Canet de Berenguer al Hospital de Silo.
YG-2	Bajo Abandonado	668-2	A	Arenas y gravas	Fácil acceso por la carretera que va desde la ciudad de Sagunto a Petrés.
YG-3	Bajo Abandonado	668-2	A	Arenas y gravas	Fácil acceso desde la población de Albalat de Taronchers.
YG-4	Bajo Abandonado	668-4	A	Arenas y gravas	Buen acceso mediante los caminos que salen de Algar de Palancia aguas abajo del río Palancia.
YG-5	Bajo Abandonado	668-4	A	Arenas y gravas	Buen acceso por el camino que sale con dirección norte de la población de Soneja.
YG-6	Alto Activo	590-2	350	Arenas y gravas	Buen acceso en el pk (94.6) de la carretera N-234.
YG-7	Alto Abandonado	590-2	350	Arenas y gravas	Buen acceso en el pk (97.1) de la carretera N-234.

Figura 18.- Cuadro de yacimientos granulares.

SIMBOLO	INTERES	SITUACION	GRUPO LITOLÓGICO	MATERIAL	ACCESOS
YR-16	Medio-Alto Abandonado	668-1	212a	Calizas y dolomías	Camino que parte desde el pk (19.1) de la carretera C-225, con dirección al Rincón de Baile.
YR-17	Medio-Alto Abandonado	668-1	212a	Calizas y dolomías	Camino que parte desde el pk (19.1) de la carretera C-225.
YR-18	Medio-Alto Abandonado	668-1	212a	Calizas y dolomías	Camino que parte desde el pk (19.1) de la carretera C-225, con dirección a la gruta de San José.
YR-20	Alto Abandonado	668-4	212a	Calizas y dolomías	Camino que parte a 1 km de Algar de Palancia en dirección Vall de Uxó.
YR-21	Alto Abandonado	668-4	212a	Calizas y dolomías	Bueno, aproximadamente en el pk (18) de la carretera N-234.

Figura 19.- Cuadro de yacimientos que se recomienda estudiar con más detalle.

6. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

ADROVER, R.; MEIN, P. Y MOISSENET, E., (1978).- "Nuevos datos sobre la edad de las formaciones continentales neógenas de los alrededores de Teruel". Estudios Geológicos. Vol. 34, T.3-4-5-6. pp. 205-214.

ALVARO, M.; CAPOTE, R.; Y VEGAS, R., (1982).- "Un modelo de evolución geotectónica para la Cadena Celtibérica". Acta Geológica Hispánica 14: pp. 172-177.

BOER, P.L. y GENUS, L.C. va (1981).- El Jurásico superior - Cretácico inferior (Weald) en el área Montalbán - Aliaga. Grupo Español del Mesozoico. pp. 116-137.

GOMEZ FERNANDEZ, J.J. (1979).- El Jurásico en facies carbonatadas del sector levantino de la Cordillera Ibérica. Seminarios de Estratigrafía. Serie monografía nº 4. Universidad Complutense de Madrid.

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA (1977). .- "Mapa Geológico de España a escala 1:50.000, Hoja 639, Jerica". I.G.M.E.

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA (1974). .- "Mapa Geológico de España a escala 1:50.000, Hoja 668 Sagunto". I.G.M.E.

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA (1974). .- "Mapa Geológico de España a escala 1:50.000, Hoja 640, Segorbe". I.G.M.E.

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA (1974). .- "Mapa Geológico de España a escala 1:50.000, Hoja 614, Manzanera". I.G.M.E.

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA (1970). .- "Mapa Geológico de España a escala 1:50.000, Hoja 591, Mora de Rubielos". I.G.M.E.

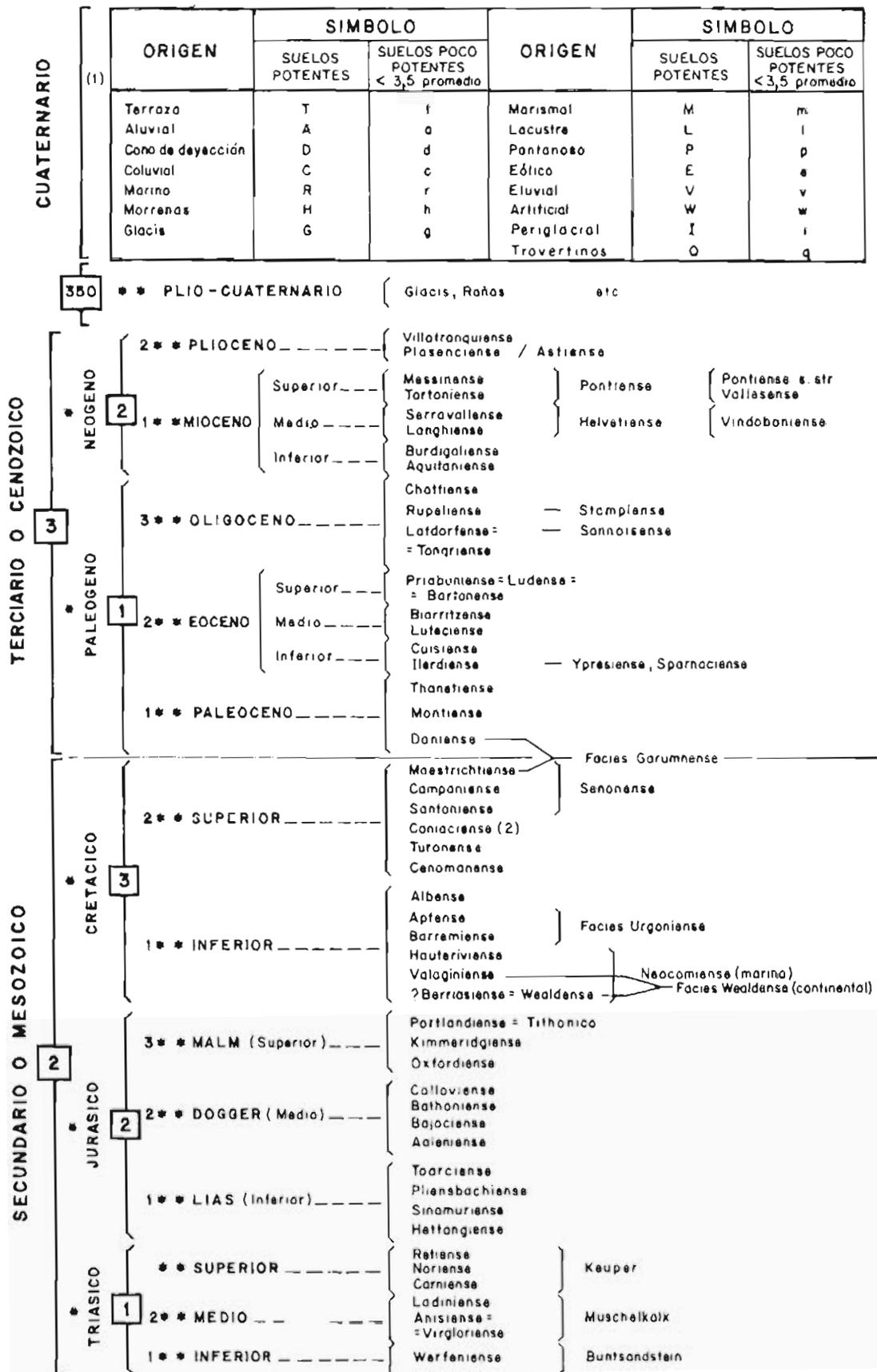
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA (1974). .- "Mapa de Rocas Industriales a escala 1:200.000, Hoja 47, Teruel". I.G.M.E.

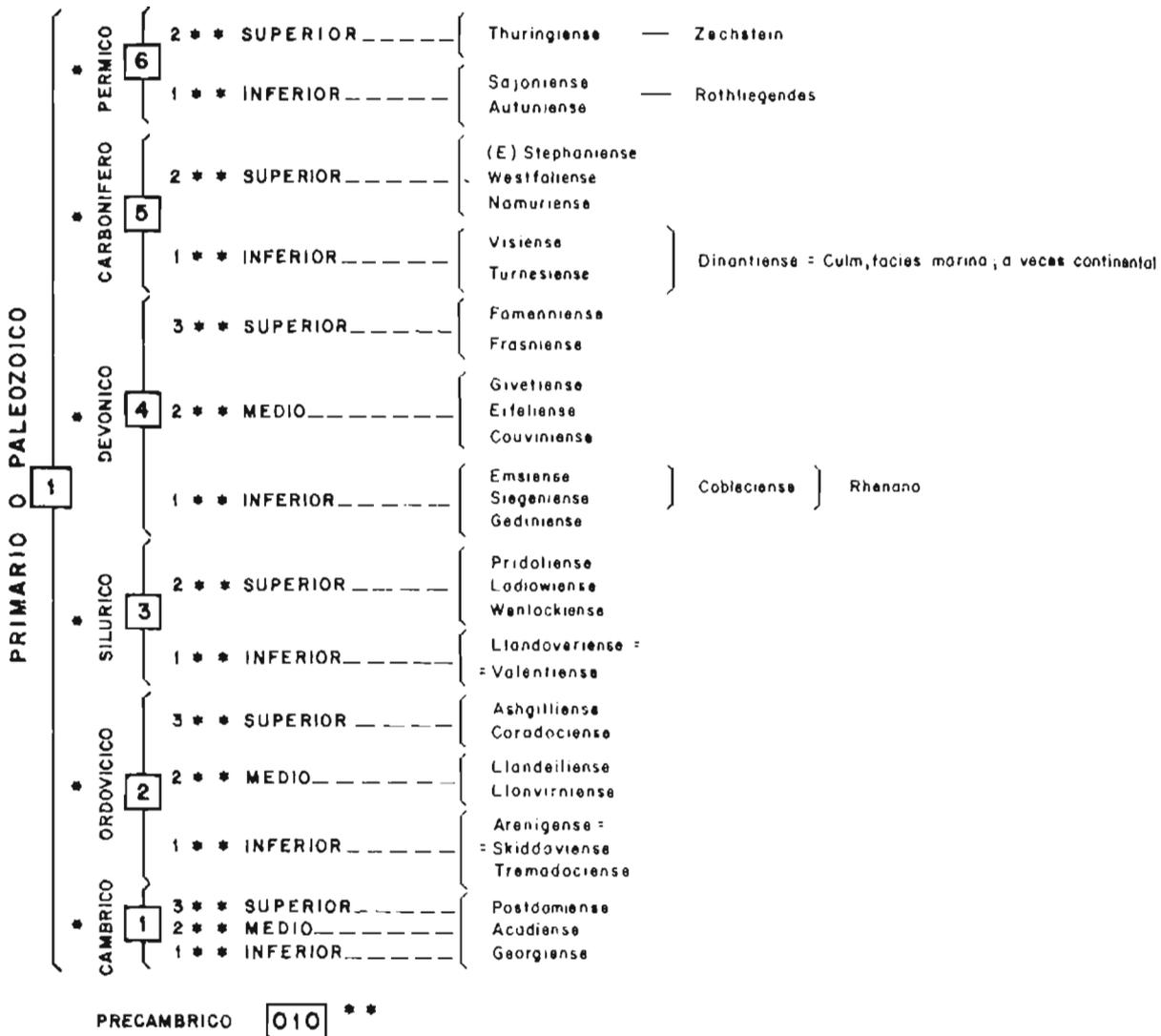
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA (1973). .- "Mapa de Rocas Industriales a escala 1:200.000, Hoja 56, Valencia". I.G.M.E.

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 suelos potentes o poco potentes

(2) Es discutida la pertenencia del Cotociense 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 existen 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 sí.

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 semirripables en su zona de alteración o ripables mediante una ligera preparación con voladuras.

c) Se consideran no ripables aquellas formaciones que necesitan para realizar su excavación el empleo de explosivos u otros materiales violentos que produzcan su rotura.

CAPACIDAD PORTANTE

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

a) Capacidad portante alta o elevada es la que corresponde a una formación constituida por materiales compactos y preconsolidados, o bien a formaciones rocosas estables y resistentes, de excelentes características como cimiento de un firme de 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

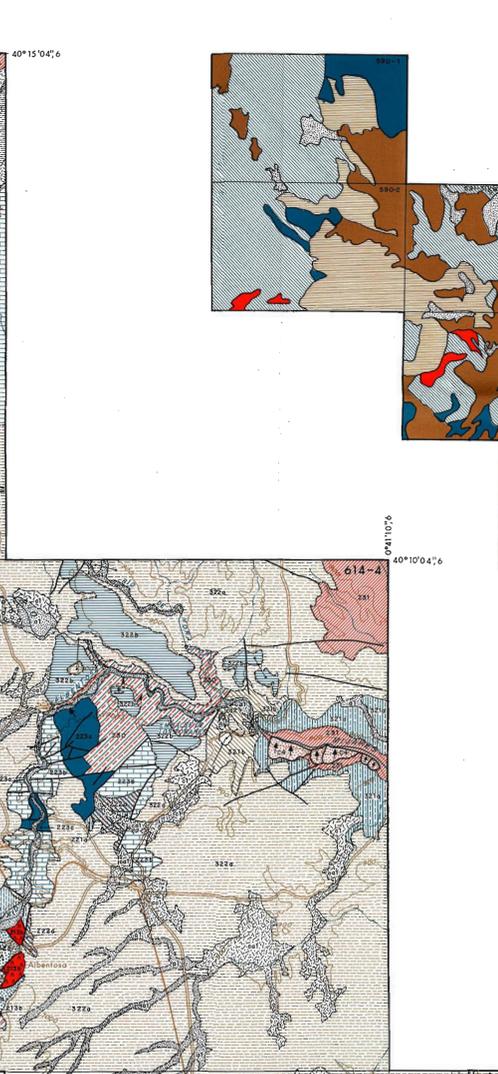
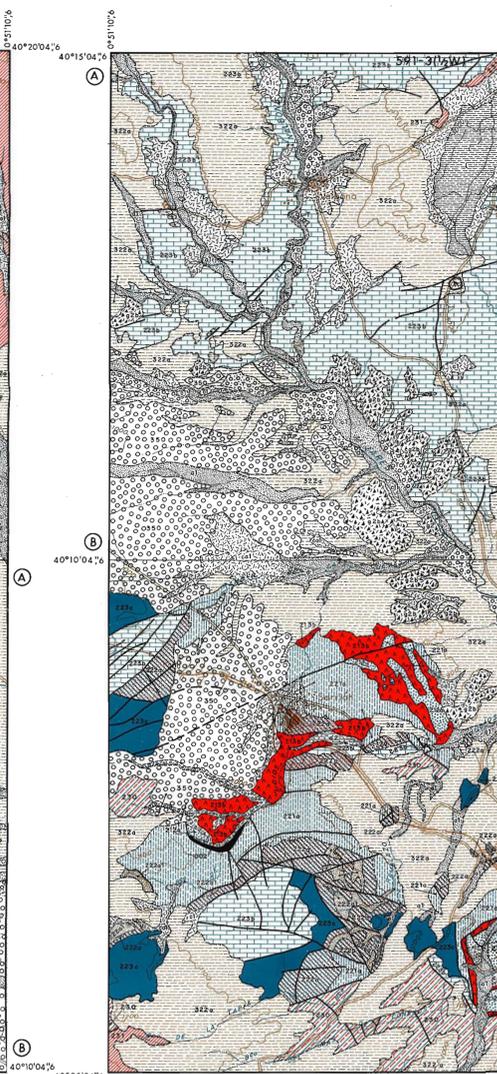
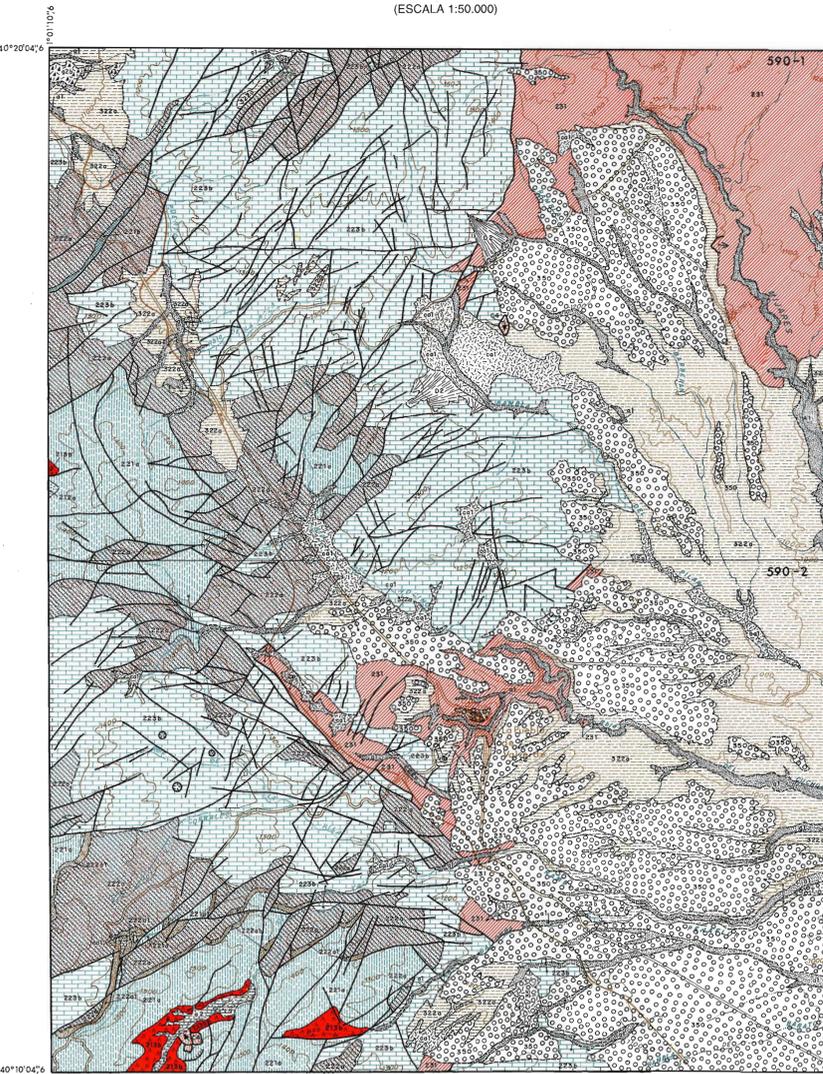
El movimiento superficial y profundo de las aguas de lluvia se reseña en la descripción de las distintas formaciones litológicas. Conviene resaltar que los datos disponibles para una correcta localización de los niveles freáticos del Tramo y sus periódicas variaciones en relación con las distintas épocas 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 LITOLOGICO-ESTRUCTURAL
(ESCALA 1:50.000)

ESQUEMA GEOTECNICO E: 1:200.000

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



- LEYENDA**
- Materiales margosos, calizos, margo-arcillosos, arcillosos y yesíferos. Problemas de movimiento gravitacionales, de asentamientos y deformaciones locales. Valores moderados en la capacidad portante. Ripables marginales.
 - Materiales calcáreos y silíceos. Problemas locales de ventilación y de deslizamiento. Taludes artificiales podrán tener pendientes muy fuertes. Capacidad portante muy alta. No ripables.
 - Materiales calizos y mago-calizos. Problemas de confortabilidad y deslizamientos. Variaciones importantes en la capacidad portante. Ripabilidad marginal.
 - Materiales arenosos y argilosos. Problemas de drenaje en los lótimos argilosos. Estabilidad buena de las pendientes en general. Capacidad portante de alta a moderada. Solo son ripables los lótimos argilosos.
 - Materiales óxicos con lótimos carbonatados. Disposición subhorizontal. Los materiales óxicos son ripables en alta potencia y a capacidad portante moderada. Los lótimos carbonatados no son ripables y la capacidad portante es alta. Ripables marginales.
 - Materiales óxicos de carácter conglomerático. Problemas de tipo hidrodinámico. Capacidad portante moderada - alta. Ripables marginales.
 - Materiales óxicos de rocas ácidas fuertemente cementadas. Problemas de tipo hidrodinámico. Capacidad baja, salvo las cementadas. Ripables en alta potencia.
 - Áreas de movimiento generalizadas por deslizamiento gravitacional de tipo flujo y latente. Capacidad portante baja. Ripables marginales.

- SIMBOLOGIA**
- Contacto litológico indiferenciado
 - Contacto mecánico
 - Falla
 - Falla normal
 - Cabalgamiento
 - Deslizamiento superficial
 - Deslizamiento fósil o latente
 - Deslizamiento activo
 - Corrimiento fósil o latente
 - Dolina

- LEYENDA**
- Suelos litólicos de origen aluvial. Permeabilidad nula. Materiales no cohesivos.
 - Suelos conglomeráticos y arcillosos. Terrazas aluviales. Permeabilidad baja. Materiales cohesivos.
 - Suelos limo-arcillosos y arcillosos/arenosos de origen aluvial y coluvial-aluvial. Permeabilidad baja. Materiales cohesivos.
 - Suelos generados sobre materiales arcillosos y yesíferos. Permeabilidad nula. Materiales no cohesivos.
 - Suelos coluviales finos de aspecto brechoso. Permeabilidad baja-moderada. Materiales cohesivos.
 - Llanuras
 - Suelos arenosos y limo-arenosos generados sobre formaciones subhorizontales. Permeabilidad moderada. Materiales cohesivos.
 - Suelos limo-arcillosos y conglomeráticos generados sobre la pendiente tendida de la roca. Permeabilidad moderada-alta. Materiales cohesivos.
 - Suelos generados sobre materiales margosos, arcillosos, yesíferos y calizos. Permeabilidad baja. Materiales no cohesivos.

- LEYENDA**
- DEPOSITOS RECIENTES**
- A1, a1/a1a: Gravillas calizas y arenas más o menos limosas. Materiales sueltos con estructura masiva y lechos laminados. Permeabilidad alta por percolación. Problemas geomorfológicos propios de la gravilla fluida, y fenómenos de subsistencia en formaciones yesíferas. Capacidad portante baja. Ripables (Custermario P.a.: 2 - 6 m).
 - a2: Materiales finos limosos y arenosos con gravilla, y gravillas calizas. Disposición subhorizontal. Permeabilidad moderada-baja. Problemas de erosión, aterramiento y encharcamiento. Capacidad portante baja. Ripables (Custermario P.a.: 0,5-3 m).
 - co1: Luvios arenosos con cantos de caliza muy ricos en materia orgánica. Materiales sueltos y con disposición subhorizontal. Permeabilidad variable. Problemas potenciales de arroyada. Capacidad portante baja. Ripables (Custermario P.a.: 1-3 m).
 - co2: Arcillas rojas limas y arenas ricas en materia orgánica, con cantos dispersos carbonatados. Materiales sueltos y con disposición subhorizontal. Permeabilidad baja. Problemas de arroyada y erosión lineal, con dificultades de escorrentía superficial. Capacidad portante baja. Ripables (Custermario P.a.: 1-3 m).
 - C1, c1: Gravillas con bolos poco rodados y arenas. Materiales flojos con cierto grado de compactación y entosamiento. Estructura interna masiva con cuerpos lentiformes. Permeabilidad baja. Problemas geomorfológicos de erosión lineal y lateral. Taludes artificiales observados con problemas de pequeños desprendimientos y deslismos. Taludes recomendados entre 2H:3V y 1H:2V. Capacidad portante moderada. Ripables (Custermario P.a.: 2 - 10 m).
 - c3: Arenas y limos arcillosos rojos ricos en materia orgánica, con abundantes cantos angulosos y subangulosos. Permeabilidad baja. Taludes naturales con problemas de deslizamientos de gravedad. Taludes artificiales observados con problemas de deslizamientos potenciales y deslismos. Problemas de erosión. Taludes recomendados 1H:1V. Capacidad portante moderada. Ripables (Custermario P.a.: 1,5-3 m).
 - C4: Grandes masas de materiales movilizadas gravitacionalmente. Estructura masiva y de aspecto calizo. Permeabilidad muy variable. Taludes naturales con deslizamientos de gravedad profundos de naturaleza latente o activa. Taludes artificiales observados con problemas potenciales de desprendimientos y deslizamientos. Taludes recomendados muy variables. Capacidad portante muy variable. Ripables marginales. (Custermario P.a.: 3-40 m).
 - 02, 02': Gravillas angulosas y subangulosas, con matriz arenoso-limosa y arcillosa. Estructura masiva y lentiforme. Permeabilidad baja. Problemas de arroyada. Taludes recomendados entre el 2H:3V y 1H:2V. Capacidad portante moderada. Ripables con áreas marginales. (Custermario P.a.: 0,3 para 02, 3-6 m para 02').
 - Q: Tobos y travertinos calcáreos. Compacidad moderadamente alta. Disposición subhorizontal. Permeabilidad alta. Taludes naturales con deslismos y deslizamientos. Taludes recomendados subverticales. Capacidad portante media-baja. No ripables. (Custermario P.a.: 1-20 m).
 - T: Gravillas y bloques carbonatados, y fragmentos de lótimos arenosos. Materiales sueltos o ligeramente cementados. Estructura masiva. Permeabilidad variable. Taludes naturales con desprendimientos o deslismos, y deslizamientos. Taludes artificiales observados con desprendimientos de bolos y deslismos potenciales de baja intensidad. Taludes recomendados entre los 60° y subverticales. Capacidad portante moderada-alta. Ripabilidad marginal. (Custermario P.a.: 1-4 m).
 - L: Arcillas, arcillas limosas y limos, fuertemente carbonatados, con abundante materia orgánica, y con gravillas y gravillas carbonatadas dispersas. Disposición horizontal. Permeabilidad muy baja. Problemas de endorramiento. Capacidad portante baja. Ripables (Custermario P.a.: 0-3 m).
 - 02b: Gravillas calizas, angulosas y subangulosas, y heterométricas. A veces fuertemente cementadas. Disposición suavemente tendida. Estructura masiva. Permeabilidad baja. Problemas de arroyada y con dificultades de escorrentía superficial. Capacidad portante alta. Ripabilidad marginal. (Custermario P.a.: 1-5 m).
 - 350: Gravillas de cantos muy angulosos y naturaleza caliza. Aspecto masivo. Permeabilidad alta y muy alta. Problemas de mala escorrentía superficial. Taludes artificiales observados con pequeños desprendimientos y deslismos. Taludes recomendados fuertes. Capacidad portante moderada. Ripables (Pérez-Castano P.a.: 10-15 m).

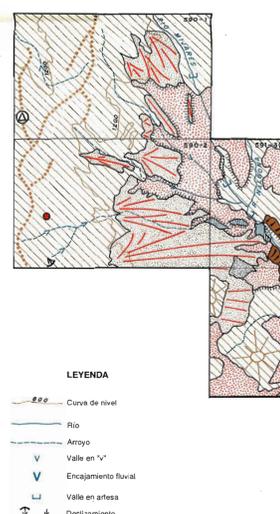
- ROCAS ARENOSAS Y ARCILLOSAS**
- 322.0: Lutitas, areniscas rojas y conglomerados. Disposición subhorizontal. Permeabilidad baja. Taludes naturales con problemas de erosión, desprendimientos y deslismos. Taludes artificiales observados con problemas de erosión y desprendimientos. Taludes recomendados entre 1H:2V y 2H:3V. Capacidad portante alta. Ripables (Tercero P.a.: 10 m).
 - 321 b: Lutitas, margas blancas, margas arcillosas, brechas, conglomerados y calizas. Plegado y fallado. Estructura lentiforme. Permeabilidad baja-moderada. Taludes naturales con algunos fenómenos de inestabilidad de labra. Taludes artificiales observados con problemas de roturas de talud por resaca o deslizamiento superficial y erosión. Taludes recomendados 1H:1V. Capacidad portante moderada-baja. Mayormente ripables. (Tercero P.a.: 50-100 m).
 - 231: Alternancia de areniscas, arenas con arcillas, limolitas y arcillas. Grado de alteración y fracturación bajo. Permeabilidad baja. Taludes naturales con problemas de erosión y de estabilidad. Taludes artificiales con potenciales problemas de estabilidad. Taludes recomendados 40°. Capacidad portante alta. Ripables (Credico Interior P.a.: 200 m).
 - 211 b: Lutitas y areniscas rojas. Compacidad alta. Plegamiento y alteración bajos. Permeabilidad moderada. Taludes artificiales observados con desprendimientos de cuñas. Taludes recomendados 1H:3V. Capacidad portante moderada-alta. Ripables marginales. (Burdubastan P.a.: 200 m).
- ROCAS CARBONATADAS Y MARGOSAS**
- 322 b: Calizas travertínicas de aspecto oquero y a veces rodajoso. Disposición subhorizontal. Inferiormente estratificado y con bancos masivos. Permeabilidad alta. Taludes naturales con frecuentes fenómenos de desprendimientos y deslizamientos. Taludes artificiales observados con desprendimientos potenciales de cuñas y bloques. Taludes recomendados muy fuertes. Capacidad portante muy alta. No ripable. (Tercero P.a.: 4-10 m).
 - 321 a: Calizas travertínicas y conglomerados. Compacidad alta o muy alta. Disposición subhorizontal o suavemente plegado. Permeabilidad alta. Taludes naturales con gran cantidad de fenómenos de inestabilidad de naturaleza fósil, latente y activa. Taludes artificiales observados con problemas de desprendimientos potenciales de cuñas y bloques. Taludes recomendados 1H:3V. Capacidad portante muy alta. No ripables. (Tercero P.a.: 70-100 m).
 - 230: Alternancia de arcillas margosas, margas blancuqueas y amarillentas, arenas, areniscas y calizas. Compacidad alta. Permeabilidad baja. Taludes naturales con problemas de estabilidad natural. Taludes artificiales observados con problemas de estabilidad. Taludes recomendados 40°. Capacidad portante alta. Ripables marginalmente. (Credico-Jurisco P.a.: 200 m).
 - 223 c: Calizas tabeadas, calizas masivas y calizas arenosas con intercalaciones irregulares de margas y areniscas. buzamientos subhorizontales o suaves en los flancos. Estructura alternante irregular. Permeabilidad baja. Taludes naturales con fenómenos de roturas de cuñas y bloques. Taludes artificiales observados con desprendimientos y corrimientos. Taludes recomendados entre 1H:3V y 1H:1V. Capacidad portante alta-muy alta. Ripabilidad marginal. (Main P.a.: 100 m).
 - 223 b: Calizas tabeadas y masivas. Estructura alternante irregular. Compacidad moderada. Permeabilidad por fracturación. Taludes naturales con grandes corrimientos. Taludes artificiales observados con problemas de estabilidad. Taludes recomendados 2H:5V. Capacidad portante alta - muy alta. No ripable. (Main P.a.: 100 m).
 - 222 a: Calizas nodulosas, micritas, calizas oolíticas y biolíticas. Karstificación alta. Permeabilidad moderada-alta. Taludes artificiales observados con pequeños desprendimientos. Taludes recomendados entre 1H:2V y 1H:3V. Capacidad portante alta - muy alta. No ripable. (Dogger P.a.: 100 m).
 - 222 a1: Calizas margosas y margas arcillosas de colores pardo-rojizo, asociadas a lías y tobas volcánicas en tonos verdosos. Muy meteorizadas. Disposición concordante. Compacidad alta en roca fresca. Taludes recomendados entre 1H:2V y 1H:3V. Capacidad portante media. No ripables. (Dogger P.a.: 50 m).
 - 221 b: Margas grises y calizas biolíticas. Estructura alternante de bancos masivos. Tectonicidad moderada. Permeabilidad muy baja. Taludes artificiales observados con problemas de erosión y desprendimientos de cuñas. Taludes recomendados < 40°. Capacidad portante alta. Ripabilidad marginal. (Lias P.a.: 30 m).
 - 221 c: Dolomitas tabeadas, carnioles, calizas y dolomías. Tectonicidad alta. Karstificación alta. Permeabilidad alta. Taludes naturales con fenómenos de rotura gravitacional. Taludes artificiales observados con desprendimientos y deslismos potenciales. Taludes recomendados fuertes o muy fuertes. Capacidad portante variable. No ripables. (Lias P.a.: 230 m).
 - 212 a: Calizas dolomíticas. Compacidad alta. Karstificación moderada. Tectonicidad moderada-alta. Permeabilidad moderada. Taludes artificiales observados con desprendimientos de roca. Taludes recomendados < 1H:3V. Capacidad portante alta-muy alta. No ripable. (Murens P.a.: 200-250 m).
 - 213 b: Margas, calizas margosas, calizas, dolomías, arcillas y areniscas. Tectonicidad alta. Aspecto global brechoso. Permeabilidad baja o muy baja. Taludes naturales con procesos de deslizamientos. Taludes artificiales observados con problemas de erosionalidad, deslismos, desprendimientos y deslizamientos de pequeña magnitud. Taludes recomendados < 1H:1V. Capacidad portante media-baja. Ripabilidad marginal. (Keuper P.a.: 150-300 m).
- ROCAS METAMORFICAS**
- 100: Piratas grises arcillosas y micacíticas, con cuarzos, areniscas micáceas. Bajo grado de metamorfismo. Alto grado de fracturación, alteración y plegamiento. Permeabilidad baja-moderada. Taludes naturales con algunos problemas de estabilidad. Taludes artificiales observados con desprendimientos y corrimientos de cuñas. Taludes recomendados < 1H:1V. Capacidad portante alta-moderada. Ripabilidad marginal. (Paleozoico P.a.: 250 m).
- ROCAS INTRUSIVAS**
- 002: Basaltos y rocas graníticas verdosas. Alto grado de alteración y fracturación. Estructura lentiforme e intrusiva. Textura diabásica y aspecto masivo. Compacidad alta en roca fresca. Permeabilidad baja. Taludes artificiales observados con desprendimientos y deslismos. Taludes recomendados entre subverticales y 1H:1V. Capacidad portante alta-moderada. Ripabilidad marginal. (Keuper P.a.: 3-15 m).

ESQUEMA GEOLOGICO E: 1:200.000

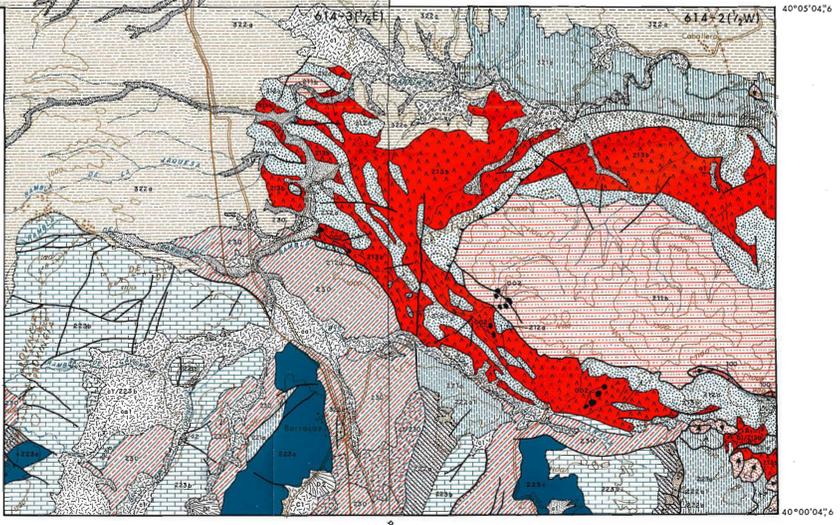


- LEYENDA**
- CUATERNARIO
 - TERCIARIO
 - MESOZOICO
 - PALEOZOICO
 - FALLA
 - CABALGAMIENTO

ESQUEMA GEOMORFOLÓGICO E: 1:200.000



- LEYENDA**
- Curva de nivel
 - Rio
 - Arroyo
 - Valle en "V"
 - Encastamiento fluvial
 - Valle en aristas
 - Deslizamiento
 - Vértice geodésico
 - Alineación de cumbres
 - Dolina
 - Relieve residual
 - Escarpe



- 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